
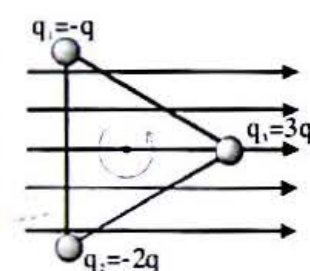



БИЛЕТ К ЗАДАНИЮ «ЭНЕРГИЯ В ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ»

1	СОЛНЕЧНАЯ КОРОНА	
	 <p>Рис. 1</p>	Солнечная корона – «атмосфера Солнца», относительно тонкий слой полностью ионизированной водородной плазмы (смесь протонов и электронов), окружающий плотное ядро Солнца.
	Вопросы	Форма ответа
1	Найти напряженность электрического поля в солнечной короне. <i>Указание:</i> концентрация частиц в силовом поле определяется распределением Больцмана $n \sim \exp(-\frac{E_p}{kT})$, где E_p – потенциальная энергия частицы, T – абсолютная температура. Для расчетов принять: масса протона – $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, элементарный заряд – $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, масса Солнца – $M_C = 2,0 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, радиус Солнца – $R_C = 7,0 \cdot 10^8 \text{ м}$, гравитационная постоянная – $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$.	в общем виде+число

2	ВРАЩЕНИЕ	
	 <p>Рис. 1</p>	Три заряженных шарика ($q_1 = -q$, $q_2 = -2q$, $q_3 = 3q$) одинаковой массы m размещены в вершинах правильного треугольника со стороной a . Система удерживается в однородном электрическом поле напряженностью E .
	Вопросы	Форма ответа
1	Какую минимальную угловую скорость следует сообщить системе, чтобы она смогла совершить полный оборот в горизонтальной плоскости относительно оси, проходящей через центр масс? Стержни, соединяющие шары, считать невесомыми.	в общем виде

3	СТОЛКНОВЕНИЕ ПРОТОНОВ	
	 <p>Рис. 1</p>	На неподвижный протон из бесконечности налетает второй протон (удар лобовой). Начальная скорость налетающего протона равна V_0 (рис. 1).
	Вопросы	Форма ответа
1	Найти максимальную скорость роста энергии электрического поля (мощность).	в общем виде

4 ИЗЛУЧЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ

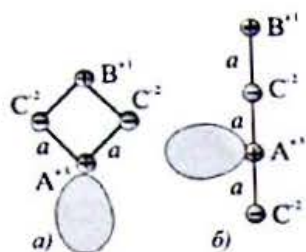


Рис. 1

В состав сложной молекулы входит комплекс, состоящий из четырех ионов: одного положительно заряженного иона A^{+3} , двух отрицательно заряженных ионов C^{-2} и одного положительно заряженного иона B^{+1} . Молекула может находиться в двух состояниях: в виде цис-изомера (рис. 1, а) и в виде транс-изомера (рис. 1, б).

Вопросы

Форма ответа

- 1 Определить длину волны света излучаемую молекулой при переходе из одного состояния в другое.
При решении учитывать лишь изменение энергии кулоновского взаимодействия указанных ионов.
Для расчетов принять: $q_A = +3e, q_B = +e, q_C = -2e$,
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ - элементарный заряд, $a = 2 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ - расстояние между ионами в обоих положениях, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ - постоянная Планка, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ - скорость света, $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$.

общий вид + число (м)

5 КУБИЧЕСКИЕ ПРОТОНЫ

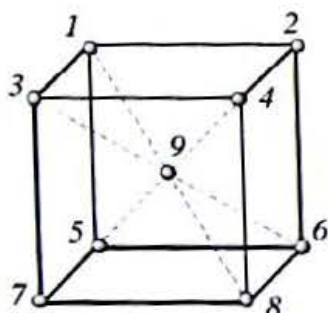


Рис. 1

Девять протонов закреплены в вершинах и центре куба (рис. 1). Ребро куба равно a . Все протоны одновременно отпускают.

Вопросы

Форма ответа

- 1 Найти скорость протона №1 на бесконечности.
Масса протона m , элементарный заряд e .

общий вид

6 ДВА ПРОВОДНИКА

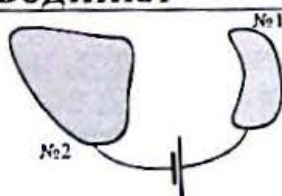


Рис. 1


Когда клемму «+» аккумулятора подключили к проводнику №1, а клемму «-» - к проводнику №2, в цепи (и в источнике, и в соединительных проводах, и в материале проводников) выделилось 45 мДж тепла (рис. 1).

