

РЕЛЕВАНТНЫЙ ПОИСК ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СОРЕВНОВАНИЯХ СТУДЕНТОВ КАК ЭЛЕМЕНТ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В ХИМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Хвалюк В.Н., Рагойша А.А.

*Химический факультет Белорусского государственного университета,
г. Минск, Республика Беларусь*

С началом XXI века пришло понимание необходимости ухода в образовании от «знаниевой» парадигмы – слишком уж много наоткрывали, насобирали, насистематизировали, и нет этому конца и края. Думается, в наше время никому и в голову не придет пытаться готовить «энциклопедического» специалиста конца XX века. Но осознание ухода не дает ясного понимания того, куда следует двигаться дальше. Среди возможных вариантов – переход на компетентностный подход (*competency-based learning*), активно пропагандируемый и развиваемый педагогической общественностью как на постсоветском пространстве, так и в Европе. Один из основных принципов организации образовательного процесса в этом случае [1] заключается в создании условий для формирования у обучаемых опыта самостоятельного решения познавательных, коммуникативных, организационных, нравственных и иных проблем, составляющих содержание образования. Если говорить по сути, то это означает перенос акцентов на самообразование и самообучение (*self-regulation of learning, learning to learn*). При этом одним из важнейших элементов в практической реализации рассматриваемых подходов

является использование информационных и коммуникационных технологий (*information and communication technologies (ICTs)*).

В «Рекомендациях по ключевым компетенциям для непрерывного обучения» (*Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning*), принятых решением Европейского Парламента и Совета Европы в 2006 г., самообразование и самообучение указывается в качестве одной из восьми ключевых компетенций. О первостепенной важности данного вопроса свидетельствует тот факт, что один из последних выпусков (№5 за 2014 год) *European Educational Research Journal (EERJ)* целиком посвящен рассмотрению вопросов самообразования и самообучения и их перспектив в Европейском образовании, проведению исследований в этой области.

В упомянутом выпуске *EERJ* можно найти много ссылок на работы по данной тематике, но, к сожалению, как это часто бывает, большой объем литературы не всегда свидетельствует о возможности найти примеры реализации предмета обсуждения в процессе реального обучения. В большинстве литературных источников приводятся достаточно общие рассуждения о самом подходе и результаты «академических» исследований с очень обтекаемыми выводами, но нет примеров конкретной реализации его для нужд образовательного процесса по самым разным направлениям и специальностям обучения. По-видимому, следует признать факт избытка «фундаментальных» исследований и явного недостатка «прикладных», так необходимых для работы. При этом следует отметить, что в конкретных вариантах использования компетентностного подхода следует ожидать скорее больше различий в случае частных реализаций, чем общего. Это еще больше затрудняет его реальное использование на практике.

Очевидно, что любое серьезное исследование должно начинаться с изучения опыта предшественников, накопленного и зафиксированного в научной литературе. Некоторое время назад среди научных работников была популярна поговорка «*легче открыть, чем найти открытое*», и эта полушутка-полуправда

свидетельствовала о серьезной проблеме – поиска, обнаружения и извлечения нужной для исследования информации. Статистика показывает, что половину книг фундаментальных библиотек ни разу не открывал читатель – и не потому, что они не были нужны, а потому, что читатели просто не знали об их существовании. Казалось бы, с широким внедрением в повседневную действительность информационных технологий, позволяющих очень резко повысить эффективность обработки информации, эта проблема отпадет сама собой. Однако, как оказалось, это совсем не так. Огромные возможности информационных технологий и их широкая доступность еще более усугубили проблему из-за экспоненциального разрастания объема информации, которую следует обработать. Это по сути похоже на то, как с появлением компьютерных технологий возникла надежда на существенное сокращение в обозримом будущем количества бумажных документов в делопроизводстве. Однако появление текстовых редакторов и принтеров (и особенно лазерных) сделало процесс создания бумажных документов таким простым и распространенным, что окончательно похоронило первоначальную надежду. Так фактически произошло и с поиском научной информации – с одной стороны компьютерные технологии дали возможность легко ее обрабатывать, но они же привели к ее неконтролируемой генерации и распространению. Как итог – объем информации растет быстрее возможности ее адекватно обрабатывать. Собственно это и послужило основой для нашей идеи использовать в интеллектуальных соревнованиях студентов задания по поиску научной информации. Быстрый поиск необходимой для проведения исследования информации может существенно повысить его эффективность и ускорить. Безусловным подспорьем этому послужил тот факт, что со II курса обучения всем студентам химического факультета Белорусского государственного университета читается общий курс «Информационные технологии в химии», причем основная часть курса приходится именно на практические занятия по реальному поиску химической информации. По сути, овладение

