

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА ХИМИЧЕСКИХ ЭКВИВАЛЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КАК СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

Лукашов С.В.¹, Хохлова М.В.²

¹ФГБОУ ВО Брянский государственный инженерно-технологический университет, Брянск, e-mail: sergelukashov@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО Брянский государственный технический университет, Брянск, e-mail: marvit13@yandex.ru

В настоящей работе описан способ совершенствования химической компетентности на примере решения задач с использованием закона химических эквивалентов. Показано, что введение элементов практико-ориентированного химического образования в вузе, таких как решение расчетных и качественных химических задач, в содержание рабочих программ учебных дисциплин является одним из способов формирования химической компетентности и актуально в настоящее время. Проведен сравнительный анализ понятий «химическая компетентность» и «химическая компетенция», при этом показано, что химическую компетенцию необходимо выделить как ключевую, поскольку ее формирование у обучающихся способствует выработке навыков химически грамотного обращения с веществами, материалами и процессами, безопасных как для собственной жизни, так и для нормального, естественного функционирования окружающей среды. Предложен оригинальный методический прием решения химических задач, который базируется на применении общенаучных естественных законов. Проведено сравнение предлагаемого методического приема с традиционными, при этом показано, что решение задач с применением общенаучных естественных законов способствует формированию мировоззрения в целом, сознательному усвоению и лучшему пониманию химических концепций, законов и явлений, политехнической подготовке и как следствие может считаться одним из способов формирования химической компетентности обучающихся.

Ключевые слова: компетенция, компетентность, компетентностный подход, методический прием, химическая компетентность, закон химических эквивалентов

APPLICATION OF THE LAW OF CHEMICAL EQUIVALENTS FOR PROBLEM SOLVING, AS THE WAY OF PERFECTING OF CHEMICAL COMPETENCE

Lukashov S.V.¹, Khokhlova M.V.²

¹Bryansk state engineering-technological University, Bryansk, e-mail: sergelukashov@yandex.ru;

²Bryansk state technical university, Bryansk, e-mail: marvit13@yandex.ru

In the real work the way of perfecting of chemical competence on the example of problem solving with use of the law of chemical equivalents is described. It is shown that introduction of elements of the praktiko-focused chemical education in higher education institution, such as solution of settlement and qualitative chemical tasks, in contents of working programs of subject matters is one of ways of formation of chemical competence and relevant now. The comparative analysis of concepts of «chemical competence» is carried out and to «chemical competence» at the same time it is shown that the chemical competence needs to be marked out as key since its formation at students promotes development of skills of chemically competent treatment of substances, materials and processes, safe both for own life, and for normal, natural functioning of a surrounding medium. Original methodical reception of the solution of chemical tasks which is based on application of general scientific natural laws is offered. Comparison of the offered methodical reception with traditional is carried out, at the same time it is shown that problem solving with application of general scientific natural laws promotes outlook formation in general, to conscious assimilation and the best comprehension of chemical concepts, laws and the phenomena, polytechnical preparation and as a result can be considered as one of ways of formation of chemical competence of students.

Keywords: competence, competence, competence-based approach, methodical reception, chemical competence, law of chemical equivalents

«Решение задач – практическое искусство, подобное плаванию, катанию на лыжах или игре на фортепиано; научиться

ему можно, только подражая образцам и постоянно практикуясь» Д. Пойа

Развитие общества на современном этапе предопределяет новые требования к образовательному процессу. Например, О.С. Габриелян и В.Г. Краснова в качестве приоритетных определяют задачи образования: «Уметь жить, уметь работать, уметь жить вместе, уметь учиться» [1]. Реализация данных задач предполагает переход от системы образования, ориентированной на знания, к компетентностно-ориентированной.

