

Дидактические материалы для формирования личностных и метапредметных компетенций учащихся. Химия. X класс¹

*Е. Я. Аршанский, доктор педагогических наук, профессор, проректор по научной работе
Витебского государственного университета имени П. М. Машерова,*

*Т. А. Колевич, ведущий научный сотрудник лаборатории математического
и естественнонаучного образования научно-методического учреждения
«Национальный институт образования» Министерства образования Республики Беларусь*

Аннотация. В статье представлены дидактические материалы для X класса учреждений общего среднего образования по формированию у учащихся личностных и метапредметных компетенций с использованием воспитательного потенциала учебного предмета в процессе обучения химии. Статья включает задания и методические рекомендации по их использованию в образовательном процессе.

Abstract. The article presents didactic materials for the X class of institutions of general secondary education on the formation of students' personal and meta-subject competencies using the educational potential of the subject in the process of teaching chemistry. The article includes assignments and guidelines for their use in the educational process.

Ключевые слова: дидактические материалы; личностные и метапредметные компетенции; воспитание; учебный предмет; химия.

Keywords: didactic materials; personal and metasubject competencies; upbringing; academic subject; chemistry.

Одной из парадигм современного образования является расширение модели образовательного процесса от суммы изучения отдельных предметов в метапредметную область, где учебные предметы изучаются с максимальным использованием внутри- и межпредметных связей с акцентуацией функции учебного материала в жизни как отдельного человека, так и общества в целом. При этом значительное внимание необходимо уделять не только изучению элементов содержания в рамках учебного предмета, но и воздействию этого материала на формирование личности учащегося, т. е. помимо обучающей функции учебный материал должен вносить вклад в воспитание учащегося.

Воспитательный потенциал учебного предмета «Химия» обосновывается вкладом химического содержания в формирование всех сфер личности учащегося (интеллектуальной, когнитивной, эмоционально-чувственной и потребностно-мотивационной).

Интеллектуальная сфера:

- развитие общелогических приёмов мышления при обучении химии;
- формирование образного и абстрактного мышления учащихся;
- развитие знаковой деятельности, умений по кодированию и декодированию информации;
- развитие логической, терминологической и механической памяти учащихся на уроках химии.

¹ Материалы подготовлены на основе выполнения задания 03 «Разработать научно-методическое обеспечение формирования у обучающихся личностных и метапредметных компетенций при изучении учебных предметов математического и естественнонаучного образования и во внеучебной деятельности в учреждениях общего среднего образования» в рамках отраслевой научно-технической программы «Разработать научно-методическое обеспечение формирования личностных и метапредметных компетенций обучающихся в образовательном процессе» («Воспитание через обучение») на 2018–2020 годы (№ ГР 20181221).

Когнитивная сфера:

- формирование целостных представлений о значении химической науки и промышленности для Республики Беларусь, вкладе белорусских учёных в развитие химии;
- обогащение целостной системы знаний и жизненного опыта учащихся основами предметных знаний по химии;
- развитие познавательных способностей и самостоятельности учащихся при обучении химии;
- формирование у учащихся целостных представлений о химической картине природы и научного мировоззрения;
- формирование у учащихся опыта деятельности по применению теоретических знаний для решения практических задач, связанных с химией.

Эмоционально-чувственная сфера:

- формирование на уроках химии опыта оценочной деятельности;
- развитие наблюдательности, перцептивной сферы (обоняние, тепловые ощущения, цветовосприятие и др.), пространственного восприятия;
- развитие положительной самооценки в учебной деятельности, снятие избыточной тревожности.

Потребностно-мотивационная сфера:

- развитие опыта положительных эмоций от учебной деятельности при изучении химии;
- развитие познавательных интересов к химии;
- обеспечение понимания роли научного (химического) знания в развитии человеческой культуры и жизни каждого конкретного человека;
- развитие потребности в приобщении к общечеловеческой и национальной культуре.