реальными навыками поиска нужной химической информации можно рассматривать как «*умение учиться*», а сам поиск необходимой учебной информации в этом случае является не более чем частной подзадачей. В этом смысле информационный поиск можно считать элементом компетентностного подхода, поскольку он создает необходимые условия как для самообучения, так и для организации и проведения исследований.

Впервые идея использования информационного поиска в качестве задания на интеллектуальных соревнованиях была нами предложена и успешно реализована на олимпиаде студентов-химиков «Кислород-2011» (химический факультет БГУ, 2011 г.). До этого в доступном информационном пространстве какая-либо информация об использовании поиска в подобных целях нам известна не была. С тех пор мы ежегодно используем указанный подход [2-4] на студенческих олимпиадах по химии. В 2013/14 учебном году сама идея получила дальнейшее развитие. До этого студенческая олимпиада проводилась в очном режиме в течение двух дней. В первый день участникам предлагалось в очном режиме выполнить в течение 5 часов традиционное теоретическое задание по основным разделам химии, а на второй день в компьютерном классе в течение 5 часов предлагалось выполнить задание по поиску химической информации в сети интернет.

На последней студенческой олимпиаде в задание по поиску химической информации (это своего рода экспериментальный тур олимпиады) было решено внести изменения. Во-первых, было решено изменить режим проведения тура с очного на заочный. На практике это было реализовано следующим образом. После проведения первого теоретического тура (пятница), всем участникам были выданы распечатанные задания по информационному поиску (текст задания приведен в приложении). Задания должны были быть выполнены до 10.00 понедельника (фактически на выполнение отводилось 68 часов – с обеда пятницы до утра понедельника) и в электронном виде высланы на адрес электронной почты автора задания. При этом

никаких (абсолютно никаких) ограничений на процесс выполнения поискового задания не выдвигалось. Это мог быть как чисто информационный поиск с использованием компьютерных технологий, так и консультации со специалистами, поиски по реферативным и научным журналам, справочникам и иным традиционным источникам. Надо сказать, что первоначально у нас были определенные сомнения в целесообразности такой организации практического тура олимпиады. Однако после продолжительных дискуссий в жюри было решено реализовать, можно сказать, инновационный вариант его проведения. Такой вариант реализации поиска решения познавательной задачи, как нам представляется, в максимальной степени приближает этот процесс к реальным условиям. Есть задача – необходимо найти ее решение любыми доступными способами, используя любые доступные источники информации. И это бесценный опыт, который, как нам кажется, при теоретическом обучении приобрести очень сложно.

Второе новшество, которое было реализовано на последней олимпиаде, заключалось в собственно содержании заданий. Любой в некоторой степени знакомый с азами поиска информации пользователь может в доступной поисковой системе провести поиск по ключевым словам или фразам и получить массив соответствующей информации. Вот тут-то наших участников и поджидал подвох. Что называется «поиск в лоб» даже с правильно составленными поисковыми фразами в широкодоступных поисковых системах давал в своей самой привлекательной части (верхние строчки итога поиска) результаты практически с нулевой смысловой релевантностью. Если обратиться к Википедии, то кратко: *«Релевантность (лат. relevo – поднимать, облегчать) в информационном поиске – семантическое соответствие поискового запроса и поискового образа документа. В более общем смысле, одно из наиболее близких понятию качества «релевантности» – «адекватность», то есть не только оценка степени соответствия, но и степени практической применимости результата»*. Несмотря на то, что в классическом понимании

результат «поиска в лоб» часто может иметь высокую релевантность – формально будет наблюдаться полное соответствие поисковой фразы и содержания найденных документов, но именно качество релевантности, т.е. смысловая адекватность поиска практически может быть равна нулю. Поэтому для ответа на поставленные в задании вопросы необходимо было творчески подойти к выполнению поиска и в обязательном порядке провести анализ на достоверность полученной информации и ее непротиворечивости экспериментальным данным для повышения смысловой релевантности.

