

Профильное образование



Свитанько Игорь Валентинович

Кандидат химических наук. Зам. председателя Высшего химического колледжа Российской академии наук.

Что такое хорошо и что такое плохо, или Как должен выглядеть ЕГЭ по химии, чтоб от него была хоть какая-то польза

Начальный уровень (части «А» и «В»)

Прошёл очередной Единый государственный экзамен по химии, и настала пора рефлексии. Как сделать этот экзамен таким, чтобы он адекватно оценивал знания и способности выпускников? В статье предлагаются альтернативные задачи для частей А и В, проверяющие не только то, как близко к тексту школьник выучил учебник, но главным образом то, как он умеет думать.

Не секрет, что многие проверяльщики олимпиадных работ предпочитают сразу смотреть в ответ, не заморачиваясь анализом решения. Бальзам на душу им пролили образовательные чиновники, перепридумав систему, в которой имеет значение только ответ, и которая лет 50 назад называлось «программированным контролем». Старшее поколение помнит, небось, железные ящики с эбонитовыми тумблерами...

Только ленивый не пинает ЕГЭ. Все недостатки нашего современного школьного образования, по мнению общества, являются следствием поощрения этой угадки, целенаправленного воспитания серости

и т. д. Как будто всего этого не было до ЕГЭ.

При этом всё то, из-за чего на Западе (и, как следствие копирования, у нас) появилось унифицированное тестирование выпускников, остаётся за кадром. Наши образовательные чиновники, его скопировавшие, наверное, хотели как лучше – осуществлять перманентный унифицированный контроль знаний всех выпускников (а в дальнейшем и старшеклассников), независимо от происхождения этих знаний. Страна одна – требования к знаниям должны быть едиными. По большому счёту, логично.



Получилось, понятное дело, как всегда – периферийные школы, за редким исключением, физически не способны обеспечить достаточный уровень образования, а окружающая действительность, воспринимаемая через зомбящик и «в контакте», не даёт ни малейшей мотивации школьнику к «ботанической» учёбе. Ну, и ещё тысячи отличий от развитых стран, перечисляемых на форумах как специалистами, так и не очень. Но нельзя закапывать принцип, даже если его реализуют люди из второй части пословицы про дороги (или организующие строительство первой).

Вычленив светлые мозги, даже если их обладатель видел учителя химии живьём пару раз за 11 лет учёбы – это задача любого тестирования, а не только олимпиад.

Оффтоп. Году эдак в 2005 на собеседование в Высший химический колледж РАН приехала девушка Маша, кажется, из Таганрога. Бойко отвечала на вопросы, но уж очень книжными фразами из чего-то мучительно знакомого, и либо только на прямые вопросы, либо на тему «применить здравый смысл при минимальной информации». Задачи не решала совсем, никакие. Сейчас бы набрала по ЕГЭ баллов 40 – 50...

Глинка? – спрашиваем. Ага, отвечает. А как насчёт своими словами? А откуда у меня свои слова, когда у нас в школе химии не было вообще? У девушки оказалось консерваторское музыкальное образование. А химия ей приглянулась, когда она узнала, что её любимый композитор Бородин был химиком. «Химические композиции» Бородина и заставили её прийти к нам. Её дипломная работа через пять лет сопровождалась несколькими статьями в известных (не только в России) журналах и была отмечена как одна

из лучших на курсе. Скоро защищает кандидатскую.

Мораль – ЕГЭ в существующем виде приводит к отфильтровыванию перспективной периферийной молодёжи. Впрочем, это и так всем очевидно. С другой стороны, унификация проверки знаний в масштабе страны повышает шансы поступить в серьёзные вузы этой страны. Противоречие необходимо устранить.

Оставляя в стороне моральные и материальные факторы (сочтём их субъективными), сосредоточимся на вопросе содержания упомянутого унифицированного контроля знаний и мозгов, имеющего (надеюсь) одной из целей отбор по параметрам «эрудиция + способность мыслить + перспективность». Ограничимся химией, держа в голове глобальные обобщения на естественные науки в целом.