Компетентностный подход в профессиональном образовании определяет иерархию компетенций, позволяющих современному специалисту эффективно выполнять свои профессиональные функции, проявлять личностные качества [2]. В дидактике высшей школы данный подход влияет на отбор не только содержания тех предметов и процессов, изучение которых необходимо для качественной продуктивной деятельности будущих бакалавров, специалистов, магистров, но и технологий, реализующих его в учебном процессе.

В настоящее время описано множество подходов к классификации компетенций. Например, А.В. Хуторской предлагает систему трехуровневой иерархии компетенций, разделяя их на ключевые, общепредметные и предметные, а содержание образования – соответственно на общее метапредметное, межпредметное и предметное. По мнению автора, ключевые компетенции реализуются общим содержанием образования, общепредметные – определенным кругом учебных предметов и образовательных областей, а предметные имеют конкретное выражение и могут быть сформированы в рамках конкретных учебных предметов [3].

С точки зрения описанной иерархии химическую компетенцию следует отнести к последней группе. Однако мы разделяем мнение О.С. Габриелян, В.Г. Красновой, что ее необходимо определить как ключевую, поскольку «она включает в себя химически грамотное обращение с веществами, материалами и процессами, безопасное как для собственной жизни, так и для нормального, естественного функционирования окружающей среды» [1].

Компетентностный подход к профессиональному образованию, по нашему мнению, позволяет считать, что в результате изучения химии и овладения соответствующими компетенциями у будущего профессионала должна быть сформирована химическая компетентность, которая позволит ему решать практические задачи при осуществлении профессиональной деятельности в соответствии с системой своих жизненных ценностей и установок [4].

Содержание химического образования будущего профессионала должно обеспечивать формирование политехнического кругозора, т.е. понимания им сущности химических процессов в природе, овладение научными принципами современного производства на основе новейших химических технологий и их реализации в конкретной сфере своей профессиональной деятельности, культуре и быту.

Реализация компетентностного подхода в области химического образования определяет необходимость поиска и внедрений эффективных технологий его реализации в учебном процессе высшей школы. В связи со сказанным выше считаем, что введение элементов практико-ориентированного химического образования в вузе, таких как решение расчетных и качественных химических задач, в содержание рабочих программ учебных дисциплин является одним из способов формирования химической компетентности и, несомненно, актуально в настоящее время.

Цель исследования. В данной работе сделана попытка рассмотреть один из способов совершенствования химической компетентности обучающихся – решение задач с использованием закона химических эквивалентов.

Материалы и методы исследования. В исследовательской деятельности нами использовались как общетеоретические, так и эмпирические методы: наблюдение, анализ продуктов деятельности, педагогический эксперимент и др.

Результаты исследования и их обсуждение. С точки зрения современных психолого-педагогических требований приоритетная роль в процессе формирования химической компетентности отводится использованию получаемых знаний, умений и навыков при решении расчетных и качественных задач различных типов и уровней сложности [5, 6]. Их решение способствует развитию творческой самостоятельности обучающихся, осознанному усвоению предмета, выработке практических умений, связанных с будущей профессиональной деятельностью, формированию системы жизненных ценностей и установок, четкой логической последовательности действий.

Анализ научно-методических работ, раскрывающих современные методические подходы к обучению способам решения химических задач, позволил нам установить, что наиболее эффективными следует признать те из них, которые основаны на интеграции достижений таких областей научного знания, как химия, логика, психология, общая дидактика и методика обучения химии [6, 7].

В работах М.А. Ахметовой и Н.Ф. Ефремовой выделены причины, влияющие на уровень сформированности химической компетентности обучающихся: при решении задач обучающиеся в большинстве случаев:

– не осознают собственную деятельность, не понимают физический смысл задач и не

могут построить алгоритм их решения;

- не могут проанализировать задачу: осмыслить содержание, провести обоснование последовательности своих действий;
- не способны выработать универсальные подходы к решению;
- зачастую неправильно используют химические термины, математические операции, системные единицы и др.;
- не умеют применять общенаучные естественные законы при решении конкретных задач [7, 8].