Подобная ситуация совсем не редка при поиске информации в реальных условиях. Создавшаяся в информационном пространстве ситуация во многом напоминает таковую с печатными изданиями, когда авторы не вникая в суть и не проводя проверки достоверности приводимых данных, копировали ее из одного учебника в другой, из одной статьи в другую. Создавался своего рода «научный миф», который подтверждался «множеством источников», имеющим, к сожалению, один неверный первоисточник. Совершенно аналогичный эффект можно обнаружить в Интернете. Владельцы бесчисленных сайтов без всяких ограничений копируют и размещают в большей части своей не проверенную информацию, выдавая ее за достоверную. В результате создается своего рода «информационная бездна», к сожалению, во многом сводящая на нет все преимущества информационных технологий. Навык релевантного по смыслу, а не по формальным признакам поиска научной информации в подобных условиях можно считать одной из ключевых компетенций современного специалиста.

Для примера ниже приведены примеры скриншотов поиска плотности LiPF_6 (из второй задачи) с использованием поисковой фразы как на русском («гексафторофосфат лития» плотность), так и на английском языке («lithium hexafluorophosphate» density) с использованием поисковой системы Google.

Вариант с английской поисковой фразой (рис. 1) выдал чуть менее 40 тысяч источников, из которых самые релевантные (по мнению

Google) являются как раз и неверными (плотность 1,50 г/см³).

"lithium hexafluorophosphate" density

Web Shopping Images News Videos More Search tools

About 39,900 results (0.31 seconds)

Scholarly articles for "lithium hexafluorophosphate" density
 LiBOB as salt for lithium-ion batteries: A possible ... - Xu - Cited by 330
 ... and ion-pair properties of lithium hexafluorophosphate ... - Aroca - Cited by 46
 High energy density non-aqueous electrolyte lithium ... - Ebel - Cited by 51

1.50 g/cm³
 Lithium hexafluorophosphate, Density

Li^+ $\left[\begin{array}{c} \text{F} \\ \text{F} \\ \text{P} \\ \text{F} \\ \text{F} \end{array} \right]$

Lithium hexafluorophosphate
 Chemical Compound
 Lithium hexafluorophosphate is an inorganic compound with the formula LiPF_6 . It is a white crystalline powder. It is used in commercial secondary batteries, an application that exploits its high solubility in nonpolar solvents. Wikipedia
 Formula: LiPF_6
 Molar mass: 151.905 g/mol
Density: 1.50 g/cm³
 Melting point: 392°F (200°C)

Lithium hexafluorophosphate battery grade, ≥99.99% trace ...
www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/450227 - Sigma-Aldrich
 Sigma-Aldrich offers Aldrich-450227, **Lithium hexafluorophosphate** for your research needs. Find product specific information including CAS, MSDS, protocols ...

Lithium hexafluorophosphate 98% | Sigma-Aldrich
www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/201146 - Sigma-Aldrich
 Sigma-Aldrich offers Aldrich-201146, **Lithium hexafluorophosphate** for your research needs. Find product specific information including CAS, MSDS, protocols ...

Рис.1. Скриншот поиска плотности LiPF_6 (поисковая фраза на английском языке) к Задаче 2

Вариант с русской поисковой фразой (рис. 2) выдал всего 16 результатов, из которых ни один не имеет прямого отношения к решаемой задаче. При этом поисковая система предлагает уточнить поисковую фразу с правильной (гексафторофосфат) на неправильную (гексафторфосфат) с точки зрения номенклатуры. Поиск по предлагаемой поисковой системой фразе («гексафторфосфат лития» плотность) (рис. 3) дает уже существенно больше источников (около 2,5 тысяч), но опять же верхние строчки результата поиска не имеют никакого отношения к решению поставленной задачи.

Кроме текста самого задания, содержащего краткие методические указания для участников, в приложении приведены ответы и решения, а также использованная нами система оценивания (разбалловка) результатов. В представленном виде или с небольшими изменениями они могут использоваться для обучения или на интеллектуальных соревнованиях студентов.