Таким образом, специфика содержания учебного предмета «Химия» обеспечивает возможности для формирования у обучающихся личностных и метапредметных компетенций.

Для успешной реализации поставленных задач необходимы учебные материалы, не только нацеленные на формирование ключевых метапредметных и предметных компетенций, но и выполняющие развивающие и воспитательные функции. В настоящей публикации представлены дидактические материалы, предназначенные для этой цели.

Дидактические материалы представляют собой задания, включающие, помимо

предметной, составляющую метапредметного, развивающего характера.

Задания, направленные на достижение *личностных результатов*, содержат информацию:

- раскрывающую роль химических знаний в жизни современного человека и на разных этапах истории человеческого общества;
- формирующую ценностные отношения к поступкам людей, веществам и химическим процессам, протекающим в живой и неживой природе;
- развивающую познавательный интерес к изучению химических законов, теорий и закономерностей.

Задания, направленные на достижение *метапредметных результатов*, предполагают:

- работу учащихся с учебным текстом (анализ, выделение основной идеи, сравнение);
- деятельность на основе воспроизведения образа (объяснение и интерпретация наблюдаемых химических явлений, анализ таблиц, схем, графиков, обобщение и выводы);
- практическую деятельность учащихся (учебный химический эксперимент, компьютерное моделирование химических объектов и процессов, решение ситуационных задач).

Материалы адресуются в первую очередь учителю, ими можно воспользоваться, наряду с учебником, для решения ряда дидактических задач: объяснения нового материала; организации его повторения и закрепления; обеспечения самостоятельной работы учащихся как на уроке, так и в домашних условиях. Использование предлагаемых материалов ориентировано на реализацию главных целей и задач учебного предмета «Химия» по формированию системы химических знаний и опыта их применения, обеспечивающей понимание естественнонаучной картины мира, активную адаптацию в социуме и безопасное поведение, готовность к продолжению образования.

Работа учащихся с дидактическими материалами предполагает значительное увеличение доли самостоятельной учебно-познавательной деятельности.

Работа учителя нацелена в основном на творческое сопровождение деятельности учащихся. Перед выполнением задания учитель рекомендует учащимся выполнить следующие действия: внимательно прочитать текст, обратить внимание на незнакомую информацию, найти объяснение, используя учебное пособие, дополнительную литературу и другие источники, в том числе сеть

Интернет; оценить полученную информацию, насколько она понятна, что в ней нового, как она связана с ранее изученным учебным материалом; ознакомиться с содержанием вопросов и заданий к тексту, при необходимости обратиться за разъяснениями к учителю. После выполнения задания рекомендуется обсудить ход его выполнения и результаты с учителем и одноклассниками, а также оценить свою деятельность, в том числе успехи и недочёты.

Работа с дидактическими материалами предполагает сочетание фронтальной, коллективной и индивидуальной форм организации деятельности учащихся. Учителю (тьютору) необходимо создать положительную эмоциональную атмосферу учебного сотрудничества, ситуацию успеха для каждого учащегося, организовать взаимопомощь, активно вовлекать учащихся в обсуждение проблем окружающей действительности.

Задания по химии. X класс

Воздушный шар

Вы, конечно, наблюдали полёты воздушных шаров и держали в руках стремящиеся вверх воздушные шарики. Для того чтобы полететь, такой шар должен быть наполнен газом, плотность которого меньше плотности окружающего его воздуха. В шарах, изображённых на рисунке 1, снижение плотности воздуха осуществляется путем его нагрева специальной горелкой.

Надувные воздушные шарики для того, чтобы они полетели, следует наполнить газом, плотность которого меньше плотности воздуха. Для этого молярная масса этого газа (либо смеси газов) должна быть меньше 29 г/моль.

