

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

при изучении фосфора и его соединений

Важное место в компетентностном образовании занимает процесс формирования базовых качеств экокультурной личности, способной через усвоение естественно-научного содержания и интеграцию психолого-педагогических и методических знаний трансформировать экологические ценности и реализовать стратегии и технологии эколого-педагогической деятельности. Один из аспектов их создания — интегрированный подход к изучению химических элементов, например фосфора.

Фосфатное сырьё практически полностью потребляется химической промышленностью. Но главной и конечной сферой его использования было и остаётся сельское хозяйство. На производство минеральных удобрений и кормовых добавок идёт 85% добытых фосфатов. Без них невозможно интенсивное растениеводство и животноводство, способные стабильно удовлетворять потребности человечества в продуктах питания. Это особенно актуально в наше время, когда население земного шара ежегодно увеличивается на десятки миллионов человек [1, с. 39].

Цель эколого-направленного подхода к изучению химических элементов в курсе общей химии — формирование экологического естественно-научного взгляда на предмет изучения.

Перечислим задачи эколого-направленного подхода к изучению фосфора:

формирование речи учащихся посредством использования литературных произведений — прозы, поэзии, а также народных примет, пословиц и т. д.;

использование географических знаний учащихся по нахождению, использованию

и производству фосфорсодержащих веществ и минералов в разных частях света;

применение знаний из курса биологии для оценки значения химического элемента фосфора для живых организмов и человека;

рассмотрение физических свойств фосфора, определение закономерностей строения аллотропного состояния фосфора и его влияния на температуру кипения, плавления, цвет, запах и т. д.;

изучение химических свойств фосфора, определение причинно-следственных связей между строением химического элемента и характером его взаимодействия с другими простыми и сложными веществами;

выявление воздействия фосфорсодержащих веществ на растительные и животные организмы, определение влияния избытка и недостатка фосфора в окружающей среде и живых организмах;

использование приобретённых знаний и умений для объяснения химических явлений в практической деятельности и повседневной жизни.

Например, урок изучения химических свойств фосфора можно начать, используя знания из курса *литературы* и литературные источники, следующим стихотворением [2, с. 41]:

В руках алхимика впервые
В подвале мрачном засиял
И чудесами всех факиров
Снабжал он многие века.
Эффектно фосфорную спичку,
Чиркнув в подмётку сапога,
Подносит щёголь: «Прикурите
Вот от волшебного огня!»
Так светоносец знаменитый
Приходит к нам через века

Не для того, чтобы светиться —
 Чтоб урожай поднимать...
 Он стал фосфористою бронзой,
 Даёт отличное литьё;
 Питает фосфор клетки мозга
 И входит в спичек коробок,
 Он назван элементом жизни,
 Но в этом парадокс, друзья!
 Есть фосфор в каждом организме,
 Но белый фосфор — сильный яд!

В данном стихотворении чётко прослеживается, что фосфор известен человечеству давно, что данный элемент необходим для роста и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, что с помощью этого элемента можно получать и изменять свойства сплавов металлов — он используется в металлургии, что это необходимый элемент любого живого организма, но в то же время он может быть крайне опасным веществом.

При изучении данного материала большие возможности представляет реализация межпредметных связей. Например, используя знания из курсов *географии* и *биологии*, можно вспомнить некоторые географические или биологические объекты при изучении фосфора с помощью занимательных заданий и вопросов. Приведём примеры.

1. Заменяя в названии химического элемента первую букву, получите слово, обозначающее название пролива между Европой и Азией.

(О т в е т: фосфор — Босфор.) [1, с. 141.]

2. Добавьте к названию элемента две буквы в конце слова и назовите реку, берущую своё начало в Монголии и впадающую в Байкал.

(О т в е т: река Селенга.)

3. В названии какого химического элемента имеются названия двух животных?

(О т в е т: мышь и як, химический элемент — мышьяк.)

Такие загадки-задания может использовать на уроках и учитель географии.

Важно рассказать и о распространении фосфора и его соединений на Земле. Например, известно, что элемент фосфор широко распространён в природе и на его долю при-

ходится 0,12% земной коры. Сырьём для производства удобрений служат апатит и фосфориты, основу которых составляет фосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Апатит добывают в России, Бразилии, Финляндии и Швеции. Крупный источник фосфора — фосфоритовая руда, в больших количествах добываемая в США, Марокко, Тунисе, Алжире, Египте, Израиле. Гуано, несколько другой источник фосфора, добывают на Филиппинах, Сейшельских островах, в Кении и Намибии.