"гексафторофосфат лития" плотность

Web Images News Videos Maps More ▼ Search tools

16 results (0.44 seconds)

Did you mean: "гексафторофосфат лития" плотность

Гибкие конденсаторы из нанотрубок / Новости науки и ...
 worldofdiscovery.info/gibkie-kondensatory-iz-nanotr... ▼ Translate this page
 Aug 14, 2010 - ... и **гексафторофосфат лития** в органическом растворителе. Образцы показывают **плотность** энергии до 6 Вт*ч/кг и удельную мощность ...

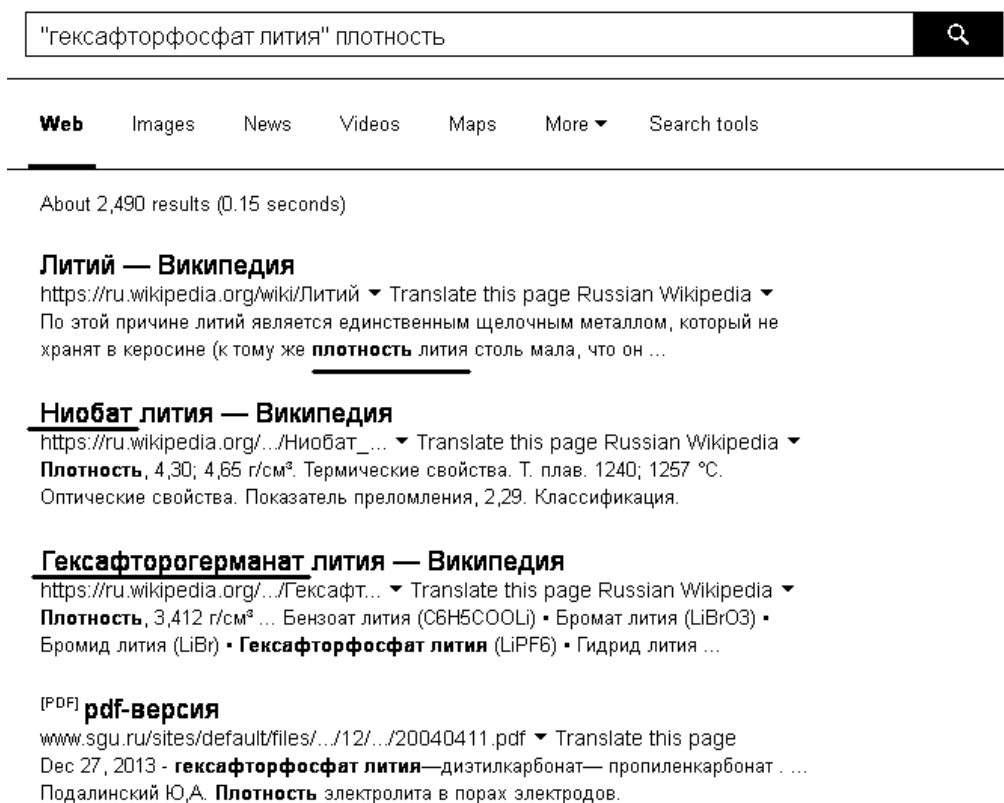
Гексафторофосфат аммония - Справочник химика 21
 chem21.info/info/184776/ ▼ Translate this page
 ... образуется **гексафторофосфат лития**, хлорид аммония аммиак и вода. ... 1,2 (20°C) **Плотность: 0,7456 (20°C, г/см3, состояние вещества - кристаллы)** ...

^[PDF] **Physico-chemical properties of lithium hexafluorophosphat...**
 www.iaea.org/.../... ▼ Translate this page International Atomic Energy Agency ▼
 by EM Sukhaya - 1996 - Related articles
 Нами исследованы электропроводность, вязкость, **плотность** и скорости спин- ...
 раствора, температур - от -30 до +50 °С. **Гексафторофосфат лития.**

Рис. 2. Скриншот поиска плотности LiPF_6 (поисковая фраза на русском языке) к Задаче 2

В целом задание оказалось достаточно сложным для участников. Максимально за полностью выполненное задание можно было получить 20 баллов, а средний балл составил 5,75. Ниже в таблице приведены результаты распределения участников в зависимости от набранных баллов, при этом чуть более 4% участников получили максимальный балл, а 12% – нулевой.