Такие шары могут поднять в воздух не только самих себя, т. е. оболочку, но и некоторый груз, вес которого можно рассчитать, вспомнив закон Архимеда: «Каждое тело, погружённое в жидкость (или газ), теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненная им жидкость (или газ)». То есть подъёмная сила воздушного шара, или по-научному сила, действующая на тело, погруженное в

жидкость (или газ), равна разности силы тяжести и выталкивающей силы.

Напомним, что сила тяжести рассчитывается по формуле:

$$F_{(\text{тяж.})} = mg,$$

где m — масса тела; g — ускорение свободного падения.

Для определения выталкивающей силы нужно найти массу вещества, вытесненного погружённым в среду телом. То есть для воздушного шара:

$$F_{(\text{выталк.})} = m_{(\text{возд.})}g,$$

где $m_{(\text{возд.})}$ — масса воздуха в воздушном шаре.

В свою очередь массу воздуха в воздушном шаре можно вычислить по формуле:

$$m_{(\text{возд.})} = V \cdot M,$$

где V — объём воздушного шара, M — средняя молярная масса воздуха.

Задания

1. Почему шары, наполненные нагретым воздухом, взлетают?



Рисунок 1 — Воздушные шары с горелкой для нагрева воздуха



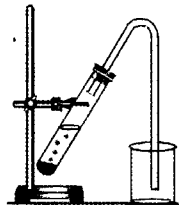
Рисунок 2 — Воздушные шары, наполненные гелием

2. Укажите, какими газами из предлагаемого перечня должен быть заполнен воздушный шар, способный взлететь в воздух:

H_2 ; O_2 ; CO_2 ; He ; Ar ; CO_2 ; CH_4 ; C_3H_8 ?

(Ответ: газами с молярной массой меньше 29 — H_2 ; He ; Ar ; CH_4 .)

3. Какой из газов — водород либо углекислый газ — можно получить и собрать с помощью прибора, изображённого на рисунке?



(Ответ: углекислый газ.)

4. Каким газом наполнен воздушный шар, подъёмная сила которого в 2,077 меньше такого же шара, наполненного водородом? Массой оболочки шара пренебречь.

(Ответ: CH_4 .)

5. Какой минимальный объём водорода должен быть в смеси водорода и углекислого газа объёмом 100 дм^3 для того, чтобы воздушный шар, заполненный этой смесью, мог взлететь?

(Ответ: $35,7 \text{ дм}^3$.)

Горючий лёд

Простейшее органическое вещество — метан CH_4 — встречается в природе в составе природного газа, его содержат пласты угля (рудничный газ), а также выбросы метана из торфяных болот (болотный газ). Это наиболее известные формы нахождения метана в природе. Одной из гипотез исчезновения кораблей в «Бермудском треугольнике» является насыщение воды пузырьками выделяющегося метана, в результате чего плотность смеси резко снижается, корабль теряет плавучесть и тонет. Есть предположение, что, поднявшись в воздух, метан может вызвать также крушение самолётов — например, из-за понижения плотности воздуха, которое приводит к снижению подъёмной силы и искажению показаний прибора измерения высоты, а также к взрыву двигателей.

В последнее время активно обсуждается перспектива использования ещё одного источника метана, так называемого горючего льда, который представляет собой гидраты метана $xCH_4 \cdot yH_2O$.



Задания

1. Каково пространственное строение молекулы метана, какой вид гибридизации атомных орбиталей углерода в его молекуле?

2. Чему равен валентный угол в молекуле метана?

3. Чему равны массовые доли элементов в метане?

4. Назовите не менее четырёх природных объектов, которые содержат метан.

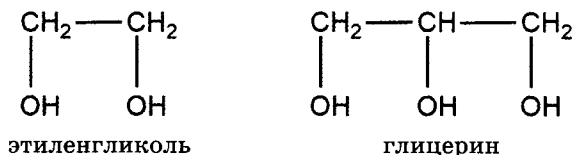
(Ответ: природный газ, попутный нефтяной газ, рудничный газ, болотный газ, гидраты метана.)