Фосфор в природе встречается в виде:

1) фосфатной руды — минеральных образований, содержащих фосфор;

2) фосфоритов — осадочных горных пород, основной компонент которых — микрокристаллические фосфаты кальция из группы апатита;

3) апатитовых руд — природных минеральных агрегатов, содержащих фосфор в таком количестве, что из них возможно технологически недорого и экономически выгодно извлекать концентраты фосфора.

Какое же место занимает Россия в мире по добыче, производству и экспорту фосфорных продуктов?

Например, сравнительные данные по производству фосфатного сырья в соответствии с национальными стандартами и в пересчёте на одинаковое содержание пентоксида фосфора показывают, что Россия занимает пятое место в мире (табл. 1).

Таблица 1

**Добыча фосфатов в мире и России,
тыс. тонн**

Территория	Национальный стандарт	В пересчёте на 32% P_2O_5	Изменение, %
Мир в целом	134 400	130 600	–2,8
Россия	8 622	10 400	+20,6

Из данных табл. 2 видно, что по экспорту фосфатов Россия занимает третье место в мире.

Многие страны имеют развитую сырьевую базу, и развитие их фосфатной промышленности определяется потребитель-

Таблица 2

Экспорт фосфатов в мире и России

Территория	Фосфаты, тыс. тонн	%
Мир в целом	32 106	100
Марокко	11 732	36,5
Россия	3 839	12,0

ским спросом. С середины 90-х гг. прошлого столетия потребители чётко разделились на две группы:

с растущим спросом (развивающиеся страны, создающие интенсивное сельское хозяйство в основном для обеспечения потребностей быстро растущего населения);

с сокращающимся спросом (экономически развитые страны, стремящиеся к повышению экологичности своего сельскохозяйственного производства, а значит, и к уменьшению уровня его химизации).

Таким образом, при изучении фосфора в курсе общей химии нами используется межпредметная связь.

При изучении *биологии* о значении фосфора можно говорить на уроках и анатомии, и ботаники, и зоологии, и общей биологии.

Фосфор — один из важнейших биогенных элементов, необходимый для жизнедеятельности всех организмов. Он присутствует в живых клетках в виде орто- и пирофосфорной кислот и их производных, а также входит в состав нуклеотидов, нуклеиновых кислот, фосфопротеидов, фосфолипидов, фосфорных эфиров углеводов, многих коферментов и других органических соединений. Благодаря особенностям химического строения атомы фосфора, подобно атомам серы, способны к образованию богатых энергией связей в макроэргических соединениях: аденозинтрифосфорной кислоте (АТФ), креатинфосфате и др.

Другая важная роль соединений фосфора в организме заключается в том, что ферментативное присоединение (фосфорилирование) фосфорильного остатка к различным органическим соединениям служит как бы пропуском для их участия в обмене веществ,

и, наоборот, отщепление фосфорильного остатка (дефосфорилирование) исключает эти соединения из активного обмена. Главную роль в превращениях соединений фосфора в организмах животных и человека играет печень. Обмен фосфорных соединений регулируется гормонами и витамином D. Содержание фосфора в растительных и животных организмах отражено в табл. 3.

Таблица 3

Содержание фосфора в животных и растительных организмах

Объекты	Содержание фосфора, мг/100 г сухого вещества
Растения	230–350
Морские животные	400–1800
Наземные животные	1700–4400
Бактерии	3000
Костная ткань человека	Более 5000
Ткани мозга	4000
Мышцы	220–270

Баланс фосфора в организме зависит от общего состояния обмена веществ. Нарушение фосфорного обмена приводит к глубоким биохимическим изменениям, в первую очередь в энергетическом обмене. При недостатке фосфора в организмах животных и человека развиваются остеопороз и другие заболевания костей, у растений — фосфорное голодание. Большое значение для живых организмов имеет и ортофосфорная кислота (H_3PO_4). Производные ортофосфорной кислоты нужны не только растениям, но и животным. Кости, зубы, панцири, когти, иглы, шипы у большинства животных состоят в основном из ортофосфата кальция. Кроме того, ортофосфорная кислота, образуя различные соединения с органическими веществами, активно участвует в процессах обмена веществ живого организма с окружающей средой. В результате этого производные фосфора содержатся в костях, мозге, крови, мышечных и соединительных тканях организмов животных и человека. Особенно много фосфора в нервных и мозговых клет-