Интервал, баллов	% участников
0 – 5	63
6 – 10	17
11 – 15	8
16 – 20	12



"гексафторфосфат лития" плотность

Web Images News Videos Maps More Search tools

About 2,490 results (0.15 seconds)

Литий — Википедия
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Литий> Translate this page Russian Wikipedia
По этой причине литий является единственным щелочным металлом, который не хранят в керосине (к тому же плотность лития столь мала, что он ...

Ниобат лития — Википедия
https://ru.wikipedia.org/wiki/Ниобат_лития Translate this page Russian Wikipedia
Плотность, 4,30; 4,65 г/см³. Термические свойства. Т. плав. 1240; 1257 °С. Оптические свойства. Показатель преломления, 2,29. Классификация.

Гексафторгерманат лития — Википедия
https://ru.wikipedia.org/wiki/Гексафторгерманат_лития Translate this page Russian Wikipedia
Плотность, 3,412 г/см³ ... Бензоат лития (C₆H₅COOLi) • Бромат лития (LiBrO₃) • Бромид лития (LiBr) • **Гексафторфосфат лития** (LiPF₆) • Гидрид лития ...

^[PDF] **pdf-версия**
www.sgu.ru/sites/default/files/.../12/.../20040411.pdf Translate this page
Dec 27, 2013 - **гексафторфосфат лития**—диэтилкарбонат— пропиленкарбонат
Подалинский Ю.А. Плотность электролита в порах электродов.

Рис. 3. Скриншот поиска плотности LiPF₆ (поисковая фраза на русском языке, предложенная поисковой системой) к Задаче 2

Не хотелось бы, чтобы у читателя сложилось впечатление о кажущейся на первый взгляд легкости практической реализации подобного информационного поиска. Нет, это совсем не просто, для этого нужны квалифицированные специалисты двойного назначения: в химии и информационных технологиях. Ведь фактически составление подобных заданий, обязательно включающих анализ первоначально собранной информации, требует проведения большого объема подготовительной работы, причем специалистами высокой квалификации. Практическую реализацию подобного информационного поиска можно считать вариантом проблемного обучения, хорошо знакомого нам из традиционной методики. Несомненно одно —

качественное образование независимо от формы его реализации невозможно без квалифицированного преподавательского корпуса. И захватившая многие умы на заре электрификации идея о том, что «нам электричество пахать и сеять будет» никоим образом не должна превратиться в «нас информационные технологии всему научат». Во вводной статье [5] к упоминавшемуся выпуску *EERJ* редактор отмечает, что в настоящее время все еще необходимы убедительные доказательства возможности улучшения самообразования и самообучения с помощью современных информационных и коммуникационных технологий, т. е. их созидательная роль пока остается под вопросом. И это при том, что в Европе на исследования в этом направлении к настоящему моменту потрачены средства, соизмеримые с расходами на образование в некоторых странах. По-видимому, это еще одно свидетельство первостепенной важности человеческого фактора в образовании.

И в заключение хотелось бы обратить внимание еще на один, весьма важный на наш взгляд, аспект рассматриваемой проблемы, имеющий непосредственное отношение к процессу обучения. В практике как средней, так и высшей школы в настоящее время широко распространено такое явление как написание рефератов. Следует отметить, что, будучи реализованным по классическим законам жанра, этот вид деятельности требует задействования всех интеллектуальных механизмов, включая творческий поиск. Несомненным результатом этого является интеллектуальное и творческое развитие личности обучаемого. Однако, широкое распространение информационных технологий, к сожалению, в большинстве случаев превращает процесс написания реферата в настоящее время в фарс. Достаточно владеть методом Copy&Paste, элементарными понятиями из области информационного поиска (правила составления поисковой фразы) – и вот уже многостраничный документ, называемый «реферат», готов. Можно с уверенностью утверждать, что в современном интернете есть заготовки практически на любые темы. Не беда, что порой автор не удосужится даже