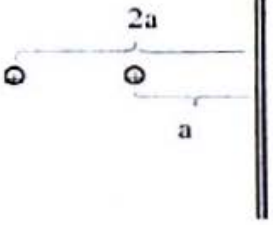
Вопросы


Форма ответа


- 1 Какое количество тепла выделится в цепи, если все размеры системы увеличить в 6 раз (и размеры самих проводников, и расстояние между ними), и подключить к ним 6 таких же аккумуляторов, соединенных параллельно?

число

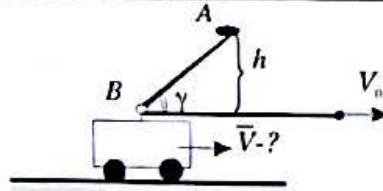
7 ДАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ		
<div><p>q R</p><p>Рис. 1</p></div>	<p>На заряженные тела действуют подемоторные силы – растягивающие (деформирующие) силы, возникающие за счет кулоновского отталкивания зарядов, расположенных на поверхности тел. Действие этих сил вполне аналогично действию внутреннего давления.</p>	
Вопросы		Форма ответа
1	Найти величину «электрического давления» действующего на сферу радиусом $R = 0,1 \text{ м}$, если она несет заряд $q = 1 \text{ Кл}$.	общий вид + число (атм)
2	Каким должен быть радиус сферы, сделанной из алюминиевой фольги толщиной $d = 0,1 \text{ мм}$, чтобы она могла нести заряд $q = 1 \text{ Кл}$? Предел прочности алюминия равен $\sigma = 10^8 \text{ Па}$.	общий вид + число

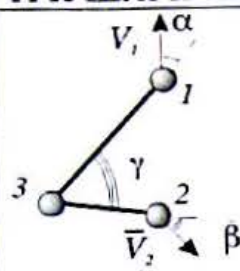
8	ЗАРЯД И ПЛОСКОСТЬ		
	 <p>Рис. 1</p>	<p>Некоторый положительный заряд длительное время удерживают на фиксированном расстоянии от бесконечной металлической незаряженной плоскости с очень плохой проводимостью.</p> <p>Затем заряд быстро удаляют от плоскости на расстояние в два раза большее первоначального и продолжают удерживать его уже в новом положении (рис.1).</p>	
	Вопросы		Форма ответа
1	Какое количество тепла выделится после этого в металлической плоскости, если известно, что при удалении заряда была выполнена работа $A = 36 \text{ Дж}$?		общий вид + число (джоули)

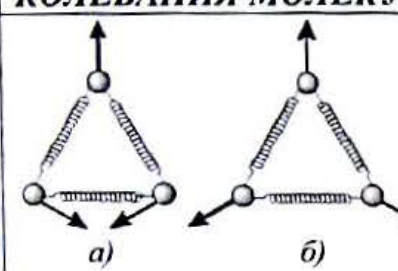
9	ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ ПРОВОЛОЧКИ		
	<div>ℓ, r</div> <div></div> <div>Рис.1</div>	Длина металлической проволоочки равна $\ell = 100 \text{ м}$, а радиус - $r = 1 \text{ мм}$.	
	Вопросы		Форма ответа
1	Оценить емкость этой проволоочки. Электрическая постоянная равна $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 / \text{Н} \cdot \text{м}^2$		в общем виде + число (фарады)

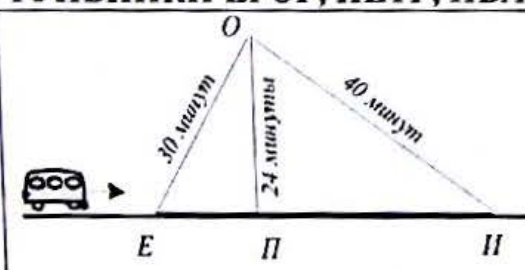
1	ПРАЗДНИЧНЫЙ ЗАБЕГ	
	 <p>Рис. 1</p>	<p>В честь Праздника Зеленого Зайца 2014 зайца решили совершить забег. Они равномерно разместились на окружности радиусом 2014 метров и по команде старшего зайца начали бежать с постоянной скоростью 20,14 м/с, соблюдая правило «каждый заяц держит курс на своего соседа» (рис. 1).</p>
	Вопросы	Форма ответа
1	Через какое время все зайцы соберутся вместе?	в общ виде+число
2	Сколько времени длилось бы это мероприятие, если бы правило гласило «каждый заяц держит курс на соседа своего соседа»?	в общем виде+число (с)
3	Сколько времени длилось бы это мероприятие, если бы правило гласило «каждый заяц держит курс на соседа соседа своего соседа»? Для этого случая ответ дать с точностью до сотых (например, $5,32 \cdot 10^7$ с).	число (с)