Да, олимпиады (далеко не все из списка, даже 1-го уровня) дают такую возможность отбора лучших. Однако не каждый умник способен написать олимпиаду – кто-то предпочитает месяцами варить что-то особенное под тягой, кто-то – считать структуру молекулы на родительском ноуте (процессор помощнее) по ночам. Так что отвернёмся от профессионального спорта, которым являются олимпиады, и обратимся к пинаемому предмету – как раньше говорили, «программированному» контролю, сейчас по недоразумению ставшему одним из двух путей поступления в вуз.

Данный контроль в области химии имеет, по общему мнению, два недостатка.

1. Пробелы в научных знаниях составителей тестов.

Следствие 1: прямые химические ошибки.

Следствие 2: неоднозначность ответов.

2. Невозможность в теперешнем формализованном виде проверить степень развития мозгов испытуемого.

К сожалению, по п. 1 проблема неразрешима. Разве что поменять коллектив составителей на тех, кто регулярно читает химическую литературу, работает и в реальной науке, и в школе, будет прислушиваться к мнению педагогического сообщества. Фантастика, однако – такие люди там без надобности...

Попробуем решить проблему с п. 2, стараясь не делать ошибок и не прибегая к помощи сторонних мероприятий (олимпиад).

Понятно, что часть А существующего ЕГЭ имеет задачей поднять нулевой уровень теста хотя бы баллам к 15. Однако она же не даёт тем школьникам, которые что-то прочитали, кроме цветастеньких книжек, часто употребляемых в качестве учебников, получить полный балл – просто потому, что задания раздела не предполагают наличия знаний уровня выше плинтуса.

Ну, например, что может выбрать «отличник по учебнику» при ответе на вопрос: скорость реакции азота с водородом понизится при

- 1) уменьшении температуры;
- 2) увеличении концентрации азота;
- 3) использовании катализатора;
- 4) увеличении давления.

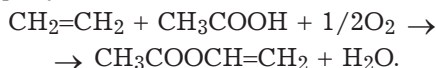


Понятно, 1). Но что будет на самом деле? Использование катализатора (какого?) – вещь неоднозначная, скорость может повыситься, а может и понизиться. Если добавим V_2O_5 или уголь (известные школьнику катализаторы), в какую сторону пойдёт реакция, кто-нибудь расскажет? С учётом того, что выход продукта имеет экстремум по температуре (горка), то имеется в виду уменьшение температуры с какого значения, до или после экстремального? При сверхкритических давлениях аммиак вообще не существует. И вообще, реакция равновесная, правильнее было бы спросить про сдвиг одного равновесия. А то ведь скорость прямой реакции повысится, например, в 2 раза, а скорость обратной – в 5.

Или что можно сказать о вопросе: с уксусной кислотой взаимодействует каждое из двух веществ:

- 1) $NaOH$ и CO_2 ;
- 2) $NaOH$ и Na_2CO_3 ;
- 3) C_2H_4 и C_2H_5OH ;
- 4) CO и C_2H_5OH .

Только то, что автор, имеющий в виду ответ 2), не подозревает, что в промышленности винилацетат получают окислительным присоединением уксусной кислоты к этилену в присутствии солей Pd:



Налицо классические примеры недостаточности данных условия или их сознательной примитивизации «под школьную программу» и, соответственно, неоднозначности ответа с точки зрения реальной химии. На уважающих себя олимпиадах такие задачи бракуются сразу.

Далее – предложения «класса А» с примерами. Ответы выделены жирным шрифтом (где нет, попробуйте ответить самостоятельно).



Почему бы вместо вопросов «на эрудицию» о полярных ковалентных и ионных связях (кто-нибудь знает, где граница?) не спросить:

Приведите пример неполярной молекулы, имеющей полярную ковалентную связь.

- (1) N_2 (3) NH_3
 (2) H_2O (4) CCl_4

Это для отличников, рисующих аммиак треугольником, а водичку в линию.

И так далее:

Какой газ при одинаковых температуре и давлении диффундирует (проникает в другие вещества) быстрее всего?

- (1) Аргон (3) Гелий
 (2) Азот (4) Углекислый газ

Вопрос на соображение, меньше молекула – легче пролезет.