согласовать падежи конечных и начальных слов из соседних кусков вставляемого текста. Говорить о смысловом согласовании или о какой-то логике изложения информации или ее анализа, связях между различными частями текста вообще не приходится. При этом конечное «творение», как правило, приемлемо оформлено и отформатировано. Одним из вариантов борьбы преподавателей с этим явлением является использование всякого рода «антиплагиатных программ», позволяющих в некоторых случаях обнаружить совершенно переработанные куски текста. Однако на это есть также эффективные приемы, позволяющие обойти пристальное внимание «антиплагиаторов». Цикл замкнулся, многие это понимают, однако система написания рефератов ширится и приобретает все более гигантские масштабы. В этой связи представляется целесообразным обсудить вариант использования вместо написания реферата выполнения заданий по поиску информации (например, химической). Грамотно составленное задание по поиску не позволит обучаемому «халтурить», еще одним несомненным плюсом будет легкость проверки результатов такого поиска. Не секрет, что для добросовестной проверки реферата, написанного с минимальными усилиями, требуется много времени преподавателя. Последний тратит на проверку намного больше времени, чем автор на написание. В случае информационного поиска эффективность проверки конечного результата существенно повышается. При этом процесс поиска также по своей сути является творческим занятием, в полной мере способствующим интеллектуальному и творческому развитию личности. Хотелось надеяться, что такая постановка вопроса может найти своих последователей и получить какое-нибудь практическое распространение в процессе обучения естественным дисциплинам.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лебедев О.Е.* Компетентностный подход в образовании // Школьные технологии, 2004, №5, с. 3-12.
2. *Рагойша А.А., Хвалюк В.Н.* Интернет-поиск в экспериментальном туре олимпиад по химии. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2011, т. LV, № 5-6, с. 85-94.
3. *Рагойша А.А., Хвалюк В.Н.* Интернет-поиск в олимпиадах по химии – в сб.: Естественнонаучное образование: взаимодействие средней и высшей школы / Под ред. В.В. Лунина и Н.Е. Кузьменко. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012, с. 269-278.
4. *Rahoisha A.A., Khvalyuk V.N.* Online Search at a Student Chemistry Olympiad // Sviridov Readings 2012 : 6th Intern. Conf. on Chemistry and Chemical Education, Minsk, Belarus, 9-13 April, 2012 : Book of Abstr. – Minsk: Publ. Center of BSU, 2012, p. 90.
5. *Ton Mooij, Karl Steffens, Maureen Snow Andrade.* Self-regulated and Technology-enhanced Learning: a European perspective // European Educational Research Journal, 2014, Vol. 13, №5, p. 519-527.

Приложение

Олимпиадные задания

Задача 1. Одним из растворителей, которые применяются в литий-ионных аккумуляторах, является **этиленкарбонат**. Вызывает некоторое недоумение то, что литературные данные по растворимости этиленкарбоната в воде весьма сильно различаются в разных источниках. Вопиющий пример. Фирма *Huntsman* в двух сертификатах безопасности двух разновидностей *своего* товара приводит две следующие несовпадающие характеристики:

Ultrapure ethylene carbonate
Water solubility (%) > 10

и

Solubility of JEFFSOL ethylene carbonate in 100 Grams of Water (25°C):∞
(т. е. смешиваются во всех отношениях).

1) (10 баллов). Укажите, чему равна массовая доля (%) этиленкарбоната в его насыщенном водном растворе при 25°C. Ответ

не должен противоречить экспериментальным фактам, опубликованным в научной литературе. Дайте ответ с точностью до единиц; точность до десятых долей, хотя дополнительно и не оценивается, но приветствуется. Приведите полное библиографическое описание первоисточника, из которого вы извлекли ответ.

Предупреждения: Любые ответы без библиографического описания, даже самые правильные, будут оцениваться в 0 баллов. Если вы вместо полного библиографического описания первоисточника дадите его краткое библиографическое описание, оценка за эту задачу будет снижена на 3 балла. Отсутствие полного библиографического описания будет рассматриваться как доказательство того, что вы не анализировали содержимое первоисточника, а искомое число обнаружили по непроверенной ссылке или взяли с потолка.

Любые ответы, в которых растворимость окажется приведенной не в массовых %, а в других единицах, будут оцениваться в 0 баллов. Ответ, представленный в форме интервала значений, будет оцениваться в 0 баллов, даже если в такой интервал попадает правильная величина.

