

К ЧИТАТЕЛЯМ СЕРИИ «ИНТЕРНЕТ-ТЕСТИРОВАНИЕ БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ»


Федеральный интернет-экзамен в сфере профессионального образования (ФЭПО) проводится с 2005 года. В настоящее время в нем участвует почти две тысячи высших и средних специальных учебных заведений из 82 регионов Российской Федерации, а также ряд вузов из стран СНГ. За два этапа интернет-экзамена 2009 года получено около 2,8 миллионов результатов.

Проект ФЭПО реализует Национальное аккредитационное агентство в сфере образования (Росаккредагентство), которое своей основной целью ставит задачу оказания помощи вузам в создании систем управления качеством подготовки специалистов на основе независимой внешней оценки уровня подготовки студентов и его соответствия требованиям Государственных образовательных стандартов (ГОС). Именно ГОСы являются главными нормативными документами при формировании структуры дидактических единиц учебной дисциплины и содержания педагогических измерительных материалов (тестовых заданий).

Тестирование в рамках ФЭПО проводится после того, как изучение дисциплины уже закончено. Достаточно часто интернет-тестирование проводится по дисциплинам, изучающимся более одного семестра, или это происходит по прошествии одного-двух семестров после сдачи последнего экзамена по соответствующему курсу. Поэтому особенно актуальным является правильная методика подготовки к интернет-тестированию. Для такой подготовки, связанной с восстановлением в памяти основных, базовых понятий, логических связей, фактической информации, требуется специальная учебная литература, отличающаяся от той, которая использовалась при изучении дисциплины. Поэтому заслуживает внимания и поддержки инициатива издательства «Лань» по созданию серии «Интернет-тестирование базовых знаний», в которую должны войти пособия по всем основным дисциплинам общенаучного, а также многим дисциплинам общепрофессионального цикла. Эти пособия дадут возможность студентам и преподавателям познакомиться с требованиями к базовому содержанию дисциплины, структурой тестовых материалов, формами тестовых заданий, выполняемыми действиями по выбору правильного ответа на конкретных примерах демонстрационных тестов и другими важными элементами подготовки к тестированию.

Росаккредагентство планирует непосредственно участвовать в формировании планов издания серии и в рецензировании учебных пособий на стадии их подготовки к изданию с тем, чтобы довести до студентов и преподавателей общие принципы формирования тестовых материалов и согласованное понимание формулировок тестовых заданий.

Желаем всем участникам ФЭПО успехов в подготовке и сдаче интернет-экзамена!



Директор Росаккредагентства И. С. ТАТАРИНОВА

**В. В. ГОРБАЧЕВ, Н. П. КАЛАШНИКОВ,
Н. М. КОЖЕВНИКОВ**

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

**ИНТЕРНЕТ-ТЕСТИРОВАНИЕ
БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

*РЕКОМЕНДОВАНО
ФГУ «Национальное аккредитационное агентство
в сфере образования (Росаккредагентство)»*



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР
2010**

ББК 20я73

Г 67

Горбачев В. В., Калашников Н. П., Кожевников Н. М.

Г 67 Концепции современного естествознания. Интернет-тестирование базовых знаний: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 208 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-1072-9

Учебное пособие содержит материалы для подготовки к интернет-тестированию базовых (остаточных) знаний по дисциплине «Концепции современного естествознания» (КСЕ), которое с 2005 года проводится Национальным аккредитационным агентством в сфере профессионального образования (Росаккредагентством) для мониторинга качества преподавания этой дисциплины в учреждениях высшего профессионального образования. Структура пособия определяется тезаурусом 2-го уровня дисциплины КСЕ, разработанным Росаккредагентством для государственных образовательных стандартов с трудоемкостью КСЕ более 130 учебных часов. Отдельные главы пособия соответствуют дидактическим единицам дисциплины, а параграфы — отдельным темам, по которым составляются тестовые задания. Для каждой темы в пособии приведены основные сведения и подробный разбор тестовых заданий из демонстрационных вариантов сайта Росаккредагентства (www.fero.ru) и реальных тестов прошлых лет. Включенный в пособие словарь естественнонаучных терминов позволяет быстро ориентироваться в формулировках тестовых заданий.

Предназначено для студентов всех форм обучения по гуманитарным и социально-экономическим направлениям.

ББК 20я73

Обложка
А. Ю. ЛАПШИН

*Охраняется законом РФ об авторском праве.
Воспроизведение всей книги или любой ее части
запрещается без письменного разрешения издателя.
Любые попытки нарушения закона
будут преследоваться в судебном порядке.*

© Издательство «Лань», 2010
© В. В. Горбачев, Н. П. Калашников,
Н. М. Кожевников, 2010
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

Среди учебных предметов естественнонаучного цикла¹ дисциплина «Концепции современного естествознания» (КСЕ) занимает особое место. Появившись в середине 1990-х годов, эта дисциплина должна была заполнить внезапно образовавшийся вакуум в фундаментальной подготовке студентов экономических и гуманитарных направлений. Дело в том, что незадолго до этого традиционные естественнонаучные дисциплины (физика, химия, биология и др.) вообще перестали преподаваться студентам-гуманитариям и экономистам². Объясняется это тем, что содержание и методика преподавания ЕН дисциплин в гуманитарных вузах были практически такие же, как в технических вузах, а времени на их изучение выделялось в два-три раза меньше. Например, на физику в то время отводился один, реже два семестра. Поэтому эффективность непрофильного естественнонаучного образования в гуманитарных вузах была крайне низкой. В то же время исключение фундаментальных естественнонаучных дисциплин из учебных планов гуманитарных и социально-экономических направлений высшего профессионального образования (ВПО) привело к тому, что соответствующая «ниша» стала быстро заполняться разного рода псевдонаучными, мистическими, оккультными идеями, перед которыми студенты, как правило, оказывались совершенно беззащитными.

Именно в это время и появилась новая дисциплина — КСЕ, в которой основным должен был стать мировоззренческий компонент, а факты и сведения, необходимые для профессиональной работы в области физики, химии, биологии, были сведены к минимуму. С самого начала преподавания этой дисциплины стало ясно, что механическое сочетание традиционных естественных наук в рамках этой дисциплины невозможно по той же причине, по которой ранее вообще отказались от изучения отдельных естественнонаучных курсов. Требовался совершенно новый, интегрированный учебный предмет со своим специфическим содержанием, адекватным

¹ В Федеральный компонент цикла общих математических и естественнонаучных дисциплин (ЕН цикла) входят математика, информатика, физика, химия, биология с элементами экологии и КСЕ (для экономических и гуманитарных направлений бакалавриата).

² В это время появились такие технологически ориентированные дисциплины, как «Физические основы современных технологий» и др.

изложением материала, не отпугивающий, а, наоборот, привлекающий к себе «немотивированных» студентов.

Первые годы преподавание КСЕ и по содержанию, и по методике часто напоминало философию науки, философию естествознания. Тем более что соответствующий понятийный аппарат был широко представлен в Государственном образовательном стандарте (ГОС) по КСЕ. Были примеры и другого подхода, когда курс КСЕ старались максимально насытить фактическим материалом, изложенном на соответствующем языке той или иной естественной науки. Успеха такой подход не имел.

Появление в конце 1990-х годов многочисленных учебных пособий по КСЕ (сейчас их число превышает полторы сотни) показало, что курс КСЕ является по сути авторским курсом. Это означает, что отбор материала, методика его изложения тесно связаны с личностью автора, его приоритетами и предпочтениями. И если раньше казалось, что такое разнообразие пособий — явление временное, связанное с поиском «идеального» учебника по КСЕ, то сейчас подобная цель сама по себе выглядит идеальной. Учебные пособия по КСЕ настолько индивидуальные, так часто несут на себе отпечаток личности автора, что не следует удивляться их многообразию. Фактически у каждого лектора — свой взгляд на предмет, а значит, должен быть и свой учебник. Выбирая то или иное пособие для реализации в учебном процессе, студент или преподаватель обращает внимание не только и не столько на то, что написано, сколько на то, как это преподносится.

Благодаря такому субъективному компоненту курса КСЕ, он сразу стал одной из любимых дисциплин как для преподавателей, так и для студентов. ГОС по этой дисциплине был составлен так широко и «размыто», что предоставлял полную свободу в выборе конкретного учебного материала, в расстановке акцентов. Результат изучения КСЕ (остаточные знания) обычно проверялся по вопросам, составленным самим преподавателем, ведущим учебные занятия, поэтому никаких проблем при проведении аттестаций у вузов не возникало.

Ситуация резко изменилась в 2005 году, когда к проверке базовых знаний по всем дисциплинам общих и общепрофессиональных циклов подключилось Национальное аккредитационное агентство в сфере образования (Росаккредагентство). Были составлены единые тестовые задания, сформулированы правила тестирования и оценки его результатов. Вот здесь-то и выяснилось, что преподавание КСЕ, как никакой другой дисциплины, отличается невероятным разнообразием по содержанию и глубине изучения разделов курса. В результате первые итоги тестирования по КСЕ (как, впрочем, и по другим дисциплинам ЕН цикла) оказались весьма низкими.

Следует отметить, что именно эти итоги привели к резко негативному отношению к интернет-тестированию по КСЕ, которое проводилось Росаккредагентством. И это вполне объяснимо, когда и преподаватели, и студенты оказались совершенно неподготовленными к такому мероприятию. Ведь студенты часто получали вопросы (тестовые задания), о которых они не имели ни малейшего представления. Здесь, безусловно, была допущена организационная ошибка: проверочные тесты появились раньше, чем учебные пособия по подготовке к ним. В результате многие преподаватели, чтобы «спасти» курс, бросились «качать» из интернета тестовые задания и натаскивать студентов на их выполнение. Работа эта, к сожалению, велась (и продолжает вестись) разрозненно, хаотично и весьма нервно.

В этих условиях назрела необходимость в издании учебных пособий по подготовке к интернет-тестированию базовых (остаточных) знаний по всем дисциплинам ЕН цикла и общепрофессиональным дисциплинам. Началом послужило издание в 2009 году пособия Н. П. Калашникова и Н. М. Кожевникова «Физика. Интернет-тестирование базовых знаний». Настоящее пособие продолжает эту серию.

Несколько слов о том, как формировалось содержание этого пособия. В 2009 году Росаккредагентство обнародовало важные документы — тезаурусы по дисциплине КСЕ для направлений и специальностей с числом часов на изучение дисциплины до 130 (уровень 1) и свыше 130 (уровень 2). В обоих тезаурусах содержание курса разделено на шесть разделов, которые называются дидактическими единицами (ДЕ). Каждая ДЕ, в свою очередь, состоит из нескольких тем. Для каждой темы в тезаурусе приведено содержание в виде списка наиболее важных терминов, понятий, законов.

Полное число тем в настоящем пособии составляет 32 и равно максимальному числу вопросов, которое может встретиться в тестах. Каждый вопрос теста относится к вполне определенной теме, причем под тем же номером. Однако тесты могут состоять из меньшего числа вопросов, например 26, 28, 30 и т. д. Это значит, что некоторые темы в таком тесте отсутствуют или объединены вместе.

По каждой теме в пособии приведены основные сведения и подробно рассмотрены примеры тестовых заданий. Основные сведения ориентируются на список терминов, понятий и законов, приведенных в тезаурусе. Этот список, по убеждению авторов, во многих случаях является избыточным, содержащим информацию, которая обычно изучается в профильных дисциплинах соответствующих ЕН направлений и специальностей. Поэтому в основные сведения не попала информация, которую авторы считают излишне подробной для гуманитариев.

Примеры тестовых заданий в основном взяты из демонстрационных тестов, которые приведены на сайте Росаккредагентства www.fero.ru, а также из реальных тестов прошлых лет. Следует обратить внимание на обоснование ответа к каждому заданию, где объясняется не только то, почему выбран тот или иной правильный ответ, но и почему отброшены другие. При этом часто в обосновании ответа приводится информация, которая не вошла в основные сведения к данной теме.

Серьезным подспорьем студентам при подготовке и выполнении тестов должен стать краткий словарь терминов, который приведен в данном пособии. Иногда знание смысла того или иного термина позволяет, не вдаваясь в детали и тонкости вопроса, правильно ответить на него.

Авторы считают, что базовые (остаточные) знания по той или иной дисциплине — это не та информация, которая находится в оперативной памяти и которую можно мгновенно, с легкостью оттуда извлечь. Базовые знания — это те знания, которые в данный момент, возможно, не находятся на поверхности, забыты, но которые могут быть быстро актуализованы после достаточно беглого «прикосновения» к соответствующему материалу. Именно этой цели служит настоящее пособие: быстро освежить в памяти те вопросы, которые уже были пройдены на лекциях и семинарах по КСЕ и успешно сданы на зачетах и экзаменах по этой дисциплине. Мы уверены, что при такой подготовке студенты не только успешно пройдут тестирование, но и получат удовлетворение от собственных знаний.

Авторы

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При составлении тематических заданий (тестов) за основу принимаются требования ГОС к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы соответствующей дисциплины. Для дисциплины КСЕ эти требования мало отличаются друг от друга (табл. 1). Однако, по трудоемкости, т. е. по времени, выделяемому в учебных планах на изучение КСЕ, различия могут быть существенными. Поэтому сейчас тесты Росаккредитгента разрабатываются для двух уровней: для направлений и специальностей с трудоемкостью до 130 учебных часов (уровень 1) и более 130 часов (уровень 2).

Таблица 1

Специальность: 080502.65 — Экономика и управление на предприятиях (по отраслям)

Дисциплина: Концепции современного естествознания

Время выполнения теста: 80 минут

Количество заданий: 32

Требования ГОС к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы

Индекс	Дисциплина и ее основные разделы	Всего часов
ЕН.Ф	Федеральный компонент	600
ЕН.Ф.02	Концепции современного естествознания: Естественнонаучная и гуманитарная культура; научный метод; история естествознания; панорама современного естествознания; тенденции развития; корпускулярная и континуальная концепции описания природы; порядок и беспорядок в природе; хаос; структурные уровни организации материи; микро-, макро- и мегамиры; пространство, время; принципы относительности; принципы симметрии; законы сохранения; взаимодействия; близкодействие; дальноедействие; состояние; принципы суперпозиции, неопределенности, дополнительности; динамические и статистические закономерности в природе; законы сохранения энергии в макроскопических процессах; принципы возрастания энтропии; химические системы, энергетика химических процессов, реакционная способность веществ; особенности биологического уровня организации материи; принципы воспроизводства и развития живых систем; многообразие живых организмов — основа организации и устойчивости биосферы; генетика и эволюция; человек: физиология, здоровье, эмоции, творчество, работоспособность; биоэтика; человек, биосфера и космические циклы; ноосфера; необратимость времени; самоорганизация в живой и неживой природе; принципы универсального эволюционизма; путь к единой культуре	200

Таблица 2

Специальность: 080502.65 — Экономика и управление на предприятиях (по отраслям)

Дисциплина: Концепции современного естествознания

Время выполнения теста: 80 минут

Количество заданий: 32

**Тематическая структура аттестационных педагогических
измерительных материалов**

№ ДЕ	Наименование дидактической единицы ГОС	№ задания	Тема задания
1	Эволюция научного метода и естественнонаучной картины мира	1	Научный метод познания
		2	Естественнонаучная и гуманитарная культура
		3	Развитие научных исследовательских программ и картин мира (история естествознания, тенденции развития)
		4	Развитие представлений о материи
		5	Развитие представлений о движении
		6	Развитие представлений о взаимодействии
2	Пространство, время, симметрия	7	Принципы симметрии, законы сохранения
		8	Эволюция представлений о пространстве и времени
		9	Специальная теория относительности
		10	Общая теория относительности
3	Структурные уровни и системная организация материи	11	Микро-, макро-, мегамиры
		12	Системные уровни организации материи
		13	Структуры микромира
		14	Процессы в микромире
		15	Химические системы
		16	Реакционная способность веществ
		17	Особенности биологического уровня организации материи
		18	Принципы воспроизводства живых систем
4	Порядок и беспорядок в природе	19	Динамические и статистические закономерности в природе
		20	Концепции квантовой механики
		21	Принцип возрастания энтропии
		22	Закономерности самоорганизации. Принципы универсального эволюционизма
5	Панорама современного естествознания	23	Космология (мегамир)
		24	Геологическая эволюция
		25	Происхождение жизни
		26	Эволюция живых систем
		27	История жизни на Земле и методы исследования эволюции
		28	Генетика и эволюция
6	Биосфера и человек	29	Экосистемы
		30	Биосфера
		31	Человек в биосфере
		32	Глобальный экологический кризис

Независимо от трудоемкости, содержание учебной дисциплины КСЕ разделяется на шесть разделов, которые называются дидактическими единицами (ДЕ). Названия этих ДЕ приведены в табл. 2 и соответствуют названиям отдельных глав настоящего пособия. Каждая ДЕ, в свою очередь, состоит из 4–8 тем, число которых и определяет количество тестовых заданий при

проведении интернет-экзамена. Число и название этих тем могут различаться для разных направлений и специальностей. Чаще всего в тестах встречается от 26 до 32 вопросов. В пособии рассмотрено максимальное число тем — 32 (см. табл. 2). В тестах с меньшим числом заданий некоторые темы отсутствуют или объединены друг с другом.

Информация о ГОС и тематической структуре аттестационных педагогических измерительных материалов доступна на сайте Росаккредитования www.fero.ru.

Как же оцениваются результаты тестирования? Интернет-тестирование проходит в компьютерных классах сразу для целой группы студентов. Каждый студент выполняет индивидуальное задание (тест), но результат тестирования относится ко всей группе. Важнейшим критерием оценки является процент усвоения ДЕ. Она считается усвоенной, если студент правильно ответил на 50% и более вопросов по темам, относящимся к этой ДЕ. Например, при проведении тестирования по КСЕ для студентов специальности 080502.65 (см. табл. 1) ДЕ № 3 «Структурные уровни и системная организация материи» считается усвоенной студентом, если он дал правильные ответы на 4 вопроса и более. В противном случае ДЕ не считается усвоенной.

Как отмечалось выше, особенностью интернет-тестирования является то, что при подведении итогов учитываются не отдельные достижения каждого студента, а интегральный результат академической группы, курса, всего контингента студентов. При этом результат экзамена считается положительным, если не менее 50% студентов продемонстрировали усвоение всех (!) ДЕ. Таким образом, можно, например, ответить на 29 вопросов из 32, но если неправильные три относятся к одной ДЕ, где всего четыре вопроса, то данный студент вносит отрицательный вклад в итоговый результат тестирования группы.

На ответы по тесту студенту отводится определенное время (см. табл. 2). В зависимости от количества вопросов это время может составлять от 45 до 90 минут. Порядок ответов на вопросы произвольный, можно пропустить какой-то вопрос и вернуться к нему позже. При этом скорость выполнения заданий теста не имеет никакого значения и никак не учитывается.

Все тестовые задания делятся на четыре типа, отличающиеся формулировками и значками, стоящими перед вариантами ответов (в настоящем пособии эти значки не воспроизводятся). Первый тип — это задание с выбором одного-единственного варианта ответа (на компьютере около вариантов ответа изображены маленькие кружки), например,

Задание 23.8 (*выберите один вариант ответа*).

Согласно космологическим моделям происхождение легких химических элементов (до железа) связано с ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Процессами жизнедеятельности живых организмов.
2. Реакциями радиоактивного распада тяжелых элементов.
3. Термоядерными реакциями внутри звезд.
4. Вулканической деятельностью Земли.

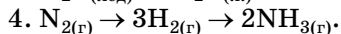
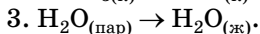
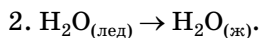
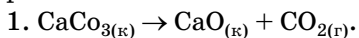
Правильным является ответ: 3) термоядерными реакциями внутри звезд.

Второй тип — задание, предполагающее выбор нескольких (как правило, двух) вариантов ответа (на компьютере около вариантов ответа изображены небольшие квадратики), например,

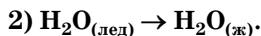
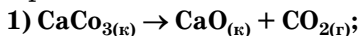
Задание 21.2 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Не прибегая к вычислениям, укажите, в каких процессах энтропия возрастает:

В а р и а н т ы о т в е т а:



Правильными являются ответы:



Третий тип — задание на установление правильной последовательности. Здесь надо нужные цифры вставить в большие квадраты около вариантов ответа. Например,

Задание 11.7 (*выберите варианты согласно указанной последовательности*).

Укажите правильную последовательность (от большего к меньшему) в структурной иерархии мегамира:

☐ Галактики. ☐ Планеты. ☐ Звезды. ☐ Метагалактика.

Правильный вариант ответа: 1) **метагалактика**; 2) **галактики**; 3) **звезды**; 4) **планеты**.

Наконец, четвертый тип — это задание на установление соответствия. Фактически такие задания напоминают первый тип, так как возможные соответствия указаны в вариантах ответа. Нужно только выбрать соответствующий вариант. Например,

Задание 21.1 (*установите соответствие между формулировками второго начала термодинамики и свойствами энтропии*).

1. Энтропия — мера вероятности макроскопического состояния системы.

2. Энтропия изолированной системы с течением времени может только возрастать или оставаться постоянной.

3. Энтропия системы — мера отсутствия детального знания о ней.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. При получении системой тепловой энергии ее энтропия возрастает.

Б. Доступная об изолированной системе информация с течением времени убывает.

В. Теплота самопроизвольно передается от горячего тела к холодному, но не наоборот.

Г. С течением времени изолированная система самопроизвольно переходит из менее вероятного в более вероятное состояние.

Правильным является соответствие: 1 — Г; 2 — В; 3 — Б.

Желаем успехов всем участникам интернет-экзамена по КСЕ!

I. ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНОГО МЕТОДА И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА

1. НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. *Наука* представляет собой сферу человеческой деятельности, функцией которой является *производство и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности*. Будучи компонентом духовной культуры (наряду с искусством, религией, моралью и т. д.), наука, в свою очередь, разделяется на *естествознание (естественные науки), гуманитарные (или общественные) науки и технические науки*.

1.2. Объектом изучения *естествознания* является природа, под которой понимается весь окружающий человека материальный мир, включая и телесную оболочку самого человека. *Гуманитарные науки* занимаются специфическими особенностями человеческого бытия (как индивидуального, так и общественного). Что касается *технических наук*, то они представляют собой связующее звено между технологической базой производства (относящейся к материальной культуре) и фундаментальным естествознанием.

1.3. Естественные науки включают в себя *физику, химию, биологию, науки о Земле*³.

1.4. Научное знание существует в форме законов, понятий и принципов, позволяющих описывать, объяснять и предсказывать процессы и явления действительности. Научное знание отражает *объективные, достоверные* связи между объектами и явлениями природы.

1.5. *Принцип соответствия* требует, чтобы новое знание, претендующее на более глубокое описание реальности и более широкую область применимости, чем старое, включало последнее как частный, предельный случай. Примерами могут служить релятивистская теория, переходящая в ньютоновскую механику в пределе малых относительных скоростей, квантовая механика, содержащая классическую в пределе $\hbar \rightarrow 0$ (\hbar — постоянная Планка).

1.6. Широко используются в науке *принцип редукции*, когда изучение сложной системы сводится к познанию ее частей, а также противоположный ему *принцип целостности*, фокусирующий внимание на специфических особенностях поведения сложных систем, не сводящихся к поведению компонентов.

³ В некоторых классификаторах отдельными структурными компонентами естествознания, помимо названных, считаются астрономия и экология.

1.7. Наука начинается с накопления и осмысления фактов. Это может быть простое *наблюдение* явлений природы, например, в астрономии, палеонтологии, истории и других областях знания. Ученый здесь просто не в состоянии как-то вмешиваться в изучаемое явление, проводить повторные опыты в измененных условиях. Более информативным методом познания является *эксперимент*, когда явление изучается в контролируемых, управляемых условиях. В обоих случаях речь идет об *эмпирическом* исследовании⁴, об *эмпирическом уровне* научного знания. Полученная в результате такого исследования информация проходит предварительную обработку, направленную на обнаружение качественных или количественных *корреляций* (соответствий) между экспериментальными фактами. Так как при этом ученый старается за частными результатами увидеть общие закономерности, то основным логическим методом обработки данных становится *индукция*. Индуктивное обобщение экспериментальных результатов обычно рассматривается как *эмпирический закон*.

1.8. Установление ложности какого-либо положения называется *фальсификацией*. Считается, что утверждение является ненаучным, если не предложен метод его фальсификации. Именно этот критерий часто помогает осуществить *демаркацию*, т. е. провести границу, между научными и псевдонаучными высказываниями.

1.9. Теоретический уровень в науке состоит в построении *идеализированной модели* того или иного объекта или явления. Фактически речь идет о создании такой идеальной структуры, состоящей из связанных между собой абстрактных элементов, чтобы поведение этой структуры *моделировало* поведение ее реального прототипа. Описание такой идеальной структуры, особенностей ее поведения и составляет содержание *теории* рассматриваемого реального явления. Логическим методом построения теории является переход от некоторых общих принципов, постулатов, к их следствиям, определяющим поведение рассматриваемой теоретической модели в тех или иных конкретных ситуациях. Такой метод получения знания называется *дедукцией* и является одним из основных средств доказательств.

1.10. Так как при построении модели того или иного объекта или явления приходится абстрагироваться от некоторых моментов, которые исследователь считает несущественными, то наиболее важным вопросом для теоретического уровня знаний является *верификация* теории, т. е. установление адекватности предлагаемой теоретической схемы тем реальным явлениям, которые эта схема должна отражать.

1.11. Историческая изменчивость научных методов исследования приводят к тому, что истина является категорией *относительной*. То, что когда-то считалось истинным, затем уточняется, модифицируется, а порой и отбрасывается. Тем не менее теория познания рассматривает и *абсолютную истину* как такое знание, которое полностью исчерпывает предмет и не может быть опровергнуто в дальнейшем. Однако очевидно, что абсолютной истины достичь невозможно, как нельзя достичь горизонта.

⁴ Синонимами термина «эмпирический» являются экспериментальный, феноменологический, опытный.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 1.1 (выберите варианты согласно тексту задания).

Установите соответствие между определением метода научного познания и самим методом:

1. Определение количественных значений свойств, сторон изучаемого объекта или явления с помощью специальных технических устройств.

2. Активное, целенаправленное, строго контролируемое воздействие исследователя на изучаемый объект.

3. Чувственное отражение предметов и явлений внешнего мира.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Моделирование.

Б. Измерение.

В. Эксперимент.

Г. Наблюдение.

Обоснование ответа. Определение количественных значений свойств, сторон изучаемого объекта или явления с помощью специальных технических устройств — это *измерение*. Активное, целенаправленное, строго контролируемое воздействие исследователя на изучаемый объект происходит в процессе проведения *эксперимента*. В этом его отличие от *наблюдения*, которое представляет собой чувственное отражение предметов и явлений внешнего мира человеком. Следует иметь в виду, что и при наблюдениях могут применяться технические приборы и другие специальные средства. Например, в астрономических наблюдениях используются телескопы, а в биологической практике — микроскопы. Тем не менее наблюдения не предполагают активного вмешательства в изучаемое явление.

Правильными являются соответствия: 1 — Б; 2 — В; 3 — Г.

Задание 1.2 (выберите один вариант ответа).

Научная теория, занимающаяся проблемами поиска человеком истинных фактов бытия в целом и природы в частности, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Натуральной философией.

2. Теорией познания.

3. Космологией.

4. Теорией хаоса.

Обоснование ответа. Наиболее подходящим ответом на это задание является «теория познания». Этот раздел философии, который имеет название *гносеология*, изучает особенности мыслительной деятельности человека, приводящей к получению и обоснованию истинных утверждений. Другие варианты ответа здесь не подходят. В частности, натуральная философия — это устаревший термин, в VII–VIII веках означавший «естествознание». Космология занимается проблемами происхождения и эволюции Вселенной, а теория хаоса — это современное направление в науке, изучающее проявления непредсказуемого, случайного поведения в различных областях природы и общества.

Правильным является вариант ответа: 2) теория познания.

Задание 1.3 (*выберите один вариант ответа*).

Критерием истинности научного знания является принцип ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Верификации.
2. Неопределенности.
3. Дополнительности.
4. Причинности.

Обоснование ответа. Речь идет о критерии истинности теоретического знания, которое не должно противоречить действительности. Другими словами, научное знание должно подвергаться проверке на соответствие реальности. Это и означает англоязычный термин «верификация» (verify — подтверждать). Остальные термины, приведенные в вариантах ответа, не имеют отношения к критериям истинности научного знания.

Правильным является вариант ответа: **1) верификации.**

Задание 1.4 (*выберите один вариант ответа*).

Согласно одной из классификаций методов познания специальные методы физики являются ... методами.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Математическими.
2. Философскими.
3. Частнонаучными.
4. Общонаучными.

Обоснование ответа. Различают всеобщие (философские), общенаучные и частнонаучные методы познания. Последняя группа методов включает в себя те, которые применяются в отдельных науках или их разделах. Таким образом, в условии задания речь идет о частнонаучных методах.

Правильным является вариант ответа: **3) частнонаучными.**

Задание 1.5 (*выберите один вариант ответа*).

Начальным элементом эмпирического уровня научного познания является ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Формулировка гипотез.
2. Наблюдение и сбор фактов.
3. Аксиоматизация.
4. Новое объяснение известных явлений.

Обоснование ответа. Эмпирический уровень исследования начинается с наблюдения и сбора фактов, в том числе в результате проведения целенаправленных экспериментов.

Правильным является вариант ответа: **2) наблюдение и сбор фактов.**

Задание 1.6 (*выберите один вариант ответа*).

Научным методом называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Способ познания, исследования явлений природы и общественной жизни.
2. Система приемов в любой деятельности.
3. Отрасль педагогической науки, исследующая закономерности обучения.
4. Совокупность приемов целесообразного проведения какой-либо работы.

Обоснование ответа. Из приведенных вариантов методом исключения следует выбрать первый, так как хотя этот вариант и не является определением научного метода (под приведенное определение можно подвести и ненаучную деятельность), однако остальные варианты находятся еще дальше от определения научного метода.

Правильным является вариант ответа: **1) способ познания, исследования явлений природы и общественной жизни.**

Задание 1.7 (выберите один вариант ответа).

Под достоверностью научного знания понимается ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Готовность поставить под сомнение и пересмотреть даже самые основополагающие результаты.
2. Необходимость обязательного обоснования путем эксперимента или логических доказательств.
3. Нейтральность науки в морально-этическом плане.
4. Независимость знания от индивидуальных особенностей ученого.

Обоснование ответа. Ни один из предложенных вариантов стилистически не соответствует формулировке задания. Действительно, достоверность — это атрибут знания, а не «готовность» или «необходимость». Тем не менее следует выбрать второй вариант, который ближе всего связан с вопросом и говорит о том, как обосновывается достоверность знания.

Правильным является вариант ответа: **2) необходимость обязательного обоснования путем эксперимента или логических доказательств.**

Задание 1.8 (выберите один вариант ответа).

Возможность многократной проверки полученных результатов свидетельствует о (об) ... научного знания.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Объективности.
2. Системности.
3. Достоверности.
4. Универсальности.

Обоснование ответа. Это задание перекликается с предыдущим, где также шла речь о достоверности научного знания. Объективность в данном случае не подходит, так как можно многократно перепроверять полученный результат, не обеспечив объективные условия. Универсальность и системность никак не связаны с многократными проверками научного знания.

Правильным является вариант ответа: **3) достоверности.**

2. ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ И ГУМАНИТАРНАЯ КУЛЬТУРА

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

2.1. Как уже указывалось в предыдущем разделе, естественные науки включают в себя *физику, химию, биологию, науки о Земле*.

2.2. Наука имеет сложную, иерархическую структуру, причем тенденция к еще большему усложнению (*дифференциации*) этой структуры не ослабевает, что является условием ее устойчивости. В процессе эволюции некоторые научные направления могут исчезнуть, другие, наоборот, появиться. В целом же развитие науки носит прогрессивный характер, отражающий все более глубокое ее «погружение» в окружающий нас мир.

2.3. Однако есть и отрицательная сторона *дифференциации* науки. Наука сейчас такова, что процессы дифференциации явно опережают процессы *интеграции*. Часто ученый-специалист говорит на таком языке, который непонятен его коллеге-ученому из соседней области науки. Поэтому какая-то эзотерическая, девиантная наука (вроде торсионных полей), возникшая в одной области, другими учеными может приниматься на веру.

2.4. Гуманитарно-художественная культура в широком смысле отличается от естественнонаучной, во-первых, *субъективностью знания*, во-вторых, *образностью (нестрогостью) используемого языка*, в-третьих, *выделением (акцентированием) индивидуальных (субъективных) свойств изучаемых объектов или явлений*, в-четвертых, *сложностью или невозможностью верификации и фальсификации*.

2.5. Этические принципы научных исследований: *самоценность истины, исходный критицизм, свобода научного творчества, новизна научного знания, равенство ученых перед лицом истины, общедоступность истины*.

2.6. Псевдонаучная деятельность (*алхимия, астрология* и т. п.) предшествовала науке и в дальнейшем шла рядом с наукой. Современная псевдонаука, как и настоящая наука, весьма неоднородна по составу. Сюда входят различные эзотерические, мистические учения, практическая деятельность колдунов, магов, экстрасенсов. Эти учения, которые можно назвать *паранаучными* (от греч. *para* — около), на самом деле не нуждаются в научном обосновании. Научный статус, к которому они стремятся, нужен только для повышения их рейтинга, авторитета. К таким псевдонаукам относятся парапсихология, учение о биополе, астрология и т. п.

2.7. Псевдонаучные идеи возникают и в недрах настоящей науки, когда ученые «забывают» о научных методах, научной этике, пытаются совершить научную революцию на пустом месте. Объектами изучения таких псевдоученых являются неопознанные летающие объекты (уфология), торсионные и информационные поля, лазерно-голографические свойства биологических объектов и другие проблемы так называемой *девиантной науки*.

2.8. Что же отличает псевдонаучные теории? Прежде всего *фрагментарность*. Эти теории часто интересуются не объективным явлением природы, а только какой-то одной его стороной, демонстрируя *некритичный подход*

к исходным данным. Обычно при этом характеристики явления «подгоняются» под объяснение, а не наоборот. Псевдонаучные теории, как правило, *невосприимчивы к критике.* Любая критика воспринимается на «бытовом» уровне как клевета, оскорбление, незаслуженная обида. Критерием псевдонауки всегда являлись попытки «исправить» самые фундаментальные основы естествознания. Очень часто псевдонаучные рассуждения просто *не соответствуют фактам*, а вся деятельность псевдоученых *противоречит этическим нормам науки.*

2.9. Биоэтика возникла во второй половине XX века на границе науки и системы человеческих ценностей, естественнонаучного и гуманитарного знания. Она изучает комплекс проблем, связанных с любым вмешательством в жизнедеятельность живых систем в пределах биосферы. Это и трансплантация, и генная инженерия, и реаниматология, и новые репродуктивные технологии. В биоэтике изучаются такие вопросы, как статус человеческого эмбриона, проблемы человеческой смерти, в том числе эвтаназия, и т. д. Фактически в биоэтике, как и в других аналогичных областях современной науки, делается попытка выхода к некоторой новой реальности, которая объединяла бы в себе материю и сознание, субъект и объект, «внешнее» и «внутреннее».

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 2.1 (*выберите один вариант ответа*).

Неорганическую и органическую природу Земли и Вселенной изучают ... науки.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Гуманитарные.
2. Социальные.
3. Естественные.
4. Технические.

Обоснование ответа. Наука, как компонент духовной культуры включает в себя естественные, гуманитарные и технические науки. Неорганическую, органическую природу Земли и Вселенной, в том числе и человека как биологического объекта, изучают естественные науки.

Правильным является вариант ответа: **3) естественные.**

Задание 2.2 (*выберите один вариант ответа*).

Учение, описывающее и анализирующее природные явления, появившееся в Древней Греции, стало прообразом современного естествознания. Позже этим термином стали называть раздел философии о природе, называемый ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Физика.
2. Космогония.
3. Космология.
4. Натурфилософия.

Обоснование ответа. В Древней Греции появилось учение, описывающее и анализирующее природные явления, которое называли физика (Аристотель). Проблематика физики в этот период значительно отличалась от той, которая составляет содержание современной физики. Древнегреческая физика была ближе к философии природы. Это учение позже стали называть натуральной философией.

Правильным является вариант ответа: **4) натурфилософия.**

Задание 2.3 (выберите несколько вариантов ответа).

К естественным относятся следующие науки:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Биология, астрономия.
2. Экономика, математика.
3. История, психолингвистика.
4. Физика, химия.

Обоснование ответа. К естественным наукам традиционно относят астрономию, физику, химию, биологию, науки о Земле.

Правильными являются варианты ответа: **1) биология, астрономия; 4) физика, химия.**

Задание 2.4 (выберите один вариант ответа).

Физика относится к наукам ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Социальным.
2. Естественным.
3. Гуманитарным.
4. Политическим.

Обоснование ответа. Физика, наряду с астрономией, химией, биологией, науками о Земле, относится к естественным наукам (или естествознанию).

Правильным является вариант ответа: **2) естественным.**

Задание 2.5 (выберите один вариант ответа).

Сверхзадача естествознания как единой науки о природе состоит в ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Объективном объяснении сущности социальных явлений.
2. Материализации целей и намерений человека.
3. Обеспечении индивидуального понимания мира.
4. Объяснении природных явлений.

Обоснование ответа. Задача естествознания — объяснение природных явлений. Объяснение сущности социальных явлений является задачей гуманитарных, в частности социальных, наук. Второй и третий варианты ответа не связаны с задачами естествознания.

Правильным является вариант ответа: **4) объяснение природных явлений.**

Задание 2.6 (выберите один вариант ответа).

Для естественных наук характерно(а) ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Истолкование, интерпретация явлений, которые не сводятся полностью к рациональным началам.
2. Высокая степень объективности и достоверности.
3. Индивидуальное понимание мира.
4. Раскрытие целей, намерений человека.

Обоснование ответа. Для естественных наук, как и для науки в целом, характерна высокая степень объективности и достоверности. Естествознание не использует в своем арсенале методы, которые не сводятся к рациональным началам. Другими словами, в основе естественнонаучных методов лежат причинно-следственные связи в природе. Естествознание стремится к объективному познанию природных явлений, не связанному с индивидуальным пониманием мира. Поэтому раскрытие целей и намерений человека также не входит в сферу интересов естествознания.

Правильным является вариант ответа: **2) высокая степень объективности и достоверности.**

Задание 2.7 (выберите один вариант ответа).

Этика научных исследований предполагает ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Отказ от объективной истины.
2. Зависимость научных исследований от религиозной ситуации в обществе.
3. Зависимость научных исследований от политических взглядов ученого.
4. Ответственность ученого за использование результатов научных исследований.

Обоснование ответа. Этика научных исследований предполагает ответственность ученого за использование результатов научных исследований. Ярким примером такой позиции является письмо А. Эйнштейна президенту США, в котором ученый предостерегал мировую общественность о той катастрофе, которую несет миру атомное оружие. Ни религиозная ситуация в обществе, ни политические взгляды ученого не должны оказывать влияние на его научные исследования.

Правильным является вариант ответа: **4) ответственность ученого за использование результатов научных исследований.**

Задание 2.8 (выберите несколько вариантов ответа).

Круг проблем биоэтики включает в себя:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Проблему снижения биоразнообразия.
2. Проблему отношений между обществом и природой.
3. Проблему границы между жизнью и смертью.
4. Этику альтруизма — бескорыстной заботы о благе других людей.

Обоснование ответа. Биоэтика, возникшая во второй половине XX века, изучает комплекс проблем, связанных с любым вмешательством в жизнедеятельность живых систем в пределах биосферы. Поэтому биоэтика интересуется такими проблемами, как отношения между обществом и природой, граница между жизнью и смертью и т. д. В круг проблем биоэтики входит также этика альтруизма.

Правильными являются варианты ответа: **3) проблемы границы между жизнью и смертью; 4) этику альтруизма — бескорыстной заботы о благе других людей.**

Задание 2.9 (*выберите один вариант ответа*).

Принцип, утверждающий, что «все земное есть суть отражение небесного», повлиял на возникновение псевдонауки, которая получила название ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Панспермия.
2. Астрология.
3. Астрономия.
4. Уфология.

Обоснование ответа. «Все земное есть суть отражение небесного» — этот принцип лежит в основе астрологии. Панспермия — это одна из концепций возникновения жизни на Земле, утверждающая, что жизнь «занесена» на Землю из космоса. Астрономия — это одна из естественных наук. Уфология — псевдонаука, «изучающая» «неопознанные летающие объекты».

Правильным является вариант ответа: **3) астрология.**

Задание 2.10 (*выберите один вариант ответа*).

Современная форма традиционной профессиональной биомедицинской этики, в которой регулирование человеческих отношений подчиняется сверхзадаче сохранения жизни человеческого рода, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Социальной этикой.
2. Этикой.
3. Биоэтикой.
4. Медицинской этикой.

Обоснование ответа. В условии задания фактически сформулирована сверхзадача биоэтики. Цели и содержание этики, социальной этики и даже медицинской этики не тождественны целям и содержанию биоэтики.

Правильным является вариант ответа: **3) биоэтика.**

Задание 2.11 (*выберите один вариант ответа*).

Отличить научное знание от псевдонаучного позволяет принцип ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Фальсификации.
2. Рационализации.

3. Дополнительности.

4. Абстрагирования.

Обоснование ответа. Как было отмечено в основных сведениях к теме 1 (см. п. 1.8), считается, что некоторое утверждение является ненаучным, если не предложен метод его фальсификации, т. е. метод установления ложности этого утверждения. Именно этот критерий часто помогает провести границу, между научными и псевдонаучными высказываниями.

Правильным является вариант ответа: **1) фальсификации.**

Задание 2.12 (выберите несколько вариантов ответа).

На современном этапе развития научного знания естествознание понимается как ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Система наук о природе, рассматриваемых в единстве и взаимодействии.

2. Целостная наука о природе, которая не сводится к сумме самостоятельных частных наук.

3. Совокупность наук о живой природе.

4. Сумма частных наук о природе.

Обоснование ответа. Третий вариант ответа надо сразу отбросить, так как в нем идет речь только о биологии, биофизике и других науках. Повидимому, не подходит и четвертый вариант, так как сейчас ученые, работающие в естественнонаучных областях, все больше размышляют об общих, философских законах естествознания. Оставшиеся два варианта ответа вполне подходят к данному заданию.

Правильными являются варианты ответа: **1) система наук о природе, рассматриваемых в единстве и взаимодействии; 2) целостная наука о природе, которая не сводится к сумме самостоятельных частных наук.**

3. РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОГРАММ И КАРТИН МИРА

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

3.1. В античном естествознании сложилось глобальное представление о Вселенной как *упорядоченной, законосообразной системе, подчиненной вечному объективному порядку*. Найти первопричину этого порядка, выявить общие принципы, лежащие в основе всего сущего, рационально объяснить мир — считалось главной целью древнегреческих философов. Многие из них искали эту первопричину в окружающем мире (вода у Фалеса Милетского, огонь у Гераклита, воздух у Анаксимена, все четыре стихии — вода, воздух, земля и огонь — у Эмпедокла), другие постулировали существование «невидимых» объектов (апейрон у Анаксимандра, эфир у Пифагора).

3.2. Древнегреческие философы были убеждены в том, что каждое событие, каждое природное явление имеет естественную причину (принцип при-

чинности в первоначальной форме), причем причина должна предшествовать следствию.

3.3. С древнейших времен существовали два противоположных представления о структуре материального мира. Одно из них — *континуальная* концепция Анаксагора–Аристотеля — базировалось на идее непрерывности, внутренней однородности, «сплошности» и, по-видимому, было связано с непосредственными чувственными впечатлениями, которые производят вода, воздух, свет и т. п. Материю, согласно этой концепции, можно делить до бесконечности и это является критерием ее непрерывности. Заполняя все пространство целиком, материя не оставляет пустоты внутри себя.

Аристотель считал, что мир представляет собой вращающийся Космос и его движение началось в каком-то малом объеме пространства от первоначального толчка (это согласуется с одной из современных теорий происхождения Вселенной — теорией Большого Взрыва и расширяющейся Вселенной). Сам Космос является некоей ограниченной сферой, в центре которой расположена Земля. Пространство и время существуют только в пределах этого Космоса и заполнены «первичной материей». Первичная материя под воздействием комбинации «первичных сил» — горячего, холодного, сухого и мокрого — переходит в одну из четырех «стихий»: огонь, воздух, воду и землю. Стихии, в свою очередь, могут как переходить из одной в другую, так и вступать в различные соединения и образовывать «вещества»: камни, металлы, мясо, кровь, глину, шерсть и т. д. И как логичный результат — из веществ создаются тела.

Аристотель ввел также понятие естественных и насильственных движений тел. Для земных тел естественным является перемещение или вниз («тяжелые» тела), или вверх («легкие» тела), причем считалось, что причина естественных движений заложена в их природе. Для небесных тел естественным предполагалось их круговое движение вокруг Земли как центра Космоса. Насильственное движение объяснялось действием сил на тела, и оно прекращалось, если сила переставала действовать. Представления о естественных и насильственных силах и вызванных ими движениях вытекали из повседневной практики и наблюдений за движением тел в реальной жизни и были приняты в науке до XVIII в. К этому времени представление о силе как причине движения стало основой классической механики Галилея–Ньютона.

3.4. Другое представление о материи — *атомистическая (корпускулярная)* концепция Левкиппа–Демокрита — было основано на дискретности пространственно-временного строения материи, «зернистости» реальных объектов и отражало уверенность человека в возможность деления материальных объектов на части лишь до определенного предела — *атомов*, которые в своем бесконечном разнообразии (по величине, форме, порядку) сочетаются различными способами и порождают все многообразие объектов и явлений реального мира. При таком подходе необходимым условием движения и сочетания реальных атомов является существование *пустого пространства*. Таким образом, корпускулярный мир Левкиппа–Демокрита образован двумя фундаментальными началами — *атомами и пустотой*, а материя при этом обладает атомистической структурой. Атомы по представлениям

древних греков не возникают и не уничтожаются, их вечность проистекает из бесконечности времени. Конечно, атомы древнегреческих философов не имели ничего общего, кроме названия (атом означает «неделимый»), с нашим представлением об этих объектах.

3.5. Эти представления о структуре материи просуществовали фактически без существенных изменений до начала XX в., оставаясь двумя *антиномиями* — противоречащими друг другу высказываниями о предмете, допускающими одинаково убедительное обоснование.

3.6. Развитие естествознания за прошедшие две с половиной тысячи лет сопровождалось последовательной сменой научных картин мира: механическая (XVII в.), электромагнитная (XIX в.), неклассическая (первая половина XX в.), современная эволюционная.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 3.1 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Атомизм Левкиппа–Демокрита был основан на следующих идеях:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. При соединении атомов тела возникают, некоторое время существуют, а затем разрушаются, вновь рассыпаясь на атомы.

2. В движении атомов присутствует принципиально неустранимый элемент случайности.

3. Все состоит из делимых и деформируемых корпускул, которые плотно прилегают друг к другу, не оставляя места для пустоты.

4. Все состоит из мельчайших, неделимых и неизменных частиц — атомов, которые беспорядочно двигаются в пустоте.

Обоснование ответа. Основной идеей атомизма является положение о том, что все состоит из мельчайших, неделимых и неизменных частиц — *атомов*, которые беспорядочно двигаются в *пустоте*. Атомизм также предполагает, что при соединении атомов тела возникают, некоторое время существуют, а затем разрушаются, вновь рассыпаясь на атомы. Обычно в заданиях такого рода следует выбрать два варианта приведенных ответов. Поэтому вариант ответа о присутствии принципиально неустранимого элемента случайности следует отклонить.

Правильными являются варианты ответа: **1)** при соединении атомов тела возникают, некоторое время существуют, а затем разрушаются, вновь рассыпаясь на атомы; **4)** все состоит из мельчайших, неделимых и неизменных частиц — атомов, которые беспорядочно двигаются в пустоте.

Задание 3.2 (*выберите один вариант ответа*).

С именем Николая Коперника связано начало научной революции, в результате которой произошел переход ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. От гелиоцентрической к геоцентрической системе.

2. От корпускулярной теории к волновой.

3. От волновой теории к корпускулярной.

4. От геоцентрической к гелиоцентрической системе.

Обоснование ответа. С именем Николая Коперника связан переход от геоцентрической (с центром в центре Земли) к гелиоцентрической (с центром в центре Солнца) системе.

Правильным является вариант ответа: **4) от геоцентрической к гелиоцентрической.**

Задание 3.3 (*выберите один вариант ответа*).

Во II в. н. э. К. Птолемей в труде «Альмагест» изложил ... систему строения мира.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Гелиоцентрическую.

2. Геоцентрическую.

3. Механическую.

4. Пироцентрическую.

Обоснование ответа. С именем Птолемея связана геоцентрическая система строения мира, в соответствии с которой неподвижный центр этой системы совпадает с центром Земли (*Гез* — Земля).

Правильным является вариант ответа: **2) геоцентрическую.**

Задание 3.4 (*выберите один вариант ответа*).

Во времена Аристотеля предполагалось, что «первичная» материя состоит из четырех «стихий» ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Протонов, нейтронов, электронов и фотонов.

2. Горячего, холодного, сухого и мокрого.

3. Земли, воздуха, огня и воды.

4. Адронов, лептонов, глюонов и бозонов.

Обоснование ответа. Согласно континуальному подходу Аристотеля, первичная материя под действием «первичных сил» — горячего, холодного, сухого и мокрого — переходит в одну из четырех «стихий»: огонь, воздух, воду и землю.

Правильным является вариант ответа: **3) земли, воздуха, огня и воды.**

Задание 3.5 (*выберите один вариант ответа*).

В развитии древнегреческого естествознания можно выделить три научные программы: две материалистические — Аристотеля и Демокрита и идеалистическую ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Гераклита Эфесского.

2. Эпикура.

3. Пифагора.

4. Платона.

Обоснование ответа. Общей чертой континуальной программы Аристотеля и атомистической программы Демокрита является их материалистичность. Научную программу Платона относят к идеалистической, так как, по Платону, материальный мир бытия является отражением мира идей человека, его представлений.

Правильным является вариант ответа: **4) Платона.**

Задание 3.6 (*выберите варианты согласно тексту задания*).

Установите соответствие между типом научной картины мира и уровнем систематизации знаний о мире:

1. Единая научная картина мира.
2. Естественнонаучная картина мира.
3. Физическая картина мира.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Целостный образ мира, включающий представления о природе, обществе, человеке.

Б. Целостное видение мира с обыденной точки зрения.

В. Целостное видение мира с позиций естественных наук.

Г. Целостное видение мира с точки зрения физики.

Обоснование ответа. Единая научная картина мира — это целостный образ мира, включающий представления о природе, обществе, человеке. Естественнонаучная картина мира — это целостное видение мира с позиций естественных наук. Наконец, физическая картина мира — это целостное видение мира с точки зрения физики.

Правильным является вариант ответа: **1 — А; 2 — В; 3 — Г.**

Задание 3.7 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Научными достижениями, которые легли в основу механической картины мира, являются ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Возникновение экспериментального естествознания.
2. Разработка теории механического движения.
3. Гипотеза квантов.
4. Разработка теории электромагнитного поля.

Обоснование ответа. В основу механической (иногда говорят механистической) картины мира, сформировавшейся к началу XVIII в., легли достижения экспериментального естествознания, разработка теории механического движения. Разработка теории электромагнитного поля относится ко второй половине XIX в., а гипотеза квантов появилась в самом начале XX в.

Правильными являются варианты ответа: **1) возникновение экспериментального естествознания; 2) разработка теории механического движения.**

Задание 3.8 (*выберите один вариант ответа*).

Упорядоченная система знаний о Вселенной и человеке, формирующаяся на базе фундаментальных открытий и достижений естествознания, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Научной картиной мира.
2. Естественнонаучной картиной мира.
3. Картиной мира.
4. Физической картиной мира.

Обоснование ответа. Ответ легко «читается» в формулировке вопроса: речь идет о естественнонаучной картине мира.

Правильным является вариант ответа: **2) естественнонаучной картиной мира.**

Задание 3.9 (выберите варианты согласно указанной последовательности).

Расположите в хронологическом порядке научные картины мира:

В а р и а н т ы о т в е т а:

- ☒ Неклассическая (квантово-полевая) картина мира.
- ☐ Механическая картина мира.
- ☐ Электромагнитная картина мира.

Обоснование ответа. Самой ранней из указанных является механическая (механистическая) картина мира, сформировавшаяся к началу XVIII в. Во второй половине XIX в. появилась электромагнитная картина мира. В самом начале XX в. возникла неклассическая (квантово-полевая) картина мира.

Правильной является последовательность: **1) механическая картина мира; 2) электромагнитная картина мира; 3) неклассическая (квантово-полевая) картина мира.**

Задание 3.10 (выберите один вариант ответа).

И в электромагнитной картине мира, и в механической считалось, что ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Перемещение со сверхсветовыми скоростями невозможно.
2. Движущее тело действует на движимое, а встречного противодействия нет.
3. Любое движение сводится к перемещению тел и частиц.
4. Зная причину, можно точно и однозначно рассчитать ее следствия.

Обоснование ответа. В механической картине мира характер взаимодействия всегда включал в себя действие и равное ему противодействие. В электромагнитной картине мира движение (изменение состояния) — это не только перемещение тел и частиц, но и изменение параметров электромагнитного поля. Общим для обеих картин мира является детерминизм, выражающийся в том, что, зная причину, можно точно и однозначно рассчитать ее следствия.

Правильным является вариант ответа: **4) зная причину, можно точно и однозначно рассчитать ее следствия.**

Задание 3.11 (выберите несколько вариантов ответа).

Положение «материя состоит из дискретного вещества», характерно для ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Электромагнитной картины мира.
2. Исследовательской программы Левкиппа–Демокрита.
3. Механической картины мира.
4. Квантово-полевой картины мира.

Обоснование ответа. Дискретный характер материи характерен как для исследовательской программы Левкиппа–Демокрита («все в природе состоит из атомов и пустоты»), так и для механической (корпускулярной) картины мира.

Правильными являются варианты ответа: 2) исследовательской программы Левкиппа–Демокрита; 3) механической картины мира.

4. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О МАТЕРИИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

4.1. Главной целью древнегреческих философов было найти первопричину порядка в мире, выявить общие принципы, лежащие в основе всего сущего, рационально объяснить мир (более подробно см. в *основных сведениях* к теме 3).

4.2. Триумф ньютоновской механики значительно укрепил позиции сторонников *корпускулярной* структуры материи. И хотя эмпирических доказательств «зернистости» газов, жидкостей, твердых тел, световых пучков в то время не существовало, сама идея считать все объекты природы состоящими из *взаимодействующих материальных точек* была слишком привлекательной, чтобы ею не воспользоваться. Ведь тогда достаточно задать начальное состояние всех этих материальных точек и решить соответствующие уравнения движения, чтобы объяснить наблюдаемые в природе явления и предсказать их эволюцию (*детерминизм Лапласа*). Корпускулярный подход оказался чрезвычайно плодотворным в различных областях естествознания. Прежде всего, это, конечно, относится к ньютоновской механике материальных точек. Очень эффективной оказалась и основанная на корпускулярных представлениях *молекулярно-кинетическая теория* вещества, в рамках которой были интерпретированы законы термодинамики. Правда, механистический подход в чистом виде оказался здесь неприменимым, так как проследить за движением 10^{23} материальных точек, находящихся в одном моле вещества, не под силу даже современному компьютеру. Однако если интересоваться только усредненным вкладом хаотически движущихся материальных точек в непосредственно измеряемые макроскопические величины (например, давление газа на стенку сосуда), то теоретические и экспериментальные результаты прекрасно согласовывались.

4.3. В 1860–1865 гг. последователь Фарадея Дж. К. Максвелл показал, что электричество и магнетизм не просто тесно связаны друг с другом, а во-первых, представляют собой единое электромагнитное поле, в котором, во-вторых, могут распространяться волны электромагнитных колебаний, в опре-

деленном частотном диапазоне воспринимаемые как свет. Электромагнитная теория Максвелла легла в основу электромагнитной картины мира, в соответствии с которой материя существует в двух формах: вещество (корпускулярный подход) и поле (континуальный подход). Триумфом такого подхода стала классическая электродинамика, созданная Г. А. Лоренцем, которая блестяще описала практически все известные к тому времени электрические и оптические свойства вещества.

4.4. В современной естественнонаучной картине мира наиболее глубокий уровень материи представляют собой элементарные частицы-фермионы и бозоны (причем последние являются частицами-переносчиками фундаментального физического взаимодействия) и физический вакуум.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 4.1 (выберите варианты ответа согласно указанной последовательности).

Расположите представления о материи в порядке их возникновения:

В а р и а н т ы о т в е т а:

3 Существует несколько качественно различных форм материи, но резкой грани между ними нет.

1 Материя — мельчайшие, неделимые, бесструктурные атомы,двигающиеся в пустоте.

2 Материя — совокупность мельчайших корпускул — неделимых, непроницаемых атомов, которые движутся по законам классической механики.

Обоснование ответа. В Древней Греции существовали два противоположных подхода к вопросу о структуре материи: корпускулярный и континуальный. Корпускулярный подход (Левкипп, Демокрит) утверждал, что материя — это мельчайшие, неделимые, бесструктурные атомы,двигающиеся в пустоте. Этот подход воспринял и И. Ньютон, создавший классическую механику. Именно по законам этой механики движутся корпускулы Ньютона. В дальнейшем, в XIX в., в связи с утверждением концепции близкодействия электромагнитное и гравитационное поля стали считаться формами существования материи. В неклассической физике после появления концепции корпускулярно-волнового дуализма грань между качественно различными формами материи — веществом и полем — стала стираться.

Правильной является последовательность: **1) материя — мельчайшие, неделимые, бесструктурные атомы,двигающиеся в пустоте; 2) материя — совокупность мельчайших корпускул — неделимых, непроницаемых атомов, которые движутся по законам классической механики; 3) существует несколько качественно различных форм материи, но резкой грани между ними нет.**

Задание 4.2 (выберите варианты ответа согласно указанной последовательности).

Расположите представления о материи в порядке их возникновения:

В а р и а н т ы о т в е т а:

[1] Все вещества состоят из четырех стихий, смешанных в определенной пропорции.

[2] Существуют две формы материи, обладающие противоположными свойствами, — вещество и физическое поле.

[3] Между материей в форме гравитационного поля и геометрическими свойствами пространства–времени невозможно провести четкую грань.

Обоснование ответа. Первоначальные представления человека о структуре материи, характерные для философов Древней Греции, сводились к тому, что все в природе состоит из одного или нескольких первоначал. В частности, в некоторых учениях утверждалось, что таких первоначал, или стихий, четыре: вода, земля, огонь и воздух. Бесконечное разнообразие природы обусловлено различными сочетаниями этих стихий. К середине XIX в. естественнонаучная картина мира строилась на том, что существуют две формы материи, обладающие противоположными свойствами, — вещество и физическое поле. В начале XX в. А. Эйнштейном была создана общая теория относительности (релятивистская теория гравитации), в которой между материей в форме гравитационного поля и геометрическими свойствами пространства–времени невозможно провести четкую грань.