Элемент 114 может иметь свойства, сходные с

- (1) платиной (3) астатом
 (2) свинцом (4) ртутью

Элементарная проверка – пытался школьник понять Периодический закон или нет. Туда же:

Предложите формулу наиболее вероятного соединения германия и селена, исходя из положения элементов в периодической системе.

- (1) Ge_2Se_3 (3) Ge_2Se
 (2) $GeSe_2$ (4) $GeSe_4$

Или проверка эрудиции (где выделяется газ, и как пахнет?), но не прямолинейная, а вот так:

Приливание кислоты к растворам солей натрия в некоторых случаях может помочь их определить. Какую соль нельзя определить таким способом?

- (1) Na_2CO_3 (3) Na_2SO_3
 (2) Na_2S (4) Na_2SO_4

Проверить, видел ли школьник аппарат Киппа хотя бы на картинке, можно вопросом:

Для получения углекислого газа из мрамора в аппарате Киппа нель-

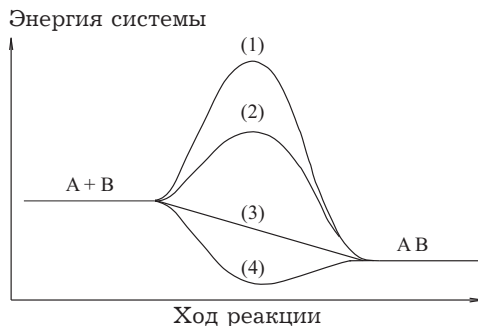
зя использовать:

- (1) разбавленную соляную кислоту
 (2) разбавленную серную кислоту
 (3) разбавленную азотную кислоту
 (4) уксусную кислоту

Почему, понятно? Если нет, посмотрим растворимость получающихся солей.

Почему бы вместо упомянутой выше несурзацы с синтезом аммиака не спросить:

Взаимодействие веществ А и В, протекающее с экзотермическим эффектом, показано на диаграмме линией (1). Введение катализатора К ведет к получению вещества АВ по пути:



1. (1); 2. (2); 3. (3); 4. (4).

Можно и химические знания протестировать, принципам «класса А» такой уровень не противоречит:

Пропускание какого газа через раствор соли свинца вызывает образование чёрного осадка?

- (1) CO_2 (3) H_2S
 (2) NH_3 (4) SO_2

Вполне допустима проверка инерции мышления таким вопросом:

Чему равна максимальная масса озона, который можно получить из 16 г кислорода?

- (1) 12,0 (3) 24,0
 (2) 16,0 (4) 32,0

Или таким:

Какой заряд имеет свободный радикал метил? (варианты от -1 до $+2$).

Или таким:

Как распознать две соли алюминия, $AlCl_3$ и $Al(OH)_2Cl$ (обе считаем растворимыми в воде):

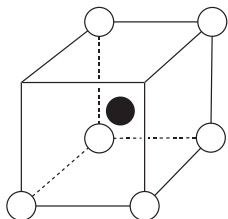
- (1) по цвету пламени;
- (2) по реакции раствора;
- (3) по поведению при нагревании;
- (4) по цвету соединений.

Всё так же просто и примитивно, как и в существующих в природе примерах ЕГЭ, только требует чуть больше соображения (оно же – логика) и не позволяет выбрать больше одного ответа.

Пойдём дальше, попробуем усложнить задания, не выходя за рамки школьной программы.

Задача по арифметике (или по геометрии, как кому больше нравится):

Кристаллическое вещество A_xB_y имеет объёмноцентрированную элементарную ячейку, изображённую на рисунке:



○ – атом А; ● – атом В.

Формула такого соединения будет:

- (1) AB
- (2) A_4B
- (3) A_8B
- (4) AB_4

Если школьник не спал при объяснениях, какие заместители куда смещают электронную плотность, он легко ответит на вопрос:

Какая из кислот самая сильная:

- (1) 2-фторпропановая;
- (2) дифторуксусная;
- (3) 3-бромпропановая;
- (4) хлоруксусная;
- (5) 2,2-диметилпропановая;
- (6) не знаю.

Ну, или хотя бы честно выберет ответ 6...