Сравнительная характеристика физических свойств фосфора

Параметры фосфора	Белый	Чёрный	Красный	Жёлтый	Металлический
Агрегатное состояние	Похож на очищенный воск или парафин, легко режется ножом, деформируется от небольших усилий	Чёрные блестящие кристаллы, жирный на ощупь, весьма похож на графит	Полимер со сложной структурой, хрупкое твёрдое вещество	Неочищенный белый фосфор, огнеопасное кристаллическое вещество	Чёрные блестящие кристаллы
Цвет	Белый, из-за примесей может иметь желтоватый оттенок	Чёрный с металлическим блеском	От пурпурно-красного до фиолетового	От светло-жёлтого до тёмно-бурого	Чёрный с металлическим блеском
Температура плавления, °C	44,1	1000	500	34	—
Свечение	Бледно-зелёное	—	—	Ярко-зелёное пламя	—
Растворимость	В сероуглероде (CS ₂)	Не растворяется в воде и органических растворителях	В расплавленных металлах (Pb, Bi)	—	—
Плотность	1823 кг/м ³	2690 кг/м ³	2400 кг/м ³	1823 кг/м ³	3,56 г/см ³
Электропроводность	—	Проводит	—	—	Хорошо проводит
Способы хранения	В специальных инертных средах, при отсутствии воздуха, под слоем очищенной воды	Термодинамически стабильная и химически наименее активная форма	Термодинамически стабильная модификация	Для предохранения от самовозгорания хранят под слоем воды (раствора хлорида кальция)	Такие же, как чёрного

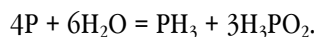
ках человека, поэтому известный геохимик А. Е. Ферсман назвал фосфор «элементом мысли».

С точки зрения *физики* необходимо закрепить знания об аллотропных состояниях фосфора, описать их агрегатное состояние (табл. 4).

Из данных табл. 4 складывается полная картина физических свойств всех модификаций фосфора, видны способы их хранения и меры предосторожности при использовании каждой аллотропной модификации фосфора.

Кроме общепринятых химических свойств неметалла, необходимо обратить внимание на исключительные химические свойства фосфора. Например, белый фосфор чрезвычайно активен, медленно окисляется кислородом воздуха уже при комнатной температуре и светится (наблюдается бледно-зелёное свечение). Реакция окисления белого фосфора называется хемилюминесценцией, иногда её именуют фосфоресценцией. Чёрный и металлический фосфор химически

инертны. Красный фосфор при хранении на воздухе в присутствии влаги окисляется, образуя гигроскопичный оксид, который поглощает воду («отмокает»), превращаясь в вязкую фосфорную кислоту, вследствие чего его хранят в герметичной таре. При горении жёлтого фосфора выделяется густой белый дым, образуются мелкие частицы декаоксида тетрафосфора (P₄O₁₀). Жёлтый фосфор, взаимодействуя с водой, образует ядовитый газ фосфин:



С точки зрения *экологии* необходимо рассмотреть все возможные последствия использования той или иной модификации фосфора (табл. 5).

Таким образом, при интегрированном подходе к рассмотрению химического элемента используются знания из разных областей естественно-научных дисциплин, материал запоминается учащимися надолго. При этом у учащихся формируются умение использовать географические, физические, хи-

Таблица 5

Возможные последствия использования фосфора

Фосфор	Возможные отклонения
Белый	Весьма ядовит, вызывает поражение костей, костного мозга, некроз челюстей, летальная доза для взрослого человека — 0,05–0,1 г
Чёрный	Не ядовит
Красный	Ядовитость в тысячи раз меньше, чем белого
Жёлтый	Сильно ядовитое вещество (ПДК = 0,03 мг/м ³)
Металлический	Не ядовит

мические и биологические знания из базовых курсов содержания образования, навыки бережного отношения к своему здоровью и здо-

ровью окружающих, экологически грамотный естественно-научный подход к предмету исследования. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гуревич П. А.** Химия для учащихся, учителей и студентов (задачи, тесты, объяснения и решения) / П. А. Гуревич, В. К. Половняк, М. А. Хусаинов// Под ред. чл.-корр. РАН проф. О. Г. Синяшина. — Казань: РИЦ «Школа», 2006.
2. **Глинка Н. Л.** Общая химия: Учебное пособие для вузов / Под ред. А. И. Ермакова. — 30-е изд., испр. — М.: Интеграл-Пресс, 2006.
3. **Хохлов А. В.** География мировой фосфатной промышленности. Интернет-ресурс. Сайт «Экономическая география». — Консалтинговая компания «Влант».
4. **Пак М. С.** Дидактика химии: Учебное пособие для студентов вузов. — М.: ВЛАДОС, 2004.

Ключевые слова: эколого-направленный подход к изучению фосфора, вопросы изучения химических элементов в курсах естественно-научных дисциплин, применение знаний биологии, географии, физики, химии и экологии при изучении химических элементов.

Key words: ecology-oriented approach of studying phosphorus, questions of studying chemical elements in the courses of natural-science disciplines, application of the knowledge of biology, geography, physics, chemistry and ecology in the course of studying chemical elements.