Правильной является последовательность: **1) все вещества состоят из четырех стихий, смешанных в определенной пропорции; 2) существуют две формы материи, обладающие противоположными свойствами, — вещество и физическое поле; 3) между материей в форме гравитационного поля и геометрическими свойствами пространства–времени невозможно провести четкую грань.**

Задание 4.3 (выберите один вариант ответа).

Корпускулярные представления о материи возникли ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. В период становления квантовой механики.
2. В Древней Греции.
3. В период становления классической механики.
4. В Средние века.

Обоснование ответа. Корпускулярные представления о материи возникли в Древней Греции. Примером таких представлений является атомизм Левкиппа–Демокрита, в соответствии с которым все в природе состоит из неделимых атомов и пустоты.

Правильным является вариант ответа: **2) в Древней Греции.**

Задание 4.4 (выберите один вариант ответа).

Дискретность в строении природы проявляется в(во) ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Динамичности свойств и отношений, приводящих к скачкообразным изменениям.

2. Существующих в ней различных, ограниченных друг от друга телах, системах и явлениях.

3. Включении менее сложных систем в более сложные и высокоорганизованные.

4. Несводимости закономерностей, происходящих в сложных системах, к закономерностям простых систем.

Обоснование ответа. Скачкообразные изменения в свойствах и поведении объектов природы не являются атрибутом дискретности, так как, например, электромагнитное поле на границе раздела двух сред может испытывать скачкообразное изменение какого-либо параметра. Иерархичность строения, связанная с включением менее сложных систем в более сложные и высокоорганизованные, тоже не всегда свидетельствует о дискретности системы. То же самое относится к несводимости закономерностей, происходящих в сложных системах, к закономерностям простых систем. Единственным ответом, который может коррелировать с вопросом, является существование в природе различных, ограниченных друг от друга тел, систем и явлений.

Правильным является вариант ответа: **2) существующих в ней различных, ограниченных друг от друга телах, системах и явлениях.**

Задание 4.5 (выберите один вариант ответа).

Форма организации материи, которую невозможно обнаружить посредством приборов (детектировать), называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Веществом.
2. Жизнью.
3. Физическим вакуумом.
4. Полем.

Обоснование ответа. Очевидно, и вещество, и поле (например, электромагнитное), и жизненные процессы можно зарегистрировать с помощью тех или иных приборов. Что же касается физического вакуума, то о его существовании ученые «узнали» косвенным путем, пытаясь понять закономерности поведения видимого мира. Например, к понятию физического вакуума приводит специальная теория относительности, закономерности микромира, космологическая концепция Большого Взрыва (темная энергия). Однако непосредственно физический вакуум не может быть зарегистрирован.

Правильным является вариант ответа: **3) физическим вакуумом.**

Задание 4.6 (выберите варианты согласно тексту задания).

Установите соответствие между физической картиной мира и видами материи, представленными в ней:

1. Современная картина мира.
2. Электромагнитная картина мира.

В а р и а н т ы о т в е т а:

- A. Вещество.
- Б. Вещество, физическое поле и физический вакуум.

В. вещество, физическое поле.

Обоснование ответа. В основных сведениях приводится определение электромагнитной картины мира (см. п. 4.3). Поэтому однозначный ответ на вопрос задания: 1 — Б; 2 — В.

Правильным является соответствие: 1 — Б; 2 — В.

5. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ДВИЖЕНИИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

5.1. Вопрос о движении в мире относится к фундаментальным вопросам (наряду с такими проблемами, как сущность и виды материи, пространство и время, взаимодействие, причинность, закономерность и случайность, происхождение мира и др.), на которые должна дать ответ научная картина мира.

5.2. В Древней Греции (Аристотель) различали естественное и насильственное движение тел. Для земных тел естественным является перемещение или вниз («тяжелые» тела), или вверх («легкие» тела), причем считалось, что причина естественных движений заложена в их природе. Для небесных тел естественным предполагалось их движение вокруг Земли как центра Космоса. Насильственное движение объяснялось действием сил на тела, и оно прекращалось, если сила переставала действовать. Представления о естественных и насильственных силах и вызванных ими движениях вытекали из повседневной практики и наблюдений за движением тел в реальной жизни и были приняты в науке до XVIII в.

5.3. В основе классической механики лежит понятие *материальной точки*, положение которой в пространстве характеризуется *радиус-вектором* \mathbf{r} . При движении (перемещении) материальной точки конец радиус-вектора описывает в пространстве линию, называемую *траекторией*. Производная радиус-вектора $\mathbf{r}' = \mathbf{v}$ представляет собой *скорость*, а производная скорости $\mathbf{v}' = \mathbf{a}$ — *ускорение* материальной точки. Фундаментальным положением классической механики является утверждение о том, что в *инерциальных системах отсчета* ускорение \mathbf{a} материальной точки с массой m определяется силой \mathbf{F} , характеризующей ее взаимодействия с другими материальными объектами,

$$m\mathbf{a} = \mathbf{F}.$$

В этом уравнении (его называют *вторым законом Ньютона*) фактически заключена вся классическая механика. С его помощью решается *основная динамическая задача* — определение траектории $\mathbf{r}(t)$ по заданным силам \mathbf{F} .

5.4. Для определения траектории $\mathbf{r}(t)$ необходимо знать не только уравнение движения, но также начальное положение $\mathbf{r}(0)$ и начальную скорость $\mathbf{v}(0)$ материальной точки. Например, если $\mathbf{F} = \text{const}$, то, обозначив $\mathbf{F}/m = \mathbf{g}$, из уравнения движения сразу получаем

$$\mathbf{r}(t) = \frac{\mathbf{g}t^2}{2} + \mathbf{v}(0)t + \mathbf{r}(0).$$

где \mathbf{g} — ускорение земного тяготения.

Очевидно, начальный момент времени может быть выбран произвольно. После этого радиус-вектор $r(t)$, а значит, и траектория движения определяется однозначно как для $t > 0$ (будущее), так и для $t < 0$ (прошрое). Поэтому мгновенное положение и мгновенная скорость полностью и однозначно определяют траекторию движения материальной точки. В связи с этим говорят, что *состояние материальной точки полностью определяется ее положением и скоростью*. То же самое можно сказать и о системах материальных точек, какими бы большими эти системы ни были.

5.5. В электромагнитной картине мира, созданной во второй половине XIX в., понятие *движения как изменения состояния* рассматриваемой системы было распространено на физические поля. Структура электромагнитного поля с самого начала считалась непрерывной, так что для описания его состояния применяется континуальный подход. В частности, состояние электромагнитного поля в вакууме описывается вектором напряженности электрического поля E и вектором магнитной индукции B , связанными друг с другом системой уравнений Максвелла, обобщающих известные законы электрических и магнитных явлений (закон Кулона, закон электромагнитной индукции Фарадея, закон Био-Савара-Лапласа и др.). В уравнения Максвелла входят заряды и токи, являющиеся источниками электромагнитного поля, а также величины, характеризующие электрофизические свойства среды (диэлектрическая и магнитная проницаемость, электропроводность и др.). С помощью этих уравнений определяется состояние электромагнитного поля в любой последующий момент времени. Таким образом, теория Максвелла не противоречит концепции детерминизма и относится к динамическим теориям. В теории Максвелла электричество и магнетизм не просто тесно связаны друг с другом, а, во-первых, представляют собой единое электромагнитное поле, в котором, во-вторых, могут распространяться волны электромагнитных колебаний, в определенном частотном диапазоне воспринимаемые как свет. Таким образом, свет действительно представляет собой волновой процесс — распространение колебаний электромагнитного поля.

5.6. Общий подход к движению материи как изменению ее состояния приводит к тому, что, наряду с механическим и электромагнитным движением, следует рассматривать *химическую, геологическую, биологическую, социальную* и тому подобные формы движения материи. Современная научная картина мира считает эволюцию *универсальной* формой движения материи. В то же время, несмотря на многообразие форм движения, качественные различия между ними не позволяют сводить их к чему-то одному, например биологическую форму к химической, или электромагнитную к механической.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 5.1 (выберите варианты согласно указанной последовательности).

Укажите последовательность возникновения форм движения материи в ходе эволюции Вселенной:

В а р и а н т ы о т в е т а:

- ☐ 3 Биологическая. ☐ 2 Химическая. ☐ 1 Физическая.

Обоснование ответа. После образования Вселенной в результате Большого Взрыва единственной формой движения была физическая. В процессе этого этапа эволюции из кварк-глюонной плазмы образовались элементарные частицы, в том числе нуклоны и электроны, затем ядра атомов и, наконец, атомы водорода и гелия. В результате термоядерного синтеза в недрах звезд, а также при их взрывах сформировались все известные в настоящее время химические элементы. Эти элементы вступали в химические реакции, образуя разнообразные неорганические и органические химические соединения. Наконец, при определенных условиях на Земле около 3,5 млрд лет назад возникли живые организмы и началась биологическая стадия эволюции материи.

Правильной является последовательность: **1) физическая; 2) химическая; 3) биологическая.**

Задание 5.2 (выберите один вариант ответа).

Понятие «движение» в естествознании означает ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Только перемещение тел в пространстве.
2. Только процесс деления клеток (митоз).
3. Только процесс химических реакций.
4. Изменение состояния тел, способ существования материи.

Обоснование ответа. Перемещение тел в пространстве — это движение в механике. Деление клеток — это «движение» в биологии. Химические реакции — это «движение» в химии. Общее определение движения, которое годится для всех областей естествознания, дается четвертым вариантом ответа.

Правильным является вариант ответа: **4) изменение состояния тел, способ существования материи.**

Задание 5.3 (выберите один вариант ответа).

Состояние движения, которое обеспечивает стабильность предмета, сохранение его качеств, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Равновесием.
2. Статикой.
3. Статичностью.
4. Покоем.

Обоснование ответа. Вариант ответа в данном задании не является очевидным. Попробуем воспользоваться методом исключения. Равновесие — это такое состояние, когда небольшие изменения приводят к возвращению системы в это состояние. В этом случае следует говорить не о стабильности

самого предмета, а о стабильности его состояния, положения. Статичность — это независимость от времени. Статичность состояния — это независимость состояния от времени, при этом тело может перемещаться в пространстве с постоянной скоростью или даже вращаться, если это электрон, находящийся в статическом (постоянном) магнитном поле. Статика — это раздел механики, изучающий тела в состоянии равновесия. Наконец, покой — это состояние, при котором ничего не изменяется со временем.

Правильным является вариант ответа: **4) покоем.**

Задание 5.4 (выберите варианты ответа согласно указанной последовательности).

Расположите представления о движении в порядке их возникновения:

В а р и а н т ы о т в е т а:

☐ 1) Существуют два вида движения: «естественное» и «насильственное».

☐ 2) Существует один вид движения — механическое перемещение тел в пространстве и времени.

☐ 3) Существует множество форм движения материи.

Обоснование ответа. Представление о «естественном» и «насильственном» движении тел существовало в Древней Греции. Например, падение тел происходит потому, что это движение «естественное». К концу XVII в., в связи с развитием классической механики единственным видом движения, к которому могут быть сведены все природные явления, считалось механическое перемещение тел в пространстве и во времени. Наконец, начиная с середины XIX в. и до настоящего времени сложилось представление о множественности форм движения материи.

Правильной является последовательность: **1) существуют два вида движения: «естественное» и «насильственное»; 2) существует один вид движения — механическое перемещение тел в пространстве и времени; 3) существует множество форм движения материи.**

Задание 5.5 (выберите один вариант ответа).

Пространственное перемещение представляет собой ... форму движения.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Химическую.
2. Электромагнитную.
3. Гравитационную.
4. Механическую.

Обоснование ответа. Сразу следует исключить ответы «химическая» и «электромагнитная». Гравитационные движения являются перемещениями, однако они представляют собой частный случай механической формы движения.

Правильным является вариант ответа: **4) механическую.**

Задание 5.6 (*выберите один вариант ответа*).

Процесс превращения одних молекул в другие относится к ... формам движения материи.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Физическим.
2. Механическим.
3. Биологическим.
4. Химическим.

Обоснование ответа. Ответ на вопрос этого задания не должен вызвать затруднения.

Правильным является вариант ответа: **4) химическим.**

Задание 5.7 (*выберите один вариант ответа*).

Совокупность последовательных положений, занимаемых телом в процессе движения, — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Равновесие.
2. Траектория.
3. Равноускоренное движение.
4. Идеальное движение.

Обоснование ответа. Одной из основных характеристик механического движения является траектория, представляющая непрерывную линию, которую описывает точка при своем движении в координатном пространстве.

Правильным является вариант ответа: **2) траектория.**

Задание 5.8 (*выберите один правильный ответ*).

Согласно Аристотелю, все движения делятся на два класса:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Вниз и вверх.
2. Вправо и влево.
3. Естественное и насильственное.
4. Круговое и прямолинейное.

Обоснование ответа. Аристотель ввел понятие *естественных и насильственных* движений тел. Для земных тел *естественным* является перемещение или вниз («тяжелые» тела), или вверх («легкие» тела). Для небесных тел естественным предполагалось их круговое движение вокруг Земли как центра Космоса. *Насильственное* движение объяснялось действием сил на тела, и оно прекращалось, если сила переставала действовать. Представления об естественных и насильственных движениях вытекали из повседневной практики и наблюдений за движением тел в реальной жизни и были приняты в науке до эпохи Галилея и Ньютона.

Правильным является вариант ответа: **3) естественное и насильственное.**

6. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

6.1. Во времена Аристотеля взаимодействие представляли себе как одностороннее воздействие движущего на движимое, причем воздействие передается при непосредственном контакте (первоначальная, наивная форма концепции близкодействия).

6.2. В классической механике из фундаментальных взаимодействий было известно только гравитационное взаимодействие, которое описывается *законом всемирного тяготения*

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где F — сила взаимодействия, G — универсальная гравитационная постоянная, равная $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$, m_1 , m_2 — массы взаимодействующих тел, r — расстояние между ними. Гравитационное взаимодействие передается через пустоту на любые расстояния с бесконечной скоростью (*концепция дального действия*). Физическая природа других взаимодействий, например сил трения, тепловых, в то время была неизвестной.

6.3. Движение тел в классической механике описывается уравнением

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a},$$

где \mathbf{F} — сила, m — масса, \mathbf{a} — ускорение. Это уравнение известно как второй закон Ньютона

$$\mathbf{F} = d\mathbf{P}/dt,$$

где \mathbf{P} — импульс, $\mathbf{P} = m\mathbf{v}$. Фактически сила, действующая на то или иное тело, определяется положением этого тела относительно других тел и скоростью изменения этого положения. В этом смысле *сила* является характеристикой взаимодействия. Сила является сугубо классическим понятием. В квантовой механике этого понятия нет.

6.4. В большинстве случаев сила подчиняется принципу суперпозиции, когда результирующая сила \mathbf{F} , действующая на объект со стороны других тел, равна векторной сумме сил \mathbf{F}_i , действующих на объект со стороны каждого тела

$$\mathbf{F} = \sum \mathbf{F}_i.$$

6.5. В 1830-е годы великий английский физик М. Фарадей выдвинул новый подход к природе электрических взаимодействий, который стали называть концепцией *близкодействия*. В соответствии с этой концепцией тело A , имеющее заряд q_A , создает в пространстве то, что Фарадей назвал электрическим полем. Другое тело B , имеющее заряд q_B , «чувствует» это поле в том месте, где оно (тело B) находится. Это проявляется в том, что на тело B действует сила

$$\mathbf{F}_B = \frac{k q_A q_B}{r^2} \mathbf{e}_r.$$

где k — коэффициент пропорциональности, зависящий от выбора единиц измерения, r — расстояние между телами A и B , \mathbf{e}_r — единичный вектор в направлении от A к B . То же самое можно сказать и о заряженном теле A , на которое со стороны электрического поля, созданного телом B , действует сила $\mathbf{F}_A = -\mathbf{F}_B$. Таким образом, введенное Фарадеем поле является как бы промежуточным звеном, «переносчиком» электрического взаимодействия.

6.6. В современной научной картине мира рассматриваются четыре фундаментальных взаимодействия: сильное, слабое, электромагнитное и гравитационное. Как и в случае с гравитационным полем, существуют объекты (элементарные частицы), являющиеся источниками соответствующего взаимодействия, и частицы — переносчики взаимодействия. Источниками сильного взаимодействия являются адроны (к ним относятся и нуклоны — протоны и нейтроны), а сам процесс сильного взаимодействия рассматривается как обмен глюонами. Электромагнитное взаимодействие переносится фотонами и осуществляется между электрически заряженными телами. Слабое взаимодействие имеет место в ядерных процессах, его участники — все известные элементарные частицы, а частицы, переносящие это взаимодействие, называются промежуточными бозонами. Наконец, гравитационное взаимодействие имеет место между всеми частицами (телами), а сам процесс взаимодействия — это обмен гравитонами.

6.7. Эффективность всех этих взаимодействий определяется массой частиц-переносчиков и способностью его зарядов (не только электрических) взаимно компенсироваться. Самое эффективное («сильное») — это сильное взаимодействие, правда, оно быстро уменьшается с расстоянием и на длине $\sim 10^{-15}$ м уже равно нулю. Следующим является электромагнитное взаимодействие, его радиус действия неограничен, правда, сила уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния (закон Кулона). Слабое взаимодействие во много раз «слабее» электромагнитного и тоже, как сильное, проявляется на очень малых расстояниях ($< 10^{-16}$ м). Самое слабое — это гравитационное взаимодействие.

6.8. В микромире, в первую очередь в ядрах атомов, преобладает сильное взаимодействие, хотя важную роль играют и слабое, и электромагнитное. В макромире (начиная с атомных масштабов и заканчивая свойствами вещества) главным становится электромагнитное взаимодействие, небольшую роль играет гравитационное взаимодействие. В мегамире (планетные системы, звезды, галактики) определяющим становится гравитационное взаимодействие, лишь в некоторых процессах слабо проявляется электромагнитное взаимодействие.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 6.1 (выберите один вариант ответа).

Фундаментальные взаимодействия по величине относительной интенсивности (от большей к меньшей) располагаются в следующем порядке:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Слабое, гравитационное, сильное, электромагнитное.
2. Электромагнитное, гравитационное, сильное, слабое.

3. Гравитационное, электромагнитное, слабое, сильное.

4. Сильное, электромагнитное, слабое, гравитационное.

Обоснование ответа. В настоящее время известны четыре фундаментальные взаимодействия. Самое интенсивное из них — сильное (или ядерное). Оно связывает нуклоны в ядре и действует на очень малых расстояниях (порядка размеров ядра). Примерно в сто раз слабее электромагнитное взаимодействие, которое имеет характер притяжения или отталкивания между электрическими зарядами. Имеет неограниченный радиус действия. Следующим по порядку в сторону уменьшения интенсивности идет слабое взаимодействие, которое, как и сильное, проявляется на очень малых расстояниях. Игрет важную роль в термоядерных реакциях. Наконец, самым «слабым» является универсальное гравитационное взаимодействие.

Правильным является вариант ответа: **4) сильное, электромагнитное, слабое, гравитационное.**

Задание 6.2 (*заполните пропуск*).

Стабильное вращение планет Солнечной системы вокруг Солнца обеспечивается за счет ... взаимодействия.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Электромагнитного.

2. Слабого.

3. Гравитационного.

4. Сильного.

Обоснование ответа. В масштабах мегамира определяющим взаимодействием становится гравитационное.

Правильным является вариант ответа: **3) гравитационного.**

Задание 6.3 (*выберите один вариант ответа*).

Взаимодействие, которое имеет универсальный характер, выступает всегда в виде сил притяжения, является самым слабым на ядерных расстояниях, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Гравитационным.

2. Электромагнитным.

3. Слабым.

4. Сильным.

Обоснование ответа. Универсальным, имеющим характер притяжения, самым слабым на ядерных расстояниях является гравитационное взаимодействие. Следует отметить, что на совсем малых расстояниях (порядка так называемой «планковской длины» 10^{-33} см) гравитационное взаимодействие по силе «догоняет» все остальные фундаментальные взаимодействия.

Правильным является вариант ответа: **1) гравитационным.**

Задание 6.4 (*выберите один вариант ответа*).

Квантово-полевая модель взаимодействия возникла на основе концепции ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Корпускулярно-волнового дуализма.
2. Дальнодействия.
3. Суперпозиции.
4. Дополнительности.

Обоснование ответа. Название «квантово-полевая модель взаимодействия» возникла в физике, когда стало ясно, что электромагнитные волны (свет) ведут себя в одних экспериментах как волны, а в других — как частицы, обладающие определенными порциями (квантами) энергии. Электромагнитное взаимодействие при таком подходе стали интерпретировать как обмен квантами электромагнитного поля. Этим и определяется выбор первого варианта ответа на поставленный вопрос.

Правильным является вариант ответа: **1) корпускулярно-волнового дуализма.**

Задание 6.5 (выберите несколько вариантов ответа).

Фундаментальные взаимодействия характеризуются ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Направлением воздействия, энергией.
2. Степенью универсальности, единицей измерения.
3. Радиусом действия, частицей-переносчиком.
4. Константой взаимодействия, временем действия.

Обоснование ответа. Когда классифицируют фундаментальные взаимодействия, то в первую очередь интересуются их частицами-переносчиками. Сильное взаимодействие переносится глюонами, электромагнитное — фотонами, слабое — бозонами, а гравитационное — гравитонами. Важной характеристикой фундаментальных взаимодействий является радиус действия. Для сильного и слабого взаимодействия этот радиус очень мал, порядка размеров ядра (а для слабого и того меньше). Интенсивности взаимодействий сравнивают, указывая их безразмерные константы. Например, для сильного это 14,6, для электромагнитного — $1/137$, для слабого — 10^{-10} , для гравитационного — 10^{-18} . С интенсивностью взаимодействия тесно связано время действия.

Правильными являются варианты ответов: **3) радиусом действия, частицей-переносчиком; 4) константой взаимодействия, временем действия.**

Задание 6.6 (выберите один вариант ответа).

Согласно концепции ... любое взаимодействие между структурами может быть передано только между соседними точками пространства за конечный промежуток времени.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Причинности.
2. Близкодействия.
3. Дальнодействия.
4. Континуальности.

Обоснование ответа. Во времена Ньютона общепринятой была концепция дальнего действия, в соответствии с которой взаимодействие передается мгновенно через пустое пространство. Нужно признать, что сам Ньютон скептически относился к этой концепции, считая ее недостаточно физичной. В начале XIX в. великий английский физик М. Фарадей реанимировал другую концепцию взаимодействия — близкое действие. В соответствии с этой концепцией взаимодействие передается от одного взаимодействующего объекта к другому с помощью «посредника» — физического поля. При этом, как стало ясно впоследствии, это взаимодействие передается с конечной скоростью, не превышающей скорости света.

Правильным является вариант ответа: **2) близкое действие.**

Задание 6.7 (выберите один вариант ответа).

За процесс излучения фотонов, за связь атомных электронов с ядром и связь атомов в молекулах ответственно ... взаимодействие.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Гравитационное.
2. Слабое.
3. Сильное.
4. Электромагнитное.

Обоснование ответа. Правильный ответ на этот вопрос находится в п. 6.8 *основных сведений*: в макромире определяющим является электромагнитное взаимодействие.

Правильным является вариант ответа: **4) электромагнитное.**

Задание 6.8 (выберите несколько вариантов ответа).

Гравитационное взаимодействие ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. В мегамире является определяющим.
2. Переносится фотонами.
3. Не действует в макромире.
4. Свойственно всем материальным объектам.

Обоснование ответа. Гравитационное взаимодействие является определяющим в мегамире, однако оно свойственно всем материальным объектам, поэтому проявляется и в макромире. Переносится гравитационное взаимодействие не фотонами, а гравитонами (гипотетическими элементарными частицами).

Правильными являются варианты ответа: **1) в мегамире является определяющим; 4) свойственно всем материальным объектам.**

II. ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ, СИММЕТРИЯ

7. ПРИНЦИПЫ СИММЕТРИИ, ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

7.1. *Симметрия* — это инвариантность (неизменность) некоторых сторон, процессов и отношений объектов относительно тех или иных преобразований. Симметричными могут быть вещи, процессы, взаимодействия, законы, математические уравнения, произведения искусства и т. д.

7.2. Если законы, устанавливающие соотношение между величинами, характеризующими систему, или определяющие изменение этих величин со временем, не изменяются при определенных операциях (преобразованиях), то говорят, что эти законы обладают симметрией (или инвариантны) относительно данных преобразований. Такими преобразованиями могут быть перенос (сдвиг) системы как целого в пространстве, поворот системы как целого в пространстве, изменение начала отсчета времени и др. Важную роль в физике имеют так называемые дискретные преобразования (перестановка одинаковых частиц, симметрия между кварками и антикварками и т. д.).

7.3. Симметрия физических законов относительно сдвигов в пространстве означает эквивалентность всех точек пространства, т. е. отсутствие в нем выделенных точек (*однородность пространства*).

7.4. Симметрия физических законов относительно поворотов в пространстве означает эквивалентность всех направлений в пространстве (*изотропность пространства*).

7.5. Симметрия относительно изменения начала отсчета времени означает, что физические законы не меняются со временем (*однородность времени*).

7.6. *Теорема Нётер гласит:* каждому непрерывному преобразованию симметрии независимых координат и времени соответствует физическая величина, которая не изменяется (сохраняется) для системы, обладающей этой симметрией. Следствия из этой теоремы:

1. Из симметрии физических законов относительно сдвига замкнутой системы в пространстве (однородности пространства) следует *закон сохранения импульса*.

2. Из симметрии физических законов относительно поворота замкнутой системы как целого в пространстве (изотропности пространства) следует *закон сохранения момента импульса*.

3. Из симметрии физических законов относительно изменения начала отсчета времени (однородности времени) следует *закон сохранения энергии*.

7.7. Из симметрии физических законов относительно локальных калибровочных преобразований следует *закон сохранения заряда* (электрического, гиперзаряда и др.).

7.8. *Геометрическая* симметрия связана с преобразованием координат и времени.

7.9. *Калибровочная* симметрия связана с определенной группой преобразований (калибровочных преобразований), не зависящих от пространственно-временной точки. Примером таких преобразований является умножение волновой функции на фазовый множитель: $\Psi \rightarrow \Psi e^{i\beta z}$.

7.10. *Динамическая* симметрия системы рассматривает преобразования, включающие переходы между состояниями системы с различной энергией. В частности, группу таких преобразований образует весь спектр стационарных состояний системы.

7.11. *Киральная (хиральная)* симметрия встречается в квантовой теории поля и отражает определенную симметрию уравнений движения относительно перемешивания состояний частиц с различными электрическими зарядами и с различной внутренней четностью. Эта симметрия не зависит от точек пространства–времени, поэтому относится к калибровочной симметрии. Этот термин используется также для обозначения «винтовой» асимметрии молекул. В таких средах может происходить вращение азимута поляризации света (оптическая активность).

7.12. Живые организмы обладают киральной асимметрией: биополимеры живых организмов представляют собой «винтовую» структуру преимущественно с левым направлением вращения. Эту асимметрию связывают с эволюцией живых организмов.

7.13. *Системная* симметрия отражает неизменность свойств (инвариантность) при преобразовании структуры системы.

7.14. В настоящее время многие непрерывные и скачкообразные изменения в природе связывают с нарушением той или иной симметрии. Примером такого самопроизвольного (спонтанного) нарушения симметрии служит возникновение Вселенной (модель Большого Взрыва) и следующие за этим процессы образования элементарных частиц и более сложных структур.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 7.1 (выберите один вариант ответа).

Инвариантность свойств объекта по отношению к каким-либо преобразованиям над ним — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а :

1. Нейтральность.
2. Эквивалентность.
3. Устойчивость.
4. Симметрия.

Обоснование ответа. По определению, инвариантность (неизменность по форме) свойств по отношению к каким-либо преобразованиям называется симметрией.

Правильным является вариант ответа: **4) симметрия.**

Задание 7.2 (выберите один вариант ответа).

Сохранение свойств объекта при совершении над ним преобразований есть ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Хиральность (киральность).
2. Суперпозиция.
3. Симметрия.
4. Асимметрия.

Обоснование ответа. В предложенных вариантах ответа три связаны с понятием симметрии. Это — хиральность (киральность), симметрия и асимметрия. Хиральность (киральность) связана с «винтовой» симметрией объекта и является лишь одним из видов симметрии. Асимметрия — это отсутствие симметрии. Таким образом, наиболее общим ответом на вопрос задания является «симметрия».

Правильным является вариант ответа: **3) симметрия.**

Задание 7.3 (выберите один вариант ответа).

Симметрии, выражающие свойства пространства и времени, относятся к ... формам симметрии.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Системным.
2. Геометрическим.
3. Динамическим.
4. Калибровочным.

Обоснование ответа. В основных сведениях, относящихся к этой теме, приведены определения терминов, предложенных в качестве вариантов ответа. Однозначным является выбор термина «геометрическим».

Правильным является вариант ответа: **2) геометрическим.**

Задание 7.4 (выберите один вариант ответа).

Инвариантность физических величин при определенных преобразованиях характеризует наличие ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Дифракции.
2. Симметрии.
3. Суперпозиции.
4. Интерференции.

Обоснование ответа. Для ответа на вопрос достаточно вспомнить определение понятия «симметрия». Остальные термины не имеют отношения к симметрии.

Правильным является вариант ответа: **2) симметрии.**

Задание 7.5 (выберите один вариант ответа).

Симметрия относительно произвольного перемещения системы как целого в пространстве приводит к закону сохранения ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Импульса.
2. Электрического заряда.
3. Моента импульса.
4. Энергии.

Обоснование ответа. Симметрия относительно произвольного перемещения системы как целого (ее еще называют трансляционной симметрией) связана с фундаментальным свойством пространства — его однородностью. В соответствии с теоремой Нётер, однородность пространства приводит к закону сохранения импульса.

Правильным является вариант ответа: **1) импульса.**

Задание 7.6 (выберите один вариант ответа).

Симметрия уравнений движения относительно произвольного сдвига во времени для замкнутых систем приводит к закону сохранения ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Импульса.
2. Электрического заряда.
3. Энергии.
4. Моента импульса.

Обоснование ответа. Уравнения движения классической механики подчиняются условиям теоремы Нётер, поэтому симметрия этих уравнений относительно непрерывных преобразований координат и времени приводит к тем или иным законам сохранения физических величин. В данном случае речь идет об однородности времени, которому соответствует закон сохранения энергии.

Правильным является вариант ответа: **3) энергии.**

Задание 7.7 (выберите один вариант ответа).

Под асимметрией в естествознании понимают ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Отражение существующего в объективном мире нарушения порядка.
2. Явление изменения скорости тела при действии на него других тел.
3. Соразмерность, изменение, общность явлений и процессов.
4. Единство сохранения и изменения, необходимости и случайности, общности и частности.

Обоснование ответа. Если симметрия — это неизменность каких-то свойств процессов и отношений объектов относительно тех или иных преобразований, то асимметрия — это нарушение этих свойств, которое можно трактовать как нарушение порядка, существующего в объективном мире.

Второй, третий и четвертый варианты в данном случае явно не подходят в качестве ответа.

Правильным является вариант ответа: **1) отражение существующего в объективном мире нарушения порядка.**

Задание 7.8 (выберите один вариант ответа).

Из изотропности пространства, т. е. симметрии относительно произвольных пространственных поворотов, следует закон сохранения ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Энергии.
2. Импульса.
3. Электрического заряда.
4. Момент импульса.

Обоснование ответа. Изотропность пространства означает одинаковость свойств пространства по всем направлениям. С этой симметрией связан **закон сохранения момента импульса.**

Правильным является вариант ответа: **4) момент импульса.**

Задание 7.9 (выберите один вариант ответа).

Симметрия относительно смены знака времени означает, что соответствующие процессы в природе ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Обратимы во времени.
2. Протекают только в одном направлении.
3. Не изменяют своей скорости.
4. Не изменяют своего направления.

Обоснование ответа. Уравнения движения в физике инвариантны относительно замены (t) на $(-t)$, т. е. не изменяются относительно смены знака времени. Это означает, что соответствующие процессы в природе обратимы.

Правильным является вариант ответа: **1) обратимы во времени.**

8. ЭВОЛЮЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

8.1. У Аристотеля нет категории пространства, у него есть *категория места*. Это означает, что пространства без тел не бывает, следовательно, в природе *нет пустоты*. Согласно Аристотелю, пространство состоит из мест, занимаемых телами.

8.2. По Аристотелю, время не существует без движения, но оно не есть движение. Это следует из того, что время равномерно, а движения неравномерны, а если и равномерны, то одна равномерность более медленная, другая — более быстрая. Поэтому *время — это мера движения*. Но само время

измеряется движением, которое есть мера времени. Итак, время — мера движения, а движение — мера времени. Выход из этого парадокса Аристотель видит в том, что мерой времени является не всякое движение, а равномерное круговое движение небесной сферы.

8.3. В отличие от Аристотеля, атомисты (Демокрит, Левкипп и др.) считали, что *все в природе состоит из атомов и пустоты*.

8.4. Ньютон определяет *абсолютное (истинное) математическое время* как такое понятие, которое само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью.

8.5. В отличие от абсолютного, *относительное (кажущееся или обыденное) время* есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения, мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как то: час, день, месяц, год.

8.6. Ньютон вводит *абсолютное пространство* как такое, которое по своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным.

8.7. *Относительное пространство* есть его мера или какая-либо ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел и которая в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное (например, протяжение пространств подземного воздуха или надземного, определяемых по их положению относительно Земли).

8.8. *Место* Ньютон определяет как часть пространства, занимаемая телом. По отношению к пространству место бывает абсолютным или относительным. Положение, правильно выражаясь, не имеет величины, и оно само по себе не есть место, а принадлежащее месту свойство.

8.9. *Абсолютное движение*, по Ньютону, есть перемещение тела из одного абсолютного его места в другое, а *относительное движение* — из относительного места в относительное же. Так, на корабле, идущем под парусами, относительное место тела есть та часть корабля, в которой тело находится, например та часть трюма, которая заполнена телом и которая, следовательно, движется вместе с кораблем. Относительный покой есть пребывание тела в той же самой области корабля или в той же самой части его трюма.

8.10. В связи с созданием классической электродинамики возникло противоречие с принципом относительности Галилея, утверждавшего, что не существует абсолютно неподвижных инерциальных систем отсчета. Это было связано с тем, что уравнения Максвелла оказались неинвариантными относительно преобразований Галилея. Так возникла концепция *абсолютно неподвижного (или мирового) эфира*, в котором распространяется свет и другие электромагнитные волны.

8.11. С этим эфиром, представляющим собой механическую среду, можно связать абсолютно неподвижную инерциальную систему отсчета. Но тогда скорость света в какой-либо системе отсчета, движущейся относительно эфира (например, в системе отсчета, связанной с Землей), должна зависеть

от того, в каком направлении распространяется свет. Тончайшие оптические эксперименты, выполненные Майкельсоном и Морли в 1887 г., опровергли это утверждение и показали, что скорость света одинакова во всех направлениях. Это означало, что скорость света не зависит от того, в какой системе отсчета ее измеряют (*инвариантность* скорости света).

8.12. В современной физике релятивистские преобразования Лоренца показывают, что не существует ни абсолютного пространства, ни абсолютного времени. Эти преобразования связывают пространственные координаты и время в двух системах отсчета, движущихся равномерно и прямолинейно друг относительно друга. Поэтому в релятивистской физике пространство и время следует рассматривать как единую конструкцию: четырехмерное пространство–время.

8.13. В общей теории относительности (релятивистской теории гравитации) ситуация еще более усложняется: вводится понятие искривленного четырехмерного пространства–времени, в котором оказываются несправедливыми аксиомы и теоремы евклидовой геометрии. Кривизна такого пространства определяется распределением масс.

8.14. Теоретическое представление физики элементарных частиц позволяет рассматривать явления в многомерных пространствах, число измерений которых превышает 10. Следует, однако, иметь в виду, что это не значит, что мы живем в реальном многомерном пространстве. Такие пространства вводятся для того, чтобы унифицировать описание фундаментальных взаимодействий в микромире.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 8.1 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Согласно утверждению Аристотеля собственное или истинное движение — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Перемещение тела относительно точки начала координат.
2. Увлечение тела средой, в которой оно покоится.
3. Изменение положения тела относительно соседнего объекта.
4. Есть изменение места тела.

Обоснование ответа. Совершенно ясно, что первый вариант ответа не подходит, так как ни о каком начале координат при описании движения у Аристотеля и речи нет. Говоря об истинном (или собственном) движении, Аристотель не рассматривал каких-либо других объектов: он интересуется абсолютным, а не относительным движением. Поэтому третий вариант ответа здесь также не подходит. А вот движение как изменение места тела — это в духе Аристотеля и фактически является определением движения. Отвергая концепцию пустоты, Аристотель считал, что движение происходит в некоторой материальной среде. Тело, занимая определенное место, покоится относительно этой среды, а движение как изменение места связано с увлечением тела средой.

Правильными являются варианты ответов: **2) увлечение тела средой, в которой оно покоится; 4) есть изменение места тела.**

Задание 8.2 (*выберите один вариант ответа*).

Согласно учению Аристотеля ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Заполненные материей и пустые ячейки пространства распределены случайно.
2. Материя непрерывно и плотно заполняет все пространство.
3. Заполненные материей и пустые ячейки пространства чередуются регулярно.
4. Материя рассеяна в пустом пространстве в виде отдельных атомов.

Обоснование ответа. Второй вариант ответа является кратким выражением подхода Аристотеля к вопросу о структуре материи, отличающего его от позиции атомистов, утверждавших, что все в природе состоит из атомов и пустоты (Демокрит).

Правильным является вариант ответа: **2) материя непрерывно и плотно заполняет все пространство.**

Задание 8.3 (*выберите один вариант ответа*).

Свойства пространства не зависят от тел и их движения, находящихся в нем. Это положение лежит в основе ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Космологии.
2. Классической механики Ньютона.
3. Общей теории относительности Эйнштейна.

Обоснование ответа. Формулировка вопроса представляет собой основной постулат классической механики Ньютона, лежащий в основе ее математического аппарата. Остальные варианты ответа противоречат этой формулировке.

Правильным является вариант ответа: **2) классической механики Ньютона.**

Задание 8.4 (*выберите один вариант ответа*).

В ньютоновской физике абсолютное пространство и абсолютное время ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Не связаны друг с другом.
2. Связаны движением тел.
3. Связаны с гравитационным взаимодействием тел.
4. Связаны с психическими особенностями человека.

Обоснование ответа. Выше, в основных сведениях, приведены авторские формулировки Ньютона о пространстве, времени и движении. Из них видно, что Ньютон считал пространство и время абсолютно независимыми друг от друга и от находящихся в них тел атрибутами природы.

Правильным является вариант ответа: **1) не связаны друг с другом.**

Задание 8.5 (*выберите один вариант ответа*).

Системой отсчета называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Тело отсчета.
2. Декартова прямоугольная система координат.
3. Устройство для отсчета времени.

Обоснование ответа. Согласно определению, системой отсчета называют совокупность системы координат и прибора для измерения времени (часы).

Правильным является вариант ответа: **4) система координат и часы.**

Задание 8.6 (выберите один вариант ответа).

Размерность окружающего нас пространства, т. е. число независимых координат, необходимых для однозначного определения положения материальной точки в пространстве, равна ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. 11.
2. 4.
3. 3.
4. 6.

Обоснование ответа. Для однозначного определения положения материальной точки в пространстве необходимо провести измерение трех ее независимых координат, так как пространство трехмерно.

Правильным является вариант ответа: **3) 3.**

Задание 8.7 (выберите один вариант ответа).

Утверждение Аристотеля «природа не терпит пустоты» означает...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Все окружающее пространство заполнено материей.
2. Атомы, составляющие материальные тела, плотно прилегают друг к другу.
3. Пустота — это особая форма материи.
4. Понятию «пустота» при определенном соотношении друг с другом тождественны стихии: земля, вода, огонь, воздух.

Обоснование ответа. Аристотель придерживался континуальной концепции, согласно которой материя полностью заполняет пространство, не оставляя места пустоте. Другими словами, пустоты в мире нет! Поэтому правильным является первый вариант ответа.

Правильным является вариант ответа: **1) все окружающее пространство заполнено материей.**

Задание 8.8 (выберите один вариант ответа).

Утверждение Аристотеля «природа не терпит пустоты» означает, что ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Познание природы требует вдумчивого отношения.
2. Человек призван познавать природу, заполняя «пустоты» незнания.
3. Материя стремится равномерно распределиться в пространстве.
4. Пустого пространства не существует.

Обоснование ответа. Задание полностью аналогично предыдущему.

Правильным является вариант ответа: **4) пустого пространства не существует.**

9. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

9.1. *Специальная теория относительности* (СТО) была создана А. Эйнштейном в 1905 году.

9.2. В основе СТО лежат два *постулата*:

1) все инерциальные системы отсчета (ИСО) равноправны (*принцип относительности*);

2) скорость света с постоянна во всех инерциальных системах отсчета (*инвариантность скорости света*).

Первый постулат является обобщением принципа относительности Галилея, который первоначально относился к механическим процессам. Этот принцип, в частности, утверждает, что не существует абсолютно неподвижных инерциальных систем отсчета.

9.3. Главным следствием постулатов СТО является то, что промежутки времени между двумя событиями зависят от того, из какой системы отсчета эти события наблюдаются (относительность одновременности). Это в свою очередь означает, что ход времени различен в разных системах отсчета. Другими словами, время нельзя рассматривать независимо от системы отсчета, с которой связана система пространственных координат: время становится одной из «координат» системы отсчета. Поэтому в СТО явления природы рассматриваются в *едином четырехмерном пространстве–времени*.

9.4. Если одна ИСО (K' : x' , y' , z' , t') движется со скоростью $V \sim c$ вдоль оси X относительно другой ИСО (K : x , y , z , t), то координаты и время в этих ИСО связаны преобразованиями Лоренца:

$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{V}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}.$$

При малых относительных скоростях двух ИСО ($V \ll c$) преобразования Лоренца переходят в преобразования Галилея:

$$x' = x - Vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t.$$

9.5. Следствием преобразований Лоренца являются несколько «парадоксов» релятивистской кинематики, т. е. выводов, которые с точки зрения классической механики выглядят абсурдно.

«Сокращение» *длины движущихся объектов*. Представим себе неподвижную линейку длиной L_0 . Эта длина называется собственной длиной линейки, а система отсчета, в которой линейка неподвижна, — собственной системой отсчета. Если линейка движется со скоростью V относительно другой системы отсчета, то для наблюдателя в этой системе отсчета линейка будет казаться короче, так что ее длина L может быть вычислена по формуле

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}.$$

«Замедление» хода движущихся часов. Пусть в системе отсчета, где часы неподвижны, они отмерили интервал времени между двумя событиями τ_0 . Если эта система отсчета движется с постоянной скоростью V относительно другой системы отсчета, в которой имеются точно такие же часы, то интервал времени τ между теми же событиями, измеренный этими часами, будет равен

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}.$$

9.6. В релятивистской механике инертность тела зависит от его скорости, в отличие от нерелятивистской механики, где этой зависимостью можно пренебречь. Формально этот факт можно трактовать, вводя понятие массы, причем в нерелятивистской механике масса m не зависит от скорости тела, а в релятивистской механике зависит:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

где m_0 — масса неподвижного тела (*масса покоя*), c — скорость света. Из приведенной формулы следует, что при увеличении скорости тела v его масса m возрастает, а при $v \rightarrow c$, $m \rightarrow \infty$. Значит, материальные тела, имеющие конечную массу, могут двигаться только со скоростями, меньшими скорости света в вакууме.

9.7. *Взаимосвязь массы и энергии.* В релятивистской динамике кинетическая энергия тела массы m_0 не равна $m_0 v^2/2$, а определяется разностью значений полной релятивистской энергии

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

и так называемой *энергии покоя*

$$E_0 = m_0 c^2.$$

9.8. Таким образом, даже неподвижное тело массы m_0 , не находящееся в каких-либо внешних силовых полях, обладает энергией покоя $E_0 = m_0 c^2$. В случае составного тела, например атомного ядра, состоящего из нескольких нуклонов (нейтронов и протонов), физический смысл энергии покоя проясняется. Дело в том, что при сближении нуклонов и возникновении устойчивой связи между ними их энергия уменьшается на некоторую величину $E_{\text{св}}$, которая называется *энергией связи*. Можно сказать, что энергия связанных нуклонов или, другими словами, энергия ядра E_n , меньше, чем суммарная энергия образующих это ядро свободных нуклонов E : $E_n = E - E_{\text{св}}$. В свою очередь это приводит к тому, что масса ядра M_n становится меньше суммарной массы составляющих это ядро свободных нуклонов M на величину $\Delta = E_{\text{св}}/c^2$, которая в ядерной физике называется *дефектом массы* ядра. С дефектом массы связана возможность получения энергии в реакциях деления тяжелых ядер и синтеза легких ядер. Ядерная энергетика является ярким «доказательством» справедливости положений и выводов СТО.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**Задание 9.1** (*выберите один вариант ответа*).

В инерциальных системах отсчета, движущихся с большими скоростями, близкими к скорости света, ход времени относительно наблюдателя в неподвижной системе отсчета ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Ускоряется.
2. Не изменяется.
3. Останавливается.
4. Замедляется.

Обоснование ответа. В движущейся системе отсчета все процессы происходят медленнее. Если в этой системе отсчета прошла секунда, то часы неподвижной системы отсчета показали время, большее секунды (см. формулу, приведенную в основных сведениях). Поэтому и говорят, что в движущейся системе отсчета все процессы замедляются.

Правильным является вариант ответа: **4) замедляются.**

Задание 9.2 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Скорость света ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Зависит от направления, но не зависит от скорости движения системы отсчета относительно источника.
2. Зависит от абсолютного значения скорости движения системы отсчета.
3. Не зависит от направления движения системы отсчета относительно источника.
4. Не зависит от скорости движения системы отсчета относительно источника

Обоснование ответа. В специальной теории относительности скорость света является инвариантом, т. е. имеет одно и то же значение (по модулю) во всех инерциальных системах отсчета. А это значит, что в каком бы направлении и с какой бы скоростью ни двигался наблюдатель относительно источника света, скорость света относительно этого наблюдателя будет равна c .

Правильными являются варианты ответов): **3) не зависит от направления движения системы отсчета относительно источника; 4) не зависит от скорости движения системы отсчета относительно источника.**

Задание 9.3 (*выберите один вариант ответа*).

В специальной теории относительности доказывается, что ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Пространственные и временные характеристики объектов в различных системах отсчета будут одинаковыми.
2. Пространственные и временные характеристики объектов в различных системах отсчета будут различными.

3. Пространственные и временные характеристики объектов в различных системах отсчета не зависят от скорости относительного движения тел.

4. Свойства пространства и времени не зависят от материальных объектов и изменений, происходящих с ними.

Обоснование ответа. Следствиями СТО являются такие эффекты, как сокращение длины движущегося объекта, замедление времени и другие, т. е. в различных системах отсчета пространственные и временные характеристики объектов будут различными. Это можно трактовать как зависимость свойств пространства и времени от скорости движения объектов. Другими словами, тела, движущиеся с разной скоростью, «видят» разные пространства и «слышат» разные секунды.

Правильным является вариант ответа: **2) пространственные и временные характеристики объектов в различных системах отсчета будут различными.**

Задание 9.4 (выберите один вариант ответа).

Время наступления события в специальной теории относительности ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Различно в различных системах отсчета.
2. Не зависит от системы отсчета.
3. Одинаково в различных системах отсчета.
4. Различно в одинаковых системах отсчета.

Обоснование ответа. Речь в этом вопросе идет о том, что если в какой-то момент в неподвижной и движущейся системе отсчета зафиксировали нулевое значение, то интервал времени до наступления какого-то события в движущейся системе отсчета будет меньше, чем в неподвижной.

Правильным является вариант ответа: **4) различно в различных системах отсчета.**

Задание 9.5 (выберите один вариант ответа).

В основе специальной теории относительности А. Эйнштейна лежат постулаты:

А. Земля свободно движется через мировой эфир.

Б. Все физические законы одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.

В. Скорость света в вакууме одинакова с точки зрения всех наблюдателей независимо от движения источника света относительно наблюдателя.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Только А.
2. А + Б.
3. Б + В.
4. А + В.

Обоснование ответа. Постулаты СТО приведены в *Основных сведениях* в начале этой темы.

Правильным является вариант ответа: **3) Б + В.**

Задание 9.6 (выберите варианты согласно тексту задания).

Установите соответствие между теорией и представлением о пространстве и времени в ней:

- 1) классическая механика;
- 2) специальная теория относительности.

В а р и а н т ы о т в е т а :

- А. Пространство носит относительный характер, время — абсолютный.
- Б. Пространство и время носят абсолютный характер.
- В. Пространство и время относительны и находятся во взаимосвязи.

Обоснование ответа. В классической механике пространство и время носят абсолютный характер. В специальной теории относительности пространство и время относительны и находятся во взаимосвязи. Инвариантным в СТО является интервал, зависящий как от пространства, так и от времени.

Правильным является вариант ответа: **1 — Б; 2 — В.**

Задание 9.7 (выберите один вариант ответа).

Два космических корабля движутся со скоростями $c/2$ навстречу друг другу. Какова их относительная скорость сближения?

В а р и а н т ы о т в е т а :

1. 1 с.
2. 0,8 с.
3. 0,75 с.
4. 0,5 с.

Обоснование ответа. Согласно преобразованиям Лоренца для скоростей

$$V_{\text{отн}} = \frac{v_1 + v_2}{1 + v_1 v_2 / c^2}.$$

Следовательно, при $v_1 = v_2 = 0,5 c$ получаем

$$V_{\text{отн}} = \frac{4}{5}c = 0,8 c.$$

Правильным является вариант ответа: **2) 0,8 с.**

Задание 9.8 (выберите один вариант ответа).

На поверхности Земли вдоль прямолинейного шоссе расположены километровые столбы. Каким воспринимает расстояние между соседними столбами наблюдатель, движущийся параллельно шоссе со скоростью $v = 0,8 c$ (c — скорость света)?

В а р и а н т ы о т в е т а :

1. 1,7 км.
2. 1 км.
3. 0,8 км.
4. 0,6 км.

Обоснование ответа. По отношению к наблюдателю километровые столбы на поверхности Земли представляют собой движущийся объект. В соответствии с лоренцевым сокращением длины движущихся объектов, расстояние между километровыми столбами определяется соотношением

$$L = L_0 \sqrt{1 - v^2 / c^2},$$

т. е. $L = 0,6$ км.

Правильным является вариант ответа: 4) 0,6 км.

10. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

10.1. В основе общей теории относительности (релятивистской теории гравитации) А. Эйнштейна лежит *принцип эквивалентности* (равенства) инертной $m_{\text{и}}$ и гравитационной $m_{\text{гр}}$ массы тел. Инертная масса $m_{\text{и}}$ входит во второй закон Ньютона $m_{\text{и}}a = F$, где a — ускорение, F — сила, а гравитационная масса $m_{\text{гр}}$ — в закон всемирного тяготения $F = Gm_{\text{гр1}}m_{\text{гр2}}/r^2$.

Из принципа эквивалентности сразу следует важнейший вывод о том, что не существует эксперимента, с помощью которого можно было бы отличить действие однородного гравитационного поля и «поля», порожденного равноускоренным движением.

10.2. Создавая в 1915 г. общую теорию относительности (ОТО), А. Эйнштейн отказался от описания движений в плоском евклидовом пространстве и перешел к более общей концепции искривленного четырехмерного пространства Римана. При этом он фактически свел гравитацию к геометрии пространства–времени.

10.3. В свое время крупнейший знаток ОТО А. Эддингтон сравнил релятивистскую теорию гравитации с «красивым, но бесплодным цветком». Во времена Эддингтона (начало XX в.) это сравнение было совершенно справедливым. Действительно, если СТО буквально за несколько лет завоевало физику, а в течение последних десятилетий и технику, то совсем по-другому сложилась судьба ОТО. Похоже было, что она была создана гением Эйнштейна преждевременно. В сущности, все величественное здание ОТО опиралось тогда на три предсказанные ею эффекта, которые были настолько малы, что регистрировались на пределе возможностей измерительной техники. Речь идет, во-первых, об отклонении светового луча в поле солнечного тяготения, во-вторых, о гравитационном красном смещении спектральных линий излучения и, в-третьих, об очень медленном аномальном движении перигелия планеты Меркурий. Ситуация резко изменилась, начиная с 1963 года, когда были открыты квазары с их огромным красным смещением. Последующие открытия наблюдательной астрономии — реликтовое излучение (1965), пульсары (1967), рентгеновские звезды (1971) — сделали ОТО необходимым инструментом для изучения и понимания фундаментальных свойств Вселенной.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**Задание 10.1** (*выберите один вариант ответа*).

В а р и а н т ы о т в е т а:

Эффект гравитационного красного смещения следует из ...

1. Специальной теории относительности.
2. Теории гравитации.
3. Общей теории относительности.
4. Теории электромагнитного поля.

Обоснование ответа. Обычно приводят три экспериментальных факта, которые послужили первичными аргументами в пользу ОТО: аномальная прецессия орбиты Меркурия, гравитационное красное смещение и искривление солнечных лучей вблизи массивных тел.

Правильным является вариант ответа: **3) общей теории относительности.**

Задание 10.2 (*выберите один вариант ответа*).

Экспериментальной основой общей теории относительности (ОТО) служит факт ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Равенства абсолютных значений электрических зарядов электрона и протона.
2. Независимости скорости света в вакууме от движения источника света.
3. Независимости скорости света в вакууме от движения приемника света.
4. Равенства инертной массы, входящей во второй закон Ньютона, и гравитационной массы, входящей в закон всемирного тяготения, для любого тела в природе.

Обоснование ответа. Экспериментальной основой ОТО является принцип равенства инертной и гравитационной массы (так называемый принцип эквивалентности). Этот экспериментальный факт был известен еще со времен Галилея и Ньютона, но в те времена никто не обращал внимания, что массы, входящие в закон всемирного тяготения и во второй закон Ньютона, — это разные по смыслу физические величины. Эйнштейн первым подумал над этим и создал общую теорию относительности.

Правильным является вариант ответа: **4) равенства инертной массы, входящей во второй закон Ньютона, и гравитационной массы, входящей в закон всемирного тяготения, для любого тела в природе.**

Задание 10.3 (*выберите один вариант ответа*).

Мир с кривизной пространственно-временного континуума описывает ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Релятивистская механика.
2. Специальная теория относительности.
3. Общая теория относительности.
4. Классическая механика Ньютона.

Обоснование ответа. Совершенно не подходит в качестве ответа четвертый вариант: в классической механике Ньютона пространство и время существуют независимо друг от друга и от того, что происходит при этом с материальными точками. В специальной теории относительности и в релятивистской механике, являющейся ее разделом, пространство и время образуют единый континуум, однако геометрия этого континуума является евклидовой вне зависимости от происходящих динамических процессов. А вот в общей теории относительности геометрические характеристики пространственно-временного континуума, в частности его кривизна, определяются распределением масс.

Правильным является вариант ответа: **3) общая теория относительности.**

Задание 10.4 (выберите один вариант ответа).

Уникальность общей теории относительности заключается в том, что ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Она привела к открытию релятивистских эффектов.
2. В ней воплощен идеал геометризации физического взаимодействия.
3. В ней впервые сформулирован принцип относительности взаимодействия.
4. В ней впервые утверждена абсолютность скорости света.

Обоснование ответа. Уникальность ОТО состоит в том, что она стала первой научной теорией, в которой физические взаимодействия, в частности гравитационное взаимодействие, являются следствием определенных (неевклидовых) геометрических свойств пространства–времени. В дальнейшем эта идея Эйнштейна получила развитие сначала в работах Калуцы и Клейна, где аналогичная геометризация пространства (пятимерное пространство–время) позволила включить электромагнитные взаимодействия. В настоящее время попытки описать все известные фундаментальные взаимодействия привели к тому, что для теоретического анализа используется физическое пространство еще более высокой размерности. Что касается открытия релятивистских эффектов, утверждения об абсолютности скорости света, формулировки принципа относительности, то все это относится к специальной теории относительности.

Правильным является вариант ответа: **2) в ней воплощен идеал геометризации физического взаимодействия.**

Задание 10.5 (выберите один вариант ответа).

Согласно общей теории относительности (ОТО) пространство искривляется под действием ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Гравитации.
2. Скорости.
3. Времени.
4. Эфира.

Обоснование ответа. Согласно теории А. Эйнштейна, гравитационное поле приводит к локальному деформированию пространства–времени.

Правильным является вариант ответа: **1) гравитации.**

Задание 10.6 (выберите один вариант ответа).

Следствием общей теории относительности (ОТО) является ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Замедление времени.
2. Гравитационное искривление пространства–времени.
3. Увеличение массы.
4. Сокращение длины.

Обоснование ответа. Общая теория относительности предсказывает влияние гравитации на искривление четырехмерного пространства–времени.

Правильным является вариант ответа: **2) гравитационное искривление пространства.**

Задание 10.7 (выберите один вариант ответа).

Принцип эквивалентности, на котором строится общая теория относительности, означает эквивалентность ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Массы и движения.
2. Пространства и движения.
3. Ускоренного движения и покоя в поле тяготения.
4. Ускорения и времени.

Обоснование ответа. В большинстве учебников по физике написано, что в основе общей теории относительности лежит принцип эквивалентности (равенства) инертной и гравитационной массы. В вариантах ответа нет упоминания об этих массах. Однако следствием эквивалентности инертной и гравитационной массы является эквивалентность гравитации и ускоренного движения: невозможно отличить силу, обуславливающую ускоренное движение, от силы, обусловленной гравитационным полем. Например, при вращательном движении какого-либо тела на веревке на это тело действует центростремительная сила, направленная к центру со стороны веревки. Точно такая же сила действовала бы на это тело со стороны массивного объекта, находящегося в центре.

Правильным является вариант ответа: **3) ускоренного движения и покоя в поле тяготения.**

Задание 10.8 (выберите один вариант ответа).

В общей теории относительности устанавливается связь ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Пространства–движения–размеров тела.
2. Формы тела–времени–движения.
3. Пространства–времени–причинности.
4. Пространства–времени–материи.

Обоснование ответа. В общей теории относительности события происходят в искривленном четырехмерном пространстве–времени, причем степень искривления (кривизна пространства–времени) зависит от распределения масс. Поэтому правильным является четвертый вариант ответа.

Правильным является вариант ответа: **4) пространства–времени–материи.**

III.

СТРУКТУРНЫЕ УРОВНИ И СИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МАТЕРИИ

11.

МИКРО-, МАКРО-, МЕГАМИРЫ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

11.1. Окружающий нас мир поражает своим «бесконечным» разнообразием! Это разнообразие является следствием иерархичности системной организации материи, которая, прежде всего, связана с масштабами соответствующих структурных уровней. Различают три таких уровня: микромир, макромир и мегамир.