Допустим, что за единицу измерения относительных атомных масс

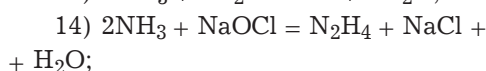
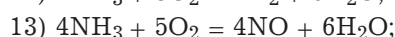
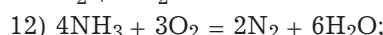
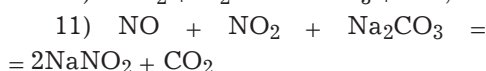
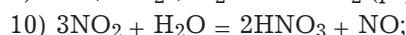
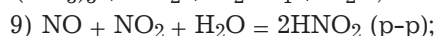
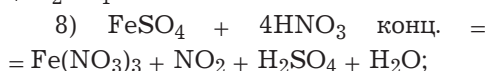
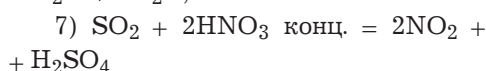
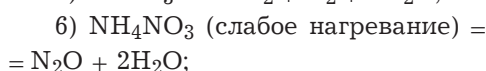
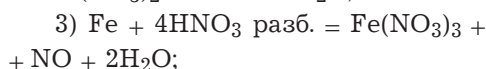
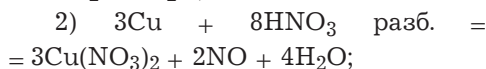
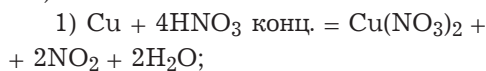
приняли не $1/12$ массы атома углерода, а $1/6$. Как изменится масса одного моля вещества при этом?

- (1) не изменится;
- (2) изменится в зависимости от молекулярной массы вещества;
- (3) увеличится в 2 раза;
- (4) уменьшится в 2 раза.

Пари заключаем на процент решателей, пометивших ответ (3)?

Плавню переходим в часть В.

Почему бы не использовать в части В хорошо совместимые с форматом «цифра в ответе» задачи на написание продуктов и уравнивание реакций? Окислительно-восстановительных, которые большинство школьников правильно уравнивать не умеет. А в ответе – проставить сумму коэффициентов, например. И дальше – простор для творчества (правые части в условии отсутствуют):





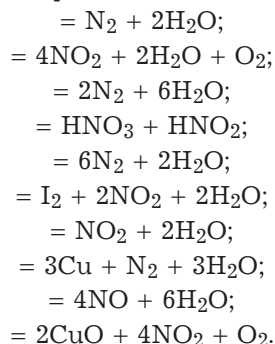
- 16) $\text{NH}_4\text{NO}_2 = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
 17) $3\text{HN}_3 = 4\text{N}_2 + \text{NH}_3$;
 18) $3\text{NH}_4\text{N}_3 = 4\text{N}_2 + 4\text{NH}_3$;
 19) $2\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{NO}_2 = 3\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$;
 20) $\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{HNO}_2 = 2\text{NH}_2\text{OH} + 2\text{NO}$.

И кусочек перенести в часть С:

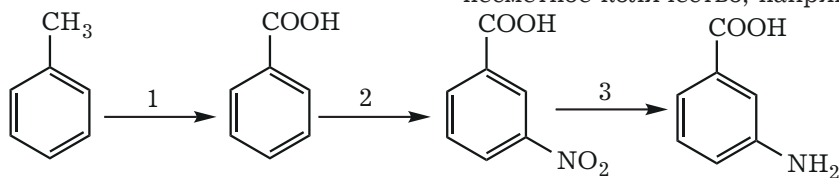
21) $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4$ (раствор без добавления кислоты или щелочи) = ?

99% напишут в результате смесь щёлочи и кислой соли, либо кислоты и основной соли – что такое реакция нейтрализации, они прочно забыли. А читатели нашего журнала, естественно, напишут и уравниют всё как положено...