Задача 2. Одним из электролитов, которые применяются в литий-ионных аккумуляторах, является **гексафторофосфат лития**. В Википедиях (русской и английской) указаны следующие значения плотностей однотипных соединений:

гексафторофосфат лития LiPF_6 : $d = 1,5 \text{ г/см}^3$ (*Wikipedia*);

гексафторофосфат натрия NaPF_6 : $d = 2,51 \text{ г/см}^3$ (*Википедия*);

гексафторофосфат калия KPF_6 : $d = 2,75 \text{ г/см}^3$ (*Википедия* и *Wikipedia*).

Как видим, точность приведенных значений плотностей различна для солей лития, с одной стороны, и натрия и калия, с другой.

2 а) (2 балла) По какой причине приведенная выше плотность гексафторофосфата лития намного меньше плотностей гексафторофосфатов натрия и калия? Сформулируйте краткий ответ, не превышающий двух строк текста.

2 б) (8 баллов) Укажите плотность гексафторофосфата лития с

точностью до второго знака после запятой. (*Предупреждение: ответ, представленный в форме интервала значений, будет оцениваться в 0 баллов, даже если в такой интервал попадает правильная величина*). Приведите URL соответствующего первоисточника.

Решения

Задача 1. При решении задачи следует учитывать, что этиленкарбонат плавится при $t \approx 36^\circ\text{C}$. Жидкий этиленкарбонат смешивается с водой в любых соотношениях. Кое-кто может не обратить внимание на то, что во многих статьях излагаются результаты исследования системы «этиленкарбонат–вода» при 40°C ; однако по условию нашей задачи требуется определить растворимость при 25°C .

Неверный ответ (1 балл): смешивается с водой в любых соотношениях.

Многочисленные табличные данные, приведенные в MSDS, справочниках, энциклопедиях, как правило, противоречат содержанию опубликованных научных статей — они явно занижены.

Неверные ответы (1 балл): все обнаруженные значения растворимости в интервале 1-79 % (масс.) включительно.

Ужасные ответы (0 баллов): 0 % и 100 %.

Поиск ответа «в лоб» по запросам типа *solubility of ethylene carbonate in water* оказывается неэффективным. Поэтому попытаемся найти в статьях такую систему «этиленкарбонат–вода», в которой при 25°C содержание этиленкарбоната в растворе *наибольшее*.

Набор научных публикаций, которые стоит проанализировать в первую очередь, можно получить, например, в *Google Scholar* по запросу **allintitle: water "ethylene carbonate"**

Есть группа публикаций, в которых в тех или иных целях исследовалась серия образцов гомогенной системы «этиленкарбонат–вода» с содержанием этиленкарбоната 20, 40, 60, 80 масс.%. Поскольку в таком ряду отсутствуют числа, большие 80, кое-кто может предположить, что растворимость этиленкарбоната равна 80%

(масс.). Определенная логика в этом присутствует, но круглое число все-таки должно смущать душу.

Неверный, но не худший ответ (5 баллов): 80 %.

Есть группа статей, в которых состав системы «этиленкарбонат–вода» представлен иным способом. Например, указано содержание воды, а минимальное число равно 19,35% (иной вариант в иной статье – 0,193). Пересчет на этиленкарбонат дает здесь 80,65% и 80,7% .

Неверный, но более привлекательный ответ (6 баллов): от 81 % до 87 %.

В группе статей состав системы «этиленкарбонат–вода» представлен в мольных долях с максимальным значением мольной доли этиленкарбоната, равной 0,6. Пересчет на массовую долю в этом случае дает число 88,0%.

Неверный, но близкий к правде ответ (7 баллов): от 88 % до 90 %.

Среди обнаруженных статей присутствует (на самом видном месте!!!) одна, которую стоит изучить внимательно: *Glenn P. Cunningham, George A. Vidulich, Robert L. Kay. Several properties of acetonitrile-water, acetonitrile-methanol, and ethylene carbonate-water systems. J. Chem. Eng. Data. 1967. 12 (3). P. 336–337. DOI: 10.1021/jc60034a013.*

(Ее полного текста нет в открытом онлайн-доступе, но ведь существует и такое учреждение, как библиотека). Статья примечательна тем, что искомую величину здесь можно оценить по двум параметрам одновременно. Нам неизвестны научные документы, в которых убедительно опровергались бы экспериментальные результаты этой публикации. Во-первых, в табл. III в явной форме указано, что существует водный раствор, в котором мольная доля этиленкарбоната равна 0,6660, что в пересчете на массовую долю составляет 90,7%. Во-вторых, из данных таблицы IV можно рассчитать, что замерзающий при 25,0 °С (подразумевается, насыщенный) раствор должен содержать около 90,9 % (масс.) этиленкарбоната. Данные таблиц III ($s \geq 90,7\%$) и IV ($s < 90,9\%$) не противоречат друг другу.