11.2 *Микромир* образуют элементарные частицы, атомы, молекулы, т. е. все, что имеет размеры меньше $\sim 10^{-9} \dots 10^{-8}$ м. В масштабах атомных ядер ($\sim 10^{-15}$ м и меньше) определяющую роль играют сильные и слабые взаимодействия, а в атомах и молекулах ($\sim 10^{-9} \dots 10^{-8}$ м) преобладают электромагнитные взаимодействия.

11.3. К *макромиру* относят объекты размером от $\sim 10^{-9}$ до $\sim 10^8$ м. Это видимые невооруженным или «вооруженным» (микроскоп) глазом предметы, взаимодействующие друг с другом с помощью электромагнитных и гравитационных полей.

11.4. *Мегамир* включает в себя космические объекты размером более $\sim 10^8$ м: планеты, звезды, галактики и т. д. В этом «мире» преобладающим становится гравитационное взаимодействие.

11.5. В настоящее время считается, что материя в мегамире существует в трех формах: *видимая* ($\sim 4\%$), *темная* ($\sim 23\%$) и так называемая *«темная» энергия* ($\sim 73\%$), связанная с антигравитирующим физическим вакуумом. Обычное вещество (видимое) сосредоточено в основном в звездах, которых только в нашей Галактике (Млечный Путь) насчитывается около ста миллиардов ($\sim 10^{11}$). Размер нашей Галактики составляет 15 000 парсек (1 парсек = $30,8 \cdot 10^{12}$ км). Предполагается, что в доступной для наблюдений Вселенной (*Метагалактике*) существует до миллиарда различных галактик, среднее расстояние между которыми имеет порядок одного мегапарсека. Эти галактики распределены крайне неравномерно, образуя скопления (кластеры). Однако если рассматривать Вселенную в очень большом масштабе, например, «разбивая» ее на «ячейки» с линейным размером, превышающим 200...300 мегапарсек (Мпк), то непрерывность структуры Вселенной уже не будет наблюдаться. Таким образом, в очень больших масштабах Вселенная является *однородной и изотропной*.

11.6. В 1929 году американский астрофизик Э. Хаббл, изучая закономерности «красного смещения» спектральных линий излучения, приходящего от удаленных галактик, пришел к выводу о том, что «разбегание» любых двух галактик происходит со скоростью v , пропорциональной расстоянию L между этими галактиками: $v = HL$, где H — постоянная Хаббла. Легко убедиться, что промежуток времени $t = L/v$ соответствует «времени жизни» Вселенной и равен обратной величине постоянной Хаббла: $t = H^{-1}$. Таким образом, измеряя постоянную Хаббла, можно определить возраст Вселенной, который в соответствии с последними данными равен 13,7 млрд лет.

11.7. Измерения Хаббла являются экспериментальным подтверждением теории Большого Взрыва, в развитие которой внесли вклад многие выдающиеся ученые, такие как А. Эйнштейн, А. А. Фридман, Ж. Леметр, Г. А. Гамов и др. Настоящим триумфом этой теории стало экспериментальное обнаружение реликтового излучения (А. Пензиас, Р. Вильсон, 1965), которое «путешествует» в пространстве с тех времен, когда Вселенной было всего около 1 млн лет.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 11.1 (выберите один вариант ответа).

Вселенная однородна и изотропна на расстояниях ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Порядка десятков килопарсек (характерные галактические расстояния).
2. Порядка сотен килопарсек (расстояния до ближайших галактик).
3. Свыше 200 Мпк (характерные расстояния крупномасштабной структуры Вселенной).
4. Порядка десятков мегапарсек (расстояния до скопления галактик).

Обоснование ответа. Правильный ответ легко «читается» в формулировках приведенных вариантов: «крупномасштабная структура» означает, что на еще больших расстояниях структурность уже не просматривается.

Правильным является вариант ответа: **3) свыше 200 Мпк (характерные расстояния крупномасштабной структуры Вселенной).**

Задание 11.2 (выберите один вариант ответа).

Деление познаваемого мира на микро-, макро- и мегамир производится по критерию ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Принадлежности к живой или неживой материи.
2. Выполнения закона сохранения.
3. Геометрических размеров.
4. Степени необходимости изучения.

Обоснование ответа. В основных сведениях (см. выше) показано, что иерархичность структуры Вселенной связана с геометрическими размерами объектов природы.

Правильным является вариант ответ: **3) геометрических размеров.**

Задание 11.3 (выберите варианты согласно указанной последовательности).

Расположите уровни материи в порядке возрастания масштабности:

- ☐ Мегамир. ☐ Микромир. ☐ Макромир.

Обоснование ответа. Даже не зная критериев иерархичности структурной организации материи во Вселенной, правильный ответ легко определяется, если знать перевод первых частей приведенных терминов: мега (*греч.*) — большой, макро (*греч.*) — тоже большой, но по отношению к микро (*греч.*) — малый.

Правильной является последовательность: **1) микромир; 2) макромир; 3) мегамир.**

Задание 11.4 (выберите несколько вариантов ответа).

К структурным единицам материи на уровне микромира относятся ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Атомы. 2. Квазары.
3. Твердые тела. 4. Кварки.

Обоснование ответа. К объектам микромира относится все, что имеет размер порядка атома, молекулы и меньше. Квазары — это космические объекты, а твердые тела имеют макроскопические размеры.

Правильными являются варианты ответа: **1) атомы; 4) кварки.**

Задание 11.5 (выберите варианты согласно указанной последовательности).

Укажите правильную последовательность (от меньшего к большему) в структурной иерархии микромира.

- ☐ Ядра атомов. ☐ Молекулы.
☐ Атомы. ☐ Элементарные частицы.

Обоснование ответа. «Самыми маленькими» в микромире являются элементарные частицы: кварки, лептоны, адроны и т. д. Основными «кирпичиками» атомных ядер являются нуклоны (протоны, нейтроны), а также различные элементарные частицы — переносчики фундаментальных взаимодействий. В атомах, помимо ядра, имеются электроны, обеспечивающие электрическую нейтральность этих атомов (правда, атомы могут находиться в ионизованном состоянии, когда количество электронов больше или меньше количества протонов). Наконец, молекулы — это совокупность одинаковых или различных атомов, удерживающихся силами электромагнитного взаимодействия.

Правильной является последовательность: **1) элементарные частицы; 2) ядра атомов; 3) атомы; 4) молекулы.**

Задание 11.6 (выберите один вариант ответа).

Астрономическая единица — это расстояние, равное ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Пути, который луч света проходит за минуту.
2. Диаметру Галактики.

3. Расстоянию от Земли до Луны.

4. Расстоянию от Земли до Солнца.

Обоснование ответа. Астрономическая единица — это среднее расстояние от Земли до Солнца (~150 млн км).

Правильным является вариант ответа: **4) расстоянию от Земли до Солнца.**

Задание 11.7 (выберите варианты согласно указанной последовательности).

Укажите правильную последовательность (от большего к меньшему) в структурной иерархии мегамира:

☐ Галактики. ☐ Планеты.

☐ Звезды. ☐ Метагалактика.

Обоснование ответа. Метагалактика — это часть Вселенной, доступная современным методам наблюдения и включающая в себя галактики и другие космические объекты. Галактики — это космические системы, состоящие из миллиардов звезд, связанных гравитационным взаимодействием и общим происхождением. Кстати, наша Галактика называется Млечный Путь. Наконец, некоторые звезды имеют системы естественных «спутников» — планет.

Правильной является последовательность: **1) метагалактика; 2) галактики; 3) звезды; 4) планеты.**

Задание 11.8 (выберите один вариант ответа).

К объектам мегамира относят ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Рибосомы, вирусы, бактерии, клетки.

2. Человек, биоценозы.

3. Элементарные частицы, атомы, молекулы.

4. Планеты, звезды, галактики.

Обоснование ответа. Первый и второй варианты ответа относятся к объектам макромира. Третий включает в себя названия объектов микромира. Наконец, четвертый вариант — это некоторые объекты, относящиеся к мегамиру.

Правильным является вариант ответа: **4) планеты, звезды, галактики.**

Задание 11.9 (выберите один вариант ответа).

Укажите правильную последовательность в структурной иерархии материи (от меньшего к большему):

А. Элементарные частицы.

Б. Молекулы.

В. Атомы.

Г. Макротела.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. А–В–Б–Г. 2. В–А–Б–Г.

3. Б–В–А–Г. 4. Б–А–Г–В.

Обоснование ответа. На самом нижнем уровне структурной иерархии материи находятся элементарные частицы. Эти частицы являются компонентами атомных структур. Из атомов формируются молекулы. А далее мы попадаем в область макромира.

Правильным является вариант ответа: 1) А–В–Б–Г.

12. СИСТЕМНЫЕ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

12.1. Как уже отмечалось в предыдущем разделе, «бесконечное» разнообразие природы является следствием *иерархичности системной организации материи*, которая прежде всего связана с масштабами соответствующих структурных уровней. Для обозначения материальной структуры, которая на данном иерархическом уровне организации материи считается элементарной (неделимой), используется термин *субстрат*.

12.2. На самом глубоком уровне находятся элементарные частицы и фундаментальные физические поля, посредством которых эти частицы взаимодействуют. Изучением таких объектов занимается современная *физика*⁵. Таким образом, субстратом в физике являются *частицы* (не обязательно элементарные), взаимодействующие посредством *физических полей*.

12.3. На следующем уровне структурной организации материи располагаются *атомы*, представляющие собой устойчивые образования из элементарных частиц и полей. Описывать взаимодействие атомов, особенно сложных, с помощью законов физики — очень неблагодарный труд из-за резко возрастающей сложности математических расчетов. В то же время, перейдя на другой «язык» — язык *химии*, можно без труда описать практически все известные процессы с участием атомов. Таким образом, в химии атомы считаются элементарными (неделимыми) объектами химических процессов. Другими словами, субстратом химии являются атомы⁶.

12.4. Химия изучает процессы образования и превращения молекул. Молекулы, как известно, отличаются огромным разнообразием: от простейших, типа H_2 , CO_2 или H_2O , до самых сложных органических молекул, состоящих из сотен тысяч и миллионов атомов. Однако существует класс органических молекул — так называемые *биополимеры* (белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды), поведение которых обнаруживает особые свойства, в первую очередь самоорганизацию и самовоспроизведение, которые лежат в основе биологических процессов в природе. Поэтому субстратом *биологии* являются биополимеры.

⁵ В более широком смысле к физике относят все те явления и процессы в природе, описание которых опирается непосредственно на энергию взаимодействия между отдельными частями рассматриваемой системы и между системой и окружающей средой.

⁶ На настоящем этапе развития химии невозможно описывать или предсказывать свойства вещества, не рассматривая электронную структуру валентных электронов атома. Современная формулировка периодического закона опирается именно на эту структуру.

12.5. Если обратиться к наукам о Земле, в частности, к *геологии*, то ее субстратом являются различные минералы, свойства которых обладают ярко выраженным своеобразием по сравнению со свойствами атомов, из которых они состоят.

12.6. Возможно ли в будущем описать биологические процессы — на языке химии, химические — на языке физики, а физику представить в виде простых математических соотношений? При положительном ответе на этот вопрос мы приходим к понятию *редукционизма*, под которым понимают возможность сведения сложных явлений к более простым, более элементарным.

12.7. *Редукционизм* являлся и является весьма мощным методологическим принципом в науке, с его помощью были получены важные результаты, позволившие связать, казалось бы, совершенно различные явления. Например, электромагнитная картина мира установила единую природу электрических, магнитных и оптических явлений. Особенно эффективен редукционизм, когда рассматриваются аддитивные величины, для которых свойства целого есть просто сумма свойств отдельных частей. Однако возможности редукционизма не беспредельны. Сложные системы начиная с определенного уровня организации своей структуры обнаруживают новые качества, которые не могут быть даже описаны с помощью тех характеристик, которыми пользуются для описания отдельных частей системы. Например, свойства здания, построенного из кирпичей, нельзя свести к свойствам кирпичей, хотя бы потому, что из одних и тех же кирпичей можно построить совершенно разные здания. Точно так же из одних и тех же букв алфавита можно составить совершенно разные слова, а значит, «свойства» слов не вытекают из «свойств» составляющих их букв.

12.8. Особенно актуальна проблема редукционизма в вопросе о сущности жизни. Поведение объектов живой природы настолько отличается от неживой (косной), что люди долго объясняли и продолжают объяснять феномен жизни присутствием нематериальных факторов. Например, еще Аристотель говорил, что «душа — это энтелехия жизни», т. е. жизнь начинается там, где есть нематериальная душа. Такой подход к объяснению жизни называется *витализмом*⁷.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 12.1 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Газообразное сообщество электрически нейтральных атомов отличается от простой смеси эквивалентного числа ядер и электронов (плазмы) ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Системной упорядоченностью строения.
2. Очень высокой степенью прозрачности для электромагнитного излучения.
3. Появлением сил гравитации.
4. Исчезновением электромагнитных сил.

⁷ От лат. *vitalis* — жизненный.

Обоснование ответа. Газообразное состояние электрически нейтральных атомов прежде всего отличается системной упорядоченностью строения, в отличие от хаотического состояния компонентов плазмы. Существование таких атомов обусловлено электромагнитным взаимодействием. Кроме того, газы обладают высокой прозрачностью для электромагнитного излучения, за исключением некоторых длин волн, на которых возможно возбуждение таких атомов.

Правильными являются варианты ответа: **1) системной упорядоченностью строения; 2) очень высокой степенью прозрачности для электромагнитного излучения.**

Задание 12.2 (выберите один вариант ответа).

Свойство, показывающее, что значение величины, соответствующей целому, равно сумме величин, соответствующих его частям, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Аддитивностью.
2. Аннигиляцией.
3. Интеграцией.
4. Анизотропией.

Обоснование ответа. Формулировка задания практически полностью соответствует определению свойства аддитивности какой-либо величины. Все остальные варианты ответа относятся к другим понятиям: аннигиляция — исчезновение пары частица-античастица, интеграция — объединение частей в одно целое, анизотропия — различие свойств в разных направлениях.

Правильным является вариант ответа: **1) аддитивностью.**

Задание 12.3 (выберите варианты согласно тексту задания).

Установите соответствие взаимосвязи естественных наук с одной из причин, которая порождает эту взаимосвязь:

1. Взаимосвязь химии с биологией.
2. Взаимосвязь химии с физикой.
3. Взаимосвязь физики с биологией.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Физические методы исследования позволили проникнуть в глубь материи, познать процессы на молекулярном уровне.

Б. В основе жизни лежат химические реакции, строго координированные во времени и протекающие закономерно.

В. Молекулы живых организмов состоят из атомов химических элементов, свойства которых полностью определяют свойства живых систем.

Г. Химические реакции сопровождаются физическими процессами: тепловыми, световыми эффектами, изменением оптических, электрических свойств веществ.

Обоснование ответа. Взаимосвязь химии с биологией обусловлена тем, что в основе жизни лежат химические реакции, которые строго координиро-

ваны, согласованы в пространстве и во времени (в отличие от обычных химических реакций, протекание которых подчиняется статистическим, вероятностным законам). Взаимосвязь химии с физикой проистекает из того, что, во-первых, сами реакции обусловлены физическими взаимодействиями атомов и молекул, во-вторых, эти реакции сопровождаются различными физическими процессами (тепловыми, световыми, оптическими, электрическими и т. д.). Взаимосвязь физики и биологии, помимо того, что в основе биохимических реакций лежат физические механизмы, обусловлена тем, что физические методы позволяют проникнуть в глубь материи, познать процессы на молекулярном уровне. Вариант ответа В некорректен, так как предполагает редукцию биологии к химии, а это неверно.

Правильным является соответствие: 1 — Б; 2 — Г; 3 — А.

Задание 12.4 (*выберите один вариант ответа*).

«Внешнее воздействие, выводящее систему из термодинамического равновесия, вызывает в ней процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия» — это формулировка принципа ...

В а р и а н т ы о т в е т а :

1. Ле Шателье.
2. Дополнительности.
3. Комплементарности.
4. Наименьшего.

Обоснование ответа. Разберем варианты ответа. Принцип наименьшего действия в механике утверждает, что реализуется такая траектория движения материальной точки, для которой действие (произведение энергии на время) минимально. В некоторых задачах этот принцип позволяет упростить нахождение траектории по сравнению с непосредственным решением уравнения Ньютона $ma = F$.

Принцип комплементарности относится к молекулярной биологии. В соответствии с этим принципом последовательность нуклеотидов в одной из двух спиралей ДНК в точности определяет последовательность нуклеотидов во второй спирали, так как аденин может быть связан только с тиминном, а цитозин — с гуанином.

Принцип дополнительности был сформулирован Н. Бором: получение информации об одних физических величинах, описывающих исследуемый объект, неизбежно связано с потерей информации о других величинах, дополнительных к первым (например, координата и проекция импульса).

Таким образом, все рассмотренные варианты ответа не имеют ничего общего с вопросом задания, который на самом деле выражает принцип Ле Шателье.

Правильным является вариант ответа: 1) Ле Шателье.

Задание 12.5 (*выберите один вариант ответа*).

Физическая эволюция, по Больцману, для изолированной системы в рамках равновесной термодинамики приводит к ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Уменьшению энтропии.
2. Увеличению симметрии системы.
3. Увеличению энтропии.
4. Возникновению упорядоченных структур.

Обоснование ответа. Для изолированных замкнутых систем справедливы законы классической термодинамики, в частности второе начало, которое утверждает, что энтропия таких систем либо возрастает, либо остается постоянной.

Правильным является вариант ответа: **3) увеличению энтропии.**

Задание 12.6 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Универсальный принцип естествознания, который утверждает, что получение информации об одних величинах, описывающих исследуемый объект, неизбежно связано с потерей информации о других величинах, называется принципом ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Неопределенности.
2. Причинности.
3. Оптимальности.
4. Дополнительности.

Обоснование ответа. В вариантах ответа приведены два термина — дополненности и неопределенности. Первый связан с именем Н. Бора, второй — с именем В. Гейзенберга. Второй является частным случаем первого для конкретного применения в квантовой механике. Именно эти принципы и следует выбрать в качестве правильного ответа, так как принцип причинности скорее относится к философии и обозначает необходимую связь взаимообусловленных явлений. Принцип оптимальности иногда встречается в технических науках.

Правильными являются варианты ответа: **1) неопределенности; 4) дополненности.**

Задание 12.7 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Для реакции окисления двух молей молекулярного водорода одним молем молекулярного кислорода с образованием двух молей воды справедливы следующие утверждения:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Свойства воды целиком определяются свойствами исходных веществ — кислорода и водорода.
2. Масса получившейся воды равна сумме масс исходных компонентов — водорода и кислорода.
3. Число атомов в молекуле воды равно числу атомов кислорода и водорода.
4. Число молекул воды равно сумме числа реагирующих молекул водорода и кислорода.

Обоснование ответа. Прежде всего запишем реакцию окисления водорода кислородом $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$. В реакции участвуют две молекулы водорода и одна молекула кислорода, а получаются две молекулы воды. Следовательно, вариант 4 неверен. Свойства исходных веществ — водорода и кислорода в газообразном состоянии — совершенно не похожи на свойства получающегося продукта — воды. Значит вариант 1 тоже не подходит. Оставшиеся два варианта — 2-й и 3-й — соответствуют поставленному вопросу.

Правильными являются варианты ответа: **2) масса получившейся воды равна сумме масс исходных компонентов — водорода и кислорода; 3) число атомов в молекуле воды равно числу атомов кислорода и водорода.**

Задание 12.8 (выберите варианты согласно указанной последовательности).

Укажите правильную последовательность в структурной иерархии микромира (от большего к меньшему).

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 2) Атом углерода. | <input type="checkbox"/> 1) Молекула сахара. |
| <input type="checkbox"/> 4) Протон. | <input type="checkbox"/> 3) Ядро атома углерода. |

Обоснование ответа. Исходя из определения атома и молекулы, можно дать следующую характеристику указанных в задании веществ:

- протон — ядро атома водорода;
- ядро атома углерода состоит из шести протонов и шести нейтронов;
- атом углерода — электронейтральная система, состоящая из ядра атома углерода и шести электронов;
- молекула сахара — это молекула углевода, состоящая из атомов углерода, кислорода и водорода. Например, для простых сахаров: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Правильной является последовательность: **1) молекула сахара; 2) атом углерода; 3) ядро атома углерода; 4) протон.**

13. СТРУКТУРЫ МИКРОМИРА

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

13.1. В масштабах микромира стирается различие между частицами вещества и частицами (квантами) поля, поэтому в соответствии с общепринятой в настоящее время *стандартной моделью* все известные на сегодняшний день элементарные частицы делятся на два больших класса: частицы — источники взаимодействий и частицы — переносчики взаимодействий.

13.2. Частицы — источники взаимодействий — это фермионы, обладающие полуцелым спином и поэтому подчиняющиеся статистике Ферми–Дирака. Частицы — переносчики взаимодействий — это бозоны, обладающие целым спином и подчиняющиеся статистике Бозе–Эйнштейна.

13.2. Частицы первого класса, в свою очередь, подразделяются на две группы, отличающиеся тем, что частицы первой группы — *адроны*⁸ — участвуют во всех четырех фундаментальных взаимодействиях, включая

⁸ Названия «адрон» и «лептон» происходят от греческих слов «тяжелый» и «легкий».

сильные, а частицы второй группы — *лептоны* — не участвуют в сильных взаимодействиях.

13.3. К адронам относится очень много различных элементарных частиц, большинство из которых имеет своего «двойника» — *античастицу*. Как правило, это довольно массивные частицы, с малым временем жизни. Исключение составляют нуклоны (протоны, нейтроны). Причем если нейтроны распадаются за несколько минут, то время жизни протона превышает возраст Вселенной.

13.4. Лептонами являются шесть элементарных частиц: электрон e , *мюон* μ и *таон* τ , а также связанные с ними три *нейтрино* ν_e , ν_μ и ν_τ . Кроме того, каждая из этих частиц также имеет своего «двойника» — соответствующую античастицу. Все лептоны настолько похожи друг на друга по некоторым, специфическим в масштабах микромира свойствам, что мюон и таон можно было бы назвать тяжелыми электронами, а нейтрино — электронами, «потерявшими» заряд и массу.

13.5. Что касается адронов, то сравнительно недавно, около 30 лет назад, физики нащупали еще один «этаж» в их строении. Стандартная модель предполагает, что все адроны являются суперпозицией нескольких *кварков* и *антикварков*. Различные кварки обозначаются буквами латинского алфавита: u (up), d (down), c (charm), b (beauty), s (strange), t (truth). Кроме того, каждый из перечисленных кварков может существовать в трех состояниях, которые называются «*цветом*»: «синем», «зеленом» и «красном». В последнее время стало общепринятым говорить еще и об «*аромате*» кварка — так называют все его параметры, не зависящие от «цвета». Конечно, все эти термины не имеют ничего общего с обычными значениями соответствующих слов. Этими вполне научными терминами обозначаются физические характеристики, которым, как правило, невозможно дать макроскопическую интерпретацию. Предполагается, что кварки имеют дробный электрический заряд ($-e/3$ и $+2e/3$, где $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл — заряд электрона) и взаимодействуют друг с другом с «силой», увеличивающейся с расстоянием. Поэтому кварки нельзя «разорвать», они не могут существовать отдельно друг от друга⁹. В определенном смысле кварки являются «настоящими», «истинными» элементарными частицами для адронной формы материи. Теория, описывающая поведение и свойства кварков, называется *квантовой хромодинамикой*.

13.6. Античастицы — это элементарные частицы, масса, спин и время жизни которых точно равны этим же параметрам данной частицы, а электрический заряд, магнитный момент и некоторые другие характеристики (барионный, лептонный заряды, странность и др.) равны, но противоположны по знаку.

13.6. Частицы — переносчики взаимодействий включают в себя восемь *глюонов* (от *англ.* glue — клей), ответственных за сильные взаимодействия кварков и антикварков, *фотон*, осуществляющий электромагнитное взаи-

⁹ Сейчас ведутся поиски так называемых *реликтовых* кварков, которые оказались «неспаренными» с момента Большого Взрыва, когда образовалась наша Вселенная.

модействие, *промежуточные бозоны*, которыми обмениваются слабо взаимодействующие частицы, и *гравитон*, принимающий участие в универсальном гравитационном взаимодействии между всеми частицами.

13.7. В современной физике в определенном смысле произошел возврат к взглядам Аристотеля, считавшего, что в природе нет пустоты. Современный физический вакуум — это не пустое пространство, а низшее энергетическое состояние квантованных полей, характеризующееся отсутствием каких-либо реальных частиц. Все квантовые числа физического вакуума (импульс, электрический заряд и др.) равны нулю, но возможность виртуальных процессов приводит к ряду специфических эффектов при взаимодействии реальных частиц с вакуумом. В ряде случаев, например при спонтанном нарушении симметрии, вакуумное состояние оказывается вырожденным и обуславливает рождение реальных частиц.

13.8. С понятием «расширяющегося» физического вакуума связывают сейчас открытую недавно «темную» энергию, на которую приходится почти три четверти материи во Вселенной.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 13.1 (*выберите один вариант ответа*).

Совокупность основных характеристик элементарной частицы — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Время жизни, энтропия, заряд, цвет, момент импульса.
2. Масса, заряд, квантовое число, валентность, аромат.
3. Масса, заряд, спин, время жизни, внутренние квантовые числа.
4. Масса покоя, спин, странность, энтальпия, цвет.

Обоснование ответа. В первом варианте ответа имеется термин «энтропия», который характеризует статистические свойства больших систем частиц. Во втором варианте термин «валентность» относится к атомам. В четвертом варианте термин «энтальпия» тоже относится к термодинамическим свойствам объектов, состоящих из большого числа частиц. И только третий вариант ответа содержит характеристики, присущие только элементарным частицам.

Правильным является вариант ответа: **3) масса, заряд, спин, время жизни, внутренние квантовые числа.**

Задание 13.2 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Укажите частицы, которые в настоящее время относят к фундаментальным.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Протон.
2. Кварк.
3. Электрон.
4. Ядро атома

Обоснование ответа. «Истинно» элементарными, т. е. не состоящими из других элементарных частиц, из числа указанных в вариантах ответа являются кварк и электрон. Протон состоит из кварков, а ядро атома — из нуклонов и других элементарных частиц.

Правильными являются варианты ответа: **2) кварк; 3) электрон.**

Задание 13.3 (*выберите один вариант ответа*).

Открытие явления радиоактивности дало ключ к пониманию строения ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Твердых тел.
2. Атомов.
3. Ядер атомов.
4. Молекул.

Обоснование ответа. Радиоактивность — это явление, связанное с ядерными процессами (испускание альфа-частиц, электронов, позитронов, гамма-квантов), поэтому исследование этих процессов имеет непосредственное отношение к пониманию строения атомных ядер.

Правильным является вариант ответа: **3) ядер атомов.**

Задание 13.4 (*выберите один вариант ответа*).

Согласно современной физической картине мира элементарными фермионами являются 6 кварков различных ароматов и цветов и ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. 6 адронов.
2. 6 лептонов.
3. 8 глюонов.
4. 4 бозонов.

Обоснование ответа. В рамках стандартной модели все элементарные частицы делятся на два больших класса: фермионы, или частицы — источники взаимодействий и бозоны, или частицы — переносчики взаимодействий. В число последних входят глюоны, бозоны, фотон и гравитон. К фермионам же относятся адроны и лептоны. В свою очередь адроны, или сильно взаимодействующие фермионы, состоят из субэлементарных частиц — кварков. Таким образом, следует выбрать второй вариант ответа.

Правильным является вариант ответа: **2) 6 лептонов.**

Задание 13.5 (*выберите один вариант ответа*).

В квантовой хромодинамике изучается, каким образом кварки «склеиваются» ..., образуя адроны.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Промежуточными бозонами.
2. Глюонами.
3. Фотонами.
4. Мезонами.

Обоснование ответа. Частицами — переносчиками сильного (ядерного) взаимодействия являются восемь различных глюонов. Именно обмен этими квантами сильного взаимодействия обуславливает связь кварков и образование адронов.

Правильным является вариант ответа: **2) глюонами.**

Задание 13.6 (выберите один вариант ответа).

Кварки в свободном состоянии не наблюдаются. Это свойство связывания или удержания кварков осуществляют кванты — переносчики взаимодействия, называемые ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Фотонами. | 2. Мезонами. |
| 3. Глюонами. | 4. Бозонами. |

Обоснование ответа. Взаимодействие кварков осуществляют восемь различных глюонов. Термин «глюон» в переводе с английского означает «клей», т. е. эти кванты и есть частицы, которые как бы склеивают кварки между собой.

Правильным является вариант ответа: **3) глюонами.**

Задание 13.7 (выберите один вариант ответа).

Фундаментальные взаимодействия силовых полей осуществляются квантами — переносчиками взаимодействий. Для электромагнитного взаимодействия — это:

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. Глюоны. | 2. Фотоны. |
| 3. W-бозоны. | 4. Гравитоны. |

Обоснование ответа. Все фундаментальные взаимодействия описываются квантованными полями, которые характеризуются частицами — квантами, являющимися переносчиками соответствующих фундаментальных взаимодействий. Электромагнитное взаимодействие осуществляется с помощью обмена фотонами — частицами с равной нулю массой, без электрического заряда и единичным спином.

Правильным является вариант ответа: **2) фотоны.**

14. ПРОЦЕССЫ В МИКРОМИРЕ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

14.1. Самопроизвольное превращение одних атомных ядер в другие, которое сопровождается испусканием элементарных частиц, называется радиоактивностью. Среди процессов радиоактивных превращений различают:

- α -распад, при котором ядро испускает α -частицы — ядра гелия ${}^4_2\text{He}$;
- β -распад, связанный с испусканием или поглощением электронов или позитронов;
- γ -излучение ядер — испускание ядром γ -квантов;
- спонтанное деление тяжелых ядер;
- протонную радиоактивность.

14.2. Закон радиоактивного распада определяет количество нераспавшихся радиоактивных ядер $N(t)$ за время t

$$N(t) = N_0 2^{-t/T_{1/2}},$$

где $T_{1/2}$ — период полураспада — время, в течение которого распадается половина первоначального количества ядер N_0 .

14.3. Энергия связи определяет величину работы, которую необходимо совершить, чтобы удалить нуклоны друг от друга на расстояния, превышающие радиус действия ядерных сил

$$E_{\text{св}} = [Zm_p + (A - Z)m_n - M_{\text{ядра}}]c^2.$$

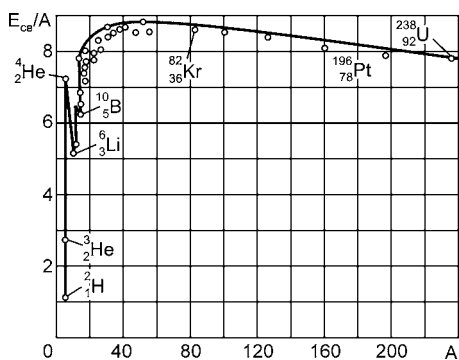


Рис. 1
Зависимость удельной энергии связи $E_{\text{св}}/A$ нуклонов в ядре от массового числа A

14.4. Энергия связи, приходящаяся на один нуклон ($E_{\text{св}}/A$), называется удельной энергией связи нуклонов в ядре. Зависимость удельной энергии связи от массового числа имеет характерный максимум в области значений $A \sim 60$ (рис. 1), т. е. около ядер железа ($A = 57$). Такая зависимость связана с конкуренцией электростатических сил отталкивания протонов в ядре и ядерных сил притяжения нуклонов друг к другу. В легких ядрах преобладают силы кулоновского отталкивания. При увеличении массы ядра все больше проявляют себя силы притяже-

ния. Однако эти силы достаточно короткодействующие, поэтому, когда ядро становится слишком большим, притяжение нуклонов, которое распространяется только на соседние частицы, опять становится не в состоянии противостоять силам электростатического отталкивания. В результате энергия связи снова уменьшается.

14.5. Максимальное значение удельной энергии связи составляет $\sim 8,5$ МэВ на один нуклон. Для сравнения, энергия связи валентных электронов в атоме имеет порядок 10 эВ, т. е. энергия связи нуклонов в ядре в миллион раз больше, чем связь электронов в атоме.

14.6. Зависимость удельной энергии связи от массового числа объясняет принципиальную возможность получать энергию в ядерных реакциях деления и синтеза.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 14.1 (выберите несколько вариантов ответов).

При естественной радиоактивности ядра некоторых атомов могут самопроизвольно ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Делиться на ядра более легких химических элементов, испуская при этом нейтроны.

2. Испускать постоянное рентгеновское излучение независимо от температуры или давления.

3. Превращаться в ядра других химических элементов без обмена энергией и частицами с окружающей средой.

4. Превращаться в ядра других элементов с испусканием ядер атомов гелия, электронов и электромагнитного излучения.

Обоснование ответа. Радиоактивностью, как известно, называется самопроизвольное превращение одних атомных ядер в другие, сопровождаемое испусканием элементарных частиц. К радиоактивным процессам относятся α -распад (испускание ядер гелия), β -распад (испускание электронов и позитронов), γ -излучение ядер (излучение электромагнитных волн с энергией 3–4 МэВ), спонтанное (самопроизвольное) деление тяжелых ядер и др. Исходя из этого, следует выбрать первый и четвертый варианты ответов.

Правильными являются варианты ответов: **1) делиться на ядра более легких химических элементов, испуская при этом нейтроны; 4) превращаться в ядра других элементов с испусканием ядер атомов гелия, электронов и электромагнитного излучения.**

Задание 14.2 (выберите один вариант ответа).

Способность некоторых атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра с испусканием частиц, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Люминесценцией.
2. Радиоактивностью.
3. Флюоресценцией.
4. Радиационным захватом.

Обоснование ответа. Вопрос задания является определением явления радиоактивности (см. обоснование ответа на предыдущее задание).

Правильным является вариант ответа: **2) радиоактивностью.**

Задание 14.3 (выберите один вариант ответа).

Стабильное атомное ядро с массой M_N состоит из Z протонов и N нейтронов. Масса свободного протона m_p , масса свободного нейтрона m_n . Какое из приведенных ниже условий выполняется для массы этого ядра ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. $M_N = m_p$.
2. $M_N = m_p + m_n$.
3. $M_N > m_p + m_n$.
4. $M_N < m_p + m_n$.

Обоснование ответа. Взаимодействие (притяжение) нуклонов в ядре приводит к тому, что энергия ядра становится меньше, чем суммарная энергия покоя свободных нуклонов, составляющих это ядро. Ведь для того, чтобы преодолеть это притяжение, «разорвать» ядро, надо затратить энергию. В релятивистской физике энергия покоя и масса связана знаменитым соотношением $E = mc^2$, где c — скорость света. Значит, и масса ядра меньше массы покоя слагающих его нуклонов (протонов и нейтронов).

Правильным является вариант ответа: **4) $M_N < m_p + m_n$.**

Задание 14.4 (выберите один вариант ответа).

За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в 3 раза. Во сколько раз уменьшится количество этого изотопа за 2 года?

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. 6. 2. 8. 3. 9. 4. 12.

Обоснование ответа. В соответствии с законом радиоактивного распада число нераспавшихся ядер в момент времени t связано с количеством ядер в начальный момент времени соотношением

$$N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}},$$

где T — период полураспада (время, в течение которого распадается половина первоначального количества ядер). По условию задания для $N(t=1) = N_0/3$, значит, $2^{-2t/T} = 1/3$. Теперь мы можем определить, сколько ядер распадется через любое заданное время. В частности, если $t = 2$, то $N/N_0 = 2^{-2t/T} = 1/9$.

Правильным является вариант ответа: **3) 9.**

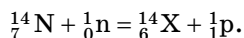
Задание 14.5 (выберите один вариант ответа).

При нейтронной бомбардировке атома азота ${}^{14}_7\text{N}$ испускается протон ${}^1_1\text{p}$. В ядро какого изотопа превращается ядро азота?

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Углерод ${}^{14}_6\text{C}$. 2. Кислород ${}^{16}_8\text{O}$.
3. Фтор F. 4. Алюминий Al.

Обоснование ответа. При ядерных превращениях не должны нарушаться законы сохранения электрического заряда и закон сохранения числа нуклонов. Поэтому бомбардировка атомов азота описывается следующей реакцией:



Следовательно, в результате рассматриваемой реакции образуется изотоп элемента ${}^A_Z\text{X}$ с зарядом $+6$ и массовым числом $A = 14$. По таблице Менделеева находим, что это бета-радиоактивный изотоп углерода ${}^{14}_6\text{C}$.

Правильным является вариант ответа: **1) углерод ${}^{14}_6\text{C}$.**

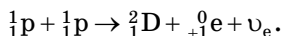
Задание 14.6 (выберите один вариант ответа).

Протон — протонный цикл представляет собой:

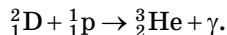
В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Слияние двух протонов в ядро дейтерия.
2. Превращение четырех ядер водорода (протонов) в одно ядро гелия.
3. Взаимодействие дейтерия и протона с образованием изотопа гелия-3.
4. Слияние трития и дейтерия с образованием гелия.

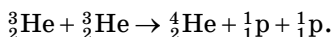
Обоснование ответа. Синтез ядер водорода в ядра гелия, по-видимому, является источником энергии Солнца и звезд, температура в недрах которых $\sim 10^7 \div 10^8$ К. Этот синтез осуществляется путем так называемого протон-протонного цикла, начинающегося ядерной реакцией



Образовавшееся ядро дейтерия сталкивается с протоном и объединяется в ядро изотопа гелия-3



Последним звеном цикла является реакция



Итогом цикла является превращение четырех протонов в ядро гелия.

Правильным является вариант ответа: **2) превращение четырех ядер водорода в одно ядро гелия.**

15. ХИМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

15.1. *Атомом* называют электронейтральную квантово-механическую систему, состоящую из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, вероятность нахождения которых в пространстве определяется квадратом модуля волновой функции $|\Psi|^2$. Ядро состоит из нуклонов (протонов и нейтронов), которые почти в две тысячи раз массивнее электронов, поэтому масса атома в основном сосредоточена в его ядре. Размер ядра оценивается значением $\sim 10^{-15}$ м, что почти в миллион раз меньше размеров атома ($\sim 10^{-8} \dots 10^{-9}$ м).

15.2. *Химический элемент* — это совокупность определенных видов атомов с одинаковым зарядом ядра (${}_Z^AX$). Заряд ядра Z определяется числом протонов в ядре, а массовое число A — числом нуклонов. Свойства химического элемента зависят от заряда атома. Заряд атома определяет место химического элемента в таблице Менделеева. Атомы одного и того же химического элемента могут отличаться числом нейтронов в ядре, такие атомы называются *изотопами*.

15.3. Реакционная способность элемента, его активность в химических реакциях определяется количеством электронов на внешних оболочках атома. Если атом имеет незаполненные внешние электронные оболочки, то он способен отдавать или приобретать электроны на эти оболочки в зависимости от *валентности* — способности атома к образованию химической связи. Под химической связью понимают определенное взаимодействие атомов через их электроны, приводящее к заданной конфигурации атомов.

15.4. Вещество, которое состоит из атомов в определенном соотношении и объединенных определенной химической связью, является *химическим соединением*.

15.5. *Молекула* — это наименьшая частичка вещества, обладающая его химическими свойствами. При образовании химических связей электроны переходят от одного атома к другому и уже не принадлежат какому-то определенному атому, а обобщены (гибридизованы).

15.6. Особое место среди химических соединений занимают *макромолекулы*. Они могут состоять из большого (огромного!) числа атомов (в отличие от обычных молекул, состоящих из небольшого числа атомов) и обладают качественно новыми свойствами.

15.7. Органическими молекулами являются те, которые содержат углеродные цепи и циклы. Образованные из таких молекул вещества также называют органическими.

15.8. *Закон периодичности* (Д. И. Менделеева): свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины атомных весов элементов. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева, помещенная на форзаце настоящего пособия, является графическим (табличным) изображением периодического закона.

15.9. В периодической системе по горизонтали имеется семь периодов (обозначены арабскими цифрами), из них первый, второй и третий называются малыми, а остальные — большими. Каждый период за исключением первого начинается щелочным металлом и заканчивается благородным газом (седьмой период — незаконченный). В системе 10 рядов (обозначены римскими цифрами). Каждый малый период состоит из одного ряда, каждый большой — из двух рядов: четного (верхнего) и нечетного (нижнего). В четных рядах больших периодов находятся металлы. По вертикали расположено восемь групп (обозначены римскими цифрами). Номер группы связан со степенью окисления элементов, проявляемой ими в соединениях. Каждая группа делится на две подгруппы, причем главную подгруппу начинает элемент малого периода или первый элемент группы. В побочную подгруппу входят элементы только больших периодов. VIII группа отличается от остальных: кроме главной подгруппы гелия она содержит побочную подгруппу, состоящую из триад железа, рутения, осмия.

15.10. Все свойства элементов таблицы Д. И. Менделеева объясняются порядком заполнения электронами энергетических уровней (оболочек) и подуровней (подоболочек) атомов. Каждый период начинается элементом, в атоме которого на внешней электронной оболочке находится один *s*-электрон. Завершаются периоды благородными газами, атомы которых имеют полностью заполненную внешнюю электронную оболочку. Номер группы, как правило, указывает число электронов, которые могут участвовать в образовании химических связей.

15.11. Современная формулировка периодического закона Д. И. Менделеева такова: *свойства химических элементов, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядер их атомов.*

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 15.1 (*выберите один вариант ответа*).

Электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Атомом.
2. Ионом.
3. Химическим элементом.
4. Молекулой.

Обоснование ответа. При ответе на этот достаточно простой вопрос могут возникнуть сомнения в выборе правильного ответа. Дело в том, что наиболее подходящим ответом, конечно, является «атом», однако, существуют одноатомные молекулы (например, благородные газы), для которых понятия «атом» и «молекула» совпадают. Тем не менее, это является исключением, а в общем случае молекула состоит из нескольких или многих атомов. Что касается химического элемента, то, по определению, это понятие относится к совокупности атомов с одинаковым зарядом ядра.

Правильным является вариант ответа: **1) атомом.**

Задание 15.2 (выберите один вариант ответа).

Принадлежность атомов к данному химическому элементу определяется ...

1. Зарядом атома.
2. Массой ядра.
3. Числом электронов на внешнем уровне.
4. Зарядом ядра атома.

Обоснование ответа. Для ответа на этот вопрос достаточно знать определение химического элемента, которое приведено в обосновании ответа на предыдущее задание.

Правильным является вариант ответа: **4) зарядом ядра атома.**

Задание 15.3 (выберите один вариант ответа).

Совокупность атомов с определенным зарядом ядра — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Молекула.
2. Химический элемент.
3. Химическое соединение.
4. Равновесная химическая система.

Обоснование ответа. Ответ на это задание также связан с определением понятия «химический элемент» (см. обоснование ответа на задание 15.1).

Правильным является вариант ответа: **2) химический элемент.**

Задание 15.4 (выберите один вариант ответа).

Структурной единицей, сохраняющейся в химических превращениях, является ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Вещество.
2. Мономер.
3. Атом.
4. Молекула.

Обоснование ответа. По определению атом является наименьшей частью химического элемента, являющейся носителем его свойств. Атом

способен существовать неограниченно долго (если не считать самопроизвольные распады атомов, обусловленные радиоактивностью) и сохраняться в химических превращениях.

Правильным является вариант ответа: **3) атом**.

Задание 15.5 (выберите один вариант ответа).

Наиболее распространенным химическим элементом в неживой природе является ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|------------|--------------|
| 1. Натрий. | 2. Кислород. |
| 3. Уран. | 4. Алюминий. |

Обоснование ответа. Для выбора ответа достаточно знать распространенность указанных элементов, например, в земной коре: Al — 8,2%, O — 47,4%, Na — 2,3%, U — $2,4 \cdot 10^{-4}\%$. Следует, правда, иметь в виду, что задание предполагает выбор ответа из приведенных вариантов. Если же брать Вселенную в целом, то наиболее распространенными следует назвать водород и гелий.

Правильным является вариант ответа: **2) кислород**.

Задание 15.6 (выберите один вариант ответа).

Число известных в настоящее время химических элементов составляет ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. Не более 50. | 2. Более 100. |
| 3. Более 1000. | 4. Не более 30. |

Обоснование ответа. Летом 2009 года Международный союз чистой и прикладной химии (IUPAC) одобрил официальную регистрацию сверхтяжелого химического элемента, синтезированного группой немецких физиков из Дармштадского университета. Этот элемент займет в таблице Менделеева 112-е место. Временное название этого элемента — унунбий (от лат. ununbi — один-два-три). Известно также, что еще в 2006 году российскими учеными из Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне был синтезирован 118-й элемент, однако официальной регистрации он еще не прошел.

Правильным является ответ: **2) более 100**.

Задание 15.7 (выберите один вариант ответа).

В следующем описании: «натрий — мягкий серебристо-белый металл, плавящийся при температуре 97,8°C, ядовитый», натрий выступает как ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Химический элемент.
2. Химическое соединение.
3. Молекула.
4. Простое вещество.

Обоснование ответа. В вопросе задания речь идет об описании свойств простого вещества — натрия. Безусловно, натрий является и химическим элементом, характеризующимся положением в таблице Д. И. Менделеева, и молекулой — наименьшей частицей вещества, обладающей его химическими свойствами. Однако в задании указаны физические свойства этого вещества.

Правильным является вариант ответа: **4) простое вещество.**

Задание 15.8 (выберите один вариант ответа).

Структурной единицей, сохраняющейся в химических превращениях, является...

В а р и а н т ы о т в е т а :

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Атом. | 2. Молекула. |
| 3. Вещество. | 4. Мономер. |

Обоснование ответа. Легко привести множество примеров того, как в химических превращениях разрушаются (или, наоборот, создаются новые) молекулы, одни вещества превращаются в другие. При этом низменными остаются атомы химических соединений, участвующих в реакциях.

Правильным является вариант ответа: **1) атом.**

16. РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ВЕЩЕСТВ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

16.1. Химические реакции — это превращения одного или нескольких исходных веществ в отличающиеся от них по химическому составу и строению другие вещества. Химические реакции не меняют ни общего числа атомов, ни изотопного состава. На языке физики все химические реакции — это не что иное, как перестройка электронов в атомах, участвующих в реакциях, в то время как ядра в процессе этой реакции остаются незатронутыми.

16.2. Молекулы и атомы находятся в непрерывном тепловом движении, сталкиваясь друг с другом. При соударениях молекул выделяется достаточное количество энергии для разрыва электронных связей, их перестройки, формирования нового набора атомов, т. е. образование нового соединения. Это и есть физическое понимание химических реакций, которые могут быть *обратимыми* и *необратимыми* в зависимости от энергии реакции. Самопроизвольно реакция идет в сторону уменьшения энергии и увеличения энтропии в ходе реакции.

16.3. Если реакция сопровождается выделением тепла, то ее называют *экзотермической*, если с поглощением — то *эндотермической*. К экзотермическим реакциям относятся, как правило, все реакции соединения (например, $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$), а типичными эндотермическими реакциями являются реакции разложения (например, $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$). Это связано с тем, что в реакциях соединения молекулы реагентов образуют более устойчивую конфигурацию, сильнее связаны друг с другом. Поэтому их потенциальная

энергия U_1 понижается по сравнению с тем значением U_0 , которое соответствует свободным, невзаимодействующим молекулам (можно считать $U_0 = 0$, тогда $U_1 < 0$). Энергия, равная разности $U_0 - U_1$, выделяется в виде тепла. При разложении молекулы на более простые компоненты, наоборот, требуется затратить энергию на разрыв молекулярных связей.

16.4. Химический процесс представляет собой последовательную смену состояний химической системы, в ходе которой образуется новое химическое вещество.

16.5. Учение о скоростях и механизмах химических реакций называется *химической кинетикой*. Под скоростью химической реакции понимают изменение концентрации одного из реагирующих веществ или продуктов в единицу времени при неизменном объеме системы. Скорость химической реакции зависит от природы реагирующих веществ и условий протекания реакции: концентрации, температуры, присутствия катализаторов, а также от некоторых других факторов.

16.6. Закон действующих масс: скорость химической реакции v пропорциональна концентрациям реагирующих веществ c_A, c_B

$$v = kc_Ac_B,$$

где k — константа скорости реакции.

16.7. Правило Вант-Гоффа: при повышении температуры на каждые 10° скорость большинства химических реакций увеличивается в 2–4 раза. Сильное изменение скорости реакции с изменением температуры объясняется тем, что в химическое взаимодействие вступают только активные молекулы (частицы), обладающие достаточной энергией для осуществления данной реакции. Неактивные частицы можно сделать активными, если сообщить им необходимую дополнительную энергию, которая называется *энергией активации*.

16.8. Катализ — это процесс изменения скорости реакции под действием или при участии особых веществ — *катализаторов*, которые участвуют в реакции, но не расходуются и не входят в состав ее конечных продуктов. Все основные биоорганические процессы являются каталитическими, роль катализаторов в них играют различные ферменты (белки). Например, природным катализатором является хлорофилл. Существуют также вещества, замедляющие процесс реакции. Они называются *ингибиторами*.

16.9. Роль катализатора может играть не только какое-то конкретное химическое вещество, но и сам химический процесс. *Автокаталитические* химические реакции — это реакции, в которых продукт конечной или промежуточной стадии ускоряет процесс, т. е. он сам становится катализатором.

16.10. Обратимые химические реакции не доходят до конца и заканчиваются установлением *химического равновесия*, когда скорости прямой и обратной реакции равны между собой. В состоянии равновесия прямая и обратная реакции не прекращаются, поэтому такое равновесие является динамическим. На состояние химического равновесия оказывают влияние различные факторы. Под действием этих факторов может происходить сме-

щение (или сдвиг) химического равновесия. Если на систему, находящуюся в равновесии, производится какое-то воздействие (изменяется концентрация, температура, давление), то оно благоприятствует протеканию той из двух противоположных реакций, которая уменьшает воздействие (*принцип Ле Шателье*).

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 16.1 (*выберите один вариант ответа*).

Химическая реакция есть процесс ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Объединения всех электронных оболочек атомов.
2. Превращения одних химических веществ в другие.
3. Превращения одних химических элементов в другие.
4. Распада атомов на ядра и электроны.

Обоснование ответа. Химическая реакция — это превращение одного или нескольких исходных веществ в отличающиеся от исходных по химическому строению и составу другие вещества (см. основные сведения). Этому определению соответствует только второй вариант ответа. Что касается первого варианта, то при образовании нового химического вещества действительно может происходить объединение электронных оболочек атомов, но не всех, а только валентных. Превращения одних химических элементов в другие происходит в ядерных реакциях, например при радиоактивном распаде. А вот распад атомов на ядра и электроны требует очень больших энергозатрат (ядерный взрыв и т. п.).

Правильным является вариант ответа: **2) превращения одних химических веществ в другие.**

Задание 16.2 (*выберите один вариант ответа*).

Способность атомов образовывать химические соединения обусловлена ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Величиной их заряда.
2. Устойчивостью их ядра.
3. Строением их ядра.
4. Строением их электронных оболочек.

Обоснование ответа. Химическим соединением называется вещество, которое состоит из атомов в определенном соотношении, объединенных определенной химической связью. Химическая связь образуется с помощью валентных электронов, так что именно строение электронных оболочек атомов определяет их способность образовывать химические соединения. От величины заряда ядра, строения и устойчивости ядра эта способность никак не зависит.

Правильным является вариант ответа: **4) строением их электронных оболочек.**

Задание 16.3 (выберите несколько вариантов ответа).

Давая характеристику автокатализатора, можно сказать, что автокатализатор — это вещество, которое:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Изменяет состояние химического равновесия.
2. Изменяет скорость химической реакции.
3. Является одновременно и катализатором, и одним из продуктов реакции.
4. Является одновременно и катализатором, и одним из реагентов реакции.

Обоснование ответа. Автокатализатор — это один из продуктов химической реакции, который ускоряет химическую реакцию, т. е. играет роль катализатора. Значит, из двух вариантов — третьего и четвертого — следует выбрать третий. Кроме того, автокатализатор, являясь катализатором, изменяет скорость (ускоряет) химической реакции.

Правильными являются варианты ответа: **2) изменяет скорость химической реакции; 3) является одновременно и катализатором, и одним из продуктов реакции.**

Задание 16.4 (выберите несколько вариантов ответа).

Катализатор ускоряет химическую реакцию за счет ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Ослабления химической связи в исходных молекулах.
2. Создания промежуточных соединений с участием катализатора.
3. Возбуждения исходных молекул при столкновениях с молекулами катализатора.
4. Увеличения температуры в реакторе.

Обоснование ответа. Шведский химик С. Аррениус показал, что скорость химической реакции V зависит от энергии активации:

$$V = K_0 \exp \frac{-E_{\text{акт}}}{RT},$$

где R — молярная газовая постоянная, T — термодинамическая температура, K_0 — некоторая постоянная. Чтобы снизить порог начала реакции, обычно требуется уменьшить энергию активации, например с помощью катализа. Вещество-катализатор ослабляет химическую связь в исходных молекулах (уменьшает величину энергии активации $E_{\text{акт}}$) и увеличивает скорость протекания химической реакции, причем сам катализатор не входит в состав конечных продуктов реакции. Однако в состав промежуточных соединений катализатор входить может, поэтому правильными являются первый и второй варианты ответа.

Правильными являются варианты ответа: **1) ослабления химической связи в исходных молекулах, 2) создания промежуточных соединений с участием катализатора.**

Задание 16.5 (выберите один вариант ответа).

Экзотермической реакцией называется реакция, в которой ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Выделяется энергия.
2. Поглощается энергия.
3. Не выделяется и не поглощается энергия.
4. Реагенты не взаимодействуют.

Обоснование ответа. По определению экзотермической называется химическая реакция с выделением энергии (тепла).

Правильным является вариант ответа: **1) выделяется энергия.**

Задание 16.6 (выберите один вариант ответа).

Основными уровнями развития химического знания являются учения о составе, закономерностях химических процессов, эволюционная химия и ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Структурная химия.
2. Атомно-молекулярное учение.
3. Учение о периодичности свойств элементов и их соединений.
4. Учение о самоорганизации каталитических систем.

Обоснование ответа. Принято различать четыре концептуальных уровня в развитии химии: учение о составе, учение о структуре, учение о закономерностях химических процессов и учение об эволюционных процессах в химии. Таким образом, следует выбрать первый вариант ответа.

Правильным является вариант ответа: **1) структурная химия.**

Задание 16.7 (выберите один вариант ответа).

Составьте иерархическую последовательность эволюции химических знаний.

- А. Учение о составе.
- Б. Учение о закономерностях химических процессов.
- В. Эволюционная химия.
- Г. Структурная химия.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. А–Г–Б–В.
2. А–Б–Г–В.
3. Г–А–Б–В.
4. Б–А–В–Г.

Обоснование ответа. Хронологическая последовательность концептуальных уровней в химии приведена в обосновании ответа к предыдущему заданию. Таким образом, и в этом задании правильным является первый вариант ответа.

Правильной является последовательность: **1) А–Г–Б–В.**

Задание 16.8 (выберите один вариант ответа).

Эндотермической химической реакцией называется реакция, при которой ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Реагенты не взаимодействуют.
2. Выделяется энергия.
3. Поглощается энергия.
4. Не выделяется и не поглощается энергия.

Обоснование ответа. Реакция, которая сопровождается поглощением тепла, называется эндотермической.

Правильным является вариант ответа: 3) **поглощается энергия.**

17. ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

17.1. Организация живой материи представляет собой сложную иерархическую систему. На нижнем уровне, который можно назвать *атомно-молекулярным*, наиболее интересным является то, что для построения биологического субстрата природа использует сравнительно небольшое число химических элементов. Это, прежде всего, так называемые *органогены*: водород H, углерод C, азот N и кислород O. Помимо них, еще 14 химических элементов имеют существенное значение для жизни: фосфор P, сера S¹⁰, кальций Ca, хлор Cl, кобальт Co, медь Cu, иод I, железо Fe, магний Mg, марганец Mn, молибден Mo, калий K, натрий Na, цинк Zn.

17.2. Центральное место в построении живых систем занимает углерод C. Важнейшим свойством углерода является его способность образовывать прочные ковалентные связи друг с другом. В результате образуются длинные цепи, в том числе замкнутые, с бесконечно разнообразной структурой.

17.3. Свыше 90% всей массы живых клеток приходится на долю молекул одного типа, а именно воды H₂O. Биохимическая роль этих молекул определяется способностью служить растворителем в химических реакциях.

17.4. Следующий уровень — уровень биологического субстрата — называется *макромолекулярным*. Живые системы построены из макромолекул (биополимеров) трех типов: *полисахариды, белки и нуклеиновые кислоты*. Подробнее об этих молекулах будет идти речь в следующем разделе.

17.5. Фундаментальные свойства живого начинают проявляться с *клеточного* уровня. Именно клетка является тем минимальным объектом живой природы, который является носителем жизненных функций. Любая клетка отгорожена от окружающей среды мембраной или клеточной стенкой и представляет собой, образно говоря, биохимический «завод» по производству новых клеток. «Конвейерами» по синтезу новых клеточных белков являются специальные «автоматы», которые называются рибосомами. Эти компоненты клетки плавают прямо в цитоплазме. Энергетические станции клетки-«завода» расположены в митохондриях. «Склады» готовой продукции,

¹⁰ Фосфор и серу иногда также относят к элементам-органогенам.

специальные службы уборки «территории» находятся в аппарате Гольджи. «Командный пункт», центр управления процессами, инженерные и конструкторские отделы, информационное обеспечение — все это находится в клеточном ядре.

17.6. Работу клетки можно описать так называемой *центральной догмой* (или *основным постулатом*) *молекулярной биологии*, в соответствии с которой сначала в ядре формируется матричная (или информационная) РНК (мРНК или иРНК), которая копирует генетическую информацию, заложенную в ДНК. Этот процесс называется *транскрипцией*. Достаточно длинные цепи мРНК выходят из ядра в цитоплазму и встречаются с белковыми структурами — рибосомами, которые начинают двигаться гуськом вдоль цепи мРНК. Одновременно к рибосомам доставляются детали белков — аминокислоты. Этим занимаются различные транспортные РНК (тРНК). Процесс синтеза белка на рибосомах называется *трансляцией*. Для будущей клетки недостаточно только сформировать новые белки, нужно передать ей и весь пакет информационной «документации». Поэтому в ядре происходит копирование (*репликация*) молекул ДНК (двойная спираль ДНК раскручивается, ее цепи расходятся и на каждой из них формируется *комплементарная* последовательность нуклеотидов).

17.7. На *тканево-органо*м уровне клетки объединяются в ткани — совокупность клеток с одинаковым типом организации и исполнительными функциями, а совместно функционирующие клетки разных тканей составляют органы. У человека и высших животных гистологи различают четыре основных ткани: эпителиальную, мышечную, соединительную (включая кровь) и нервную.

17.8. На Земле существует огромное разнообразие особей одноклеточных и многоклеточных животных, растений и других организмов. Вне особей жизни нет! Одна особь от другой отличается системой признаков, которая называется *фенотипом*. Информация о фенотипе организма закодирована в *генах*, представляющих собой особые функциональные единицы ДНК. Совокупность всех генов организма называется *генотипом*.