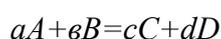
По мнению данных авторов, преодоление указанных недостатков возможно только в том случае, если методические приемы решения задач основываются на применении общенаучных естественных законов, поиске универсальных принципов решения, а не сводятся к описанию определенной последовательности формул и химических уравнений [7, 8].

Нами предлагается оригинальный методический прием решения задач с применением закона химических эквивалентов.

В имеющихся на сегодняшний день программах для общеобразовательных учебных заведений по химии не предусматривается изучение закона химических эквивалентов, тогда как большинство типов расчетных задач решаются на его основе.

Авторы различных учебных пособий по химии предлагают свои методические приемы, которые позволяют обучающимся производить вычисления по химическим уравнениям, не прибегая к использованию закона химических эквивалентов.

Например, подобный методический прием приведен в пособии [9], суть его состоит в том, что для некоторой химической реакции:



выполняется следующее соотношение:

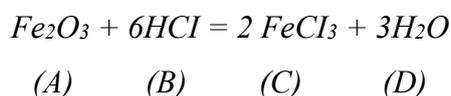
$$n(A)/a = n(B)/b = n(C)/c = n(D)/d \quad (1),$$

где $n(A)$, $n(B)$ – количества вступивших в реакцию исходных веществ (A , B) и $n(C)$, $n(D)$ – количество образовавшихся продуктов.

От количества реагентов и продуктов с помощью уравнения $n(A) = m(A)/M(A)$ можно перейти к массам:

$$m(A)/M(A) \cdot a = m(B)/M(B) \cdot b = m(C)/M(C) \cdot c = m(D)/M(D) \cdot d \quad (2).$$

Допустим, что в реакции:



требуется определить количество реагента Fe_2O_3 (краткое обозначение A), необходимое для получения 0,72 моля продукта $FeCl_3$ (краткое обозначение C).

Расчет производим по формуле:

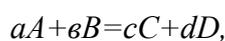
$$n(A) = a \cdot n(C) / c = 1 \cdot 0,72 / 2 = 0,36 \text{ моля.}$$

В этой же реакции определим массу реагента Fe_2O_3 (A), необходимую для получения 117 г $FeCl_3$ (C):

$$m(A) = a \cdot M(A) \cdot m(C) / c \cdot M(C) = 1 \cdot 160 \cdot 117 / 2 \cdot 162,5 = 57,6 \text{ г.}$$

Описанный способ вычислений по химическим уравнениям можно использовать при одном условии – в систему не должно вноситься никаких новых веществ. В противном случае обучающиеся вынуждены прибегать к использованию неравенств, что, на наш взгляд, усложняет решение задачи.

Мы предлагаем решать задачи подобного рода, используя закон химических эквивалентов, тем более что описанный выше методический прием полностью подчиняется данному закону. Разберем это утверждение более детально. Если в систему не вносятся никаких новых веществ, то стехиометрические соотношения требуют, чтобы каждое изменение числа молей одного из реагентов сопровождалось изменением всех других веществ [10], то есть для реакции, протекающей по уравнению:



должно выполняться равенство:

$$dn(A)/a = dn(B)/b = dn(C)/c = dn(D)/d \quad (3).$$

В данном равенстве, записанном в дифференциальной форме, учитываются изменения количества вещества, которые распределяются пропорционально стехиометрическим коэффициентам, что является частным случаем проявления закона химических эквивалентов.