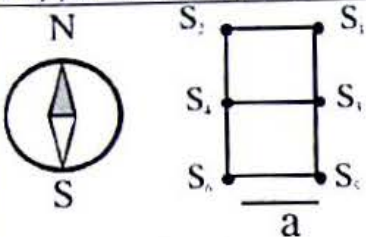
2	РЫБАК И «БОРОДА»	
	<p>Закидывая дальним броском наживку, рыбаки обязательно притормаживают вращающуюся катушку рукой. Если этого не делать, на катушке может образоваться «борода» из лески. Происходит это потому, что при больших углах бросания тело вначале удаляется от места броска, а потом, как это ни странно, начинает приближаться к месту бросания (представьте себе полет тела, брошенного вертикально!). При этом леска, которая продолжает по инерции сматываться с катушки, не вытягивается, а сворачивается в «бороду».</p>	
	Вопросы	Форма ответа
1	Однажды очень наблюдательный рыбак заметил, что кинутая им наживка перестала удаляться от него, когда расстояние до нее стало равным $\ell = 27\text{ м}$, и при этом ее скорость была равна $V = 12\text{ м/с}$. Через какое время после начала движения это произошло? Для расчетов принять $g = 10\text{ м/с}^2$.	в общем виде+число

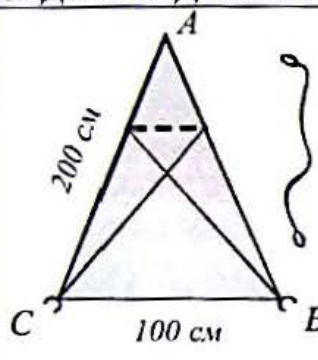
3	РАЗГОН МОДЕЛИ ТРОЛЛЕЙБУСА	
	 <p>Рис. 1</p>	К крыше детской модели троллейбуса прикреплен блок В (точечный), через который проходит веревка (рис. 1). Один конец веревки закреплен в точке А, а за другой тянут горизонтально со скоростью V_0 .
	Вопросы	Форма ответа
1	С какой скоростью движется модель в тот момент, когда закрепленная часть веревки составляет угол γ ($0 < \gamma < 90^\circ$) с горизонтом? При решении считать, что при движении модель не отрывается от горизонтальной поверхности стола	в общем виде
2	Чему равно ускорение модели в этот момент?	в общем виде
3	При каком значении скорости V_0 модель оторвется от стола при $\gamma = 60^\circ$. Ответ на этот вопрос получить в предположении, что трения в блоке нет. Для расчета принять $h = 0,4$ м, $g = 10$ м/с ² .	в общем виде + число

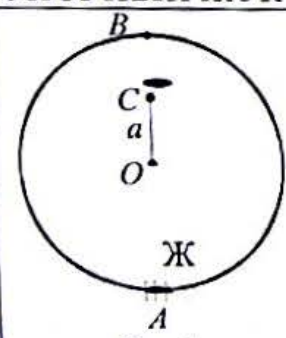
<p>4 ТРИ ШАРИКА</p>  <p>Рис. 1</p>	<p>Три шарика одинаковой массы, связанные двумя нерастяжимыми нитями (рис. 1), движутся по плоскости так, что нити все время остаются натянутыми. В некоторый момент времени оказалось, что угол между скоростью первого шарика и нитью 1-3 равен α, между скоростью второго шарика и нитью 2-3 - β, а угол между самими нитями - γ.</p>
<p>Вопросы</p>	<p>Форма ответа</p>
<p>1 Чему равна кинетическая энергия третьего шарика в этот момент, если кинетическая энергия первого шарика равна 27 Дж, а второго – 32 Дж. Для расчета принять $\alpha = \arcsin\left(\frac{1}{3}\right)$, $\beta = \arcsin\left(\frac{1}{4}\right)$, $\gamma = \arcsin\left(\frac{2}{3}\right)$.</p>	<p>число (Дж)</p>