17.9. Основные стадии *онтогенеза* — индивидуального развития организма от оплодотворения до смерти: эмбриональная (*дробление, гаструляция и первичный органогенез*) и постэмбриональная. Цепочка организмов от родителей к детям имеет длинную историю, причем в силу изменчивости генов организмы на протяжении своей истории меняют свой внешний вид и другие параметры фенотипа. Этот исторический путь организмов называется *филогенезом*. Биогенетический закон: *онтогенез всякого организма есть краткое повторение (рекапитуляция) филогенеза данного вида* (Э. Геккель, 1866).

17.10. *Биологический вид* представляет собой целостную биологическую макросистему морфологически и физиологически сходных особей, способных скрещиваться друг с другом, давая плодовитое потомство. Вид распадается на более мелкие естественные группировки особей — *популяции*, представляющие собой население отдельных относительно небольших участков в пределах зоны распространения (ареала) данного вида. Все процессы, ведущие к каким бы то ни было изменениям вида, начинаются на уровне видовых

популяций. Эти процессы преобразования популяционных генофондов называется *микрореволюцией*.

17.11. В реальности ареалы различных биологических видов пересекаются, что позволяет выделить следующий иерархический уровень организации живой материи — биоценотический. *Биоценоз* — это совокупность растений, животных и микроорганизмов, длительное время населяющих участок суши или водоема и связанных определенными отношениями между собой (*биотическими связями*).

17.12. *Биогеоценоз (или экосистема)* — исторически сложившееся сообщество организмов разных видов (биоценоз), тесно связанных между собой и окружающей их неживой природой (биотоп) обменом веществ, энергии и информации, так что эта единая система сохраняет устойчивость в течение продолжительного времени.

17.13. *Биосфера* — экологическая система планетарного масштаба (живая мегасистема), обладающая такими фундаментальными функциями живого, как самовоспроизведение, устойчивость, саморегуляция и способность к эволюции. Занимает верхнюю твердую оболочку Земли (литосферу), гидросферу и нижнюю часть газовой оболочки (атмосферы).

17.14. Основные функции живого: *метаболизм (обмен веществ), раздражимость, адаптация, самовоспроизведение*. Путем обмена веществ, энергии и информации с окружающей средой живая материя обеспечивает поддержание относительно низкого значения энтропии, высочайшего порядка в организации и функциональной согласованности. Способность воспринимать внешние и внутренние воздействия (раздражимость) и адекватно на них реагировать (адаптироваться) позволяет объектам живой природы поддерживать гомеостаз и относительно динамическое постоянство состава и свойств внутренней структуры и устойчивость основных физиологических функций.

17.15. Жизнь стремится сохранить себя на более высоком иерархическом уровне за счет самозамени на более низком уровне. И в этом случае действуют те же адаптивные механизмы, которые проявляются на монобиологическом уровне. С одной стороны, новые объекты должны быть близки к тем, которых они заменяют, и это обеспечивается *наследственностью* при самовоспроизведении объектов. С другой — новые объекты должны гибко следовать за изменениями внешней среды, что невозможно без механизмов *изменчивости* при самовоспроизведении.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 17.1 (*выберите один вариант ответа*).

Совокупность организмов различных видов сложности со всеми факторами конкретной среды их обитания образует ... уровень организации живой материи.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Организменный.
2. Биогеоценотический.

3. Популяционно-видовой.

4. Молекулярно-генетический.

Обоснование ответа. При выборе ответа на это задание следует вспомнить определение биогеоценоза (или экосистемы) — исторически сложившееся сообщество организмов разных видов (биоценоз), тесно связанных между собой и окружающей их неживой природой (биотоп) обменом веществ, энергии и информации.

Правильным является вариант ответа: **2) биогеоценозический.**

Задание 17.2 (выберите варианты согласно тексту задания).

Установите соответствие между свойством живого и проявлением этого свойства в живом организме:

1. Обмен веществ и энергии.

2. Способность к самовоспроизведению.

3. Гомеостаз.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Живые организмы способны поддерживать внутри себя определенное стационарное состояние даже в условиях значительных изменений внешней среды.

Б. В клетке существует молекулярная самовосстанавливающаяся система линейного кодирования.

В. Любая составная часть организма имеет специальное назначение и выполняет строго определенную функцию.

Г. Фотосинтезирующие клетки растений улавливают энергию солнечного излучения и расходуют ее на превращение углекислого газа и воды в углеводы.

Обоснование ответа. Обмен веществ и энергии (метаболизм) является одним из основных свойств любой живой системы. Именно благодаря метаболизму живая система способна поддерживать свой высокий структурный порядок и согласованность в выполнении функций. Конкретным проявлением метаболизма являются многочисленные биохимические реакции, в том числе и реакции фотосинтеза (1 — Г). Способность к самовоспроизведению невозможна без механизма наследственности, т. е. кодирования информации о старой системе и перенесения ее на новую систему. Этот механизм в живой природе реализуется на молекулярном уровне (2 — Б). Гомеостаз позволяет живой системе «подстраивать» себя под изменения окружающей среды, а также определенным образом «подстраивать» среду под изменения внутри системы. В обоих случаях целью гомеостаза является поддержание состояния системы на оптимальном уровне (3 — А).

Правильным является соответствие: **1 — Г; 2 — Б; 3 — А.**

Задание 17.3 (выберите один вариант ответа).

Биологическая микросистема охватывает уровни ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Организменный.

2. Тканевый и органный.

3. Биоценоотический.

4. Молекулярный и клеточный.

Обоснование ответа. Из предложенных вариантов ответа к объектам микромира можно отнести только молекулы и (с определенной натяжкой) клетку. Остальные варианты указывают на макроскопические объекты.

Правильным является вариант ответа: **4) молекулярный и клеточный.**

Задание 17.4 (*выберите один вариант ответа*).

Элементарной единицей живого является ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Клеточная органелла. 2. Клетка.

3. Вирус. 4. Белок.

Обоснование ответа. Несмотря на то что субстратом живого являются макромолекулы — белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, сами по себе они не проявляют функций живой материи — метаболизм, раздражимость, адаптация, самовоспроизведение и т. д. Эти функции возникают только на уровне клетки. Что касается вирусов, то эти доклеточные формы организации макромолекул являются как бы «переходными мостиками», связывающими в единое целое мир живых организмов с безжизненным органическим веществом.

Правильным является вариант ответа: **2) клетка.**

Задание 17.5 (*выберите варианты согласно тексту задания*).

Установите соответствие между особенностями атома углерода и вытекающими из них свойствами органических молекул:

1. Способность атомов углерода связываться друг с другом различными способами.

2. Образование лабильных, относительно непрочных связей с кислородом, азотом, серой, фосфором.

3. Способность образовывать высокомолекулярные соединения.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Образование функциональных групп, обуславливающих химическую активность органических молекул.

Б. Высокая прочность связей в органических молекулах, приводящая к малой химической активности.

В. Образование надмолекулярных структур, которые определяют функциональную активность биополимеров.

Г. Многообразие органических молекул.

Обоснование ответа. Способность атомов углерода связываться друг с другом различными способами обуславливает многообразие органических веществ (1 — Г). Образование лабильных, относительно непрочных связей с кислородом, азотом, серой, фосфором приводит к образованию функциональных групп, обуславливающих химическую активность органических молекул (2 — А). Способность образовывать высокомолекулярные соединения

приводит к образованию надмолекулярных структур, которые определяют функциональную активность биополимеров (З — В).

Правильным является соответствие: 1 — Г; 2 — А; 3 — В.

Задание 17.6 (выберите один вариант ответа).

Способность воды растворять ионные вещества и таким образом обеспечивать жизнедеятельность клетки обусловлена тем, что ...

1. Атомы в молекулах воды соединены ионной связью.
2. Молекулы воды сильно полярны.
3. Молекулы воды содержат кислород.
4. Вода всегда содержит ионы.

Обоснование ответа. Структура молекулы воды такова, что оба атома водорода располагаются по одну сторону от более крупного атома кислорода, что приводит к сильной электрической поляризации молекулы воды: «плюсы» и «минусы» в молекуле смещены друг относительно друга. Это позволяет воде быть очень хорошим растворителем. Электрические диполи молекул воды как бы разрывают молекулы других веществ, и ионы растворенного вещества легко перемещаются в растворе.

Правильным является вариант ответа: 2) молекулы воды сильно полярны.

Задание 17.7 (выберите один вариант ответа).

Ферментативный процесс, посредством которого на молекуле ДНК образуется молекула РНК, комплементарная небольшому участку одной из полинуклеотидных цепей ДНК, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Транскрипция.
2. Трансляция.
3. Репарация.
4. Редупликация.

Обоснование ответа. В соответствии с основным постулатом молекулярной биологии сначала в ядре формируется матричная (или информационная) РНК (мРНК), которая копирует генетическую информацию, заложенную в ДНК. Этот процесс называется *транскрипцией*.

Правильным является вариант ответа: 1) транскрипция.

Задание 17.8 (выберите один вариант ответа).

Процесс, посредством которого происходит сборка полипептидной цепи, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Трансляция.
2. Транскрипция.
3. Редупликация.
4. Репарация.

Обоснование ответа. После того как произошла транскрипция и в ядре сформировалась мРНК, последняя выходит из ядра в цитоплазму и встречается с белковыми структурами — рибосомами, которые начинают двигаться гуськом вдоль цепи мРНК. Одновременно к рибосомам доставляются детали белков — аминокислоты. Процесс синтеза белка на рибосомах называется *трансляцией*.

Правильным является вариант ответа: 1) трансляция.

Задание 17.9 (*выберите один вариант ответа*).

В процессе биохимической реакции, называемой транскрипция, образуется химическое соединение ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|----------|-----------------|
| 1. иРНК. | 2. Белок. |
| 3. ДНК. | 4. Полисахарид. |

Обоснование ответа. В соответствии с основным постулатом молекулярной биологии, в ядре формируется матричная (или информационная) РНК (мРНК или иРНК), которая копирует генетическую информацию, заложенную в ДНК. Этот процесс называется *транскрипцией*.

Правильным является вариант ответа: **1) иРНК**.

Задание 17.10 (*выберите один вариант ответа*).

Нуклеиновая кислота, которая перемещает аминокислоты из цитоплазмы в рибосому, — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|----------|----------|
| 1. тРНК. | 2. иРНК. |
| 3. ДНК. | 4. рРНК. |

Обоснование ответа. Выйдя из ядра в цитоплазму, достаточно длинные цепи мРНК встречаются с белковыми структурами — рибосомами, которые начинают двигаться гуськом вдоль цепи мРНК. Одновременно к рибосомам доставляются детали белков — аминокислоты. Этим занимаются различные транспортные РНК (тРНК).

Правильным является вариант ответа: **1) тРНК**.

18. ПРИНЦИПЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЖИВЫХ СИСТЕМ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

18.1. Основными разновидностями *биополимеров* являются полисахариды, белки и нуклеиновые кислоты. *Полисахариды* — это сравнительно простые биополимеры, построенные из идентичных повторяющихся структурных единиц, в роли которых выступают либо простые углеводы (глюкоза, фруктоза и т. п.), либо более сложные молекулы. Именно полисахаридами являются широко распространенные в природе крахмал, гликоген, целлюлоза. Крахмал и гликоген представляют собой энергетический резерв клеток растений и животных. Целлюлоза — это тот материал, из которого построены прочные оболочки растительных клеток.

18.2. *Белки* — главные «труженики» клетки — это природные биополимеры, построенные из остатков 20 аминокислот. В состав макромолекул белков может входить от нескольких десятков до сотен тысяч аминокислотных остатков, причем свойства белка существенно зависят именно от порядка,

в котором располагаются эти остатки друг за другом. Поэтому очевидно, что число возможных белков практически неограничено.

18.3. Структуру белковой молекулы, поддерживаемую ковалентными связями между аминокислотными остатками, называют *первичной*. Другими словами, первичная структура белка определяется просто последовательностью аминокислотных остатков. Эти остатки могут вполне определенным образом размещаться в пространстве, образуя *вторичную* структуру. Наиболее характерной вторичной структурой является α -спираль, когда аминокислотные цепочки как бы образуют резьбу винта. Одним из самых удивительных свойств макромолекул является то, что α -спирали с левой и правой «резьбой» встречаются в живой природе с существенно разной вероятностью: макромолекул, «закрученных» вправо, почти нет. *Асимметрию* биологических веществ относительно зеркального отражения обнаружил в 1848 году великий французский ученый Л. Пастер. Впоследствии выяснилось, что эта асимметрия присуща не только макромолекулам (белкам, нуклеиновым кислотам), но и организмам в целом.

18.4. Наиболее сложные и тонкие особенности структуры, отличающие один белок от другого, связаны с пространственной организацией белка, которую называют *третичной* структурой. Фактически речь идет о том, что спиралевидные цепочки аминокислотных остатков свернуты в нечто, напоминающее клубок ниток. В результате довольно длинные цепочки занимают сравнительно небольшой объем в пространстве. Характер свертывания в клубок отнюдь не случаен. Напротив, он однозначно определен для каждого белка. Именно благодаря третичной структуре белок способен выполнять свои уникальные каталитические, ферментативные функции, когда в результате целенаправленного захватывания реагентов осуществляется их синтез в сложные химические соединения, сравнимые по сложности с самим белком. Ни одна из химических реакций, осуществляемых белками, не может происходить обычным образом. Кроме третичной структуры белок может иметь *четвертичную* структуру, когда имеет место структурная связь между двумя или несколькими белками. Фактически речь идет об объединении нескольких «клубков» из полипептидных цепочек.

18.5. Одна из основных «аксиом» биологии утверждает, что наследственная информация о структуре и функциях биологического субстрата передается из поколения в поколение матричным путем, а носителями этой информации являются *нуклеиновые кислоты* (полинуклеотиды). Эти биополимеры на первый взгляд проще, чем белки. «Алфавит» нуклеиновых кислот состоит всего из четырех «букв», в роли которых выступают нуклеотиды — сахара-пентозы, к которым присоединено одно из пяти азотистых оснований: гуанин (Г), аденин (А), цитозин (Ц), тимин (Т) и уранил (У). В *рибонуклеиновой кислоте* (РНК) сахаром является углевод *рибоза* ($C_5H_{10}O_5$), а в *дезоксирибонуклеиновой кислоте* (ДНК) — углевод *дезоксирибоза* ($C_5H_{10}O_4$). Три из указанных азотистых основания — Г, А и Ц — входят в состав и РНК, и ДНК. Четвертое азотистое основание в этих кислотах разное — Т входит только в ДНК, а У — только в РНК. Связываются

звенья нуклеотидов фосфодиэфирными связями остатка фосфорной кислоты H_3PO_4 . Относительные молекулярные массы нуклеиновых кислот достигают значений 1 500 000–2 000 000 и более.

18.6. Вторичная структура ДНК была установлена методами рентгеноструктурного анализа в 1953 году Р. Франклин, М. Уилкинсом, Д. Уотсоном и Ф. Криком. Оказалось, что ДНК образуют спирально закрученные нити, причем азотистое основание одной нити ДНК связано водородными связями с определенным основанием другой нити: аденин может быть связан только с тиминном, а цитозин — только с гуанином. Такие связи называются *комплементарными* (дополнительными). Отсюда следует, что порядок расположения оснований в одной нити однозначно определяет порядок в другой нити. Именно с этим связано важнейшее свойство ДНК — способность к самовоспроизведению (репликации). РНК не имеет двойной спиральной структуры и построена как одна из нитей ДНК. Различают рибосомную (рРНК), матричную (мРНК) и транспортную (тРНК). Они отличаются теми ролями, которые играют в клетках.

18.7. Что же означают последовательности нуклеотидов в нуклеиновых кислотах? Каждые три нуклеотида (их называют *триплетами* или *кодонами*) кодируют ту или иную аминокислоту в белке. Например, последовательность УЦГ «дает сигнал» на синтез аминокислоты *серин*. Сразу возникает вопрос: сколько различных троек можно получить из четырех «букв»? Легко сообразить, что таких троек может быть $4^3 = 64$. Но в образовании белков может участвовать всего 20 аминокислотных остатков, значит, некоторые из них можно кодировать разными тройками, что и наблюдается в природе. Например, *лейцин*, *серин*, *аргинин* кодируются шестью тройками, *пролин*, *валин* и *глицин* — четырьмя и т. д. Это свойство триплетного генетического кода называется *вырожденностью* или *избыточностью*. Следует также отметить, что для всех живых организмов кодирование белков происходит одинаково (*универсальность* кодирования). В то же время последовательности нуклеотидов в ДНК не могут быть считаны иначе, чем одним-единственным способом (*неперекрываемость* кодонов).

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 18.1 (*выберите один вариант ответа*).

Основные биологические макромолекулы — это ...

В а р и а н т ы о т в е т о в :

1. Аллели и гены.
2. Аминокислоты и нуклеотиды.
3. Вода и минеральные соли.
4. Белки и нуклеиновые кислоты.

Обоснование ответа. Специфическим субстратом живых систем являются макромолекулы биополимеров, к которым относятся белки, нуклеиновые кислоты и полисахариды.

Правильным является вариант ответа: **4) белки и нуклеиновые кислоты.**

Задание 18.2 (выберите варианты согласно указанной последовательности).

Одна из цепей ДНК имеет последовательность нуклеотидов: **ТГЦА**. Исходя из принципа комплементарности, установите последовательность нуклеотидов в другой цепи ДНК:

В а р и а н т ы о т в е т а:

☐ 4 Тимин (Т). ☐ 1 Аденин (А).

☐ 2 Цитозин (Ц). ☐ 3 Гуанин (Г).

Обоснование ответа. Как было указано выше в основных сведениях, в цепях ДНК аденин может быть связан только с тимином, а цитозин — только с гуанином. Такие связи называются *комплементарными* (дополнительными). Это правило и позволяет записать правильную последовательность нуклеотидов во второй цепи ДНК: А–Ц–Г–Т.

Правильной является последовательность: 1 — А; 2 — Ц; 3 — Г; 4 — Т.

Задание 18.3 (выберите один вариант ответа).

Высокомолекулярные органические соединения, построенные из остатков аминокислот, — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Нуклеиновые кислоты.
2. Липиды.
3. Белки.
4. Углеводы.

Обоснование ответа. Из остатков 20 аминокислот построены полипептидные цепи белков.

Правильным является вариант ответа: 3) белки.

Задание 18.4 (выберите один вариант ответа).

Установите соответствие между структурой биополимера и функцией, которая связана с ней:

1. Первичная структура белка.
2. Комплементарность цепей вторичной структуры ДНК.
3. Надмолекулярная структура белка.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Определяет специфические биологические функции белковой молекулы.

Б. Носитель конкретной биологической информации.

В. Обеспечивает хранение и передачу наследственной информации.

Обоснование ответа. Первичная структура белка — последовательность аминокислотных остатков — определяет конкретную биологическую информацию о строении белка. Последующие (надмолекулярные) структуры белка — вторичная, третичная, четвертичная — связаны со специфической

биологической функцией данной белковой молекулы, т. е. с тем, какие белки будут синтезированы данной молекулой. Хранение и передача наследственной информации обеспечивается комплементарной структурой двойной спирали ДНК.

Правильным является соответствие: **1 — Б; 2 — В; 3 — А.**

Задание 18.5 (*выберите один вариант ответа*).

Белок состоит из 90 аминокислот. Число нуклеотидов одной полинуклеотидной цепи ДНК, шифрующих последовательность аминокислот в этом белке, равно...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|---------|---------|
| 1. 270. | 2. 30. |
| 3. 90. | 4. 360. |

Обоснование ответа. Каждые три нуклеотида в нуклеиновой кислоте (их называют *триплетами* или *кодонами*) кодируют ту или иную аминокислоту в белке. Поэтому если требуется закодировать 90 аминокислот, то необходимо $90 \times 3 = 270$ нуклеотидов.

Правильным является вариант ответа: **1) 270.**

Задание 18.6 (*выберите один вариант ответа*).

Нуклеиновая кислота, которая содержит генетическую информацию о последовательности аминокислот в полипептидных цепях и определяет структуру белков, называется...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК).
2. Рибонуклеиновой кислотой (РНК).
3. Аденозинтрифосфатом (АТФ).
4. Аденозиндифосфатом (АДФ).

Обоснование ответа. Генетическую информацию о последовательности аминокислот в белках содержат нити двойной спирали ДНК.

Правильным является вариант ответа: **1) дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК).**

Задание 18.7 (*выберите один вариант ответа*).

Нуклеотид состоит из ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Сахара, фосфатной группы, азотистого основания.
2. Сахарофосфатного остова.
3. Азотистых оснований.
4. Сахара, остатка фосфорной кислоты.

Обоснование ответа. Как было указано выше (см. основные сведения), нуклеотид представляет собой сахар-пентозу, к которому присоединено одно

из пяти азотистых оснований. Связываются звенья нуклеотидов фосфодиэфирными связями остатка фосфорной кислоты.

Правильным является вариант ответа: **1) сахара, фосфатной группы, азотистого основания.**

Задание 18.8 (*выберите один вариант ответа*).

Химическое соединение, входящее только в состав ДНК и отсутствующее в РНК, — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Дезоксирибоза.
2. Нуклеотид.
3. Фосфорная кислота.
4. Азотистое основание.

Обоснование ответа. И ДНК, и РНК являются нуклеиновыми кислотами, а значит, представляют собой последовательность нуклеотидов. Каждый нуклеотид — это сахар-пентоза, к которому присоединено одно из пяти азотистых оснований. Связываются звенья нуклеотидов фосфодиэфирными связями остатка фосфорной кислоты. Таким образом, второй, третий и четвертый варианты ответа относятся и к ДНК, и к РНК. Отличие между этими нуклеиновыми кислотами связано с тем, что в ДНК сахаром является углевод дезоксирибоза, а в РНК — углевод рибоза.

Правильным является вариант ответа: **1) дезоксирибоза.**

IV. ПОРЯДОК И БЕСПОРЯДОК В ПРИРОДЕ

19. ДИНАМИЧЕСКИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В ПРИРОДЕ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

19.1. В Древней Греции концепция жесткой предопределенности событий (детерминизм) не была общепризнанной. Например, Эпикур считал, что случайность в поведении атомов неустранима.

19.2. Концепция детерминизма завоевала доминирующие позиции в естествознании, когда была создана ньютоновская механика. Триумф ньютоновской механики привел к тому, что она стала считаться эталоном научной теории, научного подхода ко всем явлениям природы. Долгое время казалось, что достаточно найти все силы, которые действуют на атомы и молекулы, из которых состоит вещество, и задать начальное состояние (положения и скорости) этих атомов и молекул, чтобы однозначно определить как будущее, так и прошлое окружающего нас мира. Наиболее ортодоксальным последователем такого подхода, который называется *детерминизм*, был великий французский ученый П. С. Лаплас. Поэтому часто концепцию детерминизма называют *лапласовским детерминизмом*.

19.3. Научные теории, удовлетворяющие концепции детерминизма, называются *динамическими* теориями. К ним относится, помимо классической механики, специальная и общая теория относительности, классическая электродинамика.

19.4. Однако оказывается, что на самом деле предсказать поведение реальных систем, даже тех, которые описываются простыми дифференциальными уравнениями типа второго закона Ньютона, далеко не просто. Дело в том, что задать начальное состояние с абсолютной (математической) точностью нельзя. В отличие от чисел в математике, значения физических величин всегда определяются и задаются в численных расчетах с той или иной погрешностью. Эти погрешности могут привести к тому, что спустя какое-то время реальная траектория будет отличаться от вычисленной математически. Если отклонения невелики и реальная траектория все время остается в окрестности «математической» (как это имеет место при движении Земли около Солнца), то говорят, что движение *устойчиво*. Но может оказаться, что реальная траектория в конце концов вообще разойдется с «математиче-

ской». Такое движение называется *неустойчивым*. Возможны также ситуации, когда динамическая система (обычно это нелинейная система) будет все время переходить, перескакивать с одной траектории на другую, причем перескоки эти будут происходить непредсказуемым, случайным образом. Такое поведение называется *динамическим хаосом*. В качестве наглядного примера можно представить себе систему из двух связанных маятников. Колебание такой системы совершенно непредсказуемо. Другими примерами систем, демонстрирующих динамический хаос, могут служить планетные системы, погода и климат, турбулентность и даже фондовые рынки.

19.5. Есть ли разница между хаотическим и беспорядочным движением? *Хаос* — это такое поведение системы, когда ее состояния некоррелированы ни в пространстве, ни во времени. Понятие хаоса может относиться как к большим, так и к малым системам. *Беспорядок* — это состояние макроскопических систем из большого числа частиц с максимальной энтропией, т. е. неупорядоченное, случайное состояние большой системы. Можно говорить о хаотичном движении нелинейного маятника, но нельзя говорить, что его колебания беспорядочны.

19.6. В отличие от *динамических закономерностей*, где физические величины непосредственно связаны однозначными функциональными зависимостями, в *статистических закономерностях* (или теориях) однозначно связаны вероятности определенных значений тех или иных физических величин, а связи между самими величинами неоднозначны.

19.7. Общность динамических и статистических теорий проявляется прежде всего в том, что и те и другие вводят в качестве основного понятия *состояние* физической системы. Различие же между ними — в определении этого состояния. Например, в *классической механике*, являющейся динамической теорией, состояние задается координатами и импульсами материальных точек. В другой динамической теории — *классической (феноменологической, эмпирической) термодинамике* — состояние системы определяется давлением, объемом и температурой некоторой массы вещества. В *классической электродинамике*, также являющейся динамической теорией, состояние системы — это определенные значения напряженностей электрического и магнитного полей. В статистической механике состояние системы определяется совершенно иначе: не положениями и импульсами частиц, а вероятностями того, что та или иная частица имеет координаты и импульсы в определенном диапазоне возможных значений. В связи с этим большое значение приобретает функция *плотности вероятности* $\rho(x)$: ее значение в той или иной точке x определяет вероятность dP того, что измеренное значение случайной величины x попадет в малый интервал $[x, x + \Delta x]$: $dP = \rho(x)dx$.

19.8. Примерами фундаментальных статистических теорий являются молекулярно-кинетическая теория (МКТ) вещества, квантовая механика, эволюционная теория Дарвина, молекулярная генетика и др. Например, в МКТ рассматривается плотность вероятности того, что хаотически движущаяся молекула идеального газа имеет ту или иную скорость или проекцию скорости (распределение Максвелла). В квантовой механике квадрат модуля Ψ -функции (волновой функции), определяющий состояние микросистемы,

связан с плотностью вероятности нахождения микрочастицы в данном месте пространства в данное время.

19.9. Соотношение динамических и статистических теорий удовлетворяют *принципу соответствия*, который обычно связывают с именем великого физика Нильса Бора. Принцип соответствия требует, чтобы новое знание, претендующее на более глубокое описание реальности и более широкую область применимости, чем старое, включало последнее как частный, предельный случай. В данном случае статистические теории, учитывающие фундаментальный характер случайности в природе, являются более глубокими по сравнению с динамическими и включают их как частный, предельный случай, соответствующий отсутствию *флуктуаций*. Фактически динамические теории отражают закономерности поведения средних значений физических величин.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 19.1 (*выберите один вариант ответа*).

Любое будущее или прошлое событие можно точно и однозначно рассчитать, имея достаточно информации о настоящем. Таков смысл ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Одного из положений универсального эволюционизма.
2. Принципа причинности в понимании древнегреческих атомистов.
3. Концепции механического (жесткого) детерминизма.
4. Принципа причинности в современном понимании.

Обоснование ответа. Формулировка задания представляет собой концепцию механического (жесткого) детерминизма, наиболее ортодоксальным выразителем которой был П. С. Лаплас. Все варианты ответов, кроме третьего, не имеют с этой концепцией ничего общего.

Правильным является вариант ответа: **3) концепции механического (жесткого) детерминизма.**

Задание 19.2 (*выберите один вариант ответа*).

Детерминизм — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Теория, описывающая поведение системы с динамическим хаосом.
2. Концепция жестких причинно-следственных связей между всеми явлениями природы и общества.
3. Состояние физической системы, полностью определяющее ее дальнейшее поведение.
4. Теория, описывающая системы, устойчивые по отношению к внешним воздействиям.

Обоснование ответа. Детерминизм — это не теория, не состояние, а концепция жестких причинно-следственных связей, которые полностью и однозначно определяют как прошлое, так и будущее рассматриваемой системы.

Правильным является вариант ответа: **2) концепция жестких причинно-следственных связей между всеми явлениями природы и общества.**

Задание 19.3 (выберите один вариант ответа).

В классической механике состояние системы задается ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Температурой, давлением и объемом системы.
2. Координатами и скоростями составляющих ее материальных точек.
3. Распределением зарядов и физических полей в системе.
4. Волновой функцией системы.

Обоснование ответа. Различные физические теории отличаются прежде всего тем, каким образом задается состояние исследуемых в этих теориях систем. Если системой является совокупность материальных точек, а их состояние задается положением и скоростью каждой точки, то это — классическая механика. Если же состояние рассматриваемой системы микрообъектов задается волновой функцией, то речь идет о квантовой механике. В термодинамике состояние определенной массы газа задается давлением, объемом и температурой. А в классической электродинамике параметрами состояния являются распределения зарядов и физических полей в системе.

Правильным является вариант ответа: **2) координатами и скоростями составляющих ее материальных точек.**

Задание 19.4 (выберите несколько вариантов ответа).

Молекулярно-кинетическая теория газов позволяет точно рассчитывать ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Средние значения величин, характеризующих коллектив молекул газа.
2. Скорость любой заданной молекулы газа.
3. Отклонение скорости данной молекулы в данный момент времени от среднего значения.
4. Вероятность того, что данная молекула имеет скорость, близкую к заданной.

Обоснование ответа. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) является статистической теорией, а значит, состояние систем в этой теории описывается не значениями физических величин, а плотностью вероятностей этих величин. Поэтому в МКТ невозможно говорить об определении скорости любой заданной молекулы газа, а только о вероятности того, что та или иная молекула имеет скорость, близкую к заданной. По той же причине нельзя говорить и об отклонении скорости данной молекулы в данный момент времени от среднего значения. А вот средние значения величин, характеризующих коллектив молекул газа, МКТ, действительно, позволяет рассчитать.

Правильными являются варианты ответов: **1) средние значения величин, характеризующих коллектив молекул газа; 4) вероятность того, что данная молекула имеет скорость, близкую к заданной.**

Задание 19.5 (выберите один вариант ответа).

Поведение идеального газа описывается теорией ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Поля.
2. Молекулярно-кинетической.
3. Тяготения.
4. Электромагнетизма.

Обоснование ответа. Идеальным газом называют систему невзаимодействующих (слабо взаимодействующих) материальных точек (атомов, молекул), хаотически движущихся в каком-то объеме. Поведение идеального газа изучает молекулярно-кинетическая теория.

Правильным является вариант ответа: **2) молекулярно-кинетической.**

Задание 19.6 (*выберите несколько вариантов ответа*).

В современных естественных науках понятие случайности ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Отражает тот факт, что в некоторых природных явлениях нарушается принцип причинности.
2. Отражает присущую реальному миру неопределенность, непредсказуемость.
3. Возникает при рассмотрении процессов и явлений, не подчиняющихся законам природы.
4. Используется при описании воздействий, точно учесть которые затруднительно по техническим причинам.

Обоснование ответа. Во многих случаях объекты природы находятся под воздействием большого числа факторов, детальная информация о которых отсутствует. Это приводит к тому, что состояние объекта изменяется случайным образом, а для описания такого изменения используют статистические методы. Примером могут служить случайные ошибки измерения физической величины. Однако, как показывает опыт, неопределенность, непредсказуемость в поведении объектов природы связана не только с влиянием случайных факторов, но имеет фундаментальную природу. Это не означает, что принцип причинности следует отбросить или что случайность возникает при рассмотрении процессов, не подчиняющихся законам природы.

Правильными являются варианты ответа: **2) отражает присущую реальному миру неопределенность, непредсказуемость; 4) используется при описании воздействий, точно учесть которые затруднительно по техническим причинам.**

Задание 19.7 (*выберите один вариант ответа*).

Динамическая теория описывает ...

1. Хаотическое поведение систем.
2. Непредсказуемое поведение систем.
3. Строго детерминированное поведение систем во все время их существования.
4. Поведение систем на основе вероятностных представлений.

Обоснование ответа. По определению динамическая теория, относящаяся к любой предметной области, в том числе гуманитарной, описывает строго детерминированное поведение систем.

Правильным является вариант ответа: **3) строго детерминированное поведение систем во все время их существования.**

Задание 19.8 (*выберите один вариант ответа*).

Среди названных ниже теорий укажите динамическую:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Классическая механика.
2. Квантовая механика.
3. Кинетическая теория газов.
4. Неравновесная термодинамика.

Обоснование ответа. Из приведенных названий физических теорий только первая — классическая механика — является динамической. Квантовая механика и кинетическая теория газов — это статистические теории, а неравновесная термодинамика имеет пересечение с синергетикой, которая занимается процессами эволюции, развития.

Правильным является вариант ответа: **1) классическая механика.**

Задание 19.9 (*выберите один вариант ответа*).

Статистической теорией является:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Кинетическая теория газов.
2. Классическая механика.
3. Общая теория относительности.
4. Классическая электродинамика.

Обоснование ответа. В отличие от предыдущего задания, здесь три из четырех вариантов ответа относятся к динамическим теориям: классическая механика, общая теория относительности и классическая электродинамика. Статистической теорией является кинетическая теория газов.

Правильным является вариант ответа: **1) кинетическая теория газов.**

Задание 19.10 (*выберите один вариант ответа*).

Укажите суждение, которое верно отражает соотношение между динамическими и статистическими законами:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Статистические законы более полно и глубоко отражают объективные связи в природе, так как они учитывают реально существующую в мире случайность.
2. Наиболее фундаментальными являются динамические законы в силу своей строгости и однозначности.

3. Статистические законы — это промежуточный этап, позволяющий описать поведение совокупности микрообъектов, но не дающий возможности точно описать поведение отдельных микрообъектов.

4. Динамические законы являются основными, первичными, а статистические законы являются следствием ограниченности наших способностей познания мира.

Обоснование ответа. Второй и четвертый варианты ответа утверждают, что динамические теории являются наиболее фундаментальными, первичными по отношению к статистическим. Это не верно! В динамических теориях высокая точность выводов обусловлена слишком сильными идеализациями, отбрасыванием многих факторов, которые на самом деле могут оказаться и часто оказываются существенными. В то же время нельзя считать статистические теории лишь промежуточным этапом в понимании процессов в природе и обществе. Эти теории более глубоко, чем динамические, учитывают реально существующую в природе случайность.

Правильным является вариант ответа: **1) статистические законы более полно и глубоко отражают объективные связи в природе, так как они учитывают реально существующую в мире случайность.**

Задание 19.11 (*выберите один вариант ответа*).

Укажите правильное утверждение о соотношении динамических и статистических теорий в современном естествознании:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Все фундаментальные статистические теории содержат в качестве своего приближения соответствующие динамические теории при условии, что можно пренебречь случайностью.

2. Сначала возникает приближенная статистическая теория, которая по мере уточнения превращается в строгую динамическую теорию.

3. Все фундаментальные динамические теории содержат в качестве своего приближения соответствующие статистические теории.

4. Динамические теории — это наиболее глубокие, наиболее общие формы описания всех физических закономерностей.

Обоснование ответа. Это задание во многом аналогично предыдущему, поэтому следует ознакомиться с обоснованием ответа к заданию 19.10. Среди вариантов ответа к настоящему заданию три из четырех ставят на первое место динамическую теорию (второй, третий и четвертый варианты). И только один — первый — вариант правильно отражает соотношение между динамическими и статистическими теориями.

Правильным является вариант ответа: **1) все фундаментальные статистические теории содержат в качестве своего приближения соответствующие динамические теории при условии, что можно пренебречь случайностью.**

Задание 19.12 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Динамические и статистические теории, связанные принципом соответствия, — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а :

1. Классическая механика и квантовая механика.
2. Теория относительности и синергетика.
3. Термодинамика и статистическая физика.
4. Дарвиновская теория эволюции и молекулярная генетика.

Обоснование ответа. Напомним, что принцип соответствия требует, чтобы новое знание, претендующее на более глубокое описание реальности и более широкую область применимости, чем старое, должно включать последнее как частный, предельный случай. В приведенных вариантах ответа есть две пары названий теорий, которые связаны принципом соответствия: классическая и квантовая механика, а также термодинамика и статистическая физика. Две другие пары теорий не связаны друг с другом.

Правильными являются варианты ответов: **1) классическая механика и квантовая механика; 3) термодинамика и статистическая физика.**

Задание 19.13 (выберите несколько вариантов ответа).

Укажите статистические закономерности.

В а р и а н т ы о т в е т а :

1. Любые два тела притягиваются с силой, пропорциональной их массам.
2. Давление газа прямо пропорционально средней кинетической энергии его молекул.
3. Энтропия изолированной системы с течением времени возрастает.
4. Энергия изолированной системы не меняется с течением времени.

Обоснование ответа. Первый вариант ответа связан с гравитационным взаимодействием, которое изучает классическая механика — динамическая теория. Четвертый вариант — это формулировка закона сохранения энергии, который встречается во всех динамических теориях. Во втором варианте ответа имеется слово «средней», которое указывает, что речь идет о статистическом законе. Третий вариант ответа является формулировкой второго начала термодинамики, которое в соответствии с формулой Л. Больцмана для энтропии $S = k \cdot \ln P$, где P — вероятность, имеет статистический смысл.

Правильными являются варианты ответа: **2) давление газа прямо пропорционально средней кинетической энергии его молекул; 3) энтропия изолированной системы с течением времени возрастает.**

20. КОНЦЕПЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

20.1. Явления интерференции, дифракции, поляризации электромагнитных волн (в том числе света) свидетельствуют о волновом характере распространения этих волн.

Интерференция возникает при наложении волн от нескольких (двух и более) когерентных источников и проявляется в усилении колебаний в одних точках пространства и ослаблении — в других. Именно интерференцией

световых волн объясняются кольца Ньютона, светлые и темные полосы в опыте Юнга, в интерферометре Майкельсона и во множестве других экспериментов.

Дифракционные эффекты возникают в тех случаях, когда влияние различных преград на распространение волн не может быть объяснено в рамках приближения геометрической оптики. Так как это приближение основано на концепции прямолинейного распространения световых лучей, то говорят, что *дифракция* — это огибание волнами препятствий, в частности «затекание» волн в область геометрической тени от препятствия. Например, в центре дифракционной картины от круглого непрозрачного диска небольшого размера всегда имеется светлое пятно, которое называют пятном Пуассона. Дифракцию света можно наблюдать в отраженном свете от компакт-диска (со стороны рабочей поверхности), который представляет собой дифракционную решетку.

Поляризация волн связана с тем, как отклоняются колеблющиеся участки волны от положения равновесия. В поперечных волнах эти отклонения происходят в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. Если при этом колебания происходят вдоль прямой линии, эллипса или круга, то говорят о полной линейной, эллиптической или круговой (циркулярной) поляризации волны. Если же колебания происходят случайным образом, так что траектории колеблющихся участков волны представляют собой самые замысловатые линии в пространстве, то такую волну называют неполяризованной. Промежуточные случаи соответствуют частично-поляризованным волнам.

20.2. В начале XX в. стало ясно, что электромагнитные волны в ряде экспериментов проявляют свойства частиц (корпускулярные свойства). Сначала М. Планк в 1900 г. выдвинул гипотезу о том, что нагретые тела испускают электромагнитное излучение порциями (квантами), причем энергия каждой такой порции ε зависит от частоты излучения ν в соответствии с формулой

$$\varepsilon = h\nu,$$

где $h = 6,67 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка.

Гипотезу Планка подхватил А. Эйнштейн, который в 1905 г. воспользовался ею для создания теории *фотоэффекта*. При этом он предположил, что не только испускание, но и поглощение электромагнитного излучения происходит порциями, т. е. носит квантовый характер. Позднее в экспериментах Комптона и других ученых выяснилось, что и при распространении света также проявляются дискретные свойства.

Все это привело к появлению концепции *корпускулярно-волнового дуализма* для электромагнитного излучения (света): это излучение является таким материальным объектом, который в одних случаях (интерференция, дифракция, поляризация) проявляет волновые свойства, а в других (излучение нагретых тел, фотоэффект и др.) — корпускулярные свойства.

20.3. В 1924 г. Луи де Бройль распространил концепцию корпускулярно-волнового дуализма на вещество: каждой частице с импульсом $p = mv$ соответствует волновой процесс с длиной волны $\lambda = h/p$. Волновые свойства электронов в 1927 г. экспериментально наблюдали американские физики

Дэвиссон и Джермер в классических опытах по прохождению слабых электронных пучков через две узкие щели (аналогичных опыту Юнга). Сейчас волновые свойства частиц широко используются в электронной микроскопии, в ускорителях элементарных частиц для экспериментального изучения материальных структур микрообъектов, когда оптическая микроскопия становится бессильной из-за слишком большой длины волны света.

20.4. Природа волн де Бройля стала ясна после создания в 1925–1926 гг. квантовой механики и осознания ее выводов. Краеугольным понятием квантовой механики (в одной из ее формулировок — волновой механике Э. Шрёдингера) является Ψ -функция, определяющая состояние микрообъекта. Физический смысл имеет не сама Ψ -функция, а квадрат ее модуля $|\Psi|^2$, который представляет собой не что иное, как плотность вероятности нахождения микрочастицы в определенной точке пространства и определенный момент времени. Поведение самой Ψ -функции имеет волновой характер, так что введенные ранее волны де Бройля на самом деле являются волнами вероятности.

20.5. Законы квантовой механики приводят к тому, что приходится отказать от классического понятия состояния материальной точки, которое определяется точными значениями положения и скорости этой точки в каждый момент времени. В соответствии с *принципом неопределенности* В. Гейзенберга точные значения положения и скорости микрообъекта одновременно знать нельзя. Для неопределенности Δx координаты X и проекции импульса Δp_x на эту ось справедливо соотношение неопределенности

$$\Delta x \Delta p_x \geq h.$$

Так что если, например, неопределенность $\Delta x \rightarrow 0$ (т. е. мы все точнее и точнее знаем, где находится микрочастица), то $\Delta p_x \rightarrow \infty$ (т. е. мы все меньше и меньше знаем, с какой скоростью движется эта частица по оси x).

Аналогичные соотношения неопределенности существуют для других физических величин, например для неопределенности энергии ΔE и неопределенности времени Δt

$$\Delta E \Delta t \geq h.$$

20.6. Из принципа неопределенности Гейзенберга следует, что попытки точно измерить одни физические величины приводят к потере информации о других физических величинах. Это можно интерпретировать как влияние измерительного прибора, измеряющего какую-то физическую величину и одновременно с этим возмущающего состояние микрообъекта. Причем такое возмущающее влияние имеет место даже в том случае, когда никаких реальных измерительных приборов вовсе нет. В этом случае считается, что возмущающим фактором является физический вакуум, который напоминает «неспокойное море» из-за постоянно присутствующих флуктуаций этого вакуума.

20.7. Принцип дополнительности, сформулированный датским физиком Н. Бором, утверждает, что получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих состояние микрообъекта, неизбежно приводит к потере информации о других физических величинах, дополнительных к первым. Такими дополнительными величинами являются

координата частицы и проекция ее импульса на эту координату, кинетическая и потенциальная энергия, напряженность электрического поля и число фотонов и др. Принцип неопределенности Гейзенберга является, таким образом, одним из частных проявлений принципа дополнительности Бора.

20.8. С позиций современной квантовой теории принцип дополнительности отражает объективные свойства квантовых систем, не связанные с существованием наблюдателя (прибора). Похожая ситуация имеет место в оптике. Фотон не может одновременно иметь «точное» положение и «точное» направление в пространстве. Действительно, точное направление распространения плоской волны возможно только тогда, когда она не ограничена в поперечном направлении. Но это означает полную неопределенность в пространственном положении фотонов. С другой стороны, если попытаться пространственно локализовать фотон, например, пропустив световую волну через небольшое отверстие, то в результате дифракции световая волна начнет расходиться. С корпускулярной точки зрения это означает, что мы не будем знать, куда точно «летит» фотон.

20.9. С математической точки зрения принцип дополнительности отражает тот факт, что состояния, в которых физические величины имеют определенное значение, не совпадают для разных физических величин. Например, в состоянии с определенной координатой проекция импульса не имеет определенного значения, поэтому-то ее нельзя точно измерить.

20.10. В разных ситуациях значения той или иной физической величины могут быть дискретными или непрерывными. Например, свободная частица (электрон и т. п.) может иметь любую энергию или, другими словами, непрерывный энергетический спектр. А вот в атоме энергия электронов может принимать только вполне определенные, дискретные значения. Другими словами, электроны в атоме имеют дискретный энергетический спектр.

20.11. В широком (философском) смысле принцип дополнительности отражает необходимость взаимодополняющих точек зрения для всестороннего понимания природы рассматриваемого объекта или явления.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 20.1 (*выберите один вариант ответа*).

Концепция корпускулярно-волнового дуализма состоит в том, что ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Каждый материальный объект может вести себя в зависимости от ситуации и как частица (поток частиц), и как волна.
2. Все материальные объекты делятся на те, которые ведут себя как частицы, и те, которые ведут себя как волны.
3. Свет (электромагнитное излучение) может вести себя в зависимости от ситуации и как поток частиц — фотонов, и как волна.
4. Электромагнитное излучение с малыми длинами волн представляет собой поток частиц — фотонов, а с большими длинами волн — электромагнитную волну.

Обоснование ответа. Все предложенные варианты близки к правильному ответу, однако при внимательном анализе три из четырех формулировок оказываются неточными, не полностью отражающими смысл понятия корпускулярно-волнового дуализма. Второй вариант соответствует резкой демаркации объектов с волновыми и корпускулярными свойствами, в то время как дуализм предполагает существование и тех и других свойств у одного и того же объекта. Четвертый вариант такую демаркацию связывает с длиной волны электромагнитного излучения, что также неверно, так как дуализм предполагает различие свойств в качественно различных экспериментальных ситуациях. Третий вариант связывает дуализм только с электромагнитным излучением, хотя это свойство относится к любому материальному объекту. Таким образом, правильным является первый вариант ответа.

Правильным является вариант ответа: **1) каждый материальный объект может вести себя в зависимости от ситуации и как частица (поток частиц), и как волна.**

Задание 20.2 (*выберите один вариант ответа*).

Понятие кванта света использовалось для объяснения законов ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Дисперсии.
2. Конверсии.
3. Фотоэффекта.
4. Поляризации.

Обоснование ответа. Дисперсия (зависимость скорости распространения волн от частоты колебаний) и поляризация (особенности траектории колеблющихся участков поперечной волны) являются характеристиками волновых процессов и не требуют для своего описания квантовых представлений. Конверсия в физике — это передача энергии внутреннему электрону в атоме при переходе ядра в состояние с меньшей энергией. При этом испускается так называемый конверсионный электрон. В этом процессе, вообще говоря, существенно понятие квантов гамма-излучения. Но если в вопросе говорится о квантах света, то единственно правильным вариантом ответа является *фотоэффект*.

Правильным является вариант ответа: **3) фотоэффекта.**

Задание 20.3 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Найдите верное утверждение о корпускулярно-волновом дуализме объектов материального мира.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Наблюдение волновых свойств объекта делает невозможным одновременное наблюдение его корпускулярных свойств.
2. Измерение волновых свойств материального объекта позволяет точно вычислить его корпускулярные свойства.

3. В любом эксперименте материальный объект может проявлять либо волновые свойства, либо корпускулярные, но не те и другие вместе.

4. Исследование корпускулярных свойств материального объекта делает ненужным исследование его волновых свойств.

Обоснование ответа. Правильными являются первый и третий варианты ответа. Действительно, дуализм проявляется в разных экспериментальных ситуациях, одновременно наблюдать и волновые, и корпускулярные свойства нельзя. В то же время волновые и корпускулярные свойства объекта не выводятся друг из друга, поэтому второй и четвертый варианты ответа неверны.

Правильными являются варианты ответа: **1) наблюдение волновых свойств объекта делает невозможным одновременное наблюдение его корпускулярных свойств; 3) в любом эксперименте материальный объект может проявлять либо волновые свойства, либо корпускулярные, но не те и другие вместе.**

Задание 20.4 (выберите несколько вариантов ответа).

Волновые свойства света подтверждаются явлениями ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Интерференции света.
2. Преломления света на границе двух сред.
3. Прямолинейного распространения света в однородной среде.
4. Дифракции света.

Обоснование ответа. Волновые свойства света проявляются в явлениях интерференции, дифракции, поляризации и др. Прямолинейное распространение света в однородной среде долгое время, наоборот, считалось опровержением волновой концепции: ведь именно частицы могут двигаться вдоль прямой. Преломление и отражение света на границе двух сред можно объяснить на основании обоих подходов: и корпускулярного, и волнового.

Правильными являются варианты ответа: **1) интерференции света; 4) дифракции света.**

Задание 20.5 (выберите варианты согласно тексту задания).

Установите соответствие между свойствами электрона и фактами, свидетельствующими о них:

1. Корпускулярные свойства.
2. Волновые свойства.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Хорошая электропроводность металлов, обусловленная высокой концентрацией в них свободных электронов.

Б. Фотографии электронных треков, получаемые на ускорителях.

В. Дифракционные картины, возникающие при прохождении электронного пучка через кристалл.

Обоснование ответа. Очевидно, что треки, формируемые в ускорителях движущимися электронами, свидетельствуют об их пространственной лока-

лизации, т. е. о корпускулярных свойствах электронов. В то же время дифракционные картины, возникающие при прохождении электронов через кристалл (первые эксперименты такого рода были поставлены американскими физиками К. Дэвиссоном и Л. Джермером в 1927 г.), являются результатом волновых свойств электронов.

Правильным является соответствие: **1 — Б; 2 — В.**

Задание 20.6 (выберите один вариант ответа).

Согласно концепции корпускулярно-волнового дуализма ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Электромагнитное излучение обладает корпускулярными и волновыми свойствами, а вещество — только корпускулярными.

2. Существуют два качественно различных и не переходящих друг в друга вида материи: вещество, имеющее корпускулярную природу и электромагнитное поле, обладающее волновыми свойствами.

3. Электромагнитное поле составляет основу материального мира, вещество — вторично по своей природе.

4. Материя обладает одновременно как корпускулярными, так и волновыми свойствами.

Обоснование ответа. Первые три варианта ответа являются неправильными. Корпускулярно-волновой дуализм — это свойство материи независимо от того, имеем ли мы дело с электромагнитным излучением или веществом. Классическая физика действительно считала, что вещество имеет корпускулярную природу, а электромагнитное излучение — волновую природу. В неклассической физике пришли к осознанию того, что материя (и вещество, и поле) обладает и корпускулярными, и волновыми свойствами (правда, в разных экспериментальных ситуациях).

Правильным является вариант ответа: **4) материя обладает одновременно как корпускулярными, так и волновыми свойствами.**

Задание 20.7 (выберите несколько вариантов ответа).

Найдите верные утверждения, которые следуют из соотношения неопределенностей:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Очень точное определение координаты частицы приводит к менее точному измерению ее импульса.

2. При ограниченном времени измерения будет высокой погрешность определения энергии.

3. Можно одновременно определить и координату, и импульс частицы с высокой точностью.

4. Более точное измерение энергии требует более короткого времени.

Обоснование ответа. При выборе ответа на это задание следует вспомнить, как формулируется принцип неопределенности: для неопределенности Δx координаты X и проекции импульса Δp_x на эту ось справедливо

соотношение неопределенности $\Delta x \Delta p_x \geq h$. Из этого соотношения следует, что при уменьшении Δx , Δp_x должна возрасти. Значит, первый вариант ответа является правильным. Соотношение неопределенности для энергии и времени записывается в виде $\Delta E \Delta t \geq h$. Если Δt невелико (именно так следует понимать второй вариант ответа), то ΔE , наоборот, будет значительна. Второй вариант, таким образом, также правильный. А вот остальные варианты не верны!

Правильными являются варианты ответа: **1) очень точное определение координаты частицы приводит к менее точному измерению ее импульса; 2) при ограниченном времени измерения будет высокой погрешность определения энергии.**

Задание 20.8 (выберите один вариант ответа).

Принцип дополнительности гласит, что ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Данные, полученные в разных условиях, не могут противоречить друг другу.

2. Данные, полученные в разных условиях, могут быть сведены в единую непротиворечивую картину.

3. Естественнонаучная и гуманитарная «культуры» противостоят друг другу.

4. Информацию об объекте, полученную при некоторых определенных условиях, следует рассматривать как дополнительную к информации, полученной в других условиях.

Обоснование ответа. Правильный вариант ответа в этом задании представляет собой определение принципа дополнительности, который фактически приведен в четвертом варианте. Остальные варианты ответа не связаны с каким-либо известным утверждением.

Правильным является вариант ответа: **4) информацию об объекте, полученную при некоторых определенных условиях, следует рассматривать как дополнительную к информации, полученной в других условиях.**

Задание 20.9 (выберите один вариант ответа).

«Получение экспериментальной информации об одних физических параметрах неизбежно приводит к потере информации о других дополнительных параметрах, которые характеризуют это же явление с другой стороны» — это формулировка принципа ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Неопределенности.

2. Причинности.

3. Относительности.

4. Дополнительности.

Обоснование ответа. При выборе ответа на это задание необходимо учесть, что предлагается выбрать только один вариант ответа. Дело в том,

что первый вариант ответа является частным случаем четвертого варианта, который и следует выбрать в данном случае. Если бы можно было выбрать два варианта, то подходили бы оба указанных термина. Два других варианта не подходят, так как принцип причинности устанавливает причинно-следственную связь между явлениями и допустимыми пределами влияния физических явлений друг на друга. А принцип относительности Эйнштейна (фактически первый постулат специальной теории относительности) утверждает, что не существует абсолютно неподвижной инерциальной системы отсчета.

Правильным является вариант ответа: **4) дополнительности.**

21. ПРИНЦИП ВОЗРАСТАНИЯ ЭНТРОПИИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

21.1. В *основных сведениях* к теме 19 (см. п. 19.7) отмечалось, что хаотическое движение огромного числа молекул требует иного подхода к описанию их механического движения, основанного не на траекториях движения каждой молекулы, а на усредненных характеристиках, полученных с помощью вероятностно-статистических методов. Таким подходом является термодинамический подход, определяющий изменение энергии всей совокупности молекул при различных переходах из одного состояния в другое.

21.2. Фундаментальную роль в термодинамике играет закон сохранения энергии (первое начало термодинамики)

$$\delta Q = dU + \delta A,$$

где δQ — количество тепла, подводимое к (или отводимое от) системе(ы), dU — изменение внутренней энергии, δA — механическая работа, совершаемая системой.

21.3. Первое начало термодинамики, однако, ничего не говорит о направлении протекания тепловых процессов. Например, ему не противоречит замерзание некоторого объема воды, помещенного в раскаленную печку. Необратимость тепловых процессов отражает специальный закон — *второе начало термодинамики*, имеющий несколько эквивалентных (т. е. вытекающих одна из другой) формулировок:

- тепло не может самопроизвольно перетекать от холодного тела к горячему;
- нельзя построить вечный двигатель второго рода, который совершал бы полезную работу только за счет охлаждения теплового резервуара. Дело в том, что для работы теплового двигателя обязательно нужно, чтобы где-то в одном месте была более высокая температура, а в другом месте — более низкая. В процессе работы тепловой машины происходит выравнивание температур, в результате чего система переходит в равновесное состояние, при котором все части системы имеют одинаковую температуру. А в состоянии равновесия тепловая машина работать не может!
- энтропия изолированной системы является неубывающей функцией, т. е. при любом реальном процессе она либо возрастает, либо остается неизменной.

По определению Клаузиуса, энтропией называется такая физическая величина, приращение которой ΔS равно количеству тепла ΔQ , полученному системой, деленному на абсолютную температуру,

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}.$$

Статистический (вероятностный) смысл понятия энтропии был вскрыт Л. Больцманом в 1872 году. Энтропия, по Больцману, определяется следующей формулой

$$S = k \ln P,$$

где k — постоянная Больцмана ($k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К), P — вероятность макросостояния системы.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 21.1. (установите соответствие между формулировками второго начала термодинамики и свойствами энтропии).

1. Энтропия — мера вероятности макроскопического состояния системы.
2. Энтропия изолированной системы с течением времени может только возрастать или оставаться постоянной.
3. Энтропия системы — мера отсутствия детального знания о ней.

В а р и а н т ы о т в е т а:

- А. При получении системой тепловой энергии ее энтропия возрастает.
- Б. Доступная об изолированной системе информация с течением времени убывает.
- В. Теплота самопроизвольно передается от горячего тела к холодному, но не наоборот.
- Г. С течением времени изолированная система самопроизвольно переходит из менее вероятного в более вероятное состояние.

Обоснование ответа. Следует сразу отметить, что из четырех вариантов ответа только три представляют собой формулировки второго начала термодинамики — это варианты Б, В, Г. Справедливость варианта А зависит от того, как изменяется температура системы. Вариант ответа Б связан с информационным свойством энтропии. Вариант В (одна из наиболее известных формулировок второго начала термодинамики) на языке энтропии означает ее возрастание или, по крайней мере, неубывание. Наконец, вариант Г отвечает вероятностной трактовке понятия энтропии.

Правильным является соответствие: 1 — Г; 2 — В; 3 — Б.

Задание 21.2 (выберите несколько вариантов ответа).

Не прибегая к вычислениям, укажите, в каких процессах энтропия возрастает:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. $\text{CaCO}_{3(\text{к})} \rightarrow \text{CaO}_{(\text{к})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$.
2. $\text{H}_2\text{O}_{(\text{лед})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$.
3. $\text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$.
4. $\text{N}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_{(\text{г})} \rightarrow 2\text{NH}_{3(\text{г})}$.

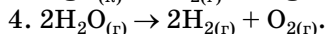
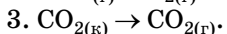
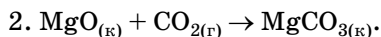
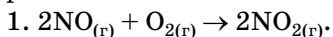
Обоснование ответа. Правильно выбрать ответ в этом задании поможет термодинамическое свойство систем, которое формулируется в форме второго начала термодинамики: энтропия изолированных систем либо увеличивается, либо остается постоянной. Но энтропия — это мера упорядоченности системы, поэтому следует проанализировать, как в приведенных химических реакциях изменяется упорядоченность системы. В первой реакции происходит разложение $\text{CaCO}_{3(\text{к})} \rightarrow \text{CaO}_{(\text{к})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$, которое можно трактовать как переход более упорядоченной системы CaCO_3 (кристалл) в менее упорядоченную систему CaO (кристалл) и CO_2 (газ). Энтропия в этой реакции явно возрастает. Во второй реакции $\text{H}_2\text{O}_{(\text{лед})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ тоже происходит возрастание энтропии, так как упорядоченность твердого состояния (лед) больше (а энтропия, следовательно, меньше), чем у жидкого состояния. В третьей реакции, наоборот, энтропия убывает, так как жидкое состояние более упорядочено, чем газообразное. В четвертой реакции уменьшение энтропии происходит за счет уменьшения количества газообразных веществ, что видно по коэффициентам в уравнении.