Применяя обозначения, принятые в школах и университетах, обозначив количество вещества через « v » (вместо « n »), уравнение (3) можно записать в следующем виде:

$$\Delta v(A)/a = \Delta v(B)/b = \Delta v(C)/c = \Delta v(D)/d \quad (4).$$

Принимая во внимание, что $\Delta v = \Delta v_{\text{э}}/z$, где $\Delta v_{\text{э}}$ – изменение количества вещества эквивалента, z – число эквивалентности, приходим к уравнению:

$$\Delta v_{\text{э}}(A)/a \cdot z(A) = \Delta v_{\text{э}}(B)/b \cdot z(B) = \Delta v_{\text{э}}(C)/c \cdot z(C) = \Delta v_{\text{э}}(D)/d \cdot z(D) \quad (5).$$

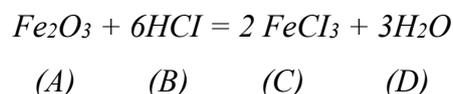
Поскольку: $a \cdot z(A) = b \cdot z(B) = c \cdot z(C) = d \cdot z(D) = \text{const}$, то, умножив уравнение (5) на const , получаем уравнение закона химических эквивалентов:

$$\Delta v_{\text{э}}(A) = \Delta v_{\text{э}}(B) = \Delta v_{\text{э}}(C) = \Delta v_{\text{э}}(D) \quad (6).$$

Закон химических эквивалентов позволяет обучающимся быстро производить расчеты по химическим уравнениям, при этом они руководствуются не шаблоном, а логическими рассуждениями.

Например, требуется определить количество вещества $FeCl_3$ и его массу, если в систему, состоящую из 2 молей Fe_2O_3 и 1 моля HCl , было добавлено 3 моля HCl .

Записываем уравнение химической реакции:



По закону химических эквивалентов:

$$\Delta v_{\text{э}}(A) = \Delta v_{\text{э}}(B) = \Delta v_{\text{э}}(C) = \Delta v_{\text{э}}(D) = \Delta v_{\text{э}}$$

Найдем $v_{\text{э}}(A)$ и $v_{\text{э}}(B)$:

$$v_{\text{э}}(A) = z \cdot v(A) = 6 \cdot 2 = 12 \text{ молей}$$

$$v_{\text{э}}(B) = z \cdot v(B) = 1 \cdot 4 = 4 \text{ моля}$$

Найдем $\Delta v_{\text{э}}$:

поскольку $v_{\text{э}}(B) < v_{\text{э}}(A)$, то $\Delta v_{\text{э}} = v_{\text{э}}(B) = 4$ моля.

Найдем $v_{\text{э}}(C)$:

$$v(C) = \Delta v_{\text{э}} / z(C) = 4/3 \text{ моля}$$

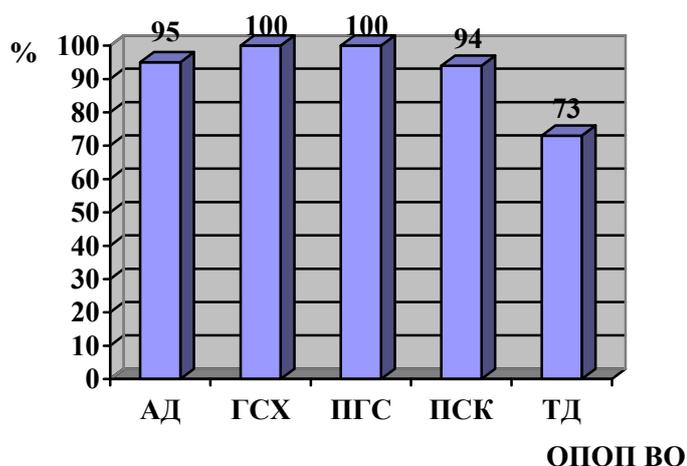
Вычислим массу (C):

$$m(C) = v(C) \cdot M(C) = (4/3) \cdot 162,5 = 216,7 \text{ г.}$$

Описанный нами методический прием решения задач по химии на основе закона химических эквивалентов является частным случаем проявления универсального подхода к формированию химической компетентности. Применение фундаментальных законов естествознания при решении конкретных задач способствует более глубокому осмыслению изучаемого материала, развивает способности обучающегося действовать в нестандартных ситуациях, способствует развитию межпредметных связей и формированию профессиональной культуры, что и составляет сущность химической компетенции.