5. Установите состав гидрата метана, при нагревании $95,6 \text{ г}$ которого выделяется метан объёмом $17,92 \text{ л}$.

(Ответ: $CH_4 \cdot 5,75H_2O$ или $4CH_4 \cdot 23H_2O$.)

Многоатомные спирты

Многоатомные спирты — органические соединения, молекулы которых содержат две и более гидроксильные группы. Простейшие многоатомные спирты 1,2-этангликоль (этиленгликоль) и 1,2,3-пропантриол (глицерин):



Многоатомные спирты широко используются в промышленности и в быту. Так, этиленгликоль является компонентом незамерзающей жидкости — антифриза, которую заливают в систему охлаждения автомобиля. Кстати, а почему для этой цели нельзя использовать воду?

Этиленгликоль ядовит, поэтому с антифризом следует обращаться осторожно. Этого нельзя сказать о глицерине — ведь он входит в состав жиров, которые являются его сложными эфирами. Глицерин широко используется в пищевой, текстильной промышленности, производстве полимеров, косметических, лакокрасочных средств, взрывчатых веществ.

Задания

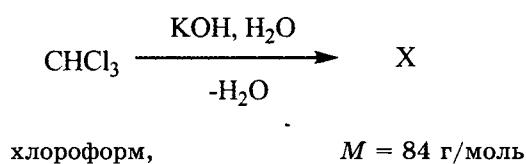
1. Многоатомные спирты, так же как и одноатомные, вступают в реакцию этерификации, в том числе с минеральными кислотами. Сложный эфир глицерина тринитроглицерин образуется в результате реакции нитрования глицерина нитрующей смесью (смесь равных

объёмов концентрированных серной и азотной кислот). Тринитроглицерин (ТНТ) является взрывчатым веществом, тем не менее в малых дозах используется в медицине как сосудорасширяющее средство. Напишите уравнение реакции получения тринитроглицерина. Какую функцию выполняет в этой реакции серная кислота? Напишите возможную структурную формулу молекулы жира, молекулы которого содержат два остатка стеариновой и один остаток пальмитиновой кислот.

2. Качественной реакцией на многоатомные спирты является образование васильково-синего раствора при действии многоатомного спирта на свежесажённый гидроксид меди(II). Юный химик Вася решил провести эту реакцию с образцом антифриза, содержащего этиленгликоль. Для этого он налил в пробирку 2 мл исследуемой жидкости, затем добавил примерно такие же объёмы растворов медного купороса и щёлочи. Вместо прозрачного васильково-синего раствора Вася получил голубоватую суспензию. Какую ошибку допустил Вася при выполнении этой реакции? Как правильно осуществить реакцию?

3. Четырёхатомный спирт пентаэритрит используется при производстве лаков и красок. Напишите структурную формулу четырёхатомного спирта пентаэритрита, учитывая, что углеродный скелет этого соединения такой же, как и у неопентана (2,2-диметилпентана) и все спиртовые группы имеют одинаковую природу. Является ли пентаэритрит гомологом глицерина? Каким спиртом является пентаэритрит: первичным, вторичным или третичным?

4. *Какие соединения образуются при попытке получить трёхатомные спирты с тремя гидроксильными группами при одном атоме углерода? Ответить на этот вопрос вам поможет расшифровка следующей схемы химической реакции:



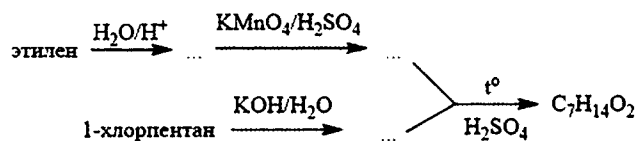
5. *Для спиртов характерны различные варианты реакций дегидратации с образованием ненасыщенных соединений или простых эфиров. Этиленгликоль при нагревании с концентрированной серной кислотой до