Правильными являются варианты ответов: 1) $\text{CaCO}_{3(\text{к})} \rightarrow \text{CaO}_{(\text{к})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$; 2) $\text{H}_2\text{O}_{(\text{лед})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$.

Задание 21.3 (выберите несколько вариантов ответа).

Не прибегая к вычислениям, укажите, в каких процессах энтропия уменьшается:

В а р и а н т ы о т в е т а:



Обоснование ответа. Ход рассуждений в этом задании такой же, как и в предыдущем. В первой реакции уменьшение энтропии происходит за счет уменьшения количества газообразных веществ, что видно по коэффициентам в уравнении. Согласно аналогичному рассуждению, энтропия четвертой реакции возрастает. Во второй реакции $\text{MgO}_{(\text{к})} + \text{CO}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{MgCO}_{3(\text{к})}$ тоже происходит уменьшение энтропии, так как упорядоченность твердого состояния больше (а энтропия, следовательно, меньше), чем у газообразного состояния. В третьей реакции, наоборот, энтропия возрастает, так как кристаллическое состояние более упорядочено, чем газообразное.

Правильными являются варианты ответов: 1) $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow 2\text{NO}_{2(\text{г})}$; 2) $\text{MgO}_{(\text{к})} + \text{CO}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{MgCO}_{3(\text{к})}$.

Задание 21.4 (выберите один вариант ответа).

Энтропия может служить мерой ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Некачественности энергии системы.

2. Количества движения в системе.

3. Количества теплоты в системе.

4. Замкнутости системы.

Обоснование ответа. Когда говорят о «качестве» тепловой энергии, имеют в виду возможность ее превращения в полезную механическую работу. Из термодинамики известно, что если имеется нагреватель с температурой T_n и холодильник с температурой T_x , то с помощью идеальной тепловой машины можно преобразовать в полезную работу не все тепло нагревателя, а только его часть, равную $A = Q_n(1 - T_x/T_n)$. Другими словами, отбирая от нагревателя Q_n тепла, мы должны вернуть холодильнику количество тепла $Q_x = Q_n T_x/T_n = T_x(Q_n/T_n) = T_x S_n$, где S_n — энтропия нагревателя. Чем больше энтропия нагревателя, тем больший «налог» (при одной и той же температуре холодильника) взимается за превращение тепла в полезную работу. Энтропия обратно пропорциональна температуре нагревателя, поэтому чем выше температура нагревателя, тем большую часть тепловой энергии нагревателя можно перевести в полезную работу. Можно сказать, что чем выше температура нагревателя, тем меньше его энтропия, тем качественнее тепловая энергия, запасенная в нагревателе. Остальные варианты ответа не связаны с температурой и, следовательно, со специфическим свойством энтропии.

Правильным является вариант ответа: **1) некачественности энергии системы.**

Задание 21.5 (выберите один вариант ответа).

Энтропия не может служить ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Мерой количества теплоты в системе.
2. Мерой беспорядка и бесструктурности.
3. Индикатором направления времени.
4. Мерой некачественности энергии системы.

Обоснование ответа. Из предложенных вариантов ответа три связаны со специфическими свойствами энтропии: она действительно может служить мерой беспорядка и бесструктурности, индикатором направления времени (закон возрастания энтропии в изолированной системе), мерой некачественности энергии системы (см. предыдущее задание). А вот с количеством тепла в системе энтропия никак не связана!

Правильным является вариант ответа: **1) мерой количества тепла в системе.**

Задание 21.6 (установите соответствие между формулировкой условия и вариантом ответа).

Установите соответствие между качеством (ценностью) энергии и ее формой:

1. Низкокачественная (малоценная) энергия.
2. Энергия среднего качества (промежуточной ценности).
3. Высококачественная (наиболее ценная) энергия.

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|-------------------|-----------------|
| А. Тепловая. | Б. Химическая. |
| В. Электрическая. | Г. Космическая. |

Обоснование ответа. Самой малоценной энергией является тепловая энергия, так как перевести в полезную работу можно только часть тепла, которая определяется отношением $(T_n - T_x)/T_n$. К сожалению, сделать T_x близким к 0 К очень сложно, обычно T_x — это температура окружающей среды (~300 К). Энергия, запасенная в химических соединениях, гораздо ценнее. Недаром природа выбрала именно химическую форму для создания запасов энергии клетки (АТФ). Электрическая форма энергии является самой высококачественной из перечисленных в задании, так как потери этой энергии при совершении полезной работы могут быть очень небольшие. Понятия космической энергии вообще не существует!

Правильным является соответствие: **1 — А; 2 — Б; 3 — В.**

Задание 21.7 (выберите один вариант ответа).

Утверждение, что энтропия изолированной (замкнутой) системы не может убывать, носит название ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Нулевого начала термодинамики.
2. Первого начала термодинамики.
3. Второго начала термодинамики.
4. Третьего начала термодинамики

Обоснование ответа. Согласно определению энтропии $S = k \ln P$ (где P — характеризует вероятность макросостояния, k — постоянная Больцмана) энтропия изолированной системы при протекании необратимого процесса возрастает, так как изолированная (т. е. предоставленная самой себе) система переходит из менее вероятных в более вероятные состояния. Утверждение о том, что **энтропия изолированной системы может только возрастать** (либо по достижении максимального значения оставаться неизменной), носит название *закона возрастания энтропии или второго начала термодинамики*.

Правильным является вариант ответа: **3) второго начала термодинамики.**

Задание 21.8 (выберите один правильный ответ).

Функция состояния системы, характеризующая направление протекания самопроизвольных процессов в изолированной системе называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Энтропией.
2. Энергией.
3. Массой.
4. Импульсом.

Обоснование ответа. Энтропия действительно является функцией состояния термодинамической системы — ее значение зависит только от состояния системы и не зависит от процесса, посредством которого система пришла в это состояние (т. е. от предыстории системы). Изолированная система эволюционирует в таком направлении, что ее энтропия увеличивается, пока не достигнет максимума. Это означает, что система находится в состоянии термодинамического равновесия.

Правильным является вариант ответа: **1) энтропией.**

22. ЗАКОНОМЕРНОСТИ САМООРГАНИЗАЦИИ. ПРИНЦИПЫ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭВОЛЮЦИОНИЗМА

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

22.1. В природе существует множество примеров возникновения порядка в первоначально беспорядочных структурах. Наиболее явственно и наглядно подобные явления демонстрирует живая природа. Однако и в неживой природе немало процессов, которые протекают в направлении от беспорядка к порядку. Всем знакомые снежинки, обладающие высокосимметричной структурой, образуются из бесструктурного водяного пара. В спокойном течении реки при огибании препятствий или при ускорении течения в области сужения русла могут возникнуть структуры в виде вихрей. Классическим примером образования структур из полностью хаотической фазы в лабораторных условиях являются конвективные *ячейки Бенара*. Другим примером образования структур являются *автоколебания* (звуковые, электрические, оптические, в том числе лазерные). Автоколебания возникают и в некоторых химических реакциях. Классическим примером самоорганизации является *реакция Белоусова–Жаботинского* (периодическое изменение цвета раствора). Известны примеры образования структур и в мегамире (звезды, туманности и т. п.).

22.2. В последнее время ученые начинают активно исследовать такие примеры, что, в частности, объясняется их важностью в силу универсального характера. И хотя успехи в этом направлении пока еще весьма скромные по сравнению, например, с исследованиями в физике микромира, многие качественные особенности такого рода задач становятся понятными. Соответствующее научное направление выделилось в отдельную область, для которой Г. Хакен (1973) предложил название *синергетика*. Предметом этой новой области науки было названо изучение общих принципов функционирования систем, в которых из хаотических состояний самопроизвольно возникают упорядоченные пространственные, временные и пространственно-временные структуры. Синергетика призвана построить физическую модель этих процессов и подобрать для их описания адекватный математический аппарат.

22.3. *Самоорганизация* — это процесс эволюции от беспорядка к порядку. Общие свойства систем, способных к самоорганизации, следующие. *В-первых*, все подобные системы должны быть *открытыми*, т. е. обмениваться с окружающей средой либо веществом, либо энергией или и тем, и другим. Так как в открытых структурах энергия системы может переходить в окружающую среду (теряться), то такие структуры называются *диссипативными*. *Во-вторых*, самоорганизация происходит в *неравновесных* системах, т. е. таких системах, состояние которых в данный момент существенно отличается от теплового равновесия. *В-третьих*, самоорганизующиеся системы должны быть достаточно *большими*, т. е. состоять из многих частиц (подсистем). Дело в том, что только в таких системах возможно возникновение *флуктуаций* — макроскопических неоднородностей. *В-четвертых*, эволюция систем, способных к самоорганизации, описывается *нелинейными* уравне-

ниями. Именно в нелинейных системах малые флуктуации способны возрасти и приводить к бифуркациям.

22.4. Самоорганизация имеет пороговый характер. Это означает, что до некоторого значения какой-то физической величины (например, энергии), описывающей состояние рассматриваемой системы, последняя ведет себя «обычным образом», в соответствии с известными динамическими и статистическими законами. При увеличении значений этой физической величины и отклонении от равновесного состояния в системе нарастают флуктуации, неконтролируемые изменения состояния, которые в обычном состоянии достаточно малы. Наконец, в *точке бифуркации* система скачком переходит в новое состояние с иной структурой, иными свойствами. Обычно в точке бифуркации у системы имеется несколько (обычно две) возможностей образовать новую структуру. Однако предсказать, какая из этих структур реализуется, принципиально невозможно.

22.5. Процессы самоорганизации и изучающая их наука синергетика являются основой научной программы, которая охватывает не только естественные, но и гуманитарные науки. Именно эта научная программа призвана построить модель эволюционных процессов самого общего вида. Такой «эволюционный» подход к природе и обществу, к Вселенной в целом получил название универсальный эволюционизм. Основные *принципы универсального эволюционизма* следующие:

1. Все в природе существует в развитии.
2. Эволюционные процессы объективны и познаваемы.
3. Известные законы природы следует воспринимать как принципы отбора допустимых состояний из всех возможных.
4. В эволюционных процессах фундаментальную и неустранимую роль играют случайности и неопределенности (в точках бифуркации).
5. Любое развитие следует рассматривать как чередование медленных количественных и быстрых качественных изменений (бифуркаций).
6. Поведение системы в точках бифуркации непредсказуемо (прошлое влияет на будущее, но не определяет его).
7. Устойчивость и надежность систем в природе и обществе обусловлены их постоянным обновлением в ходе эволюции.
8. Окружающую среду не следует рассматривать просто как «термостат», имеет место совместная эволюция (коэволюция) системы и окружающей среды.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 22.1 (выберите несколько вариантов ответа).

Синергетика является ...

В а р и а н т ы о т в е т а :

1. Прикладной наукой.
2. Лженаукой.
3. Теорией самоорганизации.
4. Междисциплинарным научным направлением.

Обоснование ответа. Синергетика изучает общие свойства систем, способных к самоорганизации, независимо от природы и структуры этих систем. В этом отношении синергетика близка к теории колебаний, которая также изучает колебательные процессы в системах независимо от того, что представляют собой эти системы. Поэтому из предложенных вариантов ответа следует выбрать третий и четвертый. Несмотря на то что выводы синергетики имеют важное практическое значение, считать эту науку прикладной сейчас вряд ли возможно. И конечно, никак нельзя синергетику считать лженаукой, так как она опирается на широкую эмпирическую базу и развитые теоретические модели.

Правильными являются варианты ответов: **3) теорией самоорганизации; 4) междисциплинарным научным направлением.**

Задание 22.2 (выберите несколько вариантов ответа).

Процессы самоорганизации происходят ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. При получении новых веществ в замкнутых реакторах.
2. В ходе развития Земли.
3. Во всех равновесных реакциях.
4. В колебательных реакциях Белоусова–Жаботинского.

Обоснование ответа. Процессы самоорганизации происходят в открытых нелинейных системах, находящихся вдали от состояния (теплового) равновесия. В связи с этим следует сразу отбросить первый и третий варианты ответа. Вторым и четвертым варианты относятся к процессам, где возможны (и происходят) процессы самоорганизации: это геологическая эволюция, характеризующаяся структурированием первоначально однородного вещества Земли, и химическая колебательная реакция Белоусова–Жаботинского, когда смесь реагентов циклически меняет свой состав и соответственно цвет.

Правильными являются варианты ответов: **2) в ходе развития Земли; 4) в колебательных реакциях Белоусова–Жаботинского.**

Задание 22.3 (выберите несколько вариантов ответа).

К числу необходимых условий самоорганизации относятся ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Неравновесность системы.
2. Присутствие живых организмов в системе.
3. Химическая неоднородность системы.
4. Нелинейность системы.

Обоснование ответа. Процессы самоорганизации происходят в открытых нелинейных системах, находящихся вдали от состояния (теплового) равновесия. Это утверждение позволяет выбрать в качестве подходящих первый и четвертый варианты ответа. Ни химическая неоднородность системы, ни присутствие живых организмов не являются условием возникновения

процессов самоорганизации, что легко иллюстрируется многочисленными примерами.

Правильными являются варианты ответа: **1) неравновесность системы;**
4) нелинейность системы.

Задание 22.4 (*выберите несколько вариантов ответа*).

К закономерностям самоорганизации в любой системе относится ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Возрастание устойчивости системы перед формированием диссипативной структуры.

2. Возрастание неустойчивости системы перед формированием диссипативной структуры.

3. Плавность, постепенность формирования диссипативной структуры.

4. Внезапность, быстрота формирования диссипативной структуры.

Обоснование ответа. Самоорганизация в любых системах характеризуется тем, что резко возрастают флуктуационные колебания, система становится неустойчивой и в какой-то момент (точка бифуркации) резко, скачком переходит в новое состояние с другой структурой. Эти свойства самоорганизации описываются вторым и четвертым вариантами ответа.

Правильными являются варианты ответа: **2) возрастание неустойчивости системы перед формированием диссипативной структуры;** **4) внезапность, быстрота формирования диссипативной структуры.**

Задание 22.5 (*выберите один вариант ответа*).

Процессы самоорганизации в открытых системах изучает ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Информатика.

2. Евгеника.

3. Генетика.

4. Синергетика

Обоснование ответа. Как уже неоднократно говорилось выше, синергетика изучает общие свойства систем, способных к самоорганизации, независимо от природы и структуры этих систем. Поэтому выбор варианта ответа в этом задании очевиден.

Правильным является вариант ответа: **4) синергетика.**

Задание 22.6 (*укажите соответствие между условием и вариантом ответа*).

Установите соответствие между научной дисциплиной и ее предметной областью:

1. Термодинамика.

2. Теория относительности.

3. Синергетика.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Общие закономерности процессов самоорганизации в природных и социальных системах.

Б. Общие пространственно-временные свойства всех природных процессов.

В. Всеобщие принципы бытия, познания, отношений между человеком и миром.

Г. Общие закономерности процессов взаимопревращения различных форм энергии.

Обоснование ответа. Из четырех предложенных вариантов ответа один должен оказаться «лишним», так как в условии задания указаны только три научные дисциплины. Очевидно, этим «лишним» вариантом является вариант В, так как всеобщие принципы бытия, познания, отношений между человеком и миром — это область интересов философии. Что касается оставшихся вариантов, то ясно, что общие вопросы самоорганизации должны быть связаны с синергетикой (3 — А). Теория относительности в широком смысле занимается пространственно-временными свойствами процессов (2 — Б). А термодинамика (точнее, феноменологическая термодинамика) изучает общие закономерности процессов взаимопревращения различных форм энергии (1 — Г).

Правильным является соответствие: 1 — Г; 2 — Б; 3 — А.

Задание 22.7 (укажите соответствие между условием и вариантом ответа).

Установите соответствие между научной дисциплиной (исследовательской программой) и ее предметом исследований:

1. Синергетика.
2. Биологический эволюционизм.
3. Универсальный эволюционизм.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Происхождение и развитие живых систем.

Б. Универсальные закономерности самоорганизации в природе и обществе.

В. Эволюция и форма существования Вселенной.

Г. Пути преодоления глобального экологического кризиса современности.

Обоснование ответа. Как уже неоднократно указывалось выше, синергетика изучает универсальные закономерности самоорганизации. Биологический эволюционизм занимается вопросами происхождения и развития живых систем. Универсальный эволюционизм рассматривает со своих позиций все вопросы эволюции и формы существования Вселенной. Для четвертого варианта ответа соответствующей научной дисциплины (исследовательской программы) в условии задания нет.

Правильным является соответствие: 1 — Б; 2 — А; 3 — В.

V.

ПАНОРАМА СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

23. КОСМОЛОГИЯ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

23.1. *Космология* — это наука о строении и эволюции Вселенной. В основе космологии лежат результаты исследования наиболее общих свойств (*однородности, изотропности и расширения*) той части Вселенной, которая доступна для астрономических наблюдений. Теоретическим фундаментом космологии являются *общая теория относительности, теория поля* и другие фундаментальные физические теории.

23.2. Первое научно обоснованное космологическое представление, сложившееся в XVIII в., было связано с *механистической концепцией детерминизма*, в соответствии с которой все процессы во Вселенной подчиняются жестким причинно-следственным закономерностям, исключающим появление нового качества. В XIX в. стало ясно, что процессы во Вселенной развиваются необратимо, по сложным сценариям, которые никак не сводятся к обратимым движениям отдельных материальных точек по траекториям. В то время существовала одна-единственная физическая теория, описывающая необратимое поведение объектов природы — статистическая термодинамика. Основные положения этой теории и были применены к Вселенной как к замкнутой системе, в результате чего появилась *концепция «тепловой смерти»* Вселенной. В соответствии с этим термодинамическим сценарием, современное состояние Вселенной является результатом гигантской *флуктуации* Вселенной, ее спонтанным, самопроизвольным «прыжком» в упорядоченное состояние, после чего началась медленная релаксация к хаотическому состоянию с максимальной энтропией, когда и вещество, и поле будут распределены в пространстве равномерно и прекратятся все процессы в природе.

23.3. В 1917 году А. Эйнштейн опубликовал статью, которая стала исходным пунктом на пути к современным космологическим представлениям. В этой статье Эйнштейн применил к Вселенной только что выведенные им уравнения общей теории относительности. Самым удивительным оказалось то, что из написанного им «мирового уравнения» вытекала невозможность стационарного, т. е. не изменяющегося со временем, состояния Вселенной.

Получалось, что от малейшего «толчка» силы тяготения начнут либо неумолимо сжимать все вещество, находящееся во Вселенной, в точку, либо, наоборот, «распираемый изнутри» мир станет неудержимо расширяться. После некоторых колебаний Эйнштейн добавил к «мировому уравнению» еще одно слагаемое, так называемую *космологическую постоянную*, учитывающую гипотетическую антигравитацию. Это позволило Эйнштейну «закрепить» мир, не дать ему потерять устойчивость (*модель бесконечной стационарной Вселенной*).

23.4. В 1922 году в авторитетном немецком журнале была помещена статья российского физика-теоретика Александра Фридмана «О кривизне пространства», где была выдвинута *динамическая модель Вселенной* и родился термин «*расширение Вселенной*». Идеи Фридмана и Эйнштейна подхватили ученые в разных странах. Особого внимания заслуживают работы бельгийского астронома и священника аббата Ж. Леметра, впоследствии президента Папской академии наук в Ватикане. Именно он впервые высказал предположение о конечности Вселенной, о Большом Взрыве, сопровождавшем возникновение Вселенной.

23.5. В 1929 году американский астрофизик Э. Хаббл, изучая закономерности «*красного смещения*» *спектральных линий излучения, приходящего от удаленных галактик*, пришел к выводу о том, что «разбегание» любых двух галактик происходит со скоростью v , пропорциональной расстоянию L между этими галактиками (*закон Хаббла*):

$$v = HL,$$

где H — постоянная Хаббла.

Если принять, что расширение Вселенной происходит достаточно равномерно, то легко убедиться, что промежуток времени $t = L/v$ от начала расширения равен обратной постоянной Хаббла

$$t = \frac{1}{H}.$$

Таким образом, экспериментально измерив постоянную Хаббла, можно оценить возраст Вселенной. По последним данным, он составляет 13,7 млрд лет.

23.6. Настоящим триумфом концепции Большого Взрыва стало одно из самых великих научных открытий XX века — экспериментальное обнаружение в 1965 году (Пензиас А., Вильсон Р.) *реликтового излучения*, которое «путешествует» в пространстве с тех времен, когда Вселенной было всего около миллиона лет. Это излучение могло возникнуть только в том случае, если молодая Вселенная была достаточно горячей и если свет в то время был самым активным участником физических процессов.

23.7. В настоящее время считается, что материя во Вселенной существует в трех формах: *видимая материя* (~4%), «*темная*» *материя* (~23%) и так называемая «*темная*» *энергия* (~73%), связанная с антигравитирующим физическим вакуумом. Обычное вещество сосредоточено в основном в звездах, которых только в нашей Галактике насчитывается около ста миллиардов. Предполагается, что во Вселенной существует до миллиарда различных га-

лактик, среднее расстояние между которыми имеет порядок одного мегапарсека. Эти галактики распределены крайне неравномерно, образуя скопления (кластеры). Однако если рассматривать Вселенную в очень большом масштабе, например, «разбивая» ее на «ячейки» с линейным размером, превышающим 200 Мпк, то неравномерность структуры Вселенной уже не будет наблюдаться. Таким образом, в очень больших масштабах Вселенная является *однородной и изотропной*.

23.8. В основе концепции Большого Взрыва лежит предположение о том, что началу эволюции Вселенной ($t = 0$) соответствовало состояние с бесконечной плотностью $\rho = \infty$ (*сингулярное состояние* Вселенной). С этого момента Вселенная расширяется¹¹, а ее средняя плотность ρ уменьшается со временем.

При очень высоких температурах ($T > 10^{13}$ К, $t < 10^{-6}$ с) Вселенная была абсолютно непохожа на то, что мы видим сегодня. В той Вселенной не было ни галактик, ни звезд, ни атомов... Как в «кипящем котле», в ней непрерывно рождались и исчезали кварки, лептоны и кванты фундаментальных взаимодействий, в первую очередь, фотоны (γ). При столкновении двух фотонов могла, например, родиться пара электрон (e^-) – позитрон (e^+), которая практически сразу аннигилировала (самоуничтожалась), вновь рождая кванты света: $\gamma + \gamma \leftrightarrow e^- + e^+$. Аннигиляция электрон-позитронной пары могла привести к рождению и других пар частица–античастица, например нейтрино (ν) и антинейтрино ($\bar{\nu}$). Следует, однако, иметь в виду, что рождение пары частица–античастица при столкновении фотонов возможно только при условии, что энергия фотонов W_γ превышает энергию покоя $W_0 = m_0c^2$ рождающихся частиц. А так как средняя энергия фотонов в состоянии термодинамического равновесия определяется температурой $W_\gamma = kT$, где k — постоянная Больцмана, то обратимый характер процессов с участием фотонов имел место только при температурах, превышавших вполне определенное значение для каждого типа элементарных частиц $T \sim m_0c^2/k$.

Например, для нуклонов $m_0c^2 \sim 10^{10}$ эВ, значит, $T_{\text{нукл}} \sim 10^{13}$ К. Так что при $T > T_{\text{нукл}}$ могло происходить и происходило непрерывное возникновение пар нуклон–антинуклон и их почти мгновенная аннигиляция с рождением фотонов. Как только температура T стала меньше, чем $T_{\text{нукл}}$, нуклоны и антинуклоны за весьма короткое время исчезли, превратившись в свет. И если бы это имело место для всех нуклонов и антинуклонов, то Вселенная осталась бы без стабильных адронов, а значит, не было бы и того вещества, из которого впоследствии образовались галактики, звезды и другие космические объекты. Но оказывается, что в среднем на каждый миллиард пар нуклон–антинуклон приходилась одна (!) «лишняя» частица. Именно из этих «лишних» нуклонов и построено вещество нашей Вселенной¹².

¹¹ На самом деле монотонное уменьшение плотности ρ происходило не сразу, а спустя столь малое мгновение ($t \sim 10^{-32}$ с), что об этом, казалось бы, не стоило упоминать. Тем не менее, как утверждает *инфляционная модель* Большого Взрыва, еще раньше, в интервале $10^{-35} \dots 10^{-32}$ с, произошло катастрофическое расширение Вселенной в 10^{50} (!) раз, после чего она «схлопнулась» и далее имело место монотонное расширение.

¹² Не останавливаясь здесь подробно на причине появления этих «лишних» нуклонов, отметим, что эта причина связана с асимметрией распада так называемого бозона Хиггса и соответствующего ему антибозона, за которым охотятся сейчас физики всего мира.

Аналогичный процесс аннигиляции электронов и позитронов произошел позже, при $t \sim 1$ с, когда температура Вселенной упала до $\sim 10^{10}$ К, и энергии фотонов стало не хватать для рождения электрон-позитронных пар.

Оставшиеся после глобального самоуничтожения протоны и нейтроны некоторое время обратимо переходили друг в друга в соответствии с реакционными формулами $p + e^- \leftrightarrow n + \bar{\nu}$; $p + \nu \leftrightarrow n + e^+$. И здесь решающую роль сыграло небольшое отличие масс покоя протонов и нейтронов, которое в конце концов привело к тому, что концентрации нейтронов и протонов оказались различными. Теория утверждает, что к исходу пятой минуты на каждые 100 протонов приходилось примерно 15 нейтронов. Именно в это время температура Вселенной упала до $\sim 10^{10}$ К, и создались условия для образования стабильных ядер, прежде всего ядер водорода (H) и гелия (He). Если пренебречь ядрами других элементов (а они тогда действительно почти не возникали), то с учетом приведенного выше соотношения протонов и нейтронов во Вселенной должно было образоваться $\sim 70\%$ ядер водорода и $\sim 30\%$ ядер гелия. Именно такое соотношение этих элементов и наблюдается в межгалактической среде и в звездах первого поколения, подтверждая тем самым концепцию Большого Взрыва.

После образования ядер H и He в течение длительного времени (порядка миллиона лет) во Вселенной почти ничего заслуживающего внимания не происходило. Было еще достаточно горячо, чтобы ядра могли удерживать электроны, так как фотоны тут же их отрывали. Поэтому состояние Вселенной в этот период называют *фотонной плазмой*.

Так продолжалось до тех пор, пока температура не упала до ~ 4000 К, а это случилось через $\sim 10^{13}$ с или почти через миллион лет после Большого Взрыва. При такой температуре ядра водорода и гелия начинают интенсивно захватывать электроны и превращаться в стабильные нейтральные атомы (энергии фотонов уже недостаточно, чтобы эти атомы разбивать). Астрофизики называют этот процесс *рекомбинацией*.

Только с этого момента вещество Вселенной становится прозрачным для излучения и пригодным для образования сгустков, из которых потом образовались галактики. Излучение же, называемое *реликтовым*, с тех пор ведет независимое существование, путешествуя по Вселенной по всем направлениям.

23.9. Представленная здесь реконструкция событий за время существования Вселенной поражает удивительной взаимозависимостью и взаимообусловленностью явлений на огромном временном интервале почти в 14 млрд лет. Кажется, что в этом грандиозном сценарии нет места случайности. Размышления над этой предопределенностью эволюции Вселенной привели ученых к формулировке *антропного принципа*, который, скорее, отражает философское «восхищение» слаженностью эволюционных процессов во Вселенной, чем ведет к новым эвристическим обобщениям. *Слабый антропный принцип* утверждает, что наблюдаемые свойства Вселенной зависят от человека как наблюдателя, т. е. Вселенная такая потому, что мы ее такой видим.

Сильный антропный принцип говорит, что Вселенная устроена таким образом, что в ней с неизбежностью должен появиться человек. Такой подход фактически реанимирует антропоцентрическую идею о человеке как о цели творения.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**Задание 23.1** (*выберите один вариант ответа*).

К основным физическим теориям, составляющим фундамент космологии, относятся ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Электронная теория Лоренца и классическая электродинамика.
2. Классическая механика и механика сплошных сред.
3. Общая теория относительности и квантовая теория поля.
4. Равновесная термодинамика и молекулярно-кинетическая теория.

Обоснование ответа. Если иметь в виду, что в вопросе подразумевается современная космология, то из приведенных вариантов ответа следует выбрать третий: общая теория относительности и квантовая теория поля. Классическая механика служила фундаментом космологии в XVIII–XIX вв. Равновесная термодинамика «родила» концепцию «тепловой смерти» Вселенной, которая сейчас не подтверждается экспериментально. Электронная теория Лоренца и классическая электродинамика не занимаются проблемами космологии.

Правильным является вариант ответа: **3) общая теория относительности и квантовая теория поля.**

Задание 23.2 (*выберите один вариант ответа*).

Метагалактика — наблюдаемая часть Вселенной — представляется при наблюдениях ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Практически однородной во всех масштабах.
2. Однородной и изотропной в масштабах меньше 200 Мпк и неоднородной в больших масштабах.
3. Сильно неоднородной в любых масштабах.
4. Однородной и изотропной в очень больших масштабах и неоднородной в меньших масштабах.

Обоснование ответа. Несмотря на наблюдаемую глазом неоднородность в распределении материи во Вселенной (галактики, звезды, газовые туманности и т. д.), при переходе к очень большим масштабам, когда уже нельзя различить, что происходит на расстояниях, меньших 200 Мпк, неоднородность в распределении материи уже не замечается. Это напоминает ситуацию с географическими картами. Если масштаб карты достаточно мелкий, например, 100 м в одном сантиметре, то мы можем различить на этой карте даже отдельные деревья и узкие тропинки в лесу. А если масштаб карты составляет 100 км в одном сантиметре, то весь лес представляет собой сплошной однородный массив.

Правильным является вариант ответа: **4) однородной и изотропной в очень больших масштабах и неоднородной в меньших масштабах.**

Задание 23.3 (*выберите один вариант ответа*).

Космология — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Научное направление, изучающее состав, структуру и законы движения планет Солнечной системы.
2. Раздел астрономии, изучающий происхождение и развитие космических тел и их систем.
3. Совокупность научных направлений, занимающихся изучением орбитальных полетов вблизи Земли.
4. Физическое учение о Вселенной как единой целостной сверхсистеме, включающее исследования расширения, однородности и изотропности наблюдаемого мира.

Обоснование ответа. Космология изучает Вселенную, а не только Солнечную систему или околоземное пространство, поэтому первый и третий варианты не подходят. Второй вариант определяет раздел астрономии, который называется космогонией. Правильным является четвертый вариант, хотя приведенное в нем определение космологии несколько абстрактно.

Правильным является вариант ответа: **4) физическое учение о Вселенной как единой целостной сверхсистеме, включающее исследования расширения, однородности и изотропности наблюдаемого мира.**

Задание 23.4 (выберите один вариант ответа).

Модель расширяющейся Вселенной наблюдательно подтверждается ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Открытием реликтового излучения.
2. Открытием Э. Хабблом пропорциональности между скоростью разбегания галактик и расстоянием до них.
3. Изучением изотопного состава вещества метеоритов, Солнца и Земли.
4. Исследованием химического состава звезд путем анализа их спектров.

Обоснование ответа. Первым экспериментальным аргументом в пользу расширения Вселенной было открытие Э. Хаббла, установившего пропорциональность между скоростью разбегания галактик и расстоянием до них. Открытие реликтового излучения подтверждает гипотезу горячего Большого Взрыва, которая также опирается на экспериментально установленный факт разбегания галактик. А вот изучения Солнца, звезд — это область астрофизики, лишь косвенно связанная с космологией.

Правильным является вариант ответа: **2) открытием Э. Хабблом пропорциональности между скоростью разбегания галактик и расстоянием до них.**

Задание 23.5 (выберите один вариант ответа).

Согласно теории расширяющейся Вселенной ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Радиус кривизны Вселенной не меняется со временем.
2. Вселенная проходит бесконечную цепь расширений и сжатий.
3. Галактики удаляются друг от друга.
4. Радиус кривизны Вселенной уменьшается.

Обоснование ответа. Теория расширяющейся Вселенной опирается на экспериментально установленный факт удаления галактик друг от друга. Что касается радиуса кривизны Вселенной, то сейчас ученые приходят к мысли, что Вселенная была, есть и будет плоской (евклидовой), т. е. пространство Вселенной имеет бесконечный радиус кривизны.

Правильным является вариант ответа: **3) галактики удаляются друг от друга.**

Задание 23.6 (выберите один вариант ответа).

Современная космология строит модели Вселенной на основе ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Общей теории относительности Эйнштейна.
2. Теории света.
3. Специальной теории относительности.
4. Классической механики.

Обоснование ответа. Современная космология опирается на прочный фундамент общей теории относительности А. Эйнштейна.

Правильным является вариант ответа: **3) общей теории относительности Эйнштейна.**

Задание 23.7 (выберите один вариант ответа).

Согласно космологическим моделям происхождение легких химических элементов (до железа) связано с ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Процессами жизнедеятельности живых организмов.
2. Реакциями радиоактивного распада тяжелых элементов.
3. Термоядерными реакциями внутри звезд.
4. Вулканической деятельностью Земли.

Обоснование ответа. Синтез химических элементов связан с термоядерными реакциями в звездах. В результате слияния все более тяжелых ядер получаются элементы с атомным весом до ~60 (до железа). Более тяжелые элементы получаются в результате взрыва звезд на последних стадиях их жизни.

Правильным является вариант ответа: **3) термоядерными реакциями внутри звезд.**

Задание 23.8 (выберите один вариант ответа).

Согласно модели Большого Взрыва, все вещество Вселенной в начальный момент было сосредоточено в крайне небольшом объеме с бесконечно высокой плотностью. Такое состояние называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Сингулярностью.
2. Точкой бифуркации.
3. Комплементарностью.
4. Хиральностью.

Обоснование ответа. Состояние Вселенной при $t = 0$ называется сингулярным.

Правильным является вариант ответа: **1) сингулярностью.**

Задание 23.9 (выберите варианты согласно тексту задания).

Установите соответствие между основными видами материи во Вселенной и их свойствами:

1. Темное вещество.
2. Темная энергия.

В а р и а н т ы о т в е т а:

А. Характеризуется неоднородным распределением, проявляется благодаря гравитационному взаимодействию.

Б. Обуславливает расширение Вселенной.

В. Является причиной процессов разрушения, распада.

Обоснование ответа. Третий вариант ответа надо сразу отбросить как не имеющий ничего общего ни с темной материей, ни с темной энергией. Вариант А относится к темному веществу. Действительно, его наличие во Вселенной в настоящее время устанавливается только косвенно, по изменению в движении видимого вещества, с которым темное вещество гравитационно взаимодействует. Темная энергия, или энергия физического вакуума, обуславливает расширение Вселенной.

Правильным является соответствие: **1 — А; 2 — Б.**

24. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

24.1. Формирование Солнца и планет Солнечной системы произошло около 4,6 млрд лет назад. Исходным материалом для них явились газы, космическая пыль и осколки взорвавшихся звезд предыдущих поколений («космический мусор», как шутя называют этот материал астрономы). Присутствие массивных центров гравитационной конденсации и их конкуренция привели к слипанию вещества в несколько «комков» разных размеров и на разных расстояниях от центра. В центральном «комке», где сконцентрировалась основная масса системы, созрели условия для запуска естественного термоядерного реактора, что и стало рождением нашего Солнца. А вот остальные «комки» продолжали собирать газ, пыль, крупные и мелкие тела (*планетезимали*), вращаясь около Солнца. Этот процесс занял около 100 млн лет.

24.2. Когда Земля накопила ~98% своей массы ($\sim 6 \cdot 10^{24}$ кг), она сначала представляла собой однородный шар, состоящий из относительно легких силикатов (в основном SiO_2) и тяжелых по сравнению с ними оксидов железа, никеля и т. п. Вся последующая геологическая история представляет собой *гравитационную дифференциацию (разделение) веществ*, обладающих разной плотностью: железо, никель из мантии «стекает» к центру Земли, образуя ядро, а силикаты и другие легкие вещества поднимаются к поверх-

ности мантии. Эффективность конвективных процессов существенно повышается в результате разогрева недр Земли. Основными источниками тепловыделения в Земле являются распад радиоактивных элементов (^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K) и гравитационная дифференциация тяжелых и легких веществ (т. е. «опускание» железа к центру Земли).

24.3. Формирование ядра сопровождается целым рядом процессов, обуславливающих появление разнородных оболочек как внутри тела Земли, так и в непосредственной близости от ее поверхности. Так, на глубине 60–250 км вещество мантии частично расплавлено и представляет собой «кашеобразную» массу. Этот слой называется *астеносферой*. Выше расположена *литосфера*, которая расколота на гигантские плиты, «плавающие» по поверхности астеносферы. Наиболее крупных плит шесть: Евразийская, Африканская, Индоавстралийская, Тихоокеанская, Американская и Антарктическая.

24.4. В результате вулканических процессов на поверхности литосферы образуется слой твердых веществ с несколько меньшей (на 10...15%), чем у верхней литосферы, плотностью. Этот слой, который называется *земной корой*, представляет собой уникальный продукт геологической эволюции. Литосферные плиты не являются чем-то раз и навсегда образовавшимся и неподвижным. Они двигаются, рождаются из мантии и снова уходят в нее. Еще в 1946 году было высказано предположение о том, что океанские литосферные плиты заглубляются под континентальные в областях земной поверхности, расположенных на периферии океанов. Значит, внутри океанов должны находиться области зарождения и растяжения вновь образующейся океанской литосферы. Во всех океанах такими областями являются *срединно-океанские хребты*, достигающие нескольких километров в высоту. По оси этих хребтов располагаются довольно узкие рифтовые долины — глубокие пропасти с почти отвесными стенками. Именно в этих долинах астеносфера почти подходит к поверхности коры и именно здесь изливается свежая базальтовая лава из небольших вулканов вдоль полосы шириной 1–3 км по оси рифтовой долины. Застывая, эта лава и образует нарождающуюся океаническую литосферу.

24.5. Газовая оболочка Земли называется *атмосферой* (от греческих слов «*атмос*» — пар и «*сфера*» — оболочка). Существование атмосферы обусловлено достаточно сильным гравитационным полем Земли. Далеко не все небесные тела имеют атмосферу. Атмосфера представляет собой механическую смесь многих газов. Главными составляющими чистого сухого воздуха на уровне моря являются азот (~78%), кислород (~21%), аргон (~1%) и углекислый газ (~0,03%). На долю остальных газов — неона, гелия, криптона, водорода, озона и т. д. приходится менее 0,01%. Такой состав атмосферы явился следствием биологической эволюции на Земле, так как первичная атмосфера Земли была совсем другой. Она состояла из небольшого количества азота, аммиака и инертных газов и была чрезвычайно тонкой. Не было в атмосфере ни водяного пара, ни углекислого газа, ни кислорода. С началом геологической эволюции происходит дегазация мантии: выделение при вулканических процессах водяного пара и других газов из верхней мантии. Следующим

важнейшим событием стало появление свободного кислорода биогенного происхождения. Дальнейшая эволюция атмосферы заключалась, прежде всего, в нарастании количества свободного кислорода, приведшего в конце концов к формированию кислородной атмосферы — этого биогеохимического чуда, не имеющего аналогов на других планетах Солнечной системы.

24.6. По характеру изменения температуры с высотой различают тропосферу, стратосферу, мезосферу и термосферу. *Тропосфера* прилегает к земной поверхности и имеет среднюю температуру у поверхности $+15^{\circ}\text{C}$. В тропосфере заключено около 90% массы атмосферы и практически весь водяной пар. *Стратосфера* характеризуется ростом температуры с высотой и исключительной сухостью воздуха. Там почти нет водяного пара. Верхняя граница стратосферы расположена в среднем на высоте 50–55 км. В нижней части стратосферы находится *озоновый слой* (озон — это трехатомный кислород O_3). Озоновый слой имеет исключительно важное значение для существования биосферы, так как поглощает губительную для всего живого ультрафиолетовую радиацию Солнца. Можно сказать, что озоновый слой как щит прикрывает все живое на Земле. *Мезосфера* — слой, лежащий над стратосферой и характеризующийся падением температуры с высотой. В *термосфере* температура растет от -90°C на высоте около 90 км до $1000\text{--}2000^{\circ}\text{C}$ на высоте 400 км.

24.7. Атмосфера — это своего рода тепловая машина. Нагревателем ее служат тропики, которые получают больше энергии от Солнца, а холодильником — полюсы. Эта тепловая машина непрерывно превращает поступающую от Солнца тепловую энергию в кинетическую энергию движения воздуха. По ориентировочным оценкам, коэффициент полезного действия такой тепловой машины равен всего 2%. Именно столько энергии солнечной радиации превращается в кинетическую энергию ветра. Много это или мало? Земля поглощает в секунду примерно $1,2 \cdot 10^{17}$ Дж. Значит, мощность тепловой машины под названием «атмосфера» составляет около $2,4 \cdot 10^{15}$ Вт. Впечатляющая цифра!

Рабочим веществом этой тепловой машины являются воздушные массы, непрерывно переносящие тепло от нагревателя-экватора к холодильникам-полюсам. Этот перенос осуществляют в основном *циклоны* и *антициклоны*. Из всего количества избыточного тепла, получаемого Землей в низких широтах, воздушные потоки переносят около 90% тепла. Остальные 10% приходятся на долю океанских течений. Однако роль океана этим не исчерпывается. В отличие от суши, океаны обладают огромной теплоемкостью. Поэтому они нагреваются летом и охлаждаются зимой значительно медленнее, чем суша. Между океанами и сушей зимой и летом существует перепад температур. Благодаря этому в атмосфере работают и другие, помимо рассмотренной выше, тепловые машины. Зимой у них нагревателями служат океаны, а холодильниками — континенты. Летом, наоборот, континенты становятся нагревателями, а океаны — холодильниками. Движение воздуха при этом осуществляется в форме *муссонов*, т. е. преобладающих ветров, дующих у поверхности зимой с материка в океан, а летом — с океана на материк. Они смягчают зимнюю стужу и уменьшают летнюю жару. При движении

в глубь материков влияние океанов ослабевает, и климат становится все более и более континентальным.

24.8. Другая важная внешняя оболочка нашей планеты — *гидросфера*. Она включает в себя и лед, и обычную жидкую воду, и водяной пар, присутствующий в атмосфере в очень небольших количествах. Наличие у Земли океана представляет собой достаточно редкое для Солнечной системы явление. Ведь чтобы образовался океан, т. е. значительная масса жидкого вещества, отделенная от атмосферы и литосферы резкой границей, необходимо, чтобы температура поверхности космического тела была, с одной стороны, выше *температуры плавления* этого вещества, а с другой стороны, ниже его *критической температуры*, при которой исчезает разница между жидким и газообразным состояниями вещества. Кроме того, общая масса вещества должна быть достаточно большой, чтобы мог сформироваться значительный объем жидкой фазы, в противном случае конденсация пара приведет лишь к появлению мелкомасштабных форм жидкости (облака, туман и т. п.).

24.9. В отличие от электрического поля Земли, которое долгое время пугало людей грозowymi разрядами, магнитное поле уже давно стало помощником человека, в первую очередь, помогая ему определять направление в пространстве. Несмотря на то что магнитное поле Земли довольно слабое, его роль в эволюции жизни трудно переоценить. Ведь Земля постоянно находится под воздействием мощного потока высокоэнергетических заряженных частиц, испускаемых Солнцем (солнечный ветер). Эти частицы, так же как и ультрафиолетовое излучение, чрезвычайно губительно для живых организмов. Благодаря наличию магнитного поля, электрически заряженные частицы силой Лоренца отклоняются от своего первоначального направления и отводятся к магнитным полюсам. Двигаясь по спирали около магнитных силовых линий, эти частицы интенсивно возбуждают молекулы воздуха, которые затем излучают свет. Так возникают удивительные по красоте полярные сияния.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 24.1 (выберите один вариант ответа).

Достаточно точные данные о возрасте Земли получают ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. При анализе радиоактивных превращений элементов Земли и метеоритов.
2. На основе интерпретации данных сейсмической разведки.
3. В результате анализа вулканических газов.
4. На основе длительности эволюции живых организмов.

Обоснование ответа. Геологическое время сейчас определяют преимущественно по содержанию радиоактивных изотопов и продуктов их распада в минералах земной коры. Известны несколько типов ядерных превращений, которые используются в качестве геологических часов: $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb} + 8^4\text{He}$, $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb} + 7^4\text{He}$ и др. Остальные варианты ответа связаны с методами определения структуры состава земных оболочек.

Правильным является вариант ответа: **1) при анализе радиоактивных превращений элементов Земли и метеоритов.**

Задание 24.2 (выберите один вариант ответа).

Укажите составные части литосферы:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Верхний твердый слой мантии и земная кора.
2. Земная кора и нижний слой мантии.
3. Верхний и нижний слои мантии.
4. Земная кора и атмосфера.

Обоснование ответа. Литосфера — это часть мантии, расположенная выше кашеобразной, частично расплавленной астеносферы. К литосфере относят и земную кору (расположенную выше так называемой границы Моховичича). Атмосфера не может относиться к литосфере, так как «*литос*» переводится как «*камень*». Не может состоять литосфера и из земной коры и нижнего слоя мантии, так как они пространственно разделены: нижняя мантия граничит с ядром. То же самое можно сказать о варианте ответа, где говорится о верхней и нижней мантии.

Правильным является вариант ответа: **1) верхний твердый слой мантии и земная кора.**

Задание 24.3 (выберите один вариант ответа).

Влияние внутренних процессов на эволюцию геологических структур Земли в настоящее время объясняет ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Гипотеза глобальной тектоники литосферных плит.
2. Теория биохимической эволюции.
3. Концепция креационизма.
4. Теория панспермии.

Обоснование ответа. Из приведенных вариантов ответа только один — первый — относится к геофизике. Остальные представляют собой различные концепции происхождения жизни на Земле.

Правильным является вариант ответа: **1) гипотеза глобальной тектоники литосферных плит.**

Задание 24.4 (выберите один вариант ответа).

Назовите главный фактор, которым определяется энергетическая динамика Земли:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Внутренние энергетические процессы.
2. Антропогенная деятельность.
3. Потоки энергии Солнца.
4. Вулканическая деятельность.

Обоснование ответа. Приведенные варианты ответа отражают несопоставимые факторы, влияющие на энергетику Земли. Конечно, главным и самым мощным фактором является самосжатие Земли в результате гравитационной дифференциации вещества и образования Земли. За время геологической эволюции самосжатие (аккреция) привело к выделению $\sim 10^{31}$ Дж. Остальные факторы, перечисленные в других вариантах ответа, влияют на геодинамику значительно меньше.

Правильным является вариант ответа: **1) внутренние энергетические процессы.**

Задание 24.5 (выберите один вариант ответа).

Геодинамические процессы, связанные с внутренней динамикой Земли, называются ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Эндогенными. | 2. Эндотермическими. |
| 3. Экзогенными. | 4. Экзотермическими. |

Обоснование ответа. При выборе ответа на это задание следует иметь в виду, что эндогенные геопроцессы связаны с энергией, возникающей в недрах Земли (мантии, ядре). Экзогенные геопроцессы происходят на поверхности и в самых внешних слоях Земли, они обусловлены внешними источниками энергии — солнечной и химической энергией, силой тяжести, деятельностью организмов и т. д.

Правильным является вариант ответа: **1) эндогенными.**

Задание 24.6 (выберите один вариант ответа).

Геодинамические процессы, связанные с внешней динамикой Земли, называются ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Эндогенными. | 2. Эндотермическими. |
| 3. Экзогенными. | 4. Экзотермическими. |

Обоснование ответа. Различие и смысл терминов, предлагаемых в качестве вариантов ответа, обсуждается в предыдущем задании. Внешние оболочки Земли (атмосфера, гидросфера) находятся в постоянном движении, которое обусловлено механическим вращением Земли и поглощением солнечного излучения. Например, приливы и отливы черпают энергию из вращения Земли вокруг оси (постоянно тормозя при этом Землю). Атмосферные явления связаны с неравномерностью поглощения излучения Солнца. Во всех случаях речь идет о процессах, протекающих с поглощением энергии.

Правильным является вариант ответа: **3) экзогенными.**

Задание 24.7 (выберите один вариант ответа).

Современные концепции развития геосферных оболочек построены на основе ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Концепции глобальной эволюции Земли.
2. Теории биохимической эволюции.
3. Гипотезы мобилизма.
4. Концепции панспермии.

Обоснование ответа. Второй и четвертый варианты ответа связаны с гипотезами происхождения жизни на Земле. Гипотеза мобилизма относится к динамике литосферных плит. Методом исключения следует выбрать первый вариант ответа.

Правильным является вариант ответа: **1) концепции глобальной эволюции Земли.**

25. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

25.1. С античных времен до наших дней не прекращаются споры о том, как возникла жизнь на Земле. Наиболее просто и радикально решают эту проблему *креационисты* (от *англ.* create — создавать, творить), считающие, что жизнь является результатом божественного творения. Альтернативой такой концепции является представление о том, что жизнь во Вселенной существовала вечно (концепция *стационарного состояния*), а на Землю живая материя была занесена из космоса (концепция *панспермии*). Долгое время в естествознании господствовала гипотеза *самопроизвольного* (или *спонтанного*) *зарождения жизни*. Ее суть в том, что жизнь возникла и продолжает постоянно и многократно возникать из неживого (космического) вещества. Важную роль в борьбе против этой концепции сыграли знаменитые опыты итальянского биолога и врача Франческо Реди, который сформулировал концепцию *биогенеза*, в соответствии с которой жизнь может возникнуть только из предшествующей жизни («все живое от живого»). Наконец, в XIX в. общепринятой стала концепция *абиогенного происхождения жизни* на Земле, основанная на гипотезе происхождения жизни путем *биохимической эволюции*. Выдвинутая независимо российским ученым академиком А. И. Опариным и английским ученым Холдейном (гипотеза Опарина–Холдейна), эта концепция прочно вошла в современную естественнонаучную картину мира.

25.2. Концепция биохимической эволюции основана на том, что первичная атмосфера Земли носила восстановительный, а не окислительный характер. В ней не было свободного кислорода. Атмосфера безжизненной Земли в основном состояла из водородных соединений: паров воды (H_2O), аммиака (NH_3), сероводорода (H_2S) и т. д. Из смеси паров этих веществ, в присутствии электрических разрядов молний, образовались первые аминокислоты и пиримидиновые основания, которые являются «кирпичиками» для построения белков и нуклеиновых кислот. Эти соединения около 3,5 млрд лет назад превратили гидросферу в раствор разнообразных органических соединений, об-

разовался своеобразный «питательный бульон». В этом «питательном бульоне» постепенно выделялись и отделялись от окружающего раствора молекулярные образования в форме видимых под микроскопом *коацерватных капель* — предшественников клетки.

Коацерваты, при всей сложности их организации, не были живыми организмами прежде всего потому, что у них нет стабильного самовоспроизведения, жесткой структурной организации, функционального взаимодействия между белками и нуклеиновыми кислотами. Появление таких истинно живых систем — *протобионтов* — происходило около 3,0 млрд лет назад. У протобионтов уже появляется корреляция между нуклеиновыми кислотами и белками; способность синтезировать белки определенного строения в соответствии с информацией, заключенной в нуклеиновой кислоте. Одновременно у них совершенствуется мембранный аппарат, обеспечивающий упорядоченность обмена веществ, поддержание стабильности системы. И, главное, они приобретают способность к самовоспроизведению.

Структурное усложнение и функциональное совершенствование протобионтов привело к появлению организмов, имеющих клеточную организацию — первичных *прокариотных* (безъядерных) организмов — бактерий. С этого момента начинает осуществляться *биологическая эволюция* организмов.

Единственным источников питания для первичных организмов могли вначале служить только те органические вещества, которые возникли раньше чисто абиогенным путем (гетеротрофное питание). В соответствии с этим способность к органическому питанию заложена в самой основе жизни, присуща всем без исключения живым существам. Отсутствие свободного кислорода в первичной земной атмосфере и гидросфере обусловило *анаэробный* характер энергетического обмена первичных организмов.

25.3. В процессе развития жизни запас абиогенно образовавшихся органических веществ на земной поверхности постепенно истощался, так как развитие жизни шло быстрее образования этих веществ. Их стало не хватать. Это изменение условий существования выдвинуло на первый план развития такие организмы, которые благодаря приобретенной ими способности поглощать свет получили возможность строить заново органические вещества из неорганических соединений атмосферы — углекислого газа и водяных паров. Таким путем вместо прежнего, весьма несовершенного и медленного абиогенного способа образования органических веществ, возник новый биологический метод синтеза этих веществ — *фотосинтез*. Он осуществлялся на основе обмена веществ очень совершенными путями и поэтому в дальнейшем приобрел главенствующее, монопольное значение, которое сохранил и до наших дней. Возникновение фотосинтеза изменило всю обстановку жизни на Земле. Часть организмов сама стала строить необходимые им органические соединения (*автотрофы*), другая часть сохранила прежние формы питания, используя те органические вещества, которые возникали теперь уже биогенным путем (*гетеротрофы*).

Возникновение фотосинтеза не только создало изобилие органических веществ, но и привело к появлению *свободного кислорода*, до этого отсутство-

вавшего на земной поверхности. Это изменило весь характер происходивших здесь химических процессов и позволило большинству живых существ значительно усовершенствовать свой энергетический обмен, надстроив над прежним анаэробным обменом новые системы кислородного дыхания и таким образом целиком используя скрытую в органических веществах энергию.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 25.1 (*выберите один вариант ответа*).

В процессе возникновения жизни на Земле различают несколько основных этапов. Первый из ниженазванных этапов — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Образование атмосферы из газов, которые могли бы служить сырьем для синтеза органических веществ.
2. Концентрирование органических соединений и образование биополимеров.
3. Образование макромолекул с каталитической активностью.
4. Абиогенный синтез мономеров органических веществ.

Обоснование ответа. При выборе ответа на это задание может возникнуть проблема с первым и четвертым вариантами (второй и третий варианты следует сразу отбросить, так как соответствующие этапы абиогенного происхождения жизни относятся к более поздним периодам). По-видимому, первый вариант, указывает на процесс, который предшествует абиогенному синтезу органических веществ (аминокислот, нуклеиновых кислот). Ему и надо отдать предпочтение.

Правильным является вариант ответа: **1) образование атмосферы из газов, которые могли бы служить сырьем для синтеза органических веществ.**

Задание 25.2 (*выберите один вариант ответа*).

Первыми организмами, возникшими на Земле, были ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Прокариоты, аэробы, существовавшие только на суше.
2. Эукариоты, анаэробы, существовавшие только в водах первичного океана.
3. Эукариоты, аэробы, существовавшие и в воде, и на суше.
4. Прокариоты, анаэробы, долгое время существовавшие в водах первичного океана.

Обоснование ответа. Во-первых, отметим, что прокариоты (безъядерные организмы) возникли раньше, чем эукариоты (организмы с оформленным клеточным ядром), поэтому второй и третий варианты следует отбросить. Далее, первые организмы использовали анаэробные формы энергетических процессов, так как свободного кислорода в атмосфере еще не было. Следовательно, из первого и четвертого вариантов ответа следует выбрать последний.

Правильным является вариант ответа: **4) прокариоты, анаэробы, долгое время существовавшие в водах первичного океана.**

Задание 25.3 (*выберите один вариант ответа*).

Концепцию возникновения жизни, основанную на принципе «все живое — от живого», называют ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Биогенезом.
2. Антропогенезом.
3. Этногенезом.
4. Космогенезом.

Обоснование ответа. Значение приведенных терминов следующее. Биогенез — происхождение жизни, антропогенез — происхождение человека, этногенез — происхождение рас (этносов). Термина космогенез не существует. Поэтому в данном случае следует выбрать первый вариант, который означает, что живое происходит только из живого.

Правильным является вариант ответа: **1) биогенезом.**

Задание 25.4 (*выберите один вариант ответа*).

Абиогенное возникновение биологических мономеров, образование биологических полимеров, формирование мембранных структур и появление первичных организмов — основные положения теории ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Стационарного состояния.
2. Биохимической эволюции.
3. Самопроизвольного зарождения жизни.
4. Панспермии.

Обоснование ответа. В задании фактически приведены основные положения концепции биохимической эволюции (см. *основные сведения*).

Правильным является вариант ответа: **2) биохимической эволюции.**

Задание 25.5 (*выберите варианты согласно тексту задания*).

Установите соответствие между концепциями возникновения жизни и их содержанием:

1. Креационизм.
2. Панспермия.
3. Стационарное состояние.

В а р и а н т ы о т в е т а:

- А. Создание жизни Творцом в определенное время.
- Б. Возникновение жизни является проявлением старения Вселенной.
- В. Занесение живого вещества на Землю из космоса.
- Г. Жизнь никогда не возникала, она существовала всегда и будет существовать вечно.

Обоснование ответа. Приведенные в основных сведениях определения основных концепций происхождения жизни на Земле позволяют легко установить требуемое соответствие.

Правильным является соответствие: **1 — А; 2 — В; 3 — Г.**

Задание 25.6 (выберите один вариант ответа).

Возникновение жизни на Земле и ее биосферы — одна из основных проблем современного естествознания. Согласно теории биохимической эволюции А. И. Опарина ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Жизнь никогда не возникала, а существовала вечно.
2. Зарождение жизни на Земле — это результат абиогенного синтеза живой материи из неживой.
3. Жизнь имеет космическое происхождение.
4. Жизнь есть результат божественного творения.

Обоснование ответа. Это задание аналогично предыдущим.

Правильным является вариант ответа: **2) зарождение жизни на Земле — это результат абиогенного синтеза живой материи из неживой.**

Задание 25.7 (выберите варианты согласно тексту задания).

Установите соответствие между понятием и его определением:

1. Гетеротрофы.
2. Автотрофы.
3. Анаэробы.

В а р и а н т ы о т в е т а:

- А. Организмы, способные жить только в присутствии кислорода.
- Б. Организмы, питающиеся готовыми органическими веществами.
- В. Организмы, способные жить в отсутствии атмосферного кислорода.
- Г. Организмы, способные синтезировать питательные вещества из неорганических веществ.

Обоснование ответа. Приведенные в основных сведениях определения терминов позволяют легко определить требуемое соответствие.

Правильным является соответствие: **1 — Б; 2 — Г; 3 — В.**

Задание 25.8 (выберите один вариант ответа).

Возникновение жизни на Земле и ее биосферы является одной из основных проблем современного естествознания. Гипотеза, предполагающая, что земная жизнь имеет космическое происхождение, носит название ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Гипотеза биохимической эволюции.
2. Гипотеза панспермии.
3. Креационистская гипотеза.
4. Гипотеза самопроизвольного зарождения.

Обоснование ответа. Концепция **панспермии** о занесении «зародышей жизни» из космоса является гипотезой, основанной на внеземном происхождении жизни. В соответствии с этой концепцией в мировом пространстве имеются частицы вещества, пылинки, на которых могут находиться живые споры микроорганизмов. Попадая на планету с подходящими для микроорганизмов условиями, они и создают жизнь на этой планете.

Правильным является вариант ответа: **2) гипотеза панспермии.**

26. ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

26.1. Под *биологической эволюцией* понимают необратимый, поступательный и закономерный процесс исторического развития живой природы начиная с момента абиогенного возникновения первых живых организмов на Земле до настоящего времени.