1) *Верный ответ (10 баллов): 91 %.*

В литературе встречаются упоминания, что растворимость этиленкарбоната превосходит 91% (например, 95%). Такая величина противоречит экспериментальным данным по замерзанию раствора, рассмотренным в предыдущем абзаце. Дело в том, что растворы этиленкарбоната весьма склонны к переохлаждению, и растворы с массовой долей этиленкарбоната 92–99 % являются пересыщенными.

Плохой ответ (4 балла): от 92 % до 99 %.

Задача 2. Гексафторофосфат лития изоструктурен гексафторофосфатам натрия и калия (*DOI: 10.1016/j.molstruc.2012.05.053*), поэтому такое огромное различие в плотностях сразу же должно было бы вызывать сомнения. Сомнение должно подкрепляться малой величиной плотности LiPF_6 : $d = 1,5 \text{ г/см}^3$ для неорганического кристаллического вещества выглядит не совсем ordinarily. Химик должен нутром почуять, что здесь что-то не так и что

2а) *Верный ответ (2 балла): Величина $d(\text{LiPF}_6) = 1,5 \text{ г/см}^3$ является совершенно неправильной.*

На этом примере мы можем убедиться, как дезинформация распространяется по Интернету, если авторы злоупотребляют методом *Cory&Paste*. Значения $d = 1,5 \text{ г/см}^3$ и $d = 1,50 \text{ г/см}^3$ захлестнули веб и попали даже во вполне приличные базы данных.

2б) *Неверный ответ дадут те, кто склонен доверять, но не проверять (1 балл): $d = 1,50 \text{ г/см}^3$.*

2б) *Ошибочный ответ дадут те, кто не вчитывается в условие задачи (0 баллов): $d = 1,5 \text{ г/см}^3$.*

Все остальные проведут многостадийный поиск.

Кое-кто обнаружит в *Chemical Information Sources Discussion List* письмо Марка Арчибальда, который первым и обратил внимание на эту проблему (<https://list.indiana.edu/sympa/arc/chminf-l/2014-08/msg00049.html>). В письме имеются прямые ссылки на статьи, в которых содержатся достоверные значения плотности гексафторофосфата лития. Кое-кто найдет статьи самостоятельно. Например, в *Google Scholar* по запросу **intitle:"lithium**

hexafluorophosphate" density обнаруживается очень хороший первоисточник: *Jae-Ho Kim, Kazushi Nagahara, Susumu Yonezawa, and Masayuki Takashima. Preparation of Lithium Hexafluorophosphate from LiF and P in Fluorine Atmosphere. Chemistry Letters. V.33. No.7. (2004). P. 884-885. DOI 10.1246/cl.2004.884.* Плотности двух образцов гексафторофосфата лития, полученных двумя разными методиками, равны 2,836 и 2,841 г/см³. Весьма неплох и такой первоисточник: *Ella Zinigrad, Liraz Larush-Asraf, Josef S. Gnanaraj, Milon Sprecher, Doron Aurbach. On the thermal stability of LiPF₆. Thermochimica Acta. V. 438. (2005) P. 184–191. doi:10.1016/j.tca.2005.09.006.* На странице 187 упоминается плотность гексафторофосфата лития, равная 2,838 г/см³. Тем лентяям, которые не потрудятся листать научные журналы, а заглянут лишь в каталог реактивов *Sigma-Aldrich*, на этот раз крупно повезет. Там они увидят число, близкое к правде: 2,83 г/см³.

2б) Верный ответ (8 баллов): 2,84 г/см³.

2б) Близкие к правде ответы (7 баллов): 2,80-2,83 и 2.85-2.89 г/см³.

2б) Далекые от правды ответы (2 балла): 2,00-2,79 и 2,90-2,99 г/см³.

2в) Безумные ответы (0 баллов) – все остальные (кроме 1,50 г/см³).

Если вы не укажете URL источника получения информации, оценка за эту задачу будет снижена на 3 балла.