температуры примерно 140 °С также вступает в реакцию дегидратации. При этом образуется 1,4-диоксан, молекула которого содержит шестичленный цикл, включающий четыре атома углерода и два атома кислорода. Продуктом отщепления одной молекулы воды от одной молекулы этиленгликоля формально является этиленоксид, молекула которого включает трёхчленный цикл, состоящий из двух атомов углерода и одного атома кислорода. Этиленоксид получают в промышленности окислением этилена кислородом воздуха на серебряном катализаторе при температуре 250 °С (отсюда и название этого вещества). Этиленоксид при нормальных условиях представляет собой газ со сладковатым запахом ($t_{\text{кип}} = 10,7 \text{ °С}$). Он легко вступает в реакции присоединения, в результате которых образуются ценные продукты. Напишите уравнения следующих реакций:

- а) внутримолекулярной дегидратации этиленгликоля до 1,4-диоксана;
 - б) окисления этилена кислородом с образованием этиленоксида;
 - в) каталитического гидрирования этиленоксида;
 - г) присоединения воды к этиленоксиду.
- Назовите образующиеся продукты.

Превращения органических веществ

Органическое соединение, имеющее молекулярную формулу $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$, представляет собой бесцветную жидкость с приятным фруктовым запахом. Это вещество растворяет эфиры целлюлозы и используется в процессе получения искусственного шёлка. Оно имеет техническое название «банановое масло» и используется для проверки герметичности противогазов в швейцарской армии. Это вещество может быть получено по следующей схеме:



Изомер этого соединения, относящийся к этому же классу органических веществ, имеет запах груш и входит в состав грушевой эссенции.

Задания

1. Напишите уравнения



реакций, зашифрованные в приведённой схеме превращений.

2. Напишите структурные формулы пахучего компонента «бананового масла» и грушевой эссенции.

(Ответ: амиловый и изоамиловый эфиры уксусной кислоты.)

3. Напишите структурные формулы всех изомерных спиртов, остатки которых входят в состав бананового масла и грушевой эссенции. Сколько всего изомерных спиртов данного состава существует?

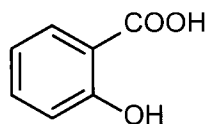
(Ответ: 6 изомеров.)

4. Какую функцию выполняет серная кислота на последней стадии описанной схемы превращений? Приведите два примера веществ, выполняющих аналогичную функцию, и процессов, в которых участвуют эти вещества.

Лекарства

В медицине широко используются лекарственные препараты аспирин (ацетилсалициловая кислота) и метилсалицилат. Аспирин — известный обезболивающий, жаропонижающий и противовоспалительный препарат — имеется практически в каждой домашней аптечке. Метилсалицилат входит в состав обезболивающих и противовоспалительных мазей, например бальзама «Бен-Гей» и мази «Эфкамон», действующее вещество этого препарата имеет состав $C_8H_8O_6$.

В молекуле салициловой кислоты имеются карбоксильная и гидроксильная группы, непосредственно связанные с бензольным кольцом:



Салициловая кислота

Салициловая кислота представляет собой белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в органических растворителях. В воде при температуре $20\text{ }^\circ\text{C}$ её растворимость составляет $0,18\text{ г}$ на 100 г воды, при нагревании растворимость увеличивается ($5,5\text{ г}$ при $80\text{ }^\circ\text{C}$).

Как видно из строения молекулы, салициловая кислота является бифункциональным соединением — карбоновой кислотой и

фенолом. Для этих классов соединений характерна реакция этерификации. Аспирин и метилсалицилат являются продуктами реакции этерификации салициловой кислоты уксусной кислотой и метиловым спиртом.

Задания

1. Назовите салициловую кислоту по номенклатуре ИЮПАК.

(Ответ: 2-гидроксibenзойная кислота.)

2. Для очистки салициловой кислоты от примесей $20,00\text{ г}$ вещества растворили в 250 мл горячей воды (примерно $80\text{ }^\circ\text{C}$) и охладили до температуры $20\text{ }^\circ\text{C}$. Какую максимальную массу (г) очищенного вещества при этом можно получить? Выберите один вариант ответа:

а) $8,32$; б) $8,5$; в) $19,55$; г) $19,82$.