26.2. В XVII–XVIII вв. в биологии и философии был распространен *трансформизм*: представление об изменяемости видов организмов под воздействием окружающей среды, к которым организмы приспосабливаются благодаря заложенной в них изначально способности целесообразно реагировать на внешние воздействия, а приобретенные этим путем изменения наследуются («наследование приобретенных признаков»). В начале XIX в. появляются первые эволюционные теории. Особое значение для дальнейшего развития эволюционной идеи имела теория Ж.-Б. Ламарка. Своеобразие концепции Ламарка заключается в объединении идеи изменяемости органического мира (трансформизм) с представлением о *градации* — постепенном повышении уровня организации от самых простых до наиболее сложных и совершенных организмов. Отсюда следовал важный вывод о том, что изменения организмов имеют не случайный, а закономерный характер, в направлении постепенного совершенствования и усложнения организации. Движущей силой градации Ламарк считал «стремление природы к прогрессу», которое заложено Творцом.

26.3. Крупнейшим событием в науке явилось появление научной теории исторического развития живой природы — *эволюционной теории Ч. Дарвина* (1859). Заслуга Дарвина заключается в том, что ему удалось, определив движущие силы эволюционного процесса, вскрыть его сущность и выстроить убедительную систему доказательств эволюции.

Основные положения эволюционной теории Дарвина.

1. Организмам как в прирученном, так и в диком состоянии свойственна наследственная изменчивость. Стимулом для возникновения изменчивости служат изменения внешней среды, но характер изменчивости определяется спецификой самого организма, а не направлением изменений внешних условий.

2. В центре внимания эволюционной теории должны находиться не отдельные организмы, а биологические виды и внутривидовые группировки — популяции.

3. Все виды организмов в природе вынуждены вести жестокую борьбу за свое существование. Эта борьба для особей данного вида складывается из их взаимодействия с неблагоприятными биотическими и абиотическими факторами внешней среды, а также из их конкуренции между собой.

4. Неизбежным результатом наследственной изменчивости организмов и борьбы за существование является естественный отбор — преимущественное выживание и обеспечение потомством наиболее приспособленных особей.

5. Следствиями борьбы за существование и естественного отбора являются: развитие приспособлений видов к условиям их существования («целесообразность» строения организмов), дивергенция (развитие от общего предка нескольких дочерних видов, все большее расхождение их признаков в эволюции) и прогрессивная эволюция (усложнение и усовершенствование организации).

6. Частным случаем естественного отбора является половой отбор, который обеспечивает развитие признаков, связанных с функцией размножения.

7. Породы домашних животных и сорта сельскохозяйственных растений созданы посредством искусственного отбора, аналогичного естественному отбору, но ведущегося человеком в своих интересах.

26.4. Развитие дарвиновская теория эволюции получила в *синтетической теории эволюции* (СТЭ), сложившейся к 1940-м годам.

Основные положения СТЭ.

1. Материалом для эволюции служат, как правило, очень мелкие, однако дискретные изменения наследственности — мутации. Мутационная изменчивость носит случайный характер.

2. Ведущим движущим фактором эволюции является естественный отбор, основанный на селекции случайных и мелких мутаций.

3. Наименьшая эволюционная единица — популяция, а не особь.

4. Эволюция в основном носит дивергентный характер, т. е. один вид может стать предком нескольких дочерних видов, но каждый вид имеет единственный предковый вид, единственную предковую популяцию.

5. Эволюция носит постепенный и длительный характер. Видообразование мыслится как поэтапная смена одной временной популяции чередой последующих временных популяций.

6. Вид состоит из множества соподчиненных морфологически, физиологически и генетически отличных, но репродуктивно не изолированных единиц — подвидов, популяций.

7. Обмен генами возможен лишь внутри вида. Если мутация имеет положительную селективную ценность на территории всего ареала вида, то она может распространяться по всем его подвидам и популяциям.

8. *Макроэволюция*, или эволюция на уровне выше вида, идет лишь путем *микроэволюции*, под которой понимают видообразование.

9. Каждая систематическая единица (вид, род и т. д.) должна иметь единственный корень.

10. Эволюция непредсказуема: она не направлена к некоей конечной цели.

26.5. Достижения генетики и популяционной биологии способствовали формированию представлений об элементарном эволюционном событии — возникновении различий в генофондах разных популяций одного вида, что происходит в результате мутаций, миграции особей, изоляции и случайного дрейфа генов. Мутационный процесс и другие названные факторы создают генетическую неоднородность внутри вида. Но их действие не направленно. Существует лишь один направленный фактор эволюционного процесса — естественный отбор, который действует в пределах популяции. Естественный отбор представляет собой единственный эволюционный процесс, приво-

дящий к повышению приспособленности организмов. Действие естественного отбора основано на статистических закономерностях. Оно сводится к дифференциальному размножению особей, а это фактически означает, что носители одних генотипов имеют больше шансов выжить и оставить потомство, чем носители других генотипов. При этом эволюционную роль играет не выживание особей, а вклад каждой особи в генофонд популяции. СТЭ выделяет три основные формы естественного отбора, имеющие разный эволюционный результат — движущий, дизруптивный и стабилизирующий.

26.6. Путей достижения биологического прогресса (*главных направлений эволюционного процесса*, по А. Н. Северцову) может быть три:

1. *Ароморфоз*, или *морфофизиологический прогресс*, — возникновение новых жизненных форм, в результате повышения уровня организации, обеспечивающего повышение жизнеспособности, расширения среды обитания и т. д. Ароморфозы лежат в основе эволюции жизненных форм от простых к сложным (например, от прокариот к эукариотам, от одноклеточных организмов к многоклеточным) и приводят к возникновению новых крупных систематических групп — классов, типов.

2. *Идиоадаптация* — возникновение частных приспособлений, обеспечивающих существование организмов в конкретных условиях внешней среды. Сопровождается какими-то морфофизиологическими изменениями, не затрагивающими уровня организации. Хорошим примером могут служить разнообразные виды насекомых, приспособленных к обитанию в различных условиях — в воде, почве, воздухе; питающихся самой разной пищей, обитающих в лесах, степях, тундре и т. д.

3. *Общая дегенерация*, или *морфофизиологический регресс*, — упрощение организации, чаще всего в результате редукции каких-либо органов и частей тела. Сужая «сферу жизнедеятельности», регресс ведет к резкой специализации, способности существовать в узком диапазоне условий среды. Наиболее типичными примерами морфофизиологического регресса служат явления перехода от свободного образа жизни к паразитическому, от активного движения к сидячему, прикрепленному существованию.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 26.1 (*выберите один вариант ответа*).

Наиболее острая форма борьбы за существование ...

В а р и а н т ы о т в е т а :

1. Межвидовая.
2. Внутривидовая.
3. С внешними климатическими факторами.
4. Межвидовая и внутривидовая.

Обоснование ответа. Все виды организмов в природе вынуждены вести жестокую борьбу за свое существование. Эта борьба для особей данного вида складывается из их взаимодействия с неблагоприятными биотическими и абиотическими факторами внешней среды, а также из их конкуренции между

собой. Последняя является следствием тенденции всякого вида к безграничному размножению и огромного «перепроизводства» особей в каждом поколении. По Дарвину, важнейшей является именно внутривидовая борьба.

Правильным является вариант ответа: **2) внутривидовая.**

Задание 26.2 (*выберите один вариант ответа*).

Особенности макроэволюции заключаются в том, что она ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Экспериментально проверяема.
2. Ведет к образованию видов.
3. Ведет к образованию новых классов, отрядов.
4. Эволюционным материалом для нее служат мелкие незначительные наследственные изменения (мутации).

Обоснование ответа. Если микроэволюция ведет к образованию новых видов, то макроэволюция происходит на уровнях выше вида (см. *основные сведения*).

Правильным является вариант ответа: **3) ведет к образованию новых классов, отрядов.**

Задание 26.3 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Укажите верные утверждения, соответствующие понятию «эволюция».

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Эволюция — это историческое необратимое развитие органического мира.
2. Эволюция — это исторический процесс изменений в живой природе, носящих как обратимый, так и необратимый характер.
3. Главный результат эволюции — естественный отбор.
4. Главный результат эволюции — видообразование.

Обоснование ответа. Первый вариант ответа, безусловно, правильный: эволюция, действительно, необратима, причем это относится не только к органическому миру. В связи с этим следует сразу же отбросить второй вариант ответа, где эволюции приписывается обратимый характер. Результатом эволюции в живой природе является видообразование (четвертый вариант ответа правильный), но естественный отбор является не результатом, а способом, которым осуществляется эволюция (третий вариант ответа не верен).

Правильными являются варианты ответа: **1) эволюция — это историческое необратимое развитие органического мира; 4) главный результат эволюции — видообразование.**

Задание 26.4 (*выберите один вариант ответа*).

Фактор микроэволюции, который заключается в периодических изменениях количества особей в популяции под воздействием внешних условий, — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Миграция.
2. Мутационный процесс.
3. Популяционные волны.
4. Изоляция.

Обоснование ответа. В качестве элементарной эволюционной структуры выступает популяция. Элементарными эволюционными факторами являются мутационный процесс, изоляция, естественный отбор, популяционные волны. Последние (их иногда называют «волнами жизни») представляют собой колебания численности популяций под воздействием различных проявлений внешней среды — сезонных изменений климата, различных природных или техногенных катастроф и т. д.

Колебания численности популяций имеют место и между компонентами биоценоза, когда один из компонентов — «жертва» — служит пищей для другого — «хищник».

Правильным является вариант ответа: **3) популяционные волны.**

Задание 26.5 (*выберите один вариант ответа*).

В результате действия изоляции как элементарного эволюционного фактора возникают ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Изменения частоты генов в популяциях.
2. Изменения в интенсивности действия отбора.
3. Изменения в направленности действия отбора.
4. Независимые генофонды двух популяций.

Обоснование ответа. Изоляция нарушает свободное скрещивание и закрепляет как случайно возникшие, так и возникшие под действием отбора изменения в наборах признаков и численности генотипов в различных частях популяций. Различают биологическую изоляцию по поведению особей (этологическая), по предпочтению разных мест обитания (экологическая), по сезонности в сроках размножения (сезонная), по размерам и структуре тела (морфологическая) и по различию наследственного аппарата, связанного с несовместимостью половых клеток (генетическая). Общим итогом изоляции может быть возникновение независимых генофондов двух популяций, которые впоследствии развиваются в независимые виды.

Правильным является вариант ответа: **4) независимые генофонды двух популяций.**

Задание 26.6 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Под эволюцией понимают процесс изменений, одну из форм движения материи, для которой характерны ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Самопроизвольность.
2. Обратимость.

3. Необратимость

4. Ненаправленность.

Обоснование ответа. Эволюция — это одна из форм движения материи, развития в природе и обществе — непрерывное, постепенное количественное и качественное изменение. Для «запуска» эволюции не нужны какие-то особые факторы и условия, она происходит самопроизвольно. Важным свойством эволюции является ее необратимость.

Правильными являются варианты ответа: **1) самопроизвольность; 3) необратимость.**

Задание 26.7 (выберите несколько вариантов ответа).

Синтетическая теория эволюции структурно состоит из теорий микро- и макроэволюций. Особенности микроэволюции в том, что она ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Приводит к образованию новых видов.

2. Идет в продолжении десятков и сотен миллионов лет.

3. Недоступна для наблюдения.

4. Эволюционный материал — это незначительные наследственные изменения.

Обоснование ответа. Микроэволюция связана с необратимыми преобразованиями генетической структуры популяций, которые могут привести к формированию нового вида. Микроэволюция происходит постепенно, достаточно медленно. Она доступна для наблюдения. В связи с этим правильными следует признать первые и четвертый варианты.

Правильными являются варианты ответа: **1) приводит к образованию новых видов; 4) эволюционный материал — это незначительные наследственные изменения.**

Задание 26.8 (выберите один вариант ответа).

Форма биотических взаимоотношений, при которой оба организма извлекают пользу друг от друга, называется ...

1. Симбиоз.

2. Антибиоз.

3. Паразитизм.

4. Нейтрализм.

Обоснование ответа. Симбиоз — это длительное сожительство организмов разных видов, обычно приносящих взаимную пользу. В отличие от симбиоза, антибиоз — несовместимость совместного существования. Паразитизм — такая форма взаимоотношений между организмами разных видов, из которых один использует другого в качестве источника питания или среды, нанося ему вред. Нейтрализм — нейтральное сосуществование разных организмов.

Таким образом, варианты ответа второй, третий и четвертый не являются верными.

Правильным является вариант ответа: **1) симбиоз.**

27. ИСТОРИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИИ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

27.1. Периодизацию геологической истории обычно начинают с *архея* (4,0–2,5 млрд лет), в конце которого образовался первый единый суперконтинент Пангея-0. В дальнейшем подобные суперконтиненты неоднократно появлялись и распадались. В археозое жизнь существовала в условиях бескислородной атмосферы, вероятно, в водоемах на глубине 10...50 м. В промежутке времени между 3,0 и 3,3 млрд лет какие-то формы древнейших организмов — прокариот, еще не имевшие клеточного ядра, приобрели способность к фотосинтезу.

Архейская эра сменилась *протерозоем* (2,5–0,6 млрд лет), во время которого произошло самое сильное покрывное оледенение планеты, а в самом конце появилась разнообразная фауна (эволюционный «взрыв» в начале кембрийского периода). Именно в связи с этим архей и протерозой объединяют под общим названием *криптозой* (этап скрытой жизни), противопоставляя его трем последующим эрам — *палеозой*, *мезозой* и *кайнозой*, объединяемых термином *фанерозой* (этап явной, наблюдаемой жизни). Во время палеозоя (600–250 млн лет) на поверхности Земли существовало несколько континентов (Гондвана, Лавразия и др.), которые проявляли тектоническую активность. В палеозое опять происходило покрывное оледенение (уже не такое сильное), а первые растения начали завоевывать сушу. Во время мезозойской эры (250–70 млн лет) структура земной коры характеризовалась противостоянием суперконтинента Пангея-2 и океана Палеопацифика. В самом начале кайнозойской эры (от 70 млн лет до настоящего времени) Земля подверглась мощному удару огромного астероида, следствием чего стала гибель динозавров и ряда других представителей животного мира, а около 4 млн лет назад в Восточно-Африканской рифтовой системе, не без связи с произошедшими здесь изменениями экологической обстановки, появились гоминиды.

27.2. За период, охватывающий около 3 млрд лет, на Земле в результате биологической эволюции возникали все новые и новые разнообразные виды живых организмов. Процесс видообразования продолжается и сегодня. В жестокой борьбе за существование многие из них исчезли безвозвратно, другие подвергались эволюционным изменениям и давали начало видам, их сменяющим, многие виды сохранились до наших дней. Сегодня живой мир нашей планеты «бесконечно» разнообразен и включает огромное число видов. Науке известны около 1 500 000 видов животных, 300 000 видов растений, 100 000 видов грибов, 6000 видов бактерий, 800 видов вирусов.

27.3. Стабильность существования биосферы как экологической системы планетарного масштаба зависит именно от многообразия видов живых организмов, ее составляющих. Все виды организмов находятся в прямой или косвенной взаимосвязи друг с другом. На основании изучения естественных экологических систем с небольшим числом видов, их составляющих (например: пещерные экосистемы, тундровые), а также искусственных

(агробиогеоценозы, лабораторные экспериментальные экосистемы) убедительно показана нестабильность таких систем, их уязвимость. Так, изъятие, гибель даже одного вида может повлечь сильное повреждение и гибель всей системы.

27.4. Фундаментальной основой современной систематики в биологии является единство происхождения живых организмов и эволюции органического мира, приведших к существующему многообразию живых организмов. Степень родственных отношений между сравниваемыми видами базируется на их морфологическом, анатомическом, биохимическом, генетическом и т. д. сходстве или различии.

27.5. Эволюционные преобразования организмов, ведущие к морфофизиологическому прогрессу и имеющие важное значение для организма в целом, называются ароморфозами. Ароморфозы, таким образом, поднимают энергию жизнедеятельности организма на новый качественный уровень. Повышая независимость организма от внешней среды, ароморфозы сохраняются в филогенезе длительное время, становясь признаками крупных таксонов. Примерами ароморфозов являются фотосинтез и переход к дыханию организмов, переход от прокариот к эукариотам (т. е. появление клеточного ядра), эволюция от одноклеточных к многоклеточным организмам и др.

27.6. Основой биологической систематики являются таксоны — группы организмов или дискретных объектов, связанных той или иной степенью родства или общностью свойств. К таксонам фауны относятся рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие. Таксонами флоры являются голосеменные, покрытосеменные, цветковые.

27.7. Методы исследования эволюции включают в себя:

- палеонтологические (ископаемые переходные формы, палеонтологические ряды, последовательность ископаемых форм);
- биогеографические (сопоставление видового состава с историей территории, островные формы, реликты);
- морфологические (установление связи между сходством строения и родством сравниваемых форм, рудиментарные органы, атавизмы);
- эмбриональные (зародышевое сходство, принцип рекапитуляции);
- генетические, биохимические;
- методы молекулярной биологии и др.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 27.1 (*выберите правильную последовательность*).

Укажите хронологически правильную последовательность ароморфозов.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Многоклеточность.
2. Возникновение прокариот.
3. Образование протобионтов.
4. Возникновение эукариот.

Обоснование ответа. Около 3 млрд лет назад возникли первые истинно живые системы — протобионты, у которых наметилась корреляция между нуклеиновыми кислотами и белками, а именно способность синтезировать белки определенного строения в соответствии с информацией, заключенной в нуклеиновой кислоте. Следующим этапом эволюции живого стало появление одноклеточных бактерий — прокариот, у которых отсутствовало изолированное ядро, а ДНК находились непосредственно в цитоплазме. Дальнейшее развитие шло по пути эукариоты (~1,5 млрд лет назад) — многоклеточные организмы (~1 млрд лет назад).

Правильной является последовательность: **3–2–4–1**.

Задание 27.2 (выберите один правильный ответ).

Резкое ускорение эволюционных процессов в живой природе произошло в начале ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1. Протерозойской эры. | 2. Палеозойской эры. |
| 3. Мезозойской эры. | 4. Кайнозойской эры. |

Обоснование ответа. Протерозойская эра (2,5–0,6 млрд лет назад) относится к криптозою — этапу скрытой жизни. Палеозой начался 600 млн лет назад кембрийским периодом, когда произошел эволюционный «взрыв» — резкое ускорение эволюции в результате появления в атмосфере достаточно-го для дыхания количества кислорода. Мезозойская эра (250–70 млн лет назад) и кайнозойская эра (70 млн — до настоящего времени) характеризуются устойчивым эволюционным развитием живой природы. Скачков, аналогичных раннекембрийскому, больше не было.

Правильным является вариант ответа: **2) палеозойской эры**.

Задание 27.3 (выберите один правильный ответ).

Эволюционизм — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Признание существования мироздания только в рамках универсального эволюционного процесса.
2. Полное отрицание эволюционных процессов в природе.
3. Признание принципа механицизма при формировании научной картины мира.
4. Признание существования эволюционных процессов только для живой природы.

Обоснование ответа. Согласно представлениям современного естествознания универсальный эволюционизм — развитие во времени природы и общества как целого. Все в нашем мире развивается и все влияет на все. Механицизм относится только к механической научной картине мира и не связан с эволюционными процессами. Как следует из определения, эволюционизм является универсальным единым процессом развития Вселенной. Поэтому второй, третий и четвертый варианты ответа не верны.

Правильным является вариант ответа: **1) признание существования мироздания только в рамках универсального эволюционного процесса.**

Задание 27.4 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Основанные концепции современного постнеклассического естествознания — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Идея единства эволюции человека и Вселенной.
2. Идея самоорганизации любых открытых сложных систем.
3. Отсутствие связи между Вселенной и человеком.
4. Идея о том, что жизнь возможна только на Земле.

Обоснование ответа. Идея единства эволюции человека и Вселенной (коэволюция) лежит в основе современного естествознания в виде универсального эволюционизма, а механизм реализации ее заключается в процессах самоорганизации реальных сложных систем. Поэтому верными являются первый и второй варианты ответа. Третий и четвертый варианты ответа относятся к отдельным разделам естествознания, опровергнуты экспериментально и теоретически и являются неверными.

Правильными являются варианты ответа: **1) идея единства эволюции человека и Вселенной; 2) идея самоорганизации любых открытых сложных систем.**

Задание 27.5 (*выберите один правильный ответ*).

Новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная детальность человека становится решающим фактором развития, называется...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Ноосферой.
2. Биосферой.
3. Галактикой.
4. Биоценозом.

Обоснование ответа. Ноосфера в учении В. И. Вернадского — это биосфера, преобразованная человеческой мыслью и трудом в качественно новое состояние — сферу разума. Поэтому в этом задании следует выбрать первый вариант ответа. Второй, третий и четвертый варианты ответа не верны.

Биосфера — область распространения активной жизни на Земле, включая атмосферу, гидросферу и литосферу, заселенные живыми организмами. Галактика — наша звездная система, включающая звезды, в том числе и Солнце со всеми планетами. Биоценоз — совокупность животных, растений и микроорганизмов, населяющих участок среды с однородными условиями жизни (луг, озеро, берег реки и т. д.), характеризующихся определенными отношениями между собой и приспособляемостью к внешней среде.

Правильным является вариант ответа: **1) ноосферой.**

Задание 27.6 (*выберите один правильный ответ*).

Эволюционные преобразования, происходящие за длительный исторический период, называются ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Макроэволюцией.
2. Микроэволюцией.
3. Мутацией.
4. Изменчивостью.

Обоснование ответа. Макроэволюция — совокупность процессов эволюции живых форм на надвидовом уровне. Макроэволюция происходит на основе процессов микроэволюции — эволюции внутри вида. Мутация — стойкие изменения наследственных структур живой материи, ответственных за хранение и передачу генетической информации.

Изменчивость — изменение и превращение организмов под действием внешней среды. Следовательно, второй, третий и четвертый варианты ответа не верны.

Правильным является вариант ответа: **1) макроэволюцией.**

Задание 27.7 (выберите один правильный ответ).

Элементарная структура биологической эволюции по современным представлениям — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Популяция.
2. Атом.
3. Клетка.
4. Совокупность частиц.

Обоснование ответа. Согласно концепции структурных уровней современного естествознания на каждом уровне имеются элементарные единицы, позволяющие описать закономерности их функционирования. На атомно-молекулярном это атом, на клеточном — клетка и т. д. На молекулярно-видовом уровне это популяции — совокупности особей всех представителей определенного вида живых организмов, занимающих какую-то область территории в одно и то же время. Естественный отбор и биологическая эволюция осуществляется через эволюцию популяций. Поэтому второй, третий и четвертый варианты ответа не верны.

Правильным является вариант ответа: **1) популяция.**

Задание 27.8 (выберите один правильный ответ).

Важной составляющей современного естествознания стал принцип универсального ..., т. е. невозможности существования любых структур Вселенной вне общей эволюции.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Эволюционизма.
2. Абиогенеза.
3. Обменного взаимодействия.

Обоснование ответа. Правильным вариантом ответа на это задание является первый — эволюционизм. Абиогенез — гипотеза о происхождении жизни. Обменное взаимодействие относится к квантовому эффекту взаимного влияния тождественных частиц. Следовательно, второй и третий варианты ответа не соответствуют поставленному вопросу и не верны.

Правильным является вариант ответа: **1) эволюционизм.**

28. ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

28.1. На молекулярно-генетическом уровне организации живого элементарной единицей является *ген* — участок молекул ДНК и РНК со специфичным набором нуклеотидов, в последовательности которых закодирована генетическая информация. Каждый ген отвечает за синтез конкретного белка. Уникальными свойствами гена являются его высокая устойчивость и способность к наследуемости изменений в результате мутаций.

28.2. Обычно в клетках растений и животных молекулы ДНК присутствуют в виде некоторых структур ядра клетки, которые называются *хромосомами*. Таким образом, хромосомы состоят из большого числа генов, которые расположены в ней в линейном порядке.

28.3. Для кодирования одной аминокислоты используется сочетание трех нуклеотидов, и такая элементарная единица информации получила название *кодона* (см. п. 18.7). Последовательность кодонов в гене определяет последовательность аминокислот в полипептидной цепи белка, кодируемого этим геном. Если белок состоит, например, из 300 аминокислот, то для его кодирования требуется ген, состоящий из порядка тысячи нуклеотидов, которые образуют участок спирали молекулы ДНК.

28.4. Было установлено, что сама структура генетического кода одинакова для всего живого (это значит, что одна и та же аминокислота кодируется одинаково, независимо от того, в каком организме, в каком белке эта аминокислота присутствует). Однако количество нуклеотидов, а значит, и молекул ДНК разное, и механизм реализации генетического кода разный, отсюда различия в наборе синтезирующихся белков и в сложности различных организмов.

28.5. Воспроизводство себе подобных и наследование признаков осуществляется с помощью наследственной информации, материальным носителем которой являются молекулы ДНК. Основой воспроизводства является синтез белков, который происходит в клетках организма по программе, заложенной в ДНК и реализуемой через РНК. Необходимость такого синтеза обусловлена тем, что большинство компонентов живого находится в динамическом состоянии и постоянно обновляется. Белки все время распадаются, и их необходимо замещать вновь синтезируемыми молекулами, а для этого нужна генетическая информация о том, как это делать. Поэтому такая система воспроизведения должна содержать в закодированном виде полную информацию, необходимую для того, чтобы построить из запасенного клеткой органического материала белок, нужный в данный момент, а также сведения о механизме извлечения и передаче этой программной информации.

28.6. Совокупность всех генов одного организма называется *генотипом*, а совокупность всех признаков организма — *фенотипом*. Фенотип представляет собой результат взаимодействия генотипа и окружающей среды. Фенотип — это явление, а генотип — это сущность. Генотип проявляется в фенотипе и поэтому фенотип всегда шире и разнообразнее генотипа. Естественный отбор действует на фенотип, а не непосредственно на генотип, который

лишь определяет реакции развивающегося организма на внешнюю среду. Генетическая информация становится биологически осмысленной только в том случае, когда она «расшифровывается» в результате контакта с окружающей средой. В известном смысле фенотип включает в себя биологические задатки, природную и социальную среду, деятельность индивидуума, его сознание и все возможные взаимодействия между этими признаками.

28.7. Отдельные гены определяют возможность развития одного элементарного признака или одной белковой молекулы, а распределение их в хромосомах и последующее распределение хромосом по дочерним клеткам при клеточном делении обеспечивают передачу совокупности наследственных свойств всего организма от поколения к поколению. Хромосомы как структурные образования клеточного ядра имеют специфичную форму и размер около 1 мкм. Их число для каждого вида остается постоянным, но для разных видов оно неодинаково. Во всех клетках хромосомы парные, и такой набор хромосом называется *диплоидным*, или двойным. Для диплоидных организмов каждому признаку соответствуют два гена. Они могут быть представлены на двух парных хромосомах разными вариантами, их называют *аллелями*. Таким образом, аллели — это формы одного и того же гена, расположенные в одинаковых участках парных хромосом.

28.8. *Геном* — это совокупность генов, содержащихся в одинарном наборе хромосом определенной животной или растительной клетки.

28.9. *Генофонд* определяет качественный состав и относительную численность разных аллелей различных генов в популяциях того или иного организма. Это видовой, а не индивидуальный признак.

28.10. В клетках, готовящихся к делению, происходит синтез новых копий ДНК. Но в процессе этого копирования могут возникать ошибки, сбои. Они изменяют смысл генетических инструкций, и тогда образуются изменения в передаче наследственной информации. Такие ошибки в генетике называют мутациями. *Мутации* — это внезапно возникшие наследственные изменения генотипа или генетического материала, приводящие к изменению признаков организма.

По месту возникновения мутации могут быть *генными* (точечными, точковыми) — это изменения химической структуры гена, в результате которых может произойти замена азотистых оснований, изменение последовательности нуклеотидов, изменение количества нуклеотидных пар в составе гена; *хромосомными* — изменения структуры хромосом, например утрата части хромосомы, инверсия (разворот) хромосомы, удвоение некоторых участков хромосомы; *геномными* — изменения числа хромосом в гаплоидном наборе, например увеличение числа хромосом, кратное гаплоидному, нерасхождение какой-либо пары хромосом, и в результате одна гамета будет содержать на одну хромосому больше, а другая — на одну меньше.

Мутации могут передаваться по наследству и, значит, лежат в основе дискретной изменчивости: новые виды возникают в результате мутаций. Появляющиеся новые признаки вследствие мутаций не исчезают, а накапливаются. Мутации вызываются радиацией, изменениями температуры, действием химических соединений, другими физическими воздействиями на гены.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 28.1 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Укажите положения, которые соответствуют модификационной изменчивости.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Степень выраженности изменений в фенотипе зависит от силы и продолжительности действия факторов, их вызывающих.
2. Формирование изменений сопровождается изменением генотипа.
3. Изменения носят приспособительный характер.
4. Изменения передаются по наследству.

Обоснование ответа. Наследственный аппарат сам по себе кодирует только синтез специфических белковых молекул, а отнюдь не признаки целого сформированного фенотипа. Генотип программирует лишь общее направление морфогенетических процессов, а условия внешней среды оказывают существенное влияние на их конкретную реализацию. Всякий конкретный генотип в разных условиях обеспечивает развитие разных фенотипов. Поэтому первый вариант ответа, безусловно, подходит для данного задания. Фенотипическая (или модификационная) изменчивость имеет приспособительный характер, но не может сама по себе привести ни к каким эволюционным преобразованиям. Этот факт позволяет выбрать третий и отбросить четвертый вариант ответа. Наконец, второй вариант также надо отбросить, так как при модификационной изменчивости генотип не изменяется.

Правильными являются варианты ответа: **1) степень выраженности изменений в фенотипе зависит от силы и продолжительности действия факторов, их вызывающих; 3) изменения носят приспособительный характер.**

Задание 28.2 (*выберите один вариант ответа*).

Эволюционный фактор, приводящий к изменению генофонда популяции, — это ... изменчивость.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Мутационная.
2. Модификационная.
3. Комбинативная.
4. Кликальная.

Обоснование ответа. В отличие от модификационной изменчивости, имеющей приспособительный характер, мутационная изменчивость не связана с приспособлением к изменениям условий, вызывающим ее появление. В результате мутаций происходит изменение генофонда популяции за счет случайных изменений в хромосомах, генах (появление аллелей). Следует иметь в виду, что, поскольку мутационная изменчивость неопределенна по отношению к характеру изменений внешней среды, вызвавших появление мутаций, наследственные изменения, как правило, не улучшают, а ухудшают приспособленность мутантных организмов.

Правильным является вариант ответа: **1) мутационная.**

Задание 28.3 (выберите один вариант ответа).

Совокупность генов, содержащихся в одинарном наборе хромосом животной или растительной клетки, носит название ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Геном. | 2. Генотип. |
| 3. Генофонд. | 4. Ген. |

Обоснование ответа. По определению такая совокупность генов называется геномом.

Правильным является вариант ответа: **1) геном.**

Задание 28.4 (выберите один вариант ответа).

Внезапно возникающее стойкое изменение наследственных структур живой материи, ответственных за хранение и передачу генетической информации, — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. Транскрипция. | 2. Трансляция. |
| 3. Репликация. | 4. Мутация. |

Обоснование ответа. Первые три варианта ответа относятся к процессам в клетке, в результате которых воспроизводится наследственный аппарат (репликация) и белковая структура (транскрипция и трансляция). Изменения наследственных структур клетки происходят за счет мутаций.

Правильным является вариант ответа: **4) мутация.**

Задание 28.5 (выберите один вариант ответа).

Разные формы одного и того же гена называются ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Аллелями. | 2. Кариотипом. |
| 3. Генофондом. | 4. Фенотипом. |

Обоснование ответа. По определению разные формы одного и того же гена называются аллелями. Аллели появляются в результате мутаций.

Правильным является вариант ответа: **1) аллелями.**

Задание 28.6 (выберите один вариант ответа).

Модификационные изменения, в отличие от мутационных изменений, ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1. Индивидуальны. | 2. Необратимы. |
| 3. Не наследуются. | 4. Наследуются. |

Обоснование ответа. Модификационные (или фенотипические) изменения отражают влияние внешних условий на организм, поэтому эти изменения носят не индивидуальный, а групповой характер. Они обратимы, так как если внешние условия возвращаются к какому-то исходному состоянию, то и фенотип вернется к прежним параметрам. Модификационные изменения не наследуются.

Правильным является вариант ответа: **3) не наследуются.**

Задание 28.7 (*выберите один вариант ответа*).

Организм, генотип которого содержит разные аллели одного гена, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Рецессивным. | 2. Гетерозиготным. |
| 3. Гомозиготным. | 4. Доминантным. |

Обоснование ответа. В диплоидных клетках имеется по два полных хромосомных набора, состоящих из гомологичных (одинаковых) хромосом, которые несут гомологичные гены, отвечающие за одни и те же признаки. Наличие в обеих гомологичных хромосомах одинаковых аллелей какого-то гена называется гомозиготным состоянием (по данному гену), наличие же разных аллелей — гетерозиготным состоянием. При гетерозиготности фенотипически проявляется лишь один из аллелей — доминантный. Новые мутации могут постепенно накапливаться в популяции данного вида в форме рецессивных аллелей, время от времени проявляясь фенотипически в гомозиготном состоянии и подвергаясь в этом случае действию отбора. Таким образом, в данном задании следует выбрать второй вариант ответа.

Правильным является вариант ответа: **2) гетерозиготным**.

Задание 28.8 (*выберите один вариант ответа*).

Совокупность всех генов организма, локализованных в его хромосомах, — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Генофонд. | 2. Фенотип. |
| 3. Кариотип. | 4. Генотип. |

Обоснование ответа. По определению генотипом называется совокупность всех генов организма, локализованная в его хромосомах.

Правильным является вариант ответа: **4) генотип**.

VI. БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕК

29. ЭКОСИСТЕМЫ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

29.1. Основным понятием экологии является *биогеоценоз*, или *экосистема*, — исторически сложившееся сообщество организмов разных видов (*биоценоз*), тесно связанных между собой и окружающей их неживой природой (*биотоп*) обменом веществ, энергии и информации, так что эта единая система сохраняет устойчивость в течение продолжительного времени.

Таким образом, для естественных экосистем характерны три признака:

1. Экосистема обязательно представляет собой совокупность живых и неживых компонентов.

2. В рамках экосистемы осуществляется полный цикл, начиная с создания органического вещества и заканчивая его разложением на неорганические составляющие.

3. Экосистема сохраняет устойчивость в течение некоторого времени, что обеспечивается определенной структурой биотических и абиотических компонентов.

Примерами природных экосистем являются озеро, лес, пустыня, суша, океан, биосфера. При этом более простые экосистемы входят в более сложно организованные, высшей из которых является уникальная глобальная экосистема — *биосфера*.

29.2. С функциональной точки зрения биогеоценоз является открытой системой, находящейся в состоянии динамического равновесия. Постоянное поступление солнечной энергии определяет существование этой системы. Ведущая активная роль в процессах взаимодействия компонентов биогеоценоза принадлежит живым существам, т. е. биоценозу. Функционально биоценоз подразделяется на три группы организмов — *продуцентов*, *консументов* и *редуцентов*, находящихся в тесном взаимодействии друг с другом и неживой природой и объединенных *трофическими (пищевыми) связями*.

Продуценты составляют группу автотрофных организмов (фото- и хемосинтетиков), которые, потребляя минеральные вещества из биотопа и используя энергию солнечного света (либо энергию, выделяемую при окислении ими

неорганического субстрата), создают (синтезируют) первичное органическое вещество. К этой группе относятся растения и некоторые бактерии.

Консументы — гетеротрофные организмы, использующие готовые органические вещества (в виде пищи) как источники энергии и веществ, необходимых для их жизнедеятельности. К ним относятся все животные, некоторые грибы, бактерии и растения (растения-хищники и растения-паразиты).

Редуценты — это организмы-деструкторы, разлагающие «остатки» умирающих организмов и возвращающие тем самым в биотоп неорганические вещества, которые были «изъяты» продуцентами.

29.3. *Трофические* отношения между тремя названными компонентами биоценоза определяют всю «экономику» биогеоценоза — потоки энергии и круговорот веществ. Продуценты, поглощая минеральные вещества и улавливая солнечную энергию, создают органические вещества, из которых строится их тело (солнечная энергия таким образом переводится в энергию химических связей). Консументы, поедая продуцентов и друг друга (растительноядные, хищные, паразитические организмы) расщепляют органические вещества (пищи), используя их и высвобождающуюся энергию для построения собственного тела и обеспечения жизнедеятельности. Наконец, редуценты разлагают органические вещества мертвых организмов, получая необходимые им материалы и энергию. Редуценты обеспечивают возврат неорганических веществ, изъятых из биотопа продуцентами, и теперь эти вещества вновь поступают в «распоряжение» продуцентов. Постоянное осуществление круговорота веществ является залогом длительного существования биогеоценоза, несмотря на ограниченный запас минеральных веществ. Взаимодействия всех организмов биогеоценоза между собой и с физической средой характеризуются динамическим равновесием (*экологический гомеостаз системы*).

29.4. Величину потока энергии в цепи питания отражает *пирамида энергии*. На форму этой пирамиды не влияют размеры особей, и она всегда будет иметь треугольную форму с широким основанием внизу. Это обусловлено тем, что энергия, затраченная на дыхание, не передается на следующий трофический уровень и уходит из экосистемы. Поэтому каждый последующий уровень всегда будет меньше предыдущего. В наземных экосистемах уменьшение количества доступной энергии обычно сопровождается снижением численности и биомассы особей на каждом трофическом уровне.

29.5. Неживая и живая природа, окружающая растения, животных и человека, носит название *среды обитания*. Множество отдельных компонентов среды, влияющих на организмы, называются *экологическими факторами*. Различают абиотические, биотические и антропогенные факторы. *Абиотические факторы* — это свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы. К ним относятся температура, количество осадков и влажность, спектральные характеристики, интенсивность светового воздействия, водные условия, почва и др. *Биотические факторы* — это все формы воздействия живых организмов друг на друга. Здесь следует отметить такие специфические отношения между живыми организмами, как конкуренция (внутривидовая и межвидовая), хищничество, паразитизм. *Антропогенные факторы* — это все формы деятельности челове-

ческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания и других видов и непосредственно сказываются на их жизни. К сожалению, антропогенные воздействия на экосистемы сейчас таковы, что могут характеризоваться как экологический кризис.

29.6. Для жизни организмов необходимо определенное сочетание экологических факторов. Если все условия среды благоприятны, за исключением одного, то именно это условие становится решающим для жизни рассматриваемого организма. Оно ограничивает (лимитирует) развитие организма, поэтому называется *лимитирующим фактором*. Лимитирующим может быть не только недостаток, но и избыток какого-то фактора (например, гибель урожая из-за дождей или перенасыщения почвы удобрениями). Этот факт лежит в основе так называемого *закона толерантности*. Диапазон значений экологического фактора, при котором данная популяция организмов может существовать в экосистеме, называется *пределами толерантности* или экологической валентностью организма к данному фактору. В соответствии с законом толерантности, в частности, любой избыток вещества или энергии оказывается загрязняющим среду началом.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 29.1 (выберите один вариант ответа).

Понятию «экосистема» соответствует определение:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Комплекс природных тел и явлений, с которыми организм находится в тесной взаимосвязи.
2. Совокупность факторов среды, в пределах которой возможно существование вида.
3. Совокупность организмов и неорганических компонентов окружающей среды, в которой может осуществляться круговорот веществ.
4. Организованная группа взаимосвязанных популяций растений, животных, грибов и микроорганизмов, живущих в одних и тех же условиях среды.

Обоснование ответа. В основных сведениях к этому разделу приведено развернутое определение экосистемы (биогеоценоза): *исторически сложившееся сообщество организмов разных видов, тесно связанных между собой и окружающей их неживой природой обменом веществ, энергии и информации, так что эта единая система сохраняет устойчивость в течение продолжительного времени.* К этому определению ближе всего подходит третий вариант ответа. Первый вариант ответа касается связи организма с окружающей средой. Второй вариант относится к внешним факторам по отношению к какому-то виду организмов. Наконец, четвертый вариант фактически является определением биоценоза, в которое не входит неживая природа.

Правильным является вариант ответа: **3) совокупность организмов и неорганических компонентов окружающей среды, в которой может осуществляться круговорот веществ.**

Задание 29.2 (выберите один вариант ответа).

Пирамида энергии в экосистеме отражает ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Однонаправленность потока энергии от консументов к продуцентам.
2. Постоянство энергии на всех трофических уровнях.
3. Уменьшение количества энергии на каждом следующем трофическом уровне.
4. Увеличение количества энергии на каждом следующем трофическом уровне.

Обоснование ответа. Так как пирамида энергий отражает величину потока энергии в цепи питания, а этот поток постоянно истощается, так как энергия тратится на дыхание, создание биомассы и т. д., то из предложенных вариантов ответа следует выбрать третий. Первый вариант не подходит, так как, во-первых, реально существует однонаправленный поток энергии от продуцентов к консументам, во-вторых, пирамида энергии включает в себя не только указанную трофическую цепь. Вторым и четвертым вариантами ответа констатируют постоянство или увеличение энергии на следующих друг за другом трофических уровнях, что неверно: энергия уменьшается при переходе к более высоким уровням пирамиды.

Правильным является вариант ответа: **3) уменьшение количества энергии на каждом следующем трофическом уровне.**

Задание 29.3 (выберите один вариант ответа).

Живые организмы, создающие первичное органическое вещество из неорганического, называются ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1. Редуцентами. | 2. Продуцентами. |
| 3. Фитофагами. | 4. Консументами. |

Обоснование ответа. По определению *продуцентами* называют автотрофные организмы, которые, потребляя минеральные вещества из биотопа и используя энергию солнечного света, создают (синтезируют) первичное органическое вещество. К этой группе относятся растения и некоторые бактерии.

Правильным является вариант ответа: **2) продуцентами.**

Задание 29.4 (выберите один вариант ответа).

Установите соответствие между рядом уровней организации живой материи и типом иерархии в нем:

1. Биогеоценоз — биоценоз — биосфера.
2. Биосфера — биогеоценоз — биоценоз.
3. Вид — биоценоз — биогеоценоз.

В а р и а н т ы о т в е т а:

- А. Иерархия от высшего к низшему.
- Б. Нет строгой иерархии.
- В. Иерархия от низшего к высшему.

Обоснование ответа. Фрагмент иерархии уровней организации живой материи (от низшего к высшему): вид — биоценоз — биогеоценоз — биосфера. Поэтому первая из предложенных последовательностей не представляет собой строгой иерархии (вариант ответа Б). Вторая последовательность — это иерархия от высшего к низшему (А). Третья последовательность соответствует иерархии от низшего к высшему (В).

Правильным является соответствие: **1 — Б; 2 — А; 3 — В.**

Задание 29.5 (*выберите один вариант ответа*).

Характерной особенностью биотического отношения «паразит–хозяин» является то, что паразит ...

В а р и а н т ы о т в е т а :

А. Приносит вред, но лишь в некоторых случаях приводит к гибели хозяина.

Б. Причиняет вред хозяину, не получая для себя ощутимой пользы.

В. Обязательно приводит к тяжелому заболеванию и скорой гибели хозяина.

Г. Не оказывает существенного влияния на хозяина.

Обоснование ответа. Паразитизм — это форма взаимоотношений организмов, при которой один (паразит) живет за счет другого (хозяина). Так что по определению паразит должен получать для себя пользу от хозяина, поэтому вариант ответа Б неверен. В отличие от хищников, паразиты не должны убивать хозяев, иначе они тем самым убьют и себя. Паразиты могут вызывать болезнь хозяина, но смерть хозяина от этой болезни бывает редко. Отсюда следует, что правильным является ответ А, а вариант В — неправильный. Эволюция хозяев и паразитов идет синхронно, т. е. имеет место взаимное влияние хозяев и паразитов друг на друга. Поэтому вариант ответа Г неправильный.

Правильным является вариант ответа: **А) приносит вред, но лишь в некоторых случаях приводит к гибели хозяина.**

Задание 29.6 (*выберите один вариант ответа*).

Для экосистемы характерны три основных отличительных признака:

1) осуществление полного цикла трансформации вещества, от создания органического вещества до его разложения на неорганические составляющие;

2) экосистема обязательно представляет собой совокупность живых и неживых компонентов;

3) ...

В а р и а н т ы о т в е т а :

1. Биогенная миграция атомов.

2. Естественные пределы толерантности организмов.

3. Осуществление полного круговорота энергии, завершающегося высвобождением энергии связей высокомолекулярных соединений.

4. Относительная устойчивость, обусловленная структурой абиотических и биотических компонентов.

Обоснование ответа. Экосистема — это исторически сложившееся сообщество организмов разных видов, тесно связанных между собой и окружающей их неживой природой, так что эта единая система сохраняет устойчивость в течение продолжительного времени. Поэтому одним из основных отличительных признаков экосистемы является ее относительная устойчивость во времени.

Правильным является вариант ответа: **4) относительная устойчивость, обусловленная структурой абиотических и биотических компонентов.**

Задание 29.7 (выберите несколько вариантов ответа).

К абиотическим компонентам экосистемы луга относят:

- А. Влажность почвы.
- Б. Разнообразие флоры.
- В. Особенности рельефа.
- Г. Дождевых червей.

В а р и а н т ы о т в е т а:

- 1. Б, Г.
- 2. Б, В.
- 3. А, В.
- 4. А, Б.

Обоснование ответа. Из приведенных вариантов ответа только два — А и В — связаны с неживой природой, т. е. относятся к абиотическим факторам экосистемы.

Правильным является вариант ответа: **3) А, В.**

Задание 29.8 (выберите один вариант ответа).

Среду обитания можно определить как ...

В а р и а н т ы о т в е т о в:

- 1. Комплекс природных тел и явлений, с которыми организм находится в тесной взаимосвязи.
- 2. Природная система, в которой может осуществляться круговорот веществ.
- 3. Совокупность условий, способных оказывать прямое или косвенное влияние на организм.
- 4. Определенное жизненное пространство, которое занимает тот или иной вид.

Обоснование ответа. Как указывалось в основных сведениях к этой теме, неживая и живая природа, окружающая растения, животных и человека, носит название *среды обитания*. Естественно, речь при этом идет о тех компонентах внешней среды, которые оказывают влияние на тот или иной вид. Каждый вид в своих сообществах выполняет определенную роль, т. е. занимает вполне определенную экологическую нишу. Известно, что организмы двух видов не могут обладать одной и той же нишей (принцип конкурентного взаимоисключения). Учитывая все это, следует выбрать четвертый вариант ответа.

Правильным является вариант ответа: **4) определенное жизненное пространство, которое занимает тот или иной вид.**

Задание 29.9 (выберите один вариант ответа).

Температура, влажность, рельеф местности — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Биотические факторы среды.
2. Составляющие биотопа.
3. Абиотические факторы среды.
4. Составляющие биоценоза.

Обоснование ответа. По определению (см. *основные сведения*) указанные физические и географические параметры относят к абиотическим факторам среды обитания.

Правильным является вариант ответа: **3) абиотические факторы среды.**

Задание 29.10 (выберите несколько вариантов ответа).

Выберите наземные биоценозы с наименьшим биологическим разнообразием.

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Широколиственный лес.
2. Поле — агроценоз, созданный человеком.
3. Молодой биоценоз после пожара.
4. Луг в лесу.

Обоснование ответа. В широколиственном лесу и на лугу в лесу обычно достаточно большое биологическое разнообразие. После пожара выживают (или возникают) только те организмы, которые могут быстро приспособиться к новым условиям, значит, разнообразие там меньше. В поле (агроценоз) человек обычно высевает монокультуры, а лишнее (например, сорняки) удаляется.

Правильными являются варианты ответа: **2) поле — агроценоз, созданный человеком; 3) молодой биоценоз после пожара.**

30. БИОСФЕРА

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

30.1. Понятие о биосфере как особой оболочке Земли (области распространения жизни) было предложено австрийским геологом Э. Зюссом в 1875 г. и кардинально переработано и наполнено новым смыслом выдающимся русским ученым В. И. Вернадским. Биосфера, по Вернадскому, — не только область распространения жизни, но и ее производная. Совокупность организмов Земли участвует во всех протекающих в биосфере процессах. Для обозначения этой совокупности организмов В. И. Вернадский ввел понятие *живого вещества*, определил его массу, химический состав и энергию.

30.2. Живые организмы обитают в трех «оболочках» планеты — *литосфере* (верхняя твердая оболочка Земли), *гидросфере* (совокупность океанов, морей, озер, рек и т. п.) и *атмосфере* (газовая оболочка планеты). Определяя

границы биосферы, можно указать следующие параметры — в атмосфере жизнь встречается до 20 км (лимитирующий фактор — ультрафиолетовое излучение), в литосфере — до 2–3 км (лимитирующие факторы — плотность среды, дефицит кислорода, повышение температуры до 100°C уже на глубине 3 км).

30.3. Биосфера — экологическая система планетарного масштаба — обладает такими фундаментальными свойствами живого, как самовоспроизведение, устойчивость (гомеостаз), саморегуляция и способность к эволюции. За 3,5 млрд лет существования биосферы на Земле происходили глобальные изменения — смена климата, мощные тектонические процессы, затопления суши, движения материков, но биосфера продолжала существовать и развиваться. Все вышеназванные свойства биосферы определяются совокупностью всех живых существ на планете, их способностью к размножению; сложными взаимоотношениями между собой и с неживой природой, окружающей их; способностью к эволюции; «обеспечением» круговорота веществ в биосфере. Именно поэтому В. И. Вернадский отводил главную роль в существовании и развитии биосферы совокупности живых организмов — живому веществу — и выделял четыре функции живого компонента биосферы: *газовую, окислительно-восстановительную, концентрационную и почвообразовательную*.

30.4. В результате происходящего метаболизма организмов (фотосинтез, дыхание, брожение и др.) регулируется и поддерживается химический состав атмосферы. Биогенное образование основных ее газов — кислорода и азота — было показано еще В. И. Вернадским, а сейчас установлено биогенное происхождение водорода (~на 50%), оксида углерода, аммиака и других газов. Поступление и расход кислорода, азота и углекислого газа регулируются организмами. Создав миллионы лет назад атмосферу Земли, организмы обусловили и формирование озонового слоя, который защищает все живое от губительного ультрафиолетового излучения (ультрафиолет обладает к тому же мощным мутагенным и онкогенным воздействием). Все вышесказанное раскрывает смысл понятия *газовая функция живого вещества*.

Способность организмов концентрировать (накапливать) в своих телах, скелетах химические элементы, рассеянные в окружающей среде, обуславливает участие живых организмов в образовании осадочных пород — залежи мела, известняка, кремнистые породы, торф, уголь, нефть.

Наконец, живые организмы участвуют в процессе почвообразования. Почва — особое природное тело, образующее верхний слой земной коры и обладающее свойством плодородия (т. е. способностью удовлетворять потребности растений в питательных веществах, влаге, воздухе и т. д.). Почва образуется из продуктов разрушения поверхностных слоев коры под действием микроорганизмов, растений и животных. За счет минерализации органических веществ отмирающих организмов образуется особое органическое вещество почвы — гумус (перегной).

30.5. Особое место в трудах В. И. Вернадского занимает концепция *эволюции биосферы*. Он выделяет три этапа развития биосферы. Первый этап — возникновение первичной биосферы с биотическим круговоротом веществ. Ведущие факторы на этом этапе — геологические и климатические изменения на Земле. Второй этап — усложнение структуры биосферы в результате

появления одноклеточных и многоклеточных эукариотных организмов. Движущим фактором выступает биологическая эволюция. И наконец, третий этап — возникновение человеческого общества и постепенное превращение биосферы в *ноосферу*. Ведущим фактором в этом процессе является разумная деятельность человека, характеризующаяся рациональным регулированием взаимоотношений человека и природы.

30.6. Место человека в биосфере имеет существенную специфику, обусловленную *биосоциальной природой человека*. Его существование, как и всех других гетеротрофных организмов, зависит от наличия органической пищи, воздуха, воды и т. д. В то же время человек обладает особенностью, выделяющей его из живой природы — труд, творческая деятельность, производственные отношения, определяющие его социальной сущностью.

Воздействия человека на окружающую природу достигли к настоящему времени планетарных масштабов. В результате деятельности человека происходит изменение климата, ландшафтов, состава атмосферы, видового и численного состава живых существ. Повсеместное уничтожение лесов приводит к снижению выделения в атмосферу кислорода и утилизации углекислого газа, к эрозии почв, нарушению водного режима и изменению климата. Сжигая органическое топливо, человек снижает содержание кислорода в атмосфере (так, например, при пробеге автомобилем 100 км пути расходуется годовая норма кислорода для одного человека). За последние годы отмечается повышение содержания углекислого газа в атмосфере, накопление промышленной пыли. Это ведет к возникновению «парникового эффекта» — нарушению рассеивания тепла с поверхности Земли в космос, что приводит к постепенному потеплению климата на планете. По некоторым данным, за последние 30 лет средняя температура приземной атмосферы повысилась на 1°C. Если тенденция загрязнения атмосферы сохранится, то через 30–50 лет температура увеличится еще на 2–3°C, что приведет к таянию «полярных шапок» и катастрофическому повышению уровня Мирового океана. В атмосферу ежегодно поступают миллионы тонн загрязненных веществ. Особую опасность представляет сернистый газ, который соединяется с парами воды и является причиной выпадения кислотных дождей. Повсеместно на нашей планете отмечается ухудшение состояния водных систем в результате ирригационных и мелиоративных мероприятий. Происходит истощение подземных вод, массовая гибель малых рек, сокращение крупных рек, высыхание крупных водоемов (например, Арал).

Промышленные и бытовые стоки, загрязняющие гидросферу ядовитыми веществами, солями тяжелых металлов, радионуклеотидами и т. п., составляют 700 км³ в год (примерно 3% всего планетарного объема воды). Тяжелый ущерб природным водным системам наносит «тепловое загрязнение» — сбросы термальных вод. Значительно воздействие человека на литосферу — распахиwanie земель для сельскохозяйственных нужд (сегодня 30% суши занято угодьями) приводит к эрозии почв, их засаливанию, поднятию грунтовых вод. В результате деятельности человека только на протяжении последних столетий были уничтожены многие виды растений и животных. В числе последних такие, например, как тур, стеллерова (морская) корова, эпиорнис, дронг, странствующий голубь и многие другие.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 30.1 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Биогенная миграция атомов характеризуется следующими особенностями:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. В ходе миграции атомы одних элементов превращаются в атомы других.
2. В ходе миграции часто меняется атомная масса элементов.
3. Мигрирующие элементы перемещаются не только в составе организмов, но и в водной, и в воздушной средах.
4. В ходе миграции элементы взаимодействуют друг с другом, образуя сложные химические соединения.

Обоснование ответа. Из приведенных вариантов ответа подходят третий и четвертый. Действительно, в ходе миграции химические элементы перемещаются не только в составе организмов, но и в водной, и в воздушной средах (например, перемещение семян ветром). Яркий пример того, как в ходе миграции элементы взаимодействуют, образуя сложные химические соединения, является образование гумуса (и вообще процессы гумификации и им обратные — процессы минерализации). Первый и второй варианты ответа не имеют ничего общего с вопросом задания.

Правильными являются варианты ответа: **3) мигрирующие элементы перемещаются не только в составе организмов, но и в водной, и в воздушной средах; 4) в ходе миграции элементы взаимодействуют друг с другом, образуя сложные химические соединения.**

Задание 30.2 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Биогенными веществами биосферы являются:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Кислород атмосферы.
2. Горные породы.
3. Радиоактивные элементы.
4. Известняк.

Обоснование ответа. Что касается свободного кислорода, то его наличие в атмосфере Земли полностью связано с эволюцией живых организмов. Кроме того, способность организмов концентрировать (накапливать) в своих телах, скелетах химические элементы, рассеянные в окружающей среде, обуславливает участие живых организмов в образовании осадочных пород — залежи мела, известняка, кремнистые породы, торф, уголь, нефть.

Правильными являются варианты ответа: **1) кислород атмосферы; 4) известняк.**

Задание 30.3 (*выберите один вариант ответа*).

Разнообразие всех организмов, существующих во всех экосистемах Земли, образует по выражению В. И. Вернадского ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. «Живую Землю».
2. «Живой мир».
3. «Живое вещество».
4. «Живую систему».

Обоснование ответа. В. И. Вернадский всю живую природу называл «живым веществом».

Правильным является вариант ответа: **3) «живое вещество».**

Задание 30.4 (выберите один вариант ответа).

Важной особенностью биосферы является то, что она является ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Системой, в которой отсутствуют связи между организмами.
2. Закрытой системой.
3. Системой, которая не обладает динамическими свойствами.
4. Саморегулирующейся системой.

Обоснование ответа. Все варианты ответа, кроме последнего, не подходят к вопросу задания: биосфера демонстрирует удивительную связь как внутри живого компонента, так и между живой и неживой природой, биосфера отнюдь не статична, она динамично и прогрессивно развивается, биосфера является открытой системой, находящейся вдали от состояния теплового равновесия. Последнее обуславливает возможность системной самоорганизации биосферы.

Правильным является вариант ответа: **4) саморегулирующейся системой.**

Задание 30.5 (выберите один вариант ответа).

Газовая функция живого вещества в биосфере обусловлена способностью организмов ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Накапливать различные вещества.
2. Разрушать и перерабатывать органические остатки.
3. Поглощать и выделять кислород, углекислый газ.
4. Обеспечивать потоки энергии.

Обоснование ответа. Выше (см. *основные сведения*, п. 30.4) было расширено понятие *газовая функция биосферы*. Наиболее близок к этому понятию третий вариант ответа. В частности, именно организмами регулируется поступление и расход кислорода, азота и углекислого газа в атмосфере Земли.

Правильным является вариант ответа: **3) поглощать и выделять кислород, углекислый газ.**

Задание 30.6 (выберите один вариант ответа).

Функция живого вещества, связанная с минерализацией органических и неорганических веществ и вовлечением их в биологический круговорот, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1. Концентрационной. | 2. Деструктивной. |
| 3. Средообразующей. | 4. Транспортной. |

Обоснование ответа. Способность живых организмов концентрировать (накапливать) в своих телах, скелетах химические элементы, рассеянные

в окружающей среде, обуславливает их участие в образовании осадочных пород — залежи мела, известняка, кремнистые породы, торф, уголь, нефть. Эта функция живого вещества получила название концентрационной.

Правильным является вариант ответа: **1) концентрационной.**

Задание 30.7 (*выберите несколько вариантов ответа*).

Биосфера — сфера жизни, охватывает:

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Гидросферу, магнитосферу, литосферу.
2. Нижнюю часть атмосферы, гидросферу.
3. Верхнюю часть литосферы.
4. Верхнюю часть литосферы, ионосферу, гидросферу.

Обоснование ответа. Как известно, живая природа охватывает верхнюю часть литосферы, всю гидросферу и нижнюю часть атмосферы.