<p>5 КОЛЕБАНИЯ МОЛЕКУЛЫ ОЗОНА</p>  <p>Рис. 1</p>	<p>Молекула озона O_3 может совершить два типа колебаний. В колебаниях первого типа (рис. 1, а) все атомы колеблются с одинаковыми амплитудами и фазами, но в разных направлениях (смещения нижних шариков перпендикулярны пружинам, связывающих их с верхними шариками). В колебаниях второго типа (рис. 1, б) для всех атомов одинаковы и амплитуды, и фазы, и направления колебаний – каждый атом движется вдоль линии, соединяющей его с центром треугольника.</p>
<p>Вопросы</p>	<p>Форма ответа</p>
<p>1 Во сколько раз период колебаний первого типа больше периода колебаний второго типа?</p>	<p>число</p>

<p>6 ГРИБНИКИ ЕГОР, ПЕТР, ИВАН да СИДОР</p>  <p>Рис. 1</p>	<p>Грибники Егор, Петр да Иван возвращались из леса (точка О). Егор пошел по левой тропинке (рис. 1). Он шел до дороги 30 минут и успел точно к автобусу. Иван пошел правой тропинкой. Шел он 40 минут и тоже успел прямо к автобусу. А Петр пошел по самой короткой тропинке, и дошел он до дороги за 24 минуты. (Скорости всех грибников одинаковы, автобус движется с постоянной скоростью, время посадки пассажиров не учитывать.)</p>
<p>Вопросы</p>	<p>Форм. отв.</p>
<p>1 Сколько времени ждал Петр автобуса?</p>	<p>число</p>
<p>2 А еще был с ними Сидор, который рассудил так: «Зачем ходить не оптимальными путями. Я пойду оптимальным путем, а время, которое у меня сейчас есть в запасе, потрачу лучше на сбор грибов. Не зря говорят опытные грибники – чем меньше времени до автобуса, тем больше грибов в лесу!» Ответьте, ребята, сколько времени есть у Сидора в запасе, если он действительно знает оптимальный путь?</p>	<p>число</p>

7	РАДИОСТАНЦИЯ 	<p>Для осуществления направленного вещания была создана передающая станция, состоящая из шести антенн (рис. 1). Режим работы радиостанции следующий: с 4⁰⁰ до 16⁰⁰ работают антенны под номерами 1, 2, 3, 4, а с 16⁰⁰ до 4⁰⁰ работают все антенны. (Все работающие антенны излучают одинаково: интенсивность излучения, рабочая длина волны, начальная фаза колебаний у всех антенн одинаковы)</p>
1	<p>Во сколько раз интенсивность вещания в направлении северо-восток в 18⁰⁰ больше, чем в 6⁰⁰?</p> <p>Для расчета принять, что рабочая длина волны равна $\lambda = 3\sqrt{2} \cdot a$, где a - сторона квадратов, в вершинах которых вкопаны антенны</p>	<p>Форма ответа</p>

8	ЗАДАЧА ОДИССЕЯ 	<p>В свое время Одиссею, вернувшемуся в свой дом после многолетнего путешествия, пришлось доказывать свои права на царство, натягивая тетиву на лук. Говорят, что после этого на Итаке герои соревнуются в силе, пытаясь опоясать упругой тетивой «треугольник Одиссея» так, как показано на рисунке 1.</p>
	<p>Вопросы</p>	<p>Форма ответа</p>
1	<p>Подсчитайте, какую минимальную силу для этого надо приложить, если «треугольник Одиссея» – равнобедренный треугольник с длиной боковой стороны 200 см и длиной основания 100 см. Длина тетивы 250 см и для ее растяжения на каждый сантиметр надо прикладывать силу 100 Н.</p>	<p>число (ньютоны)</p>
2	<p>При каких значениях угла ВАС «треугольника Одиссея» соревнование героев теряет смысл?</p>	<p>число (градусы)</p>

9	УПОРНЫЙ ЖУК 	<p>Картонный диск радиуса $R = 8\text{ см}$ и массой $m = 5\text{ г}$ подвешен на оси, проходящей на расстоянии $a = 7\text{ см}$ от его центра (рис. 1). На нижнюю точку диска (точку А) садится тяжелый жук массой $M = 15\text{ г}$, и начинает ползти по краю диска со скоростью $V = 12\text{ мм/мин}$ в точку В.</p>
	<p>Вопросы</p>	<p>Форма ответа</p>
1	<p>Какую максимальную мощность разовьет жук в своем путешествии?</p> <p>Задачу решить с учетом того, что движение происходит достаточно медленно ($V^2 / gR = 5 \cdot 10^{-8}$), так что работой по изменению кинетической энергии системы можно пренебречь.</p>	<p>в общем виде + число (мкВт)</p>