Внедрение описанного подхода в учебный процесс позволило достичь высоких качественных показателей при освоении студентами дисциплины «Химия» в ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», что подтверждается данными мониторинга по результатам федерального интернет-экзамена в сфере профессионального образования (ФЭПО). В рамках ФЭПО-26 проводилось тестирование по химии студентов, обучающихся на направлениях подготовки: 08.03.01 Строительство и 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств. В тестировании по направлению подготовки 08.03.01 приняли участие 68 студентов, которые обучаются на основных профессиональных образовательных программах высшего

образования (ОПОП ВО): «Автомобильные дороги и аэродромы» (АД), «Городское строительство и хозяйство» (ГСХ), «Промышленное и гражданское строительство» (ПГС), «Производство строительных материалов, изделий и конструкций и дизайн в строительстве» (ПСК). По направлению подготовки 35.03.02 в тестировании по химии приняли участие 15 студентов, обучающихся на ОПОП ВО «Технология деревообработки, дизайн мебели и интерьеров» (ТД). По результатам тестирования анализу подвергалась часть студентов, освоивших дисциплину «Химия» на уровне обученности не ниже второго, полученные данные [11] представлены на рисунке.



Доля студентов, освоивших дисциплину «Химия» на уровне обученности не ниже второго

Анализ результатов данных ФЭПО-26 показывает, что доля студентов, освоивших дисциплину «Химия» на уровне обученности не ниже второго, варьирует от 73% до 100% (при минимально установленном пороге 60%), что позволяет говорить о высоком уровне подготовки обучающихся.

Заключение. Таким образом, описанный нами методический прием решения химических задач позволяет существенно упростить решение задачи, способствует развитию логического мышления обучающегося, расширяет кругозор, развивает память и мышление. Решение задач с применением общенаучных естественных законов способствует формированию мировоззрения в целом, сознательному усвоению и лучшему пониманию химических концепций, законов и явлений, политехнической подготовке и как следствие может считаться одним из способов формирования химической компетентности обучающихся.

Список литературы

1. Габриелян О.С., Краснова В.Г. Компетентностный подход в обучении химии. ХвШ, 2007. № 2. С. 16.
2. Аргунова М.В. Экологическое образование в интересах устойчивого развития как надпредметное направление модернизации школьного образования: дис. ... докт. пед. наук. М., 2010. 381 с.
3. Хуторской А.В. Метапредметный подход в обучении: Научно-методическое пособие. М.: "Эйдос": Издательство Института образования человека, 2016. 80 с.
4. Шалашова М.М. Компетентностный подход к оцениванию качества химического образования: монография. Арзамас: МИОО, АГПИ, 2011. 384 с.
5. Замятин А.М. Система оценки компетенций студентов ВПО. Обзор достижений и нерешенных задач // Молодой ученый. 2012. № 5. С. 418-420.
6. Белов П.С. О реализации методического подхода к формированию химических компетенции учащихся при изучении химии в школе // Наука и школа. 2011. № 2. С. 78 – 81.
7. Ефремова Н.Ф. Подходы к оцениванию компетенций студентов первого курса приступающих к освоению основных образовательных программ // Вестник ДГТУ. 2010. № 5 (48). С. 369-777.
8. Ахметов М.А. Об использовании контекстных задач в процессе обучения // Химия в школе. 2011. № 4. С. 23-27.
9. Лидин Р.А., Молочко Л.Л. Химия. Для школьников старших классов и поступающих в вузы: Теоретические основы. Вопросы. Задачи. Тесты: учебное пособие . М.: Дрофа, 2002. 576 с.
10. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. Учебное пособие для вузов. М.: Интеграл-Пресс, 2014. 240 с.
11. Педагогический анализ / мониторинг результатов ФЭПО Брянский государственный инженерно-технологический университет / НИИ мониторинга качества образования, октябрь 2017 - февраль 2018. 81 с.