Правильными являются варианты ответа: **2) нижнюю часть атмосферы, гидросферу; 3) верхнюю часть литосферы.**

Задание 30.8 (*выберите один вариант ответа*).

Основным источником энергии биосферы и регулятором биологических процессов является ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Солнце.
2. Энергия радиоактивного распада.
3. Вулканическая деятельность.
4. Внутренние энергетические процессы Земли.

Обоснование ответа. Внутренние энергетические процессы Земли, включая радиоактивный распад, играют определяющую роль в геологической эволюции, однако на биосферу эти процессы мало влияют. То же самое можно сказать и про вулканическую деятельность, которая является следствием активности внутренних оболочек Земли. А вот для биосферы основным источником энергии и регулятором биологических процессов является Солнце.

Правильным является вариант ответа: **1) Солнце.**

31. ЧЕЛОВЕК В БИОСФЕРЕ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

31.1. Приматы — это лесные млекопитающие, приспособившиеся к лазающему древесному образу жизни. По сравнению с быстроногими тиграми и леопардами, чуткими оленями и косулями, остроглазыми орлами и ястребами, юркими змеями и другими представителями животного мира приматы значительно «отстали» в специализации своих органов и поведения, что позволяет считать их *примитивными* животными. Именно эта примитивность и послужила источником высокой эволюционной пластичности приматов, способности адаптироваться к изменяющимся условиям жизни.

Т а б л и ц а 3

Основные стадии антропогенеза

Временные границы	Этапы антропогенеза	Объем мозговой коробки	Характерные черты развития
25–4 млн лет	Дриопитеки	350 см ³	Стадо животных
4–2 млн лет	Австралопитеки	550 см ³	Человекообразные обезьяны
2–1,5 млн лет	Человек «умелый»	775 см ³	Поддержание огня
1,5–0,3 млн лет	Человек «прямоходящий»	1000 см ³	Изготовление орудий
300–50 тыс. лет	Неандерталец	1500 см ³	Добывание огня
50 тыс. лет	Кроманьонец	1400 см ³	Речь, ритуалы

31.2. Приматы были в числе первых появившихся млекопитающих. Это случилось 60–65 млн лет назад во время коренных геологических преобразований, когда равновесие в мире живых организмов было неотвратимо нарушено. Динозавры навсегда исчезли, а млекопитающие, птицы и насекомые стали преобладающими формами животной жизни. Расхождение филогенетических стволов эволюционного дерева, ведущих к двум семействам — человекообразным обезьянам (понгидам) и людям (гоминидам), произошло (по разным оценкам) около 10 млн лет назад. В соответствующих геологических уровнях отложений Европы известны ископаемые останки обезьян — *дриопитеков*, которые по особенностям строения и размерам тела напоминали современных шимпанзе (табл. 3). Бифуркацию эволюционной траектории, которая привела к появлению гоминид, связывают с появлением в это время открытых ландшафтов, тогда как большинство приматов являются обитателями тропических лесов.

В 1924 г. в Южной Африке были обнаружены останки человекообразной обезьяны — *австралопитека*, возраст которых составлял 3,5–4 млн лет. Именно род австралопитеков считается началом уже не прерывавшейся позднее ветви, ведущей к человеку. Австралопитеки постоянно использовали двуногое передвижение, пропорции их черепа и особенности зубочелюстной системы более сходны с человеческими, чем с обезьяньими. Средний объем мозговой коробки составлял порядка 550 см³.

В 1959 году в Восточной Африке (ущелье Олдовай) в отложениях с возрастом 1,5–2,0 млн лет были обнаружены ископаемые останки высокоразвитого австралопитека, а также другого антропоморфного примата, которого назвали *Homo habilis* (человек умелый) и которого стали считать представителем настоящих людей (род *Homo*). Основанием для этого послужили несколько больший объем мозговой коробки (до 775 см³) и использование ими примитивных каменных орудий из грубо обколотых ударами галек кварца, кварцита, лавы (так называемая «олдовайская галечная культура»). Позже были обнаружены остатки *Homo habilis* с еще большим объемом мозга (800–900 см³).

От *Homo habilis*, вероятно, произошел *Homo erectus* (человек прямоходящий). Более крупный, обладающий большим мозгом и более высокоразвитым интеллектом, с более совершенной техникой изготовления орудий, этот человек раннего каменного века освоил новые места обитания, заселив

небольшими группами Африку, Европу и Азию. «Человек прямоходящий» по строению тела во многих отношениях походил на современного человека. Его рост составлял 1,6–1,8 м, а вес — 50–70 кг. Объем головного мозга достигал 880–1100 см³.

В период ледниковой эпохи на Земле существовал *Homo sapiens neanderthalensis* — неандерталец. Этот преимущественно европейский подвид был, вероятно, лишь боковой ветвью того эволюционного древа, от которого произошел современный человек (надо отметить, что в науке вопрос о неандертальцах, их филогенетических связях является весьма дискуссионным).

Первыми свидетельствами о возникновении вполне современного человека, относящегося к подвиду *Homo sapiens*, были находки останков человека в гроте Кро-Маньон на юго-западе Франции в 1868 г. Впоследствии многочисленные останки *кроманьонцев* были обнаружены в различных районах Европы, Африки, Азии, Америки и Австралии.

31.3. Термин «*неолитическая революция*» появился в середине XX в. для обозначения важнейшего этапа становления человеческого общества — перехода от присваивающего к производящему хозяйству в позднем первобытном обществе¹³. Место этого этапа в хронологической истории человечества показано в табл. 4.

В начале каменного века кроманьонцы и сменившие их другие древние люди в основном забирали у природы ее дары — дикорастущие съедобные растения, зверей, рыбу. Однако к началу неолита все больше людей переходило к оседлому образу жизни и занятиям земледелием, т. е. к производящему хозяйству. Именно это в конце концов и привело к социальной дифференциации общества, появлению классов.

Какие же общие черты производящего хозяйства можно выделить? Прежде всего, это оседлость, создание и хранение запасов пищи и других материальных ценностей, цикличность труда, расширение сферы деятельности и др. Наиболее важным в этом перечне является создание и хранение материальных благ, пищи, что привело к тому, что люди разделились на богатых и бедных, к переходу от производства прожиточного минимума к стабильному производству прибавочного продукта. В ходе неолитической революции прогресс проявляется не столько в росте среднестатистического уровня жизни, сколько в повышении (в сотни раз) плотности и численности населения.

Таблица 4

Археологическая эпоха	Хронологические рамки
Каменный век (палеолит)	50–10 тыс. лет
Каменный век (мезолит)	10–8 тыс. лет
Каменный век (неолит)	8–5 тыс. лет
Медный век	5–3 тыс. лет
Бронзовый век	3–1 тыс. лет
Железный век	с 1 тыс. лет до н. э. до наших дней

¹³ Английский археолог Г. Чайлд ввел этот термин по аналогии с марксистским понятием «промышленная революция», хотя термин Чайлда указывает лишь на археологическую эпоху, а не на характер произошедших изменений.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**Задание 31.1** (*выберите несколько вариантов ответа*).

Ключевую роль в эволюции человека сыграли такие биологические факторы, как ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Радиация.
2. Прямохождение.
3. Развитие головного мозга.
4. Хищничество.

Обоснование ответа. Появление человека палеонтологи связывают с переходом к наземному образу жизни, которое потребовало овладеть прямохождением. Кроме того, важнейшим фактором эволюции человека стало увеличение объема головного мозга.

Правильными вариантами ответа являются: **2) прямохождение; 3) развитие головного мозга.**

Задание 31.2 (*выберите один вариант ответа*).

К итогам неолитической революции (X–VIII тыс. до н. э.) относится ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Переход к ноосфере.
2. Переход от собирательства и охоты к растениеводству и животноводству.
3. Зарождение техногенной цивилизации.
4. Освоение космоса.

Обоснование ответа. Неолитическая революция, которая на самом деле произошла 8–5 тыс. лет назад (в каменном веке), связана с переходом от собирательства дикорастущих растений, охоты на зверей, ловли рыбы к земледелию и животноводству. Остальные варианты ответа не имеют к неолитической революции никакого отношения.

Правильным является вариант ответа: **2) переход от собирательства и охоты к растениеводству и животноводству.**

Задание 31.3 (*выберите несколько вариантов ответа*).

К итогам неолитической революции (X–VIII тыс. до н. э.) относятся ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Рост численности человечества.
2. Возникновение скотоводства и земледелия.
3. Переход к ноосфере.
4. Возникновение техногенной цивилизации.

Обоснование ответа. Это задание аналогично предыдущему, однако в вариантах ответа здесь даются два правильных: первый и второй, так как рост численности населения является одним из итогов неолитической революции.

Правильными являются варианты ответа: **1) рост численности населения; 2) возникновение скотоводства и земледелия.**

Задание 31.4 (выберите один вариант ответа).

Доказательства происхождения человека от обезьяны приводит ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. История.
2. Биохимия.
3. Экология.
4. Религия.

Обоснование ответа. Религия не является наукой, в ее арсенале нет доказательств. Религиозные догматы принимаются на веру. Экология — это наука о том, как уживаются вместе различные виды организмов и как их совместное проживание сделать лучше. Объектом истории является человеческое общество, когда оно уже не является стадом животных. Поэтому из приведенных вариантов ответа правильным является второй — биохимия, которая имеет прямое отношение к доказательствам происхождения человека от обезьян. В частности, на основе иммунологического анализа белков крови (а это метод биохимии) показано близкое родство обезьян и человека.

Правильным является вариант ответа: **2) биохимия.**

Задание 31.5 (выберите несколько вариантов ответа).

Доказательствами того, что представители разных человеческих рас относятся к одному и тому же биологическому виду *Homo sapiens* (человек разумный), являются ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Один и тот же хромосомный набор.
2. Отсутствие каких-либо различий в генотипе.
3. Единство фенотипа представителей всех рас.
4. Организованность в высокоразвитую социальную структуру — человеческое общество.

Обоснование ответа. Расы человека соответствуют подвидам, которые под контролем естественного отбора приобретают особенности, являющиеся приспособительными к условиям их обитания. Поэтому расы имеют один и тот же хромосомный набор, что позволяет скрещиваться представителям разных рас, давая плодовитое потомство. Все расы обнаруживают способность к организации высокоразвитой социальной структуры — человеческого общества.

Что касается генотипа (набора генов), то он различается даже у представителей одной расы.

Правильными являются варианты ответа: **1) один и тот же хромосомный набор; 4) организованность в высокоразвитую социальную структуру — человеческое общество.**

Задание 31.6 (*выберите один вариант ответа*).

Наука, изучающая ископаемые организмы, условия их жизни и захоронения, называется ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Археологией.
2. Геологией.
3. Антропологией.
4. Палеонтологией.

Обоснование ответа. Археология изучает, что представляла собой человеческая культура в прошлые века и тысячелетия. Археологи занимаются раскопками городов, памятников культуры. Геологи изучают строение Земли и ее оболочек, интересуясь, конечно, и их прошлым. Объектом антропологии является человек, его эволюция, развитие от человекообразных обезьян до современного состояния. Наконец, палеонтологи исследуют ископаемые организмы (не только человеческие) и пытаются восстановить условия их жизни в далеком прошлом.

Правильным является вариант ответа: **4) палеонтология.**

Задание 31.7 (*выберите один вариант ответа*).

По положению в трофической цепи современный человек является ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Продуцентом.
2. Консументом.
3. Фитофагом.
4. Редуцентом.

Обоснование ответа. Определения понятий «продуценты», «консументы» и «редуценты» см. в п. 29.2. В соответствии с этими определениями человек относится к консументам. Для сведения, фитофаги — это организмы, питающиеся растениями.

Правильным является вариант ответа: **2) консументом.**

Задание 31.8 (*выберите один вариант ответа*).

Характерной чертой человека, отличающей его от животных, является ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Речь.
2. Бинокулярное зрение.
3. Всеядность.
4. Прямохождение.

Обоснование ответа. Свойства, отмеченные во втором, третьем и четвертом вариантах ответа, есть и у животных. А вот осознанной речью животные «похвастаться» не могут.

Правильным является вариант ответа: **1) речь.**

32. ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

32.1. Поступление в природную среду любых твердых, жидких, газообразных веществ, микроорганизмов или видов энергии (звукового, электромагнитного или радиоактивного излучения) в количествах, вызывающих изменение состава и свойств компонентов природы и оказывающих вредное воздействие на человека, флору и фауну, считается *загрязнением окружающей среды*. По происхождению загрязнения окружающей среды разделяют на *антропогенные* и *естественные*, по воздействию на организмы и экосистемы — на *механические, физические, биологические и химические*. В более широком смысле к загрязнениям окружающей среды относят также *эстетические* факторы, например однообразную архитектуру, возведение немасштабных ландшафту зданий, объектов, не гармонирующих с природой.

32.2. К *физическим* (или *параметрическим*) загрязнениям относят *шумовые, тепловые, световые, электромагнитные и радиационные* факторы. *Химические* (или *ингредиентные*) загрязнения бывают минеральными и органическими. *Минеральные* загрязнения — это, например, твердые отходы различных отраслей промышленности или коммунального хозяйства, ядохимикаты и удобрения, вещества, образующиеся при работе двигателей внутреннего сгорания и т. д. *Органические* загрязнения образуют отходы пищевой промышленности, животноводческих ферм, бытовые стоки и т. д. Отдельно рассматривают так называемые *деструктивные* загрязнения (вырубка лесных насаждений, эрозия почв, осушение земель, лесные и степные пожары, дорожное строительство и т. д.).

32.3. К факторам оценки состояния окружающей среды и устойчивости биосферы относят: снижение биоразнообразия, парниковый эффект, истощение озонового слоя, деградацию лесных, земельных, водных ресурсов и т. д.

32.4. В связи с проблемой устойчивости экосистем возникла необходимость разработки *концепции устойчивого развития*. Эта концепция часто неудачно трактуется как устойчивое развитие, которого можно достичь лишь технологическими и организационными мерами по преодолению экологических проблем. В то же время термин «устойчивость» в популяционной динамике означает, что развитие любого вида не должно нарушать стабильности его экологической ниши и имеет более глубокий смысл коэволюции природы и человека. По своему замыслу принятие концепции устойчивого развития должно было стимулировать разработку общей стратегии развития человеческого общества на базе экологически целесообразного природопользования, сохранения благоприятного для людей состояния окружающей среды, обеспечивающего приемлемое качество жизни для нынешнего и последующих поколений людей. Эту концепцию можно рассматривать в конечном итоге как переход общества к *ноосфере*.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**Задание 32.1** (*выберите один вариант ответа*).

Основная причина парникового эффекта — это ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Тепловыделения промышленных предприятий.
2. Загрязнение гидросферы.
3. Изменение направления движения и интенсивности океанических течений.
4. Увеличение в атмосфере концентрации соединений, поглощающих инфракрасное излучение.

Обоснование ответа. Парниковый эффект обусловлен тем, что ультрафиолетовое излучение Солнца, проходя через атмосферу Земли, поглощается земной поверхностью и нижними слоями атмосферы. В то же время инфракрасное (тепловое) излучение Земли задерживается парами воды и рядом других химических соединений, содержащихся в атмосфере. Аналогичный эффект имеет место при устройстве парников в сельском хозяйстве: полиэтиленовая пленка хорошо пропускает ультрафиолетовое излучение Солнца, но плохо — тепловое излучение почвы. Поэтому температура внутри парника повышается по сравнению с открытым пространством.

Правильным является вариант ответа: **4) увеличение в атмосфере концентрации соединений, поглощающих инфракрасное излучение.**

Задание 32.2 (*выберите один вариант ответа*).

Основными компонентами смога являются ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Пыль и капли тумана.
2. Соединения серы.
3. Углекислый газ и метан.
4. Оксиды металлов.

Обоснование ответа. Смог — один из видов загрязнения воздуха в крупных городах и промышленных центрах. Слово смог происходит от *англ.* smoke — дым и fog — туман). Первоначально под смогом подразумевался дым, образованный сжиганием большого количества угля (смешение дыма и диоксида серы SO_2). Поэтому сера является одним из основных компонентов смога.

Правильным является вариант ответа: **2) соединения серы.**

Задание 32.3 (*выберите один вариант ответа*).

Для устойчивого развития человечества необходимо ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Осваивать новые пахотные ресурсы.
2. Увеличить добычу нефти.
3. Увеличить использование возобновимых источников энергии.
4. Увеличить производство электроэнергии.

Обоснование ответа. Все варианты ответа относятся к актуальным направлениям развития человечества. Однако освоение новых пахотных ресурсов и увеличение добычи нефти имеет естественный предел роста, поэтому они не могут рассматриваться как условия длительного устойчивого развития. Увеличение производства электроэнергии, являясь важной целью развития государств, в первую очередь связано с топливом, которое и обеспечивает это увеличение. А эта проблема напрямую зависит от поиска и внедрения возобновимых источников энергии. Поэтому правильным является третий вариант ответа.

Правильным является вариант ответа: **3) увеличить использование возобновимых источников энергии.**

Задание 32.4 (*выберите один вариант ответа*).

К деструктивному загрязнению окружающей среды относятся ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Массовое использование пластиковых упаковок, одноразовой посуды.
2. Повышенный уровень шума вблизи крупных автомагистралей.
3. Экспоненциальный рост народонаселения.
4. Вырубка лесов, истощение ресурсов, снижение биоразнообразия.

Обоснование ответа. В *основных сведениях* (см. п. 32.2) было дано определение деструктивного загрязнения — это вырубка лесных насаждений, эрозия почв, осушение земель, лесные и степные пожары, дорожное строительство и т. д. Значит, правильным вариантом ответа на вопрос задания является четвертый.

Правильным является вариант ответа: **4) вырубка лесов, истощение ресурсов, снижение биоразнообразия.**

Задание 32.5 (*выберите один вариант ответа*).

Глобальное потепление на Земле может наступить в результате ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Добычи нефти.
2. Строительства атомных электростанций.
3. Таяния ледников.
4. Парникового эффекта.

Обоснование ответа. Первый и второй варианты ответа являются частными, например аварии на нефтепроводах или атомных электростанциях могут привести к локальному потеплению. Третий вариант ответа можно рассматривать как следствие четвертого варианта ответа. Глобальное потепление может наступить из-за парникового эффекта.

Правильным является вариант ответа: **4) парникового эффекта.**

Задание 32.6 (*выберите один вариант ответа*).

Возрастание содержания углекислого газа в воздухе, способствующее росту «парникового эффекта», может привести к ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Наводнениям.
2. Вспышкам солнечной активности.
3. Глобальному потеплению климата.
4. Землетрясению.

Обоснование ответа. Это задание тесно связано с предыдущим.

Правильным является вариант ответа: **3) глобальному потеплению климата.**

Задание 32.7 (выберите один вариант ответа).

Расширение озоновых дыр приводит к ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Усилению ультрафиолетового излучения.
2. Появлению новых видов.
3. Понижению температуры.
4. Усилению влажности воздуха.

Обоснование ответа. Расширение озоновых дыр по представлениям современного естествознания не может привести к понижению температуры и усилению влажности воздуха. Появление новых видов живой природы возможно, но не обязательно. Поэтому второй, третий и четвертый варианты ответы здесь не подходят.

Правильным является вариант ответа: **1) усилению ультрафиолетового излучения.**

Задание 32.8 (выберите один вариант ответа).

Под временным напряженным состоянием взаимоотношения между человечеством и природой понимают ...

В а р и а н т ы о т в е т а:

1. Экологическую катастрофу.
2. Дефицит ресурсов.
3. Загрязнение среды.
4. Экологический кризис.

Обоснование ответа. Под экологической катастрофой надо понимать конец света, когда о взаимоотношении человека и природы уже говорить не приходится. Загрязнение среды и дефицит ресурсов — это важные компоненты экологического кризиса. Наиболее общим вариантом ответа на это задание является четвертый.

Правильным является вариант ответа: **4) экологический кризис.**

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

периоды	ряды	г р у п п ы				
		I — R ₂ O	II — RO	III — R ₂ O ₃	IV RH ₄ RO ₂	V RH ₃ R ₂ O ₅
1	I	H ¹ водород 1,00794				
2	II	Li ³ литий 6,941	Be ⁴ бериллий 9,012182	B ⁵ бор 10,811	C ⁶ углерод 12,0107	N ⁷ азот 14,0067
3	III	Na ¹¹ натрий 22,98976928	Mg ¹² магний 24,3050	Al ¹³ алюминий 26,9815386	Si ¹⁴ кремний 28,0855	P ¹⁵ фосфор 30,973762
4	IV	K ¹⁹ калий 39,0983	Ca ²⁰ кальций 40,078	Sc ²¹ скандий 44,955912	Ti ²² титан 47,867	V ²³ ванадий 50,9415
	V	Cu ²⁹ медь 63,546	Zn ³⁰ цинк 65,409	Ga ³¹ галлий 69,723	Ge ³² германий 72,64	As ³³ мышьяк 74,92160
5	VI	Rb ³⁷ рубидий 85,4678	Sr ³⁸ стронций 87,62	Y ³⁹ иттрий 88,90585	Zr ⁴⁰ цирконий 91,224	Nb ⁴¹ ниобий 92,90638
	VII	Ag ⁴⁷ серебро 107,8682	Cd ⁴⁸ кадмий 112,411	In ⁴⁹ индий 114,818	Sn ⁵⁰ олово 118,710	Sb ⁵¹ сурьма 121,760
6	VIII	Cs ⁵⁵ цезий 132,9054519	Ba ⁵⁶ барий 137,327	La ⁵⁷ лантан *	Hf ⁷² гафний 178,49	Ta ⁷³ тантал 180,94788
	IX	Au ⁷⁹ золото 196,966569	Hg ⁸⁰ ртуть 200,59	Tl ⁸¹ таллий 204,3833	Pb ⁸² свинец 207,2	Bi ⁸³ висмут 208,98040
7	X	Fr ⁸⁷ франций [223]	Ra ⁸⁸ радий [226]	Ac ⁸⁹ актиний **	Rf ¹⁰⁴ резерфордий [261]	Db ¹⁰⁵ дубний [262]

* ланта

Ce ⁵⁸ церий 140,116	Pr ⁵⁹ празеодим 140,90765	Nd ⁶⁰ неодим 144,242	Pm ⁶¹ прометий [145]	Sm ⁶² самарий 150,36	Eu ⁶³ европий 151,964	Gd ⁶⁴ гадолиний 157,25
---	---	--	--	--	---	--

** акти

Th ⁹⁰ торий 232,03806	Pa ⁹¹ протактиний 231,03588	U ⁹² уран 238,02891	Np ⁹³ нептуний [237]	Pu ⁹⁴ плутоний [244]	Am ⁹⁵ америций [243]	Cm ⁹⁶ кюри [247]
---	---	---	--	--	--	--

ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Э Л Е М Е Н Т О В									
VI RH ₂ RO ₃		VII RH R ₂ O ₇		VIII RO ₄				0 — —	
		(H)		<div>Порядковый номер элемента</div> <div>Химическое обозначение</div> <div>Атомная масса</div> <div>Распределение электронов по энергетическим уровням</div> <div>4 8 16 32 64 128 256 512 1024 2048 4096 8192 16384 32768 65536 131072 262144 524288 1048576 2097152 4194304 8388608 16777216 33554432 67108864 134217728 268435456 536870912 1073741824 2147483648 4294967296 8589934592 17179869184 34359738368 68719476736 137438953472 274877906944 549755813888 1099511627776 2199023255552 4398046511104 8796093022208 17592186044416 35184372088832 70368744177664 140737488355328 281474976710656 562949953421312 1125899906842624 2251799813685248 4503599627370496 9007199254740992 18014398509481984 36028797018963968 72057594037927936 144115188075855872 288230376151711744 576460752303423488 1152921504606846976 2305843009213693952 4611686018427387904 9223372036854775808 18446744073709551616 36893488147419103232 73786976294838206464 147573952589676412928 295147905179352825856 590295810358705651712 1180591620717411303424 2361183241434822606848 4722366482869645213696 9444732965739290427392 18889465931478580854784 37778931862957161709568 75557863725914323419136 151115727451828646838272 302231454903657293676544 604462909807314587353088 1208925819614629174706176 2417851639229258349412352 4835703278458516698824704 9671406556917033397649408 19342813113834066795298816 38685626227668133590597632 77371252455336267181195264 154742504910672534362390528 309485009821345068724781056 618970019642690137449562112 1237940039285380274899124224 2475880078570760549798248448 4951760157141521099596496896 9903520314283042199192993792 19807040628566084398385987584 39614081257132168796771975168 79228162514264337593543950336 158456325028528675187087900672 316912650057057350374175801344 633825300114114700748351602688 1267650600228229401496703205376 2535301200456458802993406410752 5070602400912917605986812821504 10141204801825835211973625643008 20282409603651670423947251286016 40564819207303340847894502572032 81129638414606681695789005144064 162259276829213363391578010288128 324518553658426726783156020576256 649037107316853453566312041152512 1298074214633706907132624082305024 2596148429267413814265248164610048 5192296858534827628530496329220096 10384593717069655257060992658440192 20769187434139310514121985316880384 41538374868278621028243970633760768 83076749736557242056487941267521536 166153499473114484112975882535043072 332306998946228968225951765070086144 664613997892457936451903530140172288 1329227995784915872903807060280344576 2658455991569831745807614120560689152 5316911983139663491615228241121378304 10633823966279326983230456482242756608 21267647932558653966460912964485513216 42535295865117307932921825928971026432 85070591730234615865843651857942052864 170141183460469231731687303715884105728 340282366920938463463374607431768211456 680564733841876926926749214863536422912 1361129467683753853853498429727072845824 2722258935367507707706996859454145691648 5444517870735015415413993718908291383296 10889035741470030830827987437816582766592 21778071482940061661655974875633165533184 43556142965880123323311949751266331066368 87112285931760246646623899502532662132736 174224571863520493293247799005065324265472 348449143727040986586495598010130648530944 696898287454081973172991196020261297061888 1393796574908163946345982392040522594123776 2787593149816327892691964784081045188247552 5575186299632655785383929568162090376495104 11150372599265311570767859136324180752990208 22300745198530623141535718272648361505980416 44601490397061246283071436545296723011960832 89202980794122492566142873090593446023921664 178405961588244985132285746181186892047843328 356811923176489970264571492362373784095686656 713623846352979940529142984724747568191373312 1427247692705959881058285969449495136382746624 2854495385411919762116571938898990272765493248 5708990770823839524233143877797980545530986496 11417981541647679048466287755595961091061972992 22835963083295358096932575511191922182123945984 45671926166590716193865151022383844364247891968 91343852333181432387730302044767688728495783936 182687704666362864775460604089535377456991567872 365375409332725729550921208179070754913983135744 730750818665451459101842416358141509827966271488 1461501637330902918203684832716283019655932542976 2923003274661805836407369665432566039311865085952 5846006549323611672814739330865132078623730171904 11692013098647223345629478661730264157247460343808 23384026197294446691258957323460528314494920687616 46768052394588893382517914646921056628989841375232 93536104789177786765035829293842113257979682750464 187072209578355573530071658587684226515959365500928 374144419156711147060143317175368453031918731001856 748288838313422294120286634350736906063837462003712 1496577676626844588240573268701473812127674924007424 2993155353253689176481146537402947624255349848014848 5986310706507378352962293074805895248510699696029696 11972621413014756705924586149611790497021399392059392 23945242826029513411849172299223580994042798784118784 47890485652059026823698344598447161988085597568237568 95780971304118053647396689196894323976171195136475136 19156194260823610729479337839378864795234239027295104 38312388521647221458958675678757729590468478054590208 76624777043294442917917351357515459180936956109180416 153249554086588885835834702715030918361873912218360832 306499108173177771671669405430061836723747824436721664 612998216346355543343338810860123673447495648873443328 1225996432692711086686677621720247346894991297746886656 245199286538542217337335524344049469378998259549377312 490398573077084434674671048688098938757996519098754624 980797146154168869349342097376197877515993038197509248 1961594292308337738698684194752395755031986076395018496 3923188584616675477397368389504791510063972152790036992 7846377169233350954794736779009583020127944305580073984 15692754338466701909589473558019166040255888611160147968 31385508676933403819178947116038332080511777222320295936 62771017353866807638357894232076664161023554444640591872 125542034707733615276715788464153328322047108889281183544 251084069415467230553431576928306656644094217778562367088 502168138830934461106863153856613313288188435557124734176 1004336277661868922213726307713226626576376871114249468352 2008672555323737844427452615426453253152753742228498936704 4017345110647475688854905230852906506305507484456997813408 8034690221294951377709810461705813012611014968913995626816 16069380442589902755419620923411626025222029937827991253632 32138760885179805510839241846823252050444059875655982507264 64277521770359611021678483693646504100888119751311965014528 128555043540719222043356967387293008201776239502623930029056 257110087081438444086713934774586016403552479005247860058112 514220174162876888173427869549172032807104958010495720116224 1028440348325753776346855739098344065614209916020991440232448 2056880696651507552693711478196688131228419832041982804464896 4113761393303015105387422956393376262456839664083965608929792 8227522786606030210774845912786752524913679328167931217859584 16455045573212060421549691825573505049827358656335862435719168 32910091146424120843099383651147010099654717312671724871438336 65820182292848241686198767302294020199309434625343449742876672 131640364585696483372397534604588040398618869250668899485753344 263280729171392966744795069209176080797237738501337798971506688 526561458342785933489590138418352161594475477002675597943013376 1053122916685571866979180276836704323188950954005351195886026752 2106245833371143733958360553673408646377901908010702391772053504 4212491666742287467916721107346817292755803816021404783544107008 8424983333484574935833442214693634585511607632042809567088214016 16849966666969149871666884429387269171023215264085619134176428032 33699933333938299743333768858774538342046430528171238268352856064 67399866667876599486667537717549076684092861056342476536705712128 134799733335753198973335075435098153368185722112684953073411424256 269599466671506397946670150870196306736371444225369906148222848512 539198933343012795893340301740392613472742888450739812296445697024 1078397866686025591786680603480785226945485776901479624592891394048 2156795733372051183573361206961570453890971553802959249185827888096 4313591466744102367146722413923140907781943107605918498371655776192 8627182933488204734293444827846281815563886215211836996743311552384 17254365866976409468586889655692563631127772430423673993486623044768 34508731733952818937173779311385127262255544860847347986973246089536 69017463467905637874347558622770254524511089721694695973946492179072 138034926935811275748695117245540509049022179443389391947892984358144 276069853871622551497390234491081018098044358886778783895785968716288 552139707743245102994780468982162036196088717773557567791571937432576 1104279415486490205989560937964324072392177435547115135583143874865152 2208558830972980411979121875928648144784354871094230271166287549730304 4417117661945960823958243751857296289568709742188460542332575099460608 8834235323891921647916487503714592579137419484376921084665150198921216 17668470647783843295832975007429185158274838968753842169330300397842432 35336941295567686591665950014858370316549677937507684338660600795684864 70673882591135373183331900029716740633099355875015368677321201591369728 141347765182270746366663800059433481266198711750030737354642403182739456 282695530364541492733327600118866962532397423500061474709284806365478912 565391060729082985466655200237733925064794847000122949418569612730957824 1130782121458165970933310400475467850129589694000245898837192225461915648 2261564242916331941866620800950935700259179388000491797674384450923831296 4523128485832663883733241601901871400518358776000983595348768901847662592 9046256971665327767466483203803742801036717552001967190697537803695325184 18092513943330655534932966407607485602073435104003934381395075607390650368 36185027886661311069865932815214971204146870208007868762790151214781300736 72370055773322622139731865630429942408293740416015737525580302429562601472 144740111546645244279463731260859884816587480832031475051160604859125202944 289480223093290488558927462521719769633174961664062950102321209718250405888 578960446186580977117854925043439539266349923328125900204642419436500811776 1157920892373161954235709850086879078532699846656251800409284838873001623552 2315841784746323908471419700173758157065399693312503600818569677746003247104 4631683569492647816942839400347516314130799386625007201637139355492006494208 9263367138985295633885678800695032628261598773250014403274278710984012988416 18526734277970591267771357601390065256523197546500028806548557421968025976832 37053468555941182535542715202780130513046395093000057613097114843936051953664 74106937111882365071085430405560261026092790186000115226184229687872103907328 148213874223764730142170860811120522052185580372000230452368459375744207814656 296427748447529460284341721622241044104371160744000460884736918751488415629312 592855496895058920568683443244482088208742321488000921769473837502976831258624 1185710993790117841137366886488964176417484642976000184389476750055953625172448 2371421987580235682274733772977928352834969285952000368778953500111907250344896 4742843975160471364549467545955856705669938571904000737557907000223814500689792 9485687950320942729098935091911713411339877143808001475115814000447629001379584 18971375900641885458197870183823426822679754287616002950231628000895258002759168 37942751801283770916395740367646853645359508575232005900463256001790516005518336 75885503602567541832791480735293707290719017150464011800926512003581032011036672 151771007205135083665582961470587414581438034300928023601853024007162064022073344 303542014410270167331165922941174829162876068601856047203706048014324128044146688 607084028820540334662331845882349658325752137203712094407412096028648256088293376 1214168057641080669324663691764699316651504274407424188148824192057296512176586752 2428336115282161338649327383529398633303008548814848376296448384114593024353173504 4856672230564322677298654767058797266606017097629687473592896768229186048706347008 971334446112864535459730953411</div>					

СЛОВАРЬ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ТЕРМИНОВ

А

Абиогенез — возникновение живого из неживого.

Абсолютно черное тело — физический объект, полностью поглощающий падающее на него электромагнитное излучение.

Абстрактный — отвлеченный.

Автокатализ — ускорение химической реакции одним из участвующих в ней веществ, играющих роль катализатора.

Автотрофы — организмы, осуществляющие синтез необходимых для жизни веществ из простых неорганических молекул.

Адаптация — приспособление.

Аддитивность — свойство, показывающее, что значение величины, соответствующее целому, равно сумме величин, соответствующих его частям.

Аденин — пуриновое основание, содержится во всех живых организмах в составе нуклеиновых кислот, одна из четырех «букв» генетического кода.

Адиабатический процесс — термодинамический процесс, происходящий в отсутствие обмена теплом между системой и внешней средой.

Адроны — элементарные частицы, участвующие в сильных взаимодействиях.

Аккреция — гравитационный захват вещества звездой, планетой или каким-либо космическим телом, при этом выделяется гравитационная энергия.

Аксиома — исходное положение, принимаемое без логического доказательства.

Аксон — отросток нейрона, проводящий нервный импульс от тела клетки к иннервируемым органам.

Активность — способность среды изменять параметры порядка.

Активная среда — вещество, в котором распределение частиц не является равновесным. В лазерной физике — среда, усиливающая лазерное излучение.

Алгоритм — код, принцип, набор правил или система операций, предписывающие в определенном порядке действия и позволяющие чисто механически решать любую задачу из класса однотипных задач.

Аллели — формы одного и того же гена, расположенные в одинаковых участках (локусах) парных хромосом.

Альbedo — величина, характеризующая способность поверхности тела отражать падающий на нее поток электромагнитного излучения или частиц.

Аминогруппа — боковая группа аминокислоты, которая образуется из простой молекулы аммиака.

Аминокислота — органическое химическое соединение, содержащее аминокгруппу NH_2 и карбоксильный радикал органических солей COOH . Служит основным элементом построения растительных и животных белков.

Амплитуда — наибольшее значение величины, колеблющейся по гармоническому закону.

Анабиоз — состояние организма, при котором жизненные процессы резко замедляются, что способствует выживанию его в неблагоприятных условиях.

Анаболизм — химический процесс, в котором простые вещества образуют более

сложные, накапливая при этом энергию. В биологии — процесс в живом организме, направленный на образование и обновление структуры клеток и тканей.

Аналогия — соответствие, сходство предметов (явлений, процессов); позволяет переносить знание с изученного объекта на неизученный при их сходстве.

Анаэроб — организм, способный жить в отсутствие атмосферного кислорода.

Анаэробный — процесс, протекающий в отсутствие кислорода.

Ангстрем — единица длины: $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м} = 0,1 \text{ нм}$.

Анизотропия — изменение свойств по разным направлениям в пространстве.

Анигиляция — один из видов превращения элементарных частиц при столкновении с античастицами.

Аномалия — отклонение от нормы.

Антибиотики — органические вещества, образуемые микроорганизмами и обладающие способностью убивать микробов.

Антивещество — вещество, состоящее из античастиц.

Антитела — иммуноглобулины плазмы крови человека и теплокровных животных, препятствующие размножению микроорганизмов, вызывающих отравление организма.

Античастицы — элементарные частицы; масса, спины и время жизни точно равны этим же параметрам данной частицы, а электрический заряд, магнитный момент и некоторые другие характеристики (барионный, лептонный заряды, странность и др.) равны, но отличаются по знаку.

Антропный принцип — рассмотрение законов Вселенной и ее строения на основе того, что познание ведется человеком разумным. Природа такова, как она есть, только потому, что так ее видит человек.

Антропогенез — эволюция происхождения и формирования человека.

Антропогенный — связанный с человеком, возникший в результате человеческой деятельности.

Антропоморфизм — уподобление человеку, наделение человеческими качествами и свойствами (например, сознанием) предметов и явлений неживой природы.

Ароморфизм — усложнение организации и функций живых организмов в процессе эволюции.

Артефакт — процесс (или образование), не свойственный изучаемому объекту в норме и возникающий в процессе его исследования. Может быть фактом, созданным искусственно в силу недостаточного осмысления.

Асимптотический процесс — процесс, неограниченно приближающийся к какой-то закономерности.

Ассимиляция — усвоение, слияние. В биологии — усвоение питательных веществ живыми клетками, анаболизм.

Астрономическая единица длины (а. е.) — среднее расстояние между Землей и Солнцем (~150 млн км).

Атмосфера — газообразная оболочка Земли и других небесных тел.

Атом — мельчайшая частица химического элемента, носитель его свойств, представляет собой сложную систему, состоящую из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.

Аттрактор — точка равновесия, к которой «притягиваются» фазовые траектории, определяемые детерминированными начальными условиями, и которая является обобщением понятия равновесия.

Аэроб — организм, способный жить только в присутствии кислорода.

Аэробный — существующий только при наличии свободного молекулярного кислорода.

Б

Бактерии — группа микроскопических, преимущественно одноклеточных, организмов, обладающих клеточной стенкой, но не имеющих ядра и размножающихся делением.

Барионы — элементарные частицы, относящиеся к адронам, имеющие полуцелый спин и массу, не меньшую массы протона.

Белки — макромолекулы, состоящие из большого числа аминокислот, соединенных пептидными связями.

Биогенез — образование органических соединений живыми организмами.

Биогенетический закон — эмпирическое обобщение, согласно которому индивидуальное развитие особи (онтогенез) является повторением важнейших этапов эволюции (филогенез) группы, к которой эта особь относится.

Биогенный — происходящий от живого организма, связанный с ним.

Биогены — вещества, в том числе химические элементы, необходимые для существования живых организмов и входящие в их состав.

Биогеоценоз — определенный участок земной поверхности с определенным составом живых и косных компонентов в динамическом взаимодействии между ними.

Биокатализ — процесс ускорения свойственных живой природе химических процессов в присутствии катализаторов.

Биокосное вещество — вещество, содержащееся в почвах и горных породах.

Биологическое время — внутреннее время живого организма, связанное с цикличностью жизненных ритмов организма.

Биополимеры — высокомолекулярные природные соединения — белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и их производные. Являются структурной основой живых организмов и играют определяющую роль в процессах жизнедеятельности.

Биосфера — область активной жизни на Земле, включает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы.

Биота — исторически сложившаяся совокупность видов растений, животных и микроорганизмов на определенной территории. В отличие от биоценоза, может характеризоваться отсутствием экологических связей между видами.

Биоэтика — понятие на стыке философии, биологии, этики, медицины и т. д. как реакция на новые проблемы жизни и смерти (аборт, клон и т. д.).

Биоценоз — совокупность животных, растений и микроорганизмов, населяющих участок среды с однородными условиями жизни (луг, озеро, берег реки и т. д.) и характеризующихся определенными отношениями между собой и приспособляемостью к внешней среде.

Биотоп — участок земной поверхности (суши или водоема) с однотипными условиями среды, занятый биоценозом.

Биофизика — раздел физики, изучающий физические и физико-химические явления в биологических объектах и фундаментальные процессы, лежащие в основе живой природы.

Бит — двоичная единица измерения количества информации.

Бифуркационная диаграмма — зависимость одной из величин, характеризующей ее поведение или изменение, от какого-либо параметра.

Бифуркация — критическая пороговая точка, в которой происходит качественное изменение поведения объекта. Точка ветвления траектории движения (изменения) неравновесной системы в момент ее структурной перестройки.

Бихевиоризм — одно из направлений психологии, считающее предметом исследования не сознание, а поведение в виде совокупности двигательных и эмоциональных реакций на условия внешней среды.

Близкодействие — передача взаимодействия посредством полей от точки к точке с конечной скоростью, не превышающей скорость света в вакууме.

Бозон — элементарная частица с целым спином, подчиняющаяся статистике Бозе–Эйнштейна.

Большой Взрыв — современная модель эволюции Вселенной, основанная на гипотезе возникновения материи из сингулярного состояния и последующего ее расширения; предполагается, что Большой Взрыв произошел 13,7 млрд лет назад.

Бытие — философское понятие, означающее существующий независимо от сознания объективный мир, материю.

В

Вакуум — пространство, в котором отсутствуют реальные частицы и выполняется условие минимума плотности энергии в данном объеме. В квантовой теории поля — наименшее энергетическое состояние.

Валентность — способность атома к образованию химических связей с другими атомами, определяемая количеством электронов на внешней оболочке.

Вектор — отрезок определенной длины и направления.

Верифицируемость — эмпирическое подтверждение теоретических выводов путем сопоставления их с чувственными данными, результатами экспериментов.

Вероятность — числовая характеристика возможности появления какого-либо случайного события при тех или иных условиях.

Вещество — субстанция, представляющая вид материи и состоящая из дискрет-

ных образований, обладающих массой покоя, в том числе из неделимых элементарных частиц, обладающих физическими параметрами (заряд, масса, энергия, спин и т. д.).

Взаимодействие — развертывающийся во времени и пространстве процесс воздействия одних объектов на другие путем обмена материей и движением.

Взрыв — освобождение большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени, связанное с внезапным изменением состояния системы.

Вид — совокупность популяций особей, способных к скрещиванию с образованием плодовитого потомства и обладающих рядом общих признаков.

Виртуальность — в общем смысле понимается как возможность существования (виртуальные миры, виртуальные частицы, виртуальные перемещения).

Виртуальные частицы — частицы, рассматриваемые в квантовой теории поля, находящиеся в промежуточных состояниях, непрерывно возникающие и исчезающие в очень короткие промежутки времени.

Вирусы — возбудители инфекционных болезней растений, животных и человека, размножаются только внутри живых клеток.

Витализм — идеалистическое учение в биологии, согласно которому жизнь объясняется наличием в организмах нематериального начала (жизненная сила, душа, энтелехия), якобы управляющего жизненными явлениями.

Витамины — органические вещества, образующиеся в организмах животных и человека или поступающие с пищей; необходимы для нормального обмена веществ или жизнедеятельности.

Внутренняя энергия — энергия физической системы, зависящая от ее внутреннего состояния; включает энергию хаотического движения всех микрочастиц системы и энергию их взаимодействия.

Волновая функция — комплексная функция, описывающая состояние квантово-механической системы.

Волны жизни (или популяционные волны) — количественные колебания в численности популяций под воздействием различных причин — сезонной периодичности, климатических условий и т. д.

Время — понятие, описывающее последовательность смены явлений и состояний материи, длительность процессов. Форма существования (наряду с пространством) материи, существует объективно и связано с движением материи.

Вынужденное (индуцированное) излучение — процесс испускания электромагнитных волн возбужденными квантовыми системами под действием внешнего (вынуждающего) излучения.

Вырождение — в физике заключается в том, что значение некоторой физической величины, характеризующей систему (например, энергии) одинаково для различных состояний системы. Число таких состояний называется кратностью.

Г

Галактика — Млечный Путь — наша звездная система, включающая звезды, в том числе Солнце со всеми планетами.

Галактический год — промежуток времени, за который Солнечная система совершает один оборот вокруг центра Галактики; составляет около 230 млн лет.

Гамета — половая клетка организма.

Гармонические колебания — периодические изменения колеблющейся величины по синусоидальному (косинусоидальному) закону.

Гармония — соразмерность частей, слияние различных компонентов, явлений, процессов в единое органическое целое с определенным соотношением их частей. В древнегреческой философии — организованность Космоса, противостоящая первоначальному хаосу.

Гем — железосодержащее соединение из группы порфиринов; входит в состав сложных белков.

Гемоглобин — красный пигмент крови человека, позвоночных и некоторых беспозвоночных животных. Состоит из белка (глобина) и железотеофирина — гема.

Ген — материальный носитель наследственности, единица наследственной информации, отвечающая за формирование какого-либо признака, способная к воспроизведению и расположенная в определенном участке хромосомы.

Генезис — процесс образования и становления какого-либо природного и социального явления.

Генетика — наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими.

Генетический дрейф — явление изменения частоты генов в популяциях под действием совершенно случайных факторов.

Генная инженерия — искусственное конструирование генов.

Генетический код — свойственная живым организмам единая система «записи» наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот в виде последовательности нуклеотидов.

Геном — совокупность генов, содержащихся в одинарном наборе хромосом данной растительной или животной клетки.

Генотип — совокупность всех генов организма, локализованных в его хромосомах.

Генофонд — качественный состав и относительная численность разных форм (аллелей) различных генов в популяциях того или иного вида организмов.

Географическая среда — земная природа, включенная в сферу человеческой деятельности.

Геохронология — учение о хронологической последовательности формирования и возрасте горных пород, слагающих земную кору.

Гетеротрофы — организмы, питающиеся органическими веществами.

Гибрид — организм, полученный в результате скрещивания генетически различающихся родительских форм.

Гибридизация — скрещивание разнородных в наследственном отношении организмов.

Гидролиз — реакция обмена (обменно-го разложения) соединений с водой.

Гидрофильность — способность вещества (материала) смачиваться водой.

Гидрофобность — неспособность вещества (материала) смачиваться водой.

Гипероны — нестабильные барионы с массами, большими массы нейтрона и большим временем жизни по сравнению с ядерным временем.

Гипотеза — научное предположение, выдвигаемое для объяснения какого-либо явления и требующее проверки на опыте и теоретического обоснования для того, чтобы стать достоверной научной теорией.

Гликоген — полисахарид, образованный остатками глюкозы; основной запасной углеводов человека и животных.

Гликолиз — процесс расщепления углеводов в отсутствие кислорода под действием ферментов.

Глобализация — распространение действия определенного фактора далеко за пределами страны или сферы деятельности.

Глобальный эволюционизм — развитие во времени природы как целого. Все развивается и все влияет на все.

Глобула — макромолекула (например, белка), свернутая в клубок.

Глобулярные белки — белки, в молекулах которых полипептидные цепи плотно свернуты в компактные шарообразные структуры — глобулы.

Глюкоза — углевод из группы моносахаридов.

Глюоны — гипотетические частицы с нулевой массой и спином, равным единице, осуществляющие взаимодействия между кварками.

Гносеология — теория познания, рассматривающая процесс познания с точки зрения отношений субъекта познания (человека) к объекту познания.

Голография — метод получения объемного изображения объекта, основанный на интерференции волн и дающий полную информацию об объекте.

Гомеостаз — свойство системы поддерживать свои параметры и функции в определенном диапазоне, основанное на устойчивости внутренней среды по отношению к возмущениям внешней среды.

Гоминиды — семейство приматов, включая человека.

Гомозиготность — однородность наследственной основы организма, происходящего от родителей, сходных по тому или иному признаку.

Гомологичный — соответственный, подобный, родственный.

Горизонт событий — поверхность сферы гравитационного радиуса.

Гормоны — биологически активные вещества, вырабатываемые в организме специализированными клетками или органами и оказывающие целенаправленное влияние на деятельность других органов и тканей.

Гравитационный коллапс — катастрофически быстрое сжатие космологических массивных объектов под действием гравитационных сил.

Гравитационный радиус — в теории тяготения радиус сферы Шварцшильда r_g , определяемый массой M объекта: $r_g = 2GM/c^2$, G — гравитационная постоянная, c — скорость света.

Гравитация — универсальное взаимодействие между любыми видами материи.

Гравитон — квант гравитационного поля.

Градиент — вектор, показывающий величину и направление наибольшей скорости изменения скалярной величины в пространстве.

Групповая скорость — скорость переноса энергии группы волн в общем случае негармонических колебаний.

Гуанин — пуриновое основание, содержится в составе нуклеиновых кислот в клетках; одна из четырех «букв» генетического кода.

Гуморальный — жизненные процессы в организме, связанные с жидкими средами (кровь, лимфа, тканевая жидкость).

Д

Дальнодействие — действие на расстоянии, при котором действие тел друг на друга передается мгновенно через пустоту на любые расстояния без каких-либо посредствующих звеньев.

Движение — способ существования материи; в общем смысле — изменение состояния в результате взаимодействия тел, в геометрии — преобразование пространства, сохраняющее геометрические формы фигур.

Дедукция — вывод по правилам логики от общего к частному.

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) — молекула генетической информации, образует вещество хромосом и генов, состоит из двух полипептидных цепей, закрученных одна вокруг другой в спираль.

Действие — фундаментальная физическая величина, задание которой как функции переменных, описывающих состояние системы, полностью определяет динамику системы; имеет размерность произведения энергии на время или количества движения на перемещение.

Деструкция — нарушение, разрушение нормальной структуры чего-либо.

Детерминизм — учение об объективной закономерности взаимосвязи и причинной

обусловленности всех явлений природы и общества.

Детерминированная система — динамическая система, функционирование которой однозначно определено в пространственно-временном интервале законами классической механики при задании начальных условий.

Детерминированный хаос (динамический хаос) — состояние открытой нелинейной системы, когда возможно появление состояния (бифуркации), в котором эволюция системы имеет вероятностный характер. При этом нелинейные системы как бы «сами выбирают» различные траектории развития.

Динамическая система — математическое представление реальных систем (физических, химических, биологических и любых других), эволюция которых во времени на бесконечном интервале времени однозначно определена начальными условиями.

Дискретность — прерывность.

Дискурсивный — логический, рассудочный; опосредованный, в отличие от чувственного, непосредственного, интуитивного.

Дисперсия — в математике — отклонение от среднего. В теории вероятностей — дисперсия случайной величины есть математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее среднего значения.

Диссимиляция — распад в организме сложных систем на простые, сопровождающийся освобождением энергии.

Диссипативная структура — пространственно-временная структура, упорядоченность и когерентность которой определяется потоком внешней энергии и интенсивной диссипацией.

Диссипация — переход энергии упорядоченного движения в энергию хаотического движения (теплоту).

Дифракция волн — огибание волнами препятствий, имеет место, если размеры препятствия порядка длины волны. В более общем смысле — любое отклонение от законов геометрической оптики в неоднородных средах.

Дихотомия — способ классификации путем разбиения на пары соподчиненных или противоположных по смыслу элементов (легкий—тяжелый, хороший—плохой и т. д.).

Дырка — в физике квазичастица (фермион), наряду с электроном проводимости используется для описания электронной системы.

Е

Естественный отбор — особый механизм выживания и воспроизведения организмов в природе, отбор в ходе эволюции наиболее приспособленных к условиям среды и гибель неприспособленных, следствие борьбы за существование.

Ж

Живое вещество — в концепции В. И. Вернадского совокупность всех живых организмов биосферы Земли, растений и животных, включая человечество, выраженная в элементарном химическом составе, массе и энергии.

З

Закон — необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе, объективная связь явлений и предметов.

Закон диверсификации — процесс развития характеризуется непрерывным усложнением и ростом разнообразия форм материи.

Законы Менделя (наследственности) — закономерности распределения в потомстве наследственных факторов.

Закон постоянства состава — «Химическое соединение имеет постоянный состав независимо от способа получения» (Пруст, 1806).

Законы сохранения — законы, согласно которым численные значения некоторых физических величин (так называемые интегралы движения в механике) не изменяются с течением времени при различных процессах (законы сохранения энергии, импульса, момента количества движения, электрического и барионного заряда и ряд других).

Закон сохранения массы — «Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции» (Ломоносов, 1748).

Закон сохранения энергии — «Энергия не возникает из ничего и не исчезает, а из одного вида переходит в другой в эквивалентных количествах» (Майер, 1840).

Закон Эшби (необходимого разнообразия) — «Информацию нельзя передать в большем количестве, чем это позволяет количество разнообразия».

Заряд (электрический) — величина, определяющая интенсивность электрического взаимодействия заряженных частиц, источник электромагнитного поля.

Зигота — биологическая клетка, образующаяся в результате слияния двух половых клеток в процессе оплодотворения у животных и растений.

И

Идентичность — одинаковость, тождественность.

Идея — понятие, представление, отражающее действительность в сознании человека и выражающее его отношение к окружающему миру; главная мысль.

Идиосинкразия — повышенная чувствительность к определенным веществам или воздействиям.

Иерархия — расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему (или наоборот).

Изменчивость — изменение и превращение организмов под действием внешней среды.

Изоляция — возникновение барьеров, препятствующих свободному скрещиванию организмов, одна из причин разобщения и углубления различий между близкими формами и образования новых видов.

Изомеры — химические соединения, одинаковые по массе и составу, но различающиеся по строению и свойствам.

Изоморфизм — способность различных, но родственных по химическому составу веществ кристаллизоваться в одинаковых структурах при одном типе химической связи, способность атомов различных веществ замещать друг друга в кристаллических решетках, образуя соединения переменного состава (твердые растворы замещения, вычитания, отклонения от стехиометрии).

Изотопы — разновидности одного и того же химического элемента, отличающиеся массой атомов. Ядра атомов изотопов содержат равное число протонов, но различаются числом нейтронов.

Изотропность — независимость свойств среды от направления, одинаковость свойств пространства по всем направлениям.

Иммунитет — способность организма распознавать и разрушать попавшие в него чужеродные элементы; невосприимчивость к какому-либо заболеванию.

Иммуноглобулины (антитела) — белковые молекулы, циркулирующие в организме и отвечающие за распознавание чужеродных для данного организма элементов.

Импульс — толчок, побуждение, стремление, побудительная причина. В физике — мера механического движения, количество движения.

Инверсия — нарушение обычного порядка, перестановка, преобразование порядка следования.

Инверсия заселенности — неравновесное состояние вещества, при котором заселенность верхнего энергетического уровня выше, чем нижнего; лежит в основе работы лазеров.

Инволюция — утрата в эволюции отдельных органов, атрофия органов при патологии и старении.

Ингибиторы — вещества, замедляющие химические процессы.

Инерция — в механике свойство тела сохранять покой или равномерное движение в отсутствие внешних воздействий. В общем смысле — свойство сохранять какое-то состояние.

Инерциальная система отсчета — система, для которой выполняются классические законы динамики, и в частности законы сохранения энергии.

Инновации — нововведение, создание новых технологий.

Инсулин — белковый гормон животных и человека, вырабатываемый поджелудочной железой, понижает содержание сахара в крови.

Инстинкт — врожденная способность совершать целесообразные действия по безотчетному побуждению.

Интеллект — врожденная способность к глубокому и всеохватывающему пониманию сущности явлений, рациональность познания, способ мышления.

Интерферон — защитный белок, вырабатываемый клетками млекопитающих и птиц в ответ на заражение их вирусами.

Интерференция — пространственное чередование усиления и ослабления в спектре волн при наложении когерентных волн в противоположных фазах.

Ионизация — превращение нейтральных атомов и молекул в заряженные ионы.

Ионосфера — верхние слои атмосферы от 50 до 80 км, содержит большое число свободных ионов и электронов.

Информация — сведения об окружающем мире и протекающих процессах, получаемые органами чувств человека или устройствами и передаваемые людьми устно, письменно и техническими средствами. Свойство материи, благодаря которому она в лице человека познает самое себя.

Инfrasound — не слышимые человеческим ухом упругие колебания низкой частоты (ниже 16 Гц), слабо поглощаемые средой и поэтому распространяющиеся на большие расстояния.

К

Карбоксильная группа — боковая группа в аминокислоте, образующаяся из простой молекулы CO_2 .

Катаболизм — совокупность реакций обмена веществ в организме, заключающихся в распаде сложных органических веществ.

Катализ — возбуждение химических реакций или ускорение их протекания посредством особых веществ — катализаторов, не участвующих непосредственно в реакции, но изменяющих ее ход.

Катастрофа — в общем случае — внезапное бедствие; событие, влекущее за собой тяжелые последствия. В теории самоорганизации и синергетике — скачкообразное изменение, возникающее в виде внезапного ответа системы (скачок) на плавные изменения внешних условий. В нелинейной механике — раздел теории катастроф, рассматривает задачи, связанные со скачкообразным изменением траекторий движений при малых управляющих параметрах.

Квазар — космический объект большой удаленности от Солнечной системы, обладающий интенсивным радиоизлучением, источник огромной энергии которого неизвестен.

Квант — частица — носитель свойств какого-либо физического поля.

Квантовая электродинамика — квантовая теория электромагнитного поля и его взаимодействия с заряженными частицами.

Кварки — гипотетические элементарные частицы с дробными электрическими

и барионными зарядами, спином $1/2$, комбинация которых с антикварками образует адроны.

Кибернетика — наука об общих принципах управления и передачи информации в машинах, живых организмах и обществе.

Клетка — элементарная живая система, основа строения и жизнедеятельности всех животных и растений.

Клетчатка (целлюлоза) — полисахарид, образованный остатками глюкозы.

Клон — ряд следующих друг за другом поколений наследственно однородных потомков одной исходной особи (растения, животного, микроорганизма), образующихся бесполовым путем.

Коацервация — возникновение в растворе высокомолекулярных соединений капель (коацерватов), обогащенных растворенным веществом.

Когерентность — согласованное протекание во времени нескольких колебательных или волновых процессов.

Когерентные структуры — области пространства, где соблюдаются условия когерентности.

Когнитивный — познавательный.

Код — совокупность знаков (символов) и система определенных правил, с помощью которых информация может быть закодирована в виде набора этих символов.

Кодон — триплет соседних оснований в ДНК и РНК, кодирующий определенную аминокислоту.

Коллаген — фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани животных (сухожилие, кость, хрящ) и обеспечивающий ее прочность.

Коллективные процессы — взаимодействие, охватывающее большое количество частиц физической системы и проявляющееся в их согласованном движении.

Коллоиды — дисперсные системы с частицами размером 10^{-5} – 10^{-7} см.

Коммуникация — связь объектов и организмов, общение, взаимная передача и восприятие информации.

Компартменты — отсеки в цитоплазме клетки, заполненные водным содержимым.

Комплементарность — в молекулярной биологии универсальный химический механизм матричного хранения и передачи генетической информации, в биохимии — взаимное соответствие, обеспечивающее

связь дополняющих друг друга структур (макромолекул, радикалов) и определяемое их свойствами.

Комплементарный — взаимное соответствие в химическом строении двух макромолекул, подходящих друг другу, как ключ к замку, обеспечивающее их взаимодействие.

Конвекция — перемещение макроскопических частей среды (газа, жидкости), приводящее к переносу массы, вещества, тепловой энергии и изменению других физических параметров, характеризующих среду.