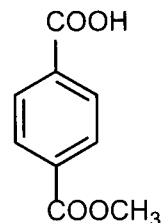
3. Какое из веществ — уксусная кислота либо метиловый спирт — используется в реакции этерификации для получения аспирина, а какое — для получения метилсалицилата?

(Ответ: для получения аспирина салициловую кислоту этерифицируют уксусной кислотой, а метилсалицилата — метиловым спиртом.)

4. Напишите уравнения реакций получения аспирина и метилсалицилата, учитывая, что катализатором является серная кислота. На основании уравнений реакций напишите структурные формулы аспирина и метилсалицилата.

5. У аспирина имеется изомер, также являющийся сложным эфиром ароматической карбоновой кислоты, которая используется для синтеза волокна лавсан. Напишите его структурную формулу.

Ответ:



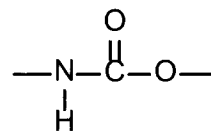
Полимеры

Всем нам знакомы изделия из кожи. Из неё изготавливают одежду, обувь и другие самые разнообразные изделия. В то же время натуральная кожа — довольно дорогой материал, вдобавок против её использования в настоящее время активно выступают защитники животных. Неплохим заменителем

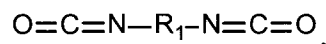
натуральной кожи является искусственная кожа.

Основой многих сортов искусственной кожи является поливинилхлорид (ПВХ). Это один из наиболее дешёвых видов пластмасс, однако его утилизация после использования вызывает ряд проблем: ПВХ медленно разлагается в окружающей среде, сжигание ПВХ приводит к образованию токсичных соединений хлора, а затем диоксинов, являющихся опаснейшими ксенобиотиками, оказывающими канцерогенное и мутагенное действие на живые организмы. В последнее время более активно используются изделия из так называемой экокожи, которая производится на основе другого вида полимеров — полиуретанов. По своему строению макромолекулы

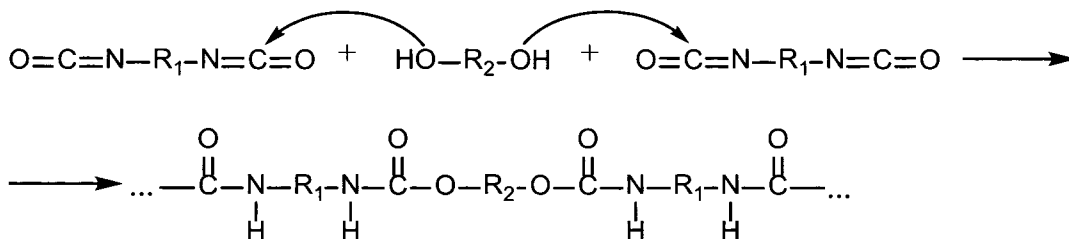
полиуретанов похожи на полиамиды, только вместо амидной группы их молекулы содержат мостиковую уретановую группу:



Мономерами для получения полиуретанов служат диизоцианаты, общая формула которых:



и многоатомные спирты, например этиленгликоль. Схема получения полиуретанов следующая:



Задания

1. Напишите структурную формулу ПВХ.
2. Как можно получить ПВХ, исходя из наиболее доступного сырья — метана? Напишите соответствующие уравнения реакций и укажите условия их проведения.
3. К какому типу реакций — полимеризации или поликонденсации — можно отнести реакцию образования полиуретанов?

(Ответ: поскольку полиуретан образуется реакцией присоединения гидроксильной группы к двойной связи диизоцианата, и при этом не выделяется низкомолекулярный продукт, например вода, то это реакция полимеризации.)

4. Напишите схему реакции получения полиуретана, если исходными веществами являются гексаметилендиизоцианат и этиленгликоль.