Конвергенция — возникновение сходства в строении и функциях относительно далеких по происхождению групп организмов в процессе эволюции. Результат обитания в сходных условиях и одинаково направленного естественного отбора; сближение, слияние, взаимопроникновение.

Континуум — сплошная материальная среда, свойства которой изменяются в пространстве непрерывно.

Контринтуитивный принцип — предположение, что сложные системы функционируют таким образом, что это противоречит принципиально интуиции человека. Поэтому предполагается, что машины могут дать более точный прогноз их поведения, чем человек.

Конфайнмент — удержание (не вылет) цветных кварков и глюонов внутри адронов.

Конфермент — вещество, необходимое для обеспечения каталитической активности данного фермента.

Конформация — пространственная группа белка.

Концентрация — сосредоточение, скапливание, собирание кого-либо, чего-либо в каком-нибудь месте пространства.

Концепция — совокупность наиболее существенных элементов теории, система взглядов, то или иное понимание явлений и процессов, изложенные в конструктивной для понимания форме.

Корпускула — частица в классической физике.

Космогония — наука, изучающая происхождение небесных тел и систем: от Солнечной системы до звезд, галактик и скоплений галактик.

Космология — изучение и представление о Вселенной как едином целом.

Космос — синоним астрономического определения Вселенной. Понятие было введено Пифагором для обозначения единства Мира, в противоположность хаосу.

Космогенез — процесс изучения происхождения и эволюции космических объектов.

Космологические парадоксы — противоречия (затруднения) при распространении законов классической физики на Вселенную в целом. Например, гравитационный и фотометрический парадоксы.

Косное вещество — вещество, образовавшееся без участия живых организмов (по В. И. Вернадскому).

Козволюция — совместная эволюция нескольких систем, например человека и биосферы, природы в целом.

Коэффициент интеллектуальности — показатель умственного развития, уровня знаний и осведомленности, полученный на основе различных тестов.

Красное смещение — увеличение длин волн в спектре излучения источника (смещение линий в сторону красной части спектра) по сравнению с линиями эталонных спектров; возникает, когда расстояние между источником излучения и приемником увеличивается.

Креативный — творческий, созидательный.

Кристаллическая решетка — пространственное периодическое расположение атомов в кристалле; точки, где расположены атомы или ионы, называются узлами.

Критерий — признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо, мерило оценки.

Кумуляция — эффект накопления, суммирование направленного действия (например, направленный взрыв); в медицине — накопление в организме и суммирование действия лекарственных (или отравляющих) веществ.

Л

Лабильность — неустойчивость, изменчивость, функциональная подвижность.

Ландшафт — природный географический комплекс. Его компоненты — рельеф, климат, почвы, воды, растительный и животный мир — взаимосвязаны и образуют неразрывную систему.

Лазер — оптический квантовый генератор, источник когерентного излучения с высокой направленностью и большой плотностью энергии.

Ламинарное течение — течение, при котором жидкость или газ движется без перемешивания.

Лейкоциты — белые кровяные клетки крови человека и животных, поглощают бактерии и отмершие клетки, вырабатывают антитела.

Лептоны — элементарные частицы со спином $1/2$, не участвующие в сильных взаимодействиях. К лептонам относятся: электроны, мюоны (мю-лептоны), таоны (тау-лептоны), электронное, мюонное и таонное нейтрино и их античастицы.

Лизосомы — клеточные структуры, содержащие ферменты, способные расщеплять белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды.

Линейная функция — функция вида $y = ax + b$, основное свойство которой: приращение функции пропорционально приращению аргумента, a и b — постоянные величины. Графически линейная функция изображается прямой.

Липиды — группа органических веществ, включающая жиры и жироподобные вещества. Входят в состав всех живых клеток.

Литосфера — внешняя сфера «твердой» Земли, включающая земную кору и верхнюю часть мантии, от которой отделена астеносферой.

М

Магнитный момент — векторная величина, характеризующая вещество как источник магнитного поля.

Макромолекула — молекула полимера, содержащая большое число мономеров, соединенных химическими связями.

Мантия — в геологии оболочка «твердой» Земли, расположенная между земной корой и ядром Земли.

Масса — одна из основных физических характеристик материи, определяющая ее инерционные и гравитационные свойства.

Масса покоя частицы (тела) — масса частицы (тела) в системе отсчета, в которой она покоится.

Математическое ожидание — одно из основных понятий теории вероятности,

является характеристикой распределения значений случайной величины.

Материя — объективная реальность, которая дана человеку в его ощущениях и существует независимо от них, основа всех реально существующих объектов и систем, их свойств, связей между ними и форм движения. Формы существования материи — пространство и время.

Матрица — математическое представление совокупности величин в виде m строк и n столбцов. Используется в математике, физике и других науках, в частности в биологии при исследовании сложных явлений и процессов, которые можно описать m линейными уравнениями с n неизвестными.

Матричный анализ — метод исследования взаимосвязей между объектами с помощью представлений их характеристик в виде матриц, т. е. матричного моделирования.

Мезоны — нестабильные элементарные частицы с нулевым или целым спином, принадлежащие к классу адронов.

Мейоз — способ деления клеток, в результате которого происходит уменьшение (редукция) числа хромосом в дочерних клетках.

Меланин — пигмент черного и коричневого цвета.

Мембрана — в технике тонкая пленка, закрепленная по контуру. В биологии — белково-липидные структуры молекулярных размеров, расположенные на поверхности клеток и внутриклеточных частиц (ядра, митохондрий и т. д.).

Метаболизм — свойство открытых систем обмениваться веществом и энергией как внутри себя, так и с окружающей средой. В биологии — совокупность процессов ассимиляции и диссимиляции при обмене веществ у животных, растений и микроорганизмов.

Метагалактика — часть Вселенной, доступная современным методам исследования и включающая в себя галактики и другие космические объекты.

Метаморфизм — процесс существенного изменения структуры, текстуры и минерального состава горных пород под воздействием температуры и давлений.

Метаморфоз — видоизменение основных органов после эмбрионального развития (например, превращение головастика в лягушку, личинки — в бабочку и т. д.).

Метафизика — название философских сочинений Аристотеля о началах бытия, помещенных после его трактатов по физике; учение, рассматривающее прежде всего вещи и явления, а не их изменения и зависимость друг от друга.

Метод — совокупность определенных правил, приемов, норм познания и действия.

Механицизм — философское учение, сводящее все качественное разнообразие форм движения материи к механическому движению, все сложные закономерности движения — только к законам механики.

Микробы — общее название всех микроорганизмов — бактерий и грибов, исключая микроскопические водоросли и вирусы.

Микросостояния — в классической механике определяются заданием координат и импульсов всех частиц системы. В квантовой механике — состояния, определяемые набором соответствующих квантовых чисел частиц.

Микрочастица — частица весьма малой массы (элементарные частицы, ядра, атомы, молекулы), движение которых описывается квантовой механикой.

Митоз — одна из форм клеточного цикла, на которой реплицированные хромосомы распределяются по дочерним клеткам.

Митохондрия — клеточная органелла, в которой осуществляется синтез АТФ у эукариот.

Мировые линии — линии, обозначающие движение в пространстве-времени, аналог траекторий в пространстве. Используются в специальной и общей теории относительности.

Мода — в процессах самоорганизации коллективные формы движения, приводящие к отбору наиболее устойчивых, и спонтанному возникновению макроскопических структур.

Молекула — наименьшая частица вещества, обладающая всеми его химическими свойствами.

Момент — понятие теории вероятностей, характеристика распределения случайных величин.

Момент импульса (момент количества движения) — мера механического движения поля или системы материальных точек относительно центра или оси.

Момент инерции — характеристика распределения масс в теле при вращательном

движении, аналог массы при поступательном движении.

Момент силы — величина, характеризующая вращательный эффект силы при действии ее на тело, аналог силы при поступательном движении.

Мономер — вещество, молекулы которого способны реагировать между собой или с молекулами других веществ, образуя полимер.

Монизм — единственный способ рассмотрения многообразия явлений мира в свете единой основы (субстанции) всего существующего (например, все объясняется развивающейся материей).

Моносахариды — простые углеводы, содержащие гидроксильные, альдегидные или кетонные группы.

Монофилия — происхождение группы организмов от единого общего предка.

Морфоген — химическое вещество, инициирующее морфологическое развитие организма.

Морфогенез — возникновение и направленное развитие органов, систем и частей тела организмов как в индивидуальном, так и историческом развитии.

Мутагенез — процесс возникновения наследственных изменений — мутаций, появляющихся спонтанно или вызываемых мутагенами.

Мутации — стойкие изменения наследственных структур живой материи, ответственных за хранение и передачу генетической информации.

Н

Наследственность — свойство организмов повторять в ряду поколений сходные типы обмена веществ и индивидуального развития в целом.

Натурфилософия — философия природы, особенностью которой является преимущественно умозрительное истолкование природы, рассматриваемой в ее целостности.

Наука — система объективно истинных знаний о существующих связях действительности, одна из форм общественного сознания, включает как деятельность по получению знаний, так и ее результат — сумму знаний, лежащих в основе научной картины мира.

Научная картина мира — системные научные представления о строении мира, ха-

рактеристиках, закономерностях и тенденциях его эволюции.

Научная революция — радикальное изменение парадигмы, приводящее к смене научной картины мира.

Невесомость — состояние, при котором действие тел не вызывает взаимных давлений и деформаций.

Негэнтропия — мера упорядоченности системы, отрицательная энтропия.

Нейрон — нервная клетка.

Нейтрино — стабильная незаряженная элементарная частица со спином $1/2$, относящаяся к лептонам.

Нейтрон — электрически нейтральная элементарная частица со спином $1/2$, относящаяся к барионам, вместе с протонами образуют ядра атомов.

Нейтронная звезда — космический объект, вещество которого состоит в основном из нейтронов.

Неинерциальные системы — системы отсчета, движущиеся относительно друг друга с ускорением или замедлением.

Нелинейные системы — системы, процессы в которых описываются нелинейными дифференциальными уравнениями.

Нелинейные уравнения — уравнения, содержащие коэффициенты, зависящие от переменных.

Необратимые процессы — физические процессы, которые самопроизвольно могут протекать только в одном направлении (диффузия, теплопроводность, вязкое течение жидкости, газа).

Неравновесные состояния — физические состояния, характеризующиеся неоднородностью распределения температуры, давления, плотности, концентрации компонентов или каких-либо других макроскопических параметров в отсутствие внешних полей или вращения системы как целого.

Нервы — шнуровидные тяжи нервной ткани, образованные нервными волокнами, связывают мозг и нервные узлы с другими органами и осуществляющие координацию функций организма.

Ноосфера — в учении В. И. Вернадского — часть биосферы, преобразованная человеческой мыслью и трудом в качественно новое состояние — сфера Разума.

Нуклеотид — мономер, состоящий из основания (пуринового или пиримидинового), углевода (рибозы или дезоксирибозы)

и фосфорного остатка. Является составной частью нуклеиновых кислот.

Нуклеиновые кислоты — высокомолекулярные органические соединения, образованные остатками нуклеотидов; постоянная и необходимая составная часть всех живых систем, играющая ведущую роль в передаче наследственных признаков и свойств организма и биосинтезе белков.

Нуклон — общее название протона и нейтрона — частиц, из которых построены ядра.

О

Обменное взаимодействие — квантовый эффект взаимного влияния тождественных частиц, отражающий свойства симметрии относительно перестановки в системе тождественных частиц.

Обратная связь — воздействие результатов функционирования какой-либо системы (объекта) на характер функционирования. Положительная — усиливает функционирование и может приводить к неустойчивости, отрицательная — ослабляет функционирование и стабилизирует его.

Обращение времени — математическая операция замены времени $t \rightarrow -t$ в уравнениях движения.

Объективная истина — независимое от человека и человечества содержание знания.

Окислительно-восстановительные реакции — химические реакции, при которых происходит перенос электронов.

Окружающая среда — совокупность объектов, с которыми какая-либо система может вступать во взаимодействие; совокупность внешних условий, влияющих на любую систему.

Онтогенез — индивидуальное развитие организмов, охватывающее все изменения от зарождения до смерти.

Оптическая активность — свойство некоторых веществ вызывать вращение азимута поляризации проходящего сквозь них линейно поляризованного света.

Органеллы — находящиеся в клетке субструктуры, выполняющие те или иные специфические функции.

Органогены — основные химические элементы, входящие в состав органических веществ (водород, кислород, углерод и азот).

Основания — класс химических соединений, характеризующихся диссоциацией в водном растворе с образованием иона OH^- .

Осмоз — односторонняя диффузия растворителя через полупроницаемую перегородку (мембрану), отделяющую раствор от чистого растворителя.

Открытые системы — системы, которые могут обмениваться веществом, энергией и информацией с окружающей средой.

П

Палеолит — первый период каменного века, время ископаемого человека, который пользовался каменными орудиями труда.

Палеонтология — наука о вымерших растениях и животных.

Память — способность сохранять и воспроизводить в сознании прежние впечатления, опыт, восполнимый и хранящийся в сознании.

Пангея — гипотетический суперконтинент, объединяющий в палеозое и начале мезозоя все современные материки.

Панспермия — гипотеза возникновения жизни на Земле в результате попадания на нее из космоса зародышей жизни.

Парадигма — система понятий, выражающих существенные черты действительности, исходная концептуальная модель постановки проблем и их решения, методов исследования, господствующих в течение определенного времени в научном сообществе и дающих представление о мире.

Парадокс — неожиданное, непривычное, расходящееся с имеющимися знаниями или традициями утверждение, рассуждение или вывод.

Парадокс времени — противоречие, связанное с обратимостью механических процессов в классической механике и необратимостью реальных процессов в природе («стрела времени»).

Паразит — животный или растительный организм, живущий на поверхности или внутри другого организма и питающийся за его счет.

Параметр — величина, характеризующая какое-либо свойство процесса, явления или системы.

Параметр порядка — характеризует состояние неустойчивости самоорганизующейся системы, главные степени свободы, выделившиеся в процессе эволюции, некие ведущие переменные.

Параллакс — видимое изменение положения небесного тела вследствие перемещения наблюдателя.

Паранаука (псевдонаука) — научные предрассудки и суеверия, различные формы наукообразной деятельности, направленные на изучение паранормальных явлений.

Парафин — воскоподобное вещество, смесь предельных углеводородов определенного состава.

Парниковый эффект — нагрев внутренних слоев атмосферы, прозрачных для солнечных лучей, но поглощающих тепловое излучение Земли.

Парсек (сокращение от параллакс и секунда) — единица длины в астрономии: $1 \text{ пк} = 3,26$ световых года.

Паттерны — любое узнаваемое расположение объектов в пространстве и времени.

Пептиды — органические вещества, состоящие из остатков аминокислот, соединенных пептидной связью.

Перигелий — ближайшая к Солнцу точка орбиты небесного тела, обращающегося вокруг него.

Период — промежуток времени, охватывающий какой-либо законченный процесс.

Период полураспада — время, в течение которого распадается половина первоначального количества ядер.

Пестициды — ядохимикаты, химические препараты для борьбы с сорняками (гербициды), вредителями (инсектициды, акарициды), болезнями (фунгициды, бактерициды) сельскохозяйственных растений, деревьев, кустарников, зерна и т. д.

Пигменты — окрашенные химические соединения. В биологии — окрашенные вещества тканей организмов, участвующие в их жизнедеятельности и обуславливающие окраску организмов.

Плазма — ионизированный газ, в котором концентрации положительных и отрицательных зарядов равны. В состоянии плазмы находится подавляющая часть вещества во Вселенной.

Планктон — совокупность организмов, обитающих в толще воды и неспособных противостоять переносу течением.

Плотность вероятности — (плотность распределения вероятностей) случайной величины x — это функция $p(x)$ такая, что $dP(x, x + dx) = p(x) \cdot dx$, где $dP(x, x + dx)$ — вероятность того, что случайная величина принимает значения из интервала $(x, x + dx)$.

Позитивизм — философское направление, в основе которого лежит представление, что все подлинное (позитивное) знание — совокупный результат специальных наук.

Подобие — такое соответствие явлений или процессов, при котором в сходные времена и пространства значения величин, характеризующих состояние одной системы, пропорциональны соответствующим значениям величин для другой системы.

Поле — в физике специфичная форма существования материи, которая связывает частицы (объекты) вещества в единые системы и передает с конечной скоростью действие одних частиц (объектов, понятий — смысловое поле) на другие.

Полимеры — вещества, молекулы (макромолекулы), которые состоят из большого числа звеньев. Полимеризация — процесс или синтез получения полимеров.

Полиморфизм — свойство некоторых веществ существовать в нескольких формах, например в нескольких кристаллических состояниях (модификациях) с разной структурой (например, алмаз и графит).

Полипептиды — полимеры, построенные из остатков аминокислот (от 6...10 до нескольких десятков). Условная граница между полипептидами и белками лежит в области молекулярной массы 6000 (ниже нее — полипептиды, выше — белки).

Полисахариды — высокомолекулярные углеводы, образованные остатками моносахаридов.

Полифилия — теория происхождения рас современного человека, видов животных и растений от многих исходных форм.

Популяционная генетика — раздел генетики, изучающий генетическое строение и динамику генетического состава популяций.

Популяция — совокупность особей данного вида, длительно занимающая определенное пространство и воспроизводящая себя в течение большого числа поколений.

Порядок — регулярное (периодическое) расположение частиц, объектов, предметов по всему занимаемому пространству (объему); последовательный ход чего-нибудь; правила, по которым совершается что-нибудь; числовая характеристика той или иной величины.

Постоянная Планка — основная постоянная квантовой теории, минимальный квант действия.

Постоянная Хаббла — параметр линейной связи скорости разбегания космологических объектов V от расстояния R до них: $V = HR$.

Потенциальный барьер — ограниченная в пространстве область высокой потенциальной энергии частицы в силовом поле, соответствует силам отталкивания.

Потенциальная энергия — часть общей механической энергии системы, зависящая от взаимного расположения ее частиц и от их положения во внешнем силовом поле (например, гравитационном).

Предельные циклы — отражение на фазовой плоскости устойчивого движения через представления аттракторов в самоорганизующихся системах.

Предпосылка — предварительное условие чего-либо, исходный пункт какого-либо рассуждения.

Представление — чувственно-наглядный образ предметов и явлений, сохраняемый в сознании без их непосредственного воздействия; знание, понимание чего-либо.

Преобразования Лоренца — в специальной теории относительности преобразования координат и времени при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой.

Преобразование Фурье — математическое преобразование функциональных зависимостей в тригонометрический ряд, коэффициенты которого вычисляются по определенным формулам.

Преформизм — учение о наличии в половых клетках организмов материальных структур, предопределяющих развитие зародыша и образующегося из него организма.

Прецессия — движение оси вращения твердого тела, при котором оно описывает круговую коническую поверхность (волчок, гироскоп).

Признак — свойство, особенность, по которым можно узнать, определить что-либо.

Примитивизм — упрощенный подход к сложным проблемам.

Принцип — утверждение, основное положение; внутреннее убеждение человека; основная особенность устройства механизма или прибора.

Принцип дополнителности — сформулированный Н. Бором принцип, согласно которому при экспериментальном исследовании микрообъекта могут быть получены

одновременно точные данные либо об его энергии и импульсе, либо о поведении в пространстве и времени.

Принцип комплементарности — последовательность оснований в одной нити ДНК в точности определяет последовательность оснований в другой нити.

Принцип Ле Шателье — внешнее воздействие, выводящее систему из термодинамического равновесия, вызывает в ней процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия.

Принцип наименьшего действия — один из вариационных принципов механики, согласно которому для данного класса сравниваемых друг с другом движений механической системы осуществляется то, для которого действие минимально.

Принцип неопределенности — квантово-механический принцип, согласно которому дополняющие друг друга физические величины (например, координата и соответствующая проекция импульса) не могут одновременно принимать точные значения и быть точно измеренными.

Принцип относительности Эйнштейна — любое физическое явление при одинаковых условиях протекает одинаково во всех инерциальных системах.

Принцип причинности — в физике устанавливает причинно-следственную связь между явлениями и допустимыми пределами влияния физических событий друг на друга.

Принцип суперпозиции — в классической физике: результирующий эффект от нескольких независимых воздействий представляет собой сумму эффектов, вызываемых каждым эффектом в отдельности.

Принцип тождественности — в физике один из квантовых принципов: состояния системы частиц, получающиеся друг из друга перестановкой местами тождественных частиц, нельзя различить ни в каком эксперименте, и такие состояния должны рассматриваться как одно физическое состояние.

Принцип фальсификации — критерием научности теории является возможность ее фальсификации или опровержения.

Принцип эквивалентности — в физике эквивалентность (равенство) инерционной и гравитационной массы.

Приоритет — первенство во времени в осуществлении какой-либо деятельности;

предпочтительность, преобладающее, первенствующее значение чего-либо.

Природа — в широком смысле — все сущее, весь мир в многообразии его форм; употребляется в одном ряду с такими понятиями, как материя, универсум, Вселенная; является объектом естествознания.

Природопользование — сфера общественно-производственной деятельности, направленной на удовлетворение потребностей человека с помощью природных ресурсов.

Причина — явление (изменение), вызывающее, обуславливающее возникновение другого явления (изменения, следствия); основание, предлог для каких-либо действий.

Причинность — физическая и философская категория для обозначения необходимой связи явлений, из которых одно (причина) обуславливает, порождает другое (следствие или действие).

Проблема — сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения и разрешения; особая форма знания; начальный этап познавательной (в том числе научной) деятельности; вопрос, возникающий в ходе познания и требующий ответа.

Проводимость (электропроводность) — способность веществ и тел проводить электрический ток, обусловленная наличием подвижных заряженных частиц.

Прогноз (предвидение, предсказание) — вероятностное представление, суждение, заключение о предстоящем развитии и исхода из чего-нибудь, основанное на определенной информации.

Прогнозирование — разработка вероятного представления хода событий, развития ситуации, основанного на определенной информации.

Продуценты — организмы, производящие органические вещества из неорганических, т. е. все автотрофные организмы.

Прокариоты — организмы, не обладающие оформленным клеточным ядром.

Пространство — объективная реальность; форма существования материи, характеризующая ее протяженность и объем.

Противоречие — категория, выражающая в диалектике внутренний источник всякого движения; положение, при котором одно (высказывание, поступок, мысль) исключает другое, несовместимое с ним.

Протон — стабильная элементарная частица со спином $1/2$ и массой равной 1836 масс электрона, относится к барионам. Вместе с нейтронами протоны образуют атомные ядра.

Протеины — белки, состоящие только из остатков аминокислот, к ним относятся ферменты.

Протоплазма — содержимое животных и растительных клеток, включая их ядра и цитоплазму; живое вещество, из которого состоят организмы.

Протуберанцы — громадные плазменные образования в солнечной короне, имеющие большую плотность, но меньшую температуру, чем окружающая их плазма короны.

Прямые и обратные задачи — в физике под прямыми задачами понимается расчет и однозначное предсказание макроскопических наблюдаемых проявлений свойств того или иного объекта по заданным характеристикам модели объекта или явления. Под обратными задачами — восстановление параметров модели объекта по заданным экспериментальным наблюдениям.

Психологическое время — время, связанное с психологической деятельностью человека и его восприятием объективного физического времени.

Пульсары — космические источники импульсного радиооптического, рентгеновского и гамма-излучения.

Пурины, пуриновые основания — гетероциклические соединения. Пурины и их производные — пуриновые основания (аденин, гуанин, ксантин и др.) играют большую роль в живой природе и жизнедеятельности всех организмов, образуя нуклеотиды, нуклеиновые кислоты и другие биологически активные соединения.

Р

Работа — в технике и физике мера действия силы, зависящая от численной величины и направления действия силы и от перемещения точки ее приложения.

Равновесие — состояние физической системы, в котором она при неизменных внешних условиях или под воздействием разных противоположно направленных и взаимно уравнивающих сил может пребывать сколь угодно долго.

Радикалы свободные — кинетически независимые частицы (атомы или их группы),

обладающие неспаренными электронами и поэтому очень реакционноспособные.

Радиоактивность (радиоактивный распад) — самопроизвольное превращение нестабильных атомных ядер в ядра других элементов, сопровождающееся испусканием ядерных излучений.

Радиационные пояса планет — внутренние области планетных магнитосфер, в которых собственное магнитное поле планеты удерживает заряженные частицы.

Размерность — в геометрии число измерений геометрической фигуры: линия имеет размерность, равную 1, плоскость — 2, пространство — 3; в физике — выражение, показывающее связь данной величины с физическими величинами, положенными в основу системы единиц.

Разум — способность понимания и осмысления; в ряде философских учений — высшее начало и сущность, основа познания и поведения людей.

Распределение — одно из основных понятий теории вероятностей и статистики. Распределение вероятности какой-либо случайной величины задается указанием возможных значений этой величины и соответствующих им вероятностей или плотностей вероятности.

Распределение Больцмана — равновесное распределение частиц идеального газа по энергиям во внешнем силовом поле.

Распределение Гаусса (нормальное распределение) — плотность распределения вероятности случайного параметра, часто встречается в статистике больших чисел, в частности в физике для флуктуаций термодинамических параметров вблизи равновесия и т. д.

Распределение Гиббса — распределение вероятностей обнаружения равновесной статистической системы в любом из ее стационарных микроскопических состояний.

Рациональный — разумный, целесообразный, обоснованный.

Реагенты — вещества, применяемые в лабораториях для химического анализа, научно-исследовательских и других работ.

Реакция — действие, состояние, процесс, возникающие в ответ на какое-либо воздействие.

Реакция Белоусова–Жаботинского — химическая реакция, в которой при определенном соотношении компонентов при перемешивании происходят такие кон-

центрационные колебания, что цвет реакции периодически самопроизвольно изменяется.

Редукционизм — сведение сложного к простому, составного — к элементарному.

Редупликация (репликация) — удвоение молекул ДНК при участии специальных ферментов. Редупликация обеспечивает точное копирование генетической информации, заключенной в молекулах ДНК.

Редуценты — организмы, разлагающие мертвые органические вещества и превращающие их в минеральные (неорганические) вещества, усваиваемые другими организмами (продуцентами).

Режим с обострением — в синергетике такой режим процесса в неравновесных и неустойчивых открытых системах, когда характерные параметры процесса неограниченно возрастают за конечное время. Время обострения — конечный промежуток времени, за который процесс быстро (асимптотически) развивается вплоть до бесконечных значений.

Резерват — охраняемая природная территория.

Резистивность — устойчивость организма к воздействию внешней среды; свойство сопротивляться.

Резонанс — возрастание амплитуды вынужденных колебаний при приближении частоты внешнего гармонического воздействия к частоте одного из собственных колебаний системы.

Резонансы (резонансные частицы) — неустойчивые элементарные частицы характеризующиеся крайне малым временем жизни (10^{-22} – 10^{-24} с).

Рекомбинация — в физике образование нейтральных атомов и молекул из ионов и электронов, процесс, обратный ионизации.

Рекурсивность — повторяемость процессов, явлений и форм человеческой деятельности.

Релаксация — в физике процесс установления равновесия в системе, состоящей из большого числа частиц.

Релевантный — существенный для дела, уместный.

Реликт — организм, предмет или явление, сохранившееся как пережиток от древних эпох.

Реликтовое излучение — космическое рассеянное изотропное электромагнитное излучение, связанное с эволюцией Вселен-

ной после ее рождения, имеющее тепловой спектр с температурой 2,73 К.

Релятивизм — методологический принцип, состоящий в метафизической абсолютизации относительности и условности наших знаний и ведущий к отрицанию возможности познания объективной истины.

Репарация — восстановление биологических объектов от повреждений, вызванных ионизирующим излучением; возмещение государством причиненного им ущерба в денежной или иной форме лицу или другому государству.

Репродукция — воспроизведение.

Рефлекс — ответная реакция живого организма на раздражитель.

Рефракция — искривление лучей в среде с непрерывно меняющимся показателем преломления. В оптике — преломление света.

Рецепторы — окончания чувствительных нервных волокон или специализированные клетки, преобразующие раздражения, воспринимаемые извне или из внутренней среды организма, в нервное возбуждение, передаваемое в центральную нервную систему.

Рецессивность — форма взаимоотношений двух аллельных генов, при которой один из них — рецессивный — оказывает менее сильное влияние на соответствующие признаки особи, чем другой — доминантный.

Рецессивный — подавляемый, замедленный.

Рибосомы — немембранные клеточные органеллы; являются обязательными структурными компонентами цитоплазмы клеток растений и животных; осуществляют функцию синтеза белковых молекул из аминокислот.

РНК — рибонуклеиновая кислота — одна из нуклеиновых кислот, характерная составная часть цитоплазмы животных и растительных клеток.

Ригидность — жесткость, негибкость, снижение приспособляемости системы к меняющимся условиям среды.

С

Сальтационизм — одно из направлений антидарвинизма, утверждающее, что весь план будущего развития жизни возник еще в момент ее появления, а все эволюционные события происходят в результа-

те скачкообразных изменений (сальтаций) эмбриогенеза.

Самовозбуждающиеся системы, волны — системы, в которых под действием малых флуктуаций возникают самоорганизующиеся коллективные процессы.

Самодвижение — самопроизвольное изменение системы, определяемое внутренними причинами, движение без действия внешних причин, непрерывный процесс смены неустойчивости устойчивостью, возникновение новых структур вместо старых.

Самоорганизация — процесс спонтанного возникновения порядка и структурной организации из хаоса и беспорядка в открытых неравновесных системах.

Самосборка — процесс, при котором молекулы «распознают» друг друга и собираются в комплексы и различные структуры. Этот процесс высокоспецифичен и сопровождается изменением энтропии ассоциированных молекул.

Световой год — единица звездных расстояний; равен пути, который проходит свет за год, т. е. $9,46 \cdot 10^{12}$ км.

Сверхпроводимость — явление обращения в нуль электрического сопротивления и выталкивания магнитного поля из вещества при охлаждении их ниже определенной критической температуры.

Связь — взаимообусловленность и взаимосвязанность существования явлений и объектов, разделенных в пространстве и во времени.

Сегрегация — возникновение различий в составе и свойствах разных участков цитоплазмы в период роста ооцита, а также в оплодотворенном яйце.

Селекция — раздел агрономии и зоотехники, изучающий методы создания сортов и гибридов сельскохозяйственных растений и пород животных с нужными человеку признаками.

Сигнатура — указание. В полиграфии — последовательная нумерация печатного листа, проставляемая арабскими цифрами на 1-й и 3-й его полосах.

Сидерический год — звездный год, соответствующий одному видимому обороту Солнца по небесной сфере относительно неподвижных звезд, составляет 365,2564 средних солнечных суток.

Сила — векторная величина, характеризующая меру механического действия на

данное материальное тело со стороны других тел.

Силлогизм — логическое умозаключение, в котором из двух данных суждений (посылок) получается третье (вывод).

Симбиоз — длительное сожительство организмов разных видов, обычно приносящее им взаимную пользу.

Симптом — внешний признак, внешнее проявление чего-нибудь.

Синапс — область контакта (связи) нервных клеток (нейронов) друг с другом и с клетками исполнительных органов.

Синантропные организмы — животные и растения, существование которых тесно связано с человеком и с населенными пунктами.

Сингулярность — точечный объем с бесконечно большой плотностью. Область пространства времени, в котором нарушаются известные физические законы и кривизна пространства-времени становится бесконечной.

Синдром — сочетание признаков (симптомов) для какой-то болезни, какого-либо явления, объединенных единым механизмом возникновения.

Синергетика — область научных исследований коллективного поведения частей сложных систем, связанных с неустойчивостями и касающихся процессов самоорганизации. Синергетика является теорией самоорганизации систем различной природы.

Синонимы — слова или выражения, имеющие полностью или частично совпадающие значения.

Синтез — соединение (мысленное или реальное) отдельных элементов объекта в единое целое. Химический синтез — целенаправленное получение сложных веществ из более простых.

Синтетическая теория эволюции (неодарвинизм) — теория органической эволюции путем естественного отбора признаков, детерминированных генетически.

Синхронизм — точное совпадение по времени нескольких явлений или процессов.

Система — упорядоченное множество взаимосвязанных элементов, определенная целостность, проявляющаяся как нечто единое по отношению к другим объектам или внешним условиям.

Системный подход — метод научного познания, в основе которого лежит рас-

смотрение объектов, выявление многообразных связей и сведение в единую картину представления явления, объектов, предметов.

Скаляр (скалярная величина) — величина, каждое значение которой (в отличие от вектора) может быть выражено одним (действительным) числом, вследствие чего совокупность значений скаляра можно выразить на линейной шкале (шкале — отсюда название).

Скорость — векторная величина, определяющая изменение положения объекта (тела) со временем; характеристика движения в общем смысле, равная отношению пройденного пути ко времени, в течение которого это произошло.

Смысл — внутреннее содержание, сущность, идея, значение чего-нибудь, постигаемое разумом, конечная цель, разумное основание чего-либо.

Событие — то, что произошло; то или иное значительное явление, факт общественной или личной жизни.

Сознание — особая форма бытия, осознанное бытие; постижение бытия, высшая, свойственная лишь человеку форма идеального отражения и духовного освоения объективной действительности; совокупность психических процессов, активно участвующих в осмыслении человеком объективного мира и своего собственного бытия.

Солнечный ветер — радиальный поток горячей плазмы от солнечной короны. Солнце выбрасывает в межпланетное пространство за год примерно 10^{-13} своей массы в виде звездного ветра.

Солнечная система — состоит из центрального светила — Солнца и планет, обращающихся вокруг него, их спутников, множества малых планет, комет и метеорного вещества.

Сомы — тело организма.

Соматический — телесный.

Соматические клетки — клетки тела.

Соразмерность — соотношение измерений (ширины, длины, высоты), определяет целое либо его составную часть. Например, соотношением длины к ширине можно выразить соразмерность объекта, тела, живого организма, растений. В общем смысле созвучна гармонии.

Состояние — характеристика системы, определяемая значениями характерных для данной системы параметров (если они

не зависят от времени, то устойчивое стационарное состояние, если изменяются во времени, то процесс).

Спин — собственный механический момент количества движения микрочастицы, имеющих квантовую природу.

Спонтанный — самопроизвольный.

Спорадический — единичный, случайный, появляющийся от случая к случаю.

Среда (окружающая) — среда обитания и производственной деятельности человека. В общем смысле — то, что имеет контакт с системой, но не является ее частью.

Среда обитания человека — совокупность природных и социальных условий, в которых протекает деятельность человеческого общества.

Сродство к электрону — способность некоторых атомов и молекул присоединять добавочный электрон и превращаться в отрицательный ион. Мерой сродства служит выделяющаяся при этом энергия.

Статистика — получение, обработка, анализ закономерности, в более узком смысле — совокупность данных о каком-либо явлении или процессе. В физике — изучение свойств макроскопических тел как систем из очень большого числа частиц (молекул, атомов, электронов и т. д.). Статистические методы основаны на теории вероятностей.

Статистический ансамбль — совокупность большого числа не взаимодействующих одинаковых физических систем, находящихся в одинаковых макроскопических, но разных микроскопических состояниях.

Стационарные состояния — устойчивые состояния, в которых все характеризующие систему физические величины не зависят от времени.

Степени свободы — число независимых координат, которые полностью определяют положение тел в пространстве.

Стохастический — случайный, вероятностный.

Стохастический процесс, система, структуры, метод — случайный, вероятностный процесс в системах, где состояния или характеристики меняются случайно под действием разных факторов; определяется статистическим распределением; беспорядочные хаотичные структуры.

Странный аттрактор — математический образ детерминированных непериодических процессов; пучок расходящихся тра-

екторий. В общем смысле — сложное движение в нелинейной открытой структуре.

Структура — совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, т. е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях; взаиморасположение и связь составных частей чего-либо, строение.

Струны — в космофизике линейная область проявления фундаментального поля, вдоль которой локализуются свойства этого поля. Струнная теория частиц, или теория суперструн, — одна из современных теорий возникновения, эволюции и объяснения строения Вселенной.

Субстрат — вещество, на которое действует фермент.

Субъект — в философии познающий и действующий человек; противостоит внешнему миру как объекту познания; личность.

Суперпозиция — наложение независимых событий, состояний, явлений.

Т

Таксон — группа организмов или дискретных объектов, связанных той или иной степенью родства или общностью свойств; подразделение биологической систематики.

Тезаурус — в информатике систематизированный набор данных о какой-либо области знания; словарь, представленный в виде терминов, понятий и ключевых слов.

Тезис — в логике положение, истинность которого требуется доказать; положение, кратко излагающее какую-нибудь идею.

Телеогенез — направление антидарвинизма, основанное на убеждении о предначертанном ходе эволюции.

Телеология — философское учение, приписывающее процессам и явлениям природы цели (целесообразность или способность к целеполаганию); всякое развитие в мире служит осуществлению предопределенных целей.

Температура — физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия системы, степень нагретости тел.

Тензоры — математические представления матричной алгебры, в столбцах и строках матрицы стоят не числа, а векторы.

Тензорное исчисление — математическая теория, обобщающая векторное исчисление и матричную алгебру.

Теоремы Геделя — теоремы о полноте теорий, в общем смысле — знаний, из которых следует, что не существует полной формальной теории, где были бы однозначно доказуемы все истинные теоремы.

Теорема Нётер — каждому виду симметрии соответствует свой закон сохранения.

Теория — совокупность научных положений, образующих какую-либо науку или раздел, форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности.

Теория катастроф — математическая теория, описывающая скачкообразное изменение («катастрофу») параметров системы как ее внезапный ответ на плавные изменения внешних условий, приводящее к потере устойчивости. С математической точки зрения — это обобщение исследования функций на экстремум на случай многих переменных.

Теория познания (гносеология, эпистемология) — учение о сущности, закономерностях и формах познания.

Теплота — энергетическая характеристика процесса теплообмена, $dQ = CdT$, где C — теплоемкость, dT — изменение температуры.

Терминал — конечное устройство в составе системы ЭВМ, служащее для обмена данными между пользователем и ЭВМ; часть порта, конечного пункта для сбора и обработки грузов.

Термодинамика — раздел физики, изучающий наиболее общие свойства тел, в которых происходит обмен энергией в тепловых процессах и процессах переноса и превращение теплоты в другие ее виды.

Термоядерная энергия — реакция синтеза атомных ядер при сверхвысоких температурах и поддерживающая эти температуры за счет большого энерговыделения.

Тест (проба, испытание, исследование) — специальные задания испытуемому для определения его способностей или знаний.

Техносфера — созданная людьми в рамках биосферы искусственная структура, для которой характерно проникновение сложной машинной техники во все сферы

человеческой деятельности (заводы, дороги, электростанции, газо- и нефтепроводы, ирригация, сельхозугодья и т. д.) и изменение природных условий.

Тимин — пиримидиновое основание, содержится во всех живых организмах в составе ДНК; одна из четырех «букв» генетического кода.

Ткань — агрегат клеток одного типа.

Тожественные частицы — частицы, имеющие одинаковые физические свойства: массу, электрический заряд, спин и т. д. Такие частицы в квантовой механике рассматриваются как принципиально неразличимые.

Тождество — категория, выражающая равенство; одинаковость предмета, явления с самим собой.

Томография — рентгенологический метод исследования объекта с получением изолированного теневого изображения любого слоя объекта.

Топологическое пространство — множество элементов любой природы, в котором тем или иным способом определены предельные соотношения.

Топология — раздел математики, рассматривающий геометрические свойства, не изменяющиеся при любых деформациях (топологические свойства), производимых без разрывов и склеиваний (при взаимно однозначных и непрерывных отображениях).

Траектория — непрерывная линия, по которой движется точка или центр масс тела при движении в координатном пространстве.

Трансдукция — перенос генов из одной клетки в другую с помощью вирусов.

Транскрипция — способ письменной фиксации устной речи с помощью специальных знаков. В биологии — перенос кода ДНК путем образования одноцепочечной молекулы РНК на одной нити ДНК.

Транслитерация — передача текста, написанного с помощью одного алфавита, средствами другого алфавита.

Трансляция — в физике перенос тела в пространстве на некоторое расстояние параллельно самому себе, вдоль или параллельно от трансляции. В биологии — биосинтез белков в живой клетке на рибосомах.

Тромбоциты — клетки крови позвоночных животных, участвующие в свертывании крови.

Трофический — пищевой.

Туннельный эффект — прохождение через потенциальный барьер микрочастицы, энергия которой меньше высоты барьера.

Турбулентное течение — хаотическое движение жидкости и газа, при котором частицы совершают неупорядоченные перемещения по сложным траекториям, когда происходит перемешивание потока вещества.

У

Углеводы — группа природных органических соединений, химическая формула которых соответствует $C_m(H_2O)_n$, т. е. углерод + вода, отсюда название.

Ультразвук — не слышимые человеческим ухом упругие волны, частоты которых выше 20 кГц.

Универсум — философский термин, означающий мир как целое.

Уравнение Шрёдингера — основное уравнение нерелятивистской квантовой механики, позволяет находить возможные состояния и их изменения во времени через волновую функцию.

Уреаза — фермент, катализирующий разложение мочевины.

Устойчивость — свойство системы возвращаться к исходному состоянию после отклонения из этого состояния, несмотря на действие различных сил; способность противостоять воздействиям экстремальных факторов среды.

Уфология — псевдонаука о неопознанных летающих объектах.

Ф

Фаги (бактериофаги, бактериальные вирусы) — доклеточные формы живого, прокариоты.

Фаза — отдельная стадия в развитии какого-либо явления или процесса в природе или обществе. В физике — состояние колебательного процесса в определенный момент времени.

Фазовые переходы — фазовые превращения, при которых плотность, потенциалы и энтропия (переходы первого рода) или теплоемкость, сжимаемость, коэффициент термического расширения (переходы второго порядка) меняются скачком.

Фазовое пространство — в физике абстрактное многомерное пространство, где коэффициентами являются величины, харак-

теризующие системы — ее фазу. В классической механике — это обобщение координаты q и импульса p или скорости v всех частиц. Состояние изображается точкой в фазовом пространстве, а изменение состояния во времени — движением точки вдоль линии, называемой фазовой траекторией.

Фазовое равновесие — состояние термодинамического равновесия многофазной системы. Условием фазового равновесия является равенство химических потенциалов компонентов во всех фазах системы.

Фазовая скорость — скорость, с которой перемещается в пространстве фаза плоской волны.

Фазовая траектория — траектория движения частиц в фазовом пространстве.

Фауна — совокупность всех видов животных какой-либо местности или геологического периода.

Феномен — необычный, исключительный факт; явление, которое можно наблюдать; философское понятие, означающее явление, данное нам в опыте, чувственном познании.

Фенотип — совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития; складывается в результате взаимодействия генотипа и окружающей среды.

Ферменты — биомолекулы — катализаторы, регулирующие (ускоряющие) скорость биохимических реакций.

Ферментативный катализ — ускорение химических реакций за счет ферментов.

Фермион — элементарная частица с полуцелым спином ($1/2$, $3/2$); к ним относятся электроны, протоны, нейтроны, кварки.

Фибриллы — нитевидные белковые структуры в клетках и тканях животных.

Фибрин — нерастворимый белок, образующийся в процессе свертывания крови.

Физикализм — направление в науке, предполагающее, что все явления в природе можно объяснить законами физики.

Физический вакуум — рассматривается как особый вид вещества, состоящий из виртуальных частиц и ответственный за квантовые и релятивистские свойства всех вещественных тел.

Филогенез — процесс исторического развития биологии организмов, их видов, родов, семейств. В общем смысле — история развития биологического вида.

Флора — совокупность всех видов растений какой-либо местности или геологического периода.

Флуктуация — случайное отклонение системы от равновесия.

Фолликулы — пузырьковые образования в органах животных и человека, заполненные жидкостью.

Фонон — квазичастица, представляющая собой квант упругих колебаний среды (атомов кристаллической решетки).

Формула — комбинация математических или физических законов, кратко выражающая какое-нибудь смысловое выражение, символическое определение какого-либо правила, положения.

Фосфолипид — липидная молекула, содержащая сахар.

Фотон — квант света, квант электромагнитного поля, одна из нейтральных элементарных частиц с нулевой массой и спином.

Фотосинтез — образование в клетках зеленых растений, водорослей и в некоторых микроорганизмах кислорода из углекислоты и воды под действием света.

Фотоэффект — явление, связанное с испусканием электронов под действием электромагнитных излучений (света, ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучений).

Фракталы — объекты, которые в меньших масштабах выглядят как в больших, часть фрактала похожа на целое (ковры Серпинского), по мере увеличения объекта проявляется все большее число деталей, подобных тому, что было для малого объекта.

Фундаментальные взаимодействия — четыре вида взаимодействий посредством соответствующих полей и частиц — переносчиков взаимодействия с характерными для них мировыми константами: гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое.

Функционал — математическое понятие вариационного исчисления для обозначения переменной величины, заданной на множестве функций, т. е. зависящей от выбора одной или нескольких функций.

Функция распределения — основное понятие статистической физики. В классической механике и физике — плотность вероятности распределения частиц макроскопической системы по координатам и

импульсам. В квантовой физике — вероятность распределения по квантово-механическим состояниям.

Футурология — в общем смысле — общая концепция будущего Земли и человечества.

Х

Хаос — в древнегреческой философии беспредельная первобытная масса, неупорядоченная первопотенция мира, из которой образовалось впоследствии все существующее. В общем смысле — полный беспорядок, нарушение последовательности, стройности. В физику понятие хаоса ввели Больцман и Гиббс.

Химический потенциал — параметр термодинамического состояния системы, играющий роль силы при перераспределении масс компонентов и приводящий к переходу компонента от фазы с большим его значением к фазе с меньшим значением; вычисляется как производная от энергии Гиббса по его массе при постоянных температуре, давлении и массах других компонентов.

Хиральность — понятие, характеризующее свойство объекта быть несовместимым со своим отображением в идеальном плоском зеркале; то же, что киральность.

Хлоропласты — внутриклеточные органоиды растительной клетки, в которых осуществляется фотосинтез; окрашены в зеленый цвет (в них присутствует хлорофилл).

Хлорофилл — зеленый пигмент растений. В процессе фотосинтеза поглощает световую энергию и превращает ее в энергию химических связей.

Холизм — холистические представления; философия целостности, представление о мире как о целом.

Хромосомы — структурные элементы ядра клетки, которые содержат гены, а те, в свою очередь, ДНК; самовоспроизводящиеся структуры в ядрах клеток животных и растений, участвующие в процессах размножения.

Ц

Целлюлоза — полисахарид, образованный остатками глюкозы, главная составная часть клеточных стенок растений, обуславливающая механическую прочность и эластичность растительных тканей.

Целостность — внутреннее единство объекта, независимость от окружающей среды; в искусстве — эффект восприятия объекта искусства как единого организма, в котором все части закономерно слиты в одно целое; объективный критерий гармонии, достигается подчинением структурной организации объекта, законам, определяющим образование форм живой природы и форм кристаллов.

Центр масс (центр инерции) тела — точка, характеризующая распределение масс в теле или механической системе. При движении тела его центр масс движется как материальная точка с массой, равной массе всего тела, и подчиняется обычным законам классической механики.

Цивилизация — уровень общественно-го развития материальной и духовной культуры.

Цикл — совокупность взаимосвязанных процессов, работ, явлений, составляющих регулярный кругооборот в течение определенного промежутка времени. В широком смысле — повторяемость процессов.

Цитозин — пиримидиновое основание, содержится во всех живых организмах в составе нуклеиновых кислот. Одна из четырех «букв» генетического кода.

Цитология — раздел биологии, изучающий строение и процессы в клетках живых организмов.

Цитоплазма — живая коллоидная система с упорядоченной субмикроскопической структурой, содержит все органоиды и обуславливает жизнедеятельность клетки в целом.

Цитоскелет — внутриклеточные структурные компоненты, определяющие форму клетки и перемещение органелл.

Цитохромы — группа окрашенных белков, содержащих гемовое железо.

Ч

Часть и целое — философские категории, выражающие отношение между совокупностью предметов и объективной связью, которая их объединяет и приводит к появлению новых свойств и закономерностей. Эта связь выступает как целое, а предметы — в качестве его частей. Свойства целого несводимы к свойствам его частей.

Человеческий фактор — совокупность деловых, нравственных, политических, физических, психологических и других

качеств человека, проявляющихся в его деятельности в системе экономических, социальных, научно-технических, организационно-управленческих отношений и других сферах его общественной деятельности.

Черная дыра — космологический объект, аномально сильное гравитационное поле которого действует так, что вещество непрерывно захватывается этим объектом (затягивается, как в дыру) и падает на него. Из-за сильной гравитации никакое материальное тело, в том числе свет, не может выйти за пределы гравитационного радиуса объекта, и поэтому любому наблюдателю они кажутся черными.

Черный ящик — термин, придуманный и употребляемый для описания систем, структура и внутренние процессы в которых неизвестны или протекают очень сложно. На вход такого устройства подается сигнал, вводятся данные, на выходе получается результат, а что происходит внутри черного ящика, неизвестно.

Ш

Штамм — чистая культура микроорганизмов одного вида, у которого изучены морфологические и физиологические особенности.

Э

Эволюционизм — теория, определяющая развитие только как постепенное количественное изменение, отрицающее скачкообразные переходы.

Эволюционное дерево — схема ветвлений бифуркаций.

Эволюция — процесс непрерывного развития, изменения в живой и неживой природе и социуме, их направленности и закономерности. В биологии определяется наследственностью, изменчивостью и естественным отбором. В классической физике эволюция — это стремление к равновесию.

Эзотерический (внутренний, сокровенный) — тайный, скрытый, предназначенный исключительно для посвященных.

Экзотерический (внешний) — не представляющий тайны, предназначенный для непосвященных.

Экзотермическая (реакция) — химическая реакция, протекающая с выделением тепла.

Экогенез — процесс развития отношений между организмами и средой их обитания в течение длительного существования.

Экология — наука, исследующая проблемы взаимоотношения человека с окружающей средой, в целом организмов друг с другом и с окружающей средой.

Экосистема — единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания.

Эксперимент — метод научного познания, при помощи которого в контролируемых условиях исследуются явления действительности.

Экстинкция света — ослабление света при распространении в среде за счет поглощения и рассеяния.

Экстремальный — крайний, предельный, выходящий за рамки обычного.

Экстремум — в математике наибольшие и наименьшие значения функции (максимум и минимум) по сравнению с ее значениями в достаточно близких точках.

Электрон — стабильная отрицательно заряженная элементарная частица со спином $1/2$, массой $9 \cdot 10^{-28}$ г и магнитным моментом, равным магнетону Бора; относится к лептонам, участвует в электромагнитном, слабом и гравитационном взаимодействиях; является одним из основных структурных элементов вещества.

Элевация — возведение простого к сложному, выявление тех свойств простейшего взаимодействия, которые делают его потенциальным источником более сложных взаимодействий.

Элементарные частицы — мельчайшие известные частицы физической материи, однако четкого критерия «элементарности» частицы нет. Адроны состоят из кварков, кварки — из протокварков и т. д. Тем не менее в известной мере их можно считать «кирпичиками» мироздания на современном уровне познания материи, несмотря на их взаимные превращения.

Элиминация — исключение излишнего разнообразия и отбор необходимого материала для удержания системой устойчивости и активности развития; удаление, устранение.

Эмбриогенез — возникновение и развитие зародыша организма.

Эмбрион — организм на ранних стадиях развития.

Эмиссия — физически означает излучение (эмиссия электронов).

Эмпирический — основанный на опыте.

Эндогенный — внутреннего происхождения, вызванный внутренними причинами.

Эндоцитоз — захват частиц извне клетки.

Энергия — общая количественная мера различных форм движения материи, мера различных процессов и видов взаимодействия, всякое изменение в свойствах вещества, дающее ему возможность производить работу; имеет размерность работы, связывает воедино все явления природы.

Энзимология — биохимическая наука о ферментах.

Энтропия — термодинамическая функция S , характеризующая меру внутренней неупорядоченности системы; в изолированной системе энтропия остается постоянной при обратимых процессах и в равновесии, максимальна или возрастает — при необратимых; описывает направление термодинамического процесса.

Эпигенез — теория, согласно которой качественная структура нового организма не predetermined в зародыше, а постепенно формируется по мере его роста. Противоположна преформизму.

Эпидермис — у человека и животных поверхностный слой кожи, состоящий из многослойного плоского эпителия.

Эпистимология — раздел философии, изучающий строение, структуру, функционирование и развитие знания, отношения знания и реальности, исследования предпосылок познавательного процесса, условий его истинности, традиционно отождествляется с гносеологией и теорией познания.

Эпителый — у человека и животных пласт тесно расположенных клеток, покрывающий поверхность организма, выстилающий все их полости и выполняющий защитную, выделительную и всасывающую функции.

Эргодическая гипотеза — в статистической теории состоит в предположении, что средние по времени значения физических величин от функций, зависящих от импульсов и координат всех частиц системы (фазовых переменных), взятые по траекториям движения системы как точки в фазовом пространстве, равны средним статистическим значениям.

Эритроциты — красные кровяные клетки человека и животных, содержащие гемоглобин. Переносят кислород от легких к тканям и двуокись углерода — от тканей к органам дыхания.

Этика — философское учение о морали (нравственности), о ее природе, сущности, структуре и функциях.

Этимология — раздел языкознания, изучающий происхождение и развитие слов, происхождение и изменение значений того или иного слова или выражения.

Этиология — учение о причинах, объяснение происхождения.

Этногенез — процесс развития этноса от возникновения до исчезновения его под влиянием энтропийного процесса потери пассионарности. В общем смысле — происхождение народов.

Этнология — наука, изучающая этнический состав, бытовые и культурные особенности народов мира, проблемы их происхождения, расселения и культурно-исторических взаимоотношений.

Этнос — исторически сложившаяся на определенной территории устойчивая совокупность людей (племя, народность, нация), обладающих общими чертами и стабильными особенностями языка, культуры, психологического склада, а также осознанием своих интересов и целей, своего единства, отличия от других подобных образований, самосознанием и исторической памятью.

Этология — биологическая наука, изучающая поведение животных в естественных условиях.

Этос — устойчивая природа какого-либо явления, обобщенная характеристика куль-

туры данной социальной общности, выраженная в этических ценностях и нормах социального поведения.

Эукариоты — организмы, обладающие оформленным клеточным ядром, отделенным от цитоплазмы ядерной оболочкой.

Эффект Доплера — изменение длины волны (или частоты), наблюдаемое при движении источника волн относительно их приемника. Характерен для любых волн (свет, звук и т. д.)

Я

Явления переноса (кинетические процессы) — необратимые процессы переноса массы, энергии, импульса, заряда, происходящие в средах вследствие движения и взаимодействия микрочастиц. Причиной является наличие в среде градиентов температуры, концентраций и т. д. К этим явлениям относятся тепло- и электропроводность, термоэлектрические явления, термодиффузия и др.

Ядро клетки — самый большой органоид клетки, обеспечивающий важнейшие метаболические и генетические функции.

Язык — исторически сложившаяся система звуковых, словарных и грамматических средств, выполняющая функции познания и общения в процессе человеческой деятельности; система знаков, несущих информацию.

Яркость — характеристика светящихся тел, равная отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную этому направлению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбачев, В. В. Концепции современного естествознания : учеб. пособие для студентов вузов / В. В. Горбачев. — 3-е изд. — М. : ОНИКС, 2008. — 704 с.
2. Горбачев, В. В., Безденежных, В. И. Концепции современного естествознания : учеб. пособие / В. В. Горбачев, В. И. Безденежных. — М. : Экономистъ, 2004. — 446 с.
3. Горбачев, В. В. Концепции современного естествознания : курс лекций : учеб. пособие. — М. : Оникс, 2010. — 352 с.
4. Дубнищева, Т. Я. Концепции современного естествознания : учеб. пособие / Т. Я. Дубнищева. — М. : ИЦ «Академия», 2006. — 608 с.
5. Кожевников, Н. М. Концепции современного естествознания : учеб. пособие / Н. М. Кожевников. — 4-е изд. — СПб. : Лань, 2009. — 384 с.
6. Суханов, А. Д. Концепции современного естествознания : учебник / А. Д. Суханов, О. Н. Голубева. — М. : Агар, 2000. — 452 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Методические указания	8
I. Эволюция научного метода и естественнонаучной картины мира	12
1. Научный метод познания	12
2. Естественнонаучная и гуманитарная культура	17
3. Развитие научных исследовательских программ и картин мира ..	22
4. Развитие представлений о материи	28
5. Развитие представлений о движении	32
6. Развитие представлений о взаимодействии	37
II. Пространство, время, симметрия	42
7. Принципы симметрии, законы сохранения	42
8. Эволюция представлений о пространстве и времени	46
9. Специальная теория относительности	51
10. Общая теория относительности	56
III. Структурные уровни и системная организация материи	60
11. Микро-, макро-, мегамиры	60
12. Системные уровни организации материи	64
13. Структуры микромира	69
14. Процессы в микромире	73
15. Химические системы	77
16. Реакционная способность веществ	81
17. Особенности биологического уровня организации материи ..	86
18. Принципы воспроизводства живых систем	92
IV. Порядок и беспорядок в природе	98
19. Динамические и статистические закономерности в природе ..	98
20. Концепции квантовой механики	105
21. Принцип возрастания энтропии	113
22. Закономерности самоорганизации.	
Принципы универсального эволюционизма	118
V. Панорама современного естествознания	123
23. Космология	123
24. Геологическая эволюция	130
25. Происхождение жизни	136
26. Эволюция живых систем	141
27. История жизни на Земле и методы исследования эволюции ..	147
28. Генетика и эволюция	152
VI. Биосфера и человек	157
29. Экосистемы	157
30. Биосфера	163
31. Человек в биосфере	168
32. Глобальный экологический кризис	174
Словарь естественнонаучных терминов	180
Литература	205

*Владимир Васильевич ГОРБАЧЕВ
Николай Павлович КАЛАШНИКОВ
Николай Михайлович КОЖЕВНИКОВ*

**КОНЦЕПЦИИ
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
ИНТЕРНЕТ-ТЕСТИРОВАНИЕ БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ**
Учебное пособие

Художественный редактор *С. Ю. Малахов*
Редактор *И. Л. Яновская*
Корректор *И. А. Короткова*
Подготовка иллюстраций *В. В. Воскресенская*
Выпускающие *Н. К. Белякова, О. В. Шилкова*

ЛР № 065466 от 21.10.97
Гигиенический сертификат 78.01.07.953.П.007216.04.10
от 21.04.2010 г., выдан ЦГСЭН в СПб

Издательство «ЛАНЬ»
lan@lpbl.spb.ru; www.lanbook.com
192029, Санкт-Петербург, Общественный пер., 5.
Тел./факс: (812)412-29-35, 412-05-97, 412-92-72.
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

Подписано в печать 20.05.10.
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 70×100¹/₁₆.
Печать офсетная. Усл. п. л. 12,19. Тираж 3000 экз.

Заказ № .

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленных диапозитивов
в ОАО «Издательско-полиграфическое предприятие «Правда Севера».
163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, д. 32.
Тел./факс (8182) 64-14-54; www.ippps.ru