Можно запросить то же самое по заданным правым частям:



Думается, вполне уместно зашифровать также реагенты и/или условия реакций в цепочках, коих несметное количество, например:



А дальше проставить соответствие стадий 1-2-3 набору реагентов типа

a) KNO_3

b) KMnO_4

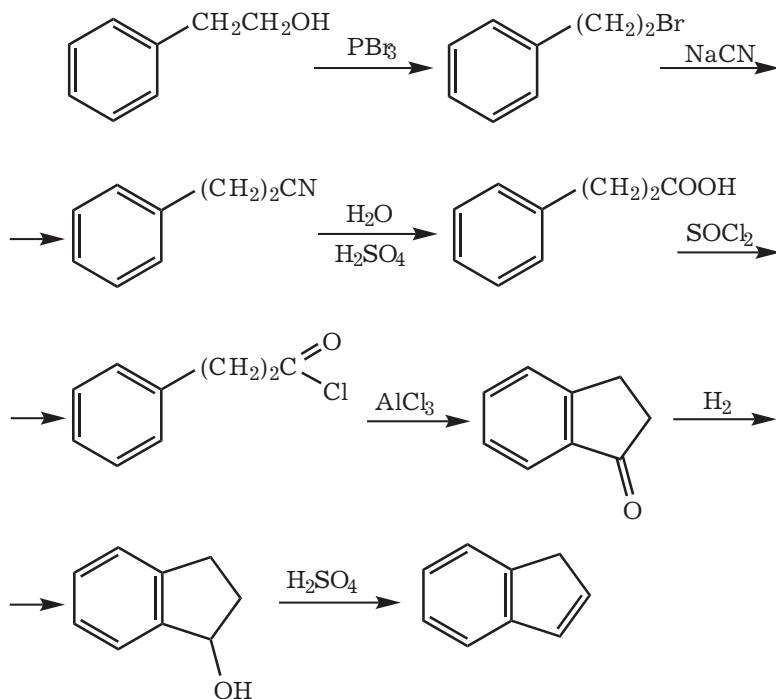
c) $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$

d) HCl

e) $\text{Fe}/\text{H}_2\text{SO}_4$

f) MnO_2 .

Можно и посложнее:



При этом никакого криминала в виде требований описать неизвестные процессы нет – всё нарисовано, нужно только включить то, чем экзаменуемый обычно ест, и сообразить, что хлор вместо гидроксила в карбоновой кислоте берётся из источника активного хлора, что этим источником вполне может быть предложенный в вариантах ответа SOCl_2 (а если предложить в вариантах PCl_3 , так вообще все напишут правильно), а в электрофильном замещении RCl (в присутствии AlCl_3) – не обязательно отдельная молекула, а может быть вполне та же самая, просто другой её конец...

В моде на ЕГЭ нынче и историческая химия. Только, вслед за упомянутыми учебниками, в вопросах кроется маленькая заковыка: преувеличенное внимание к роли русских и советских учёных в развитии химической науки. Исторические факты принимаются (и требуются «правильные» ответы на такие вопросы) по-прежнему с позиций «самого правильного» учения, в связи с чем отмечаем постоянное дежавю¹. С позиций этого учения, были некие Кекуле и Купер, достойные упоминания о том, что их теории (цитаты из некоторых учебников) «не имели предсказательного значения», а кардинальную роль в развитии химической науки сыграла теория химического строения Бутлерова, которая «в дальнейшем завоевала всеобщее признание учёных».

Ничуть не умаляя заслуги Бутлерова в идее зависимости свойств соединений от порядка соединения

атомов (это действительно эпохальный вывод), необходимо всё-таки констатировать факт, что Бутлеров не создавал глобальной теории химического строения, и объявлять его картину мира «руководящей основой всех исследований» как минимум неверно. Не уверен, что Вант-Гофф и Ле-Бель, к примеру, вообще знали его работы. Уж Хюккель с Полингом точно не знали.

Туда же – большинство советских исторических химиков согласились в своё время, что Менделееву необходимо ставить в заслугу открытие Периодического закона; а Периодическую систему строили многие до него, и она – следствие из закона. Поэтому Менделеева чтят на Западе как первооткрывателя Принципов, а не таблицы.

Для «исторических» заданий можно предложить, например, в часть В вопрос на соответствие типа: попробуйте сопоставить перепутанные в таблице имена великих химиков и краткие описания их вклада в развитие химии.



¹ Тема роли в истории науки российских и советских учёных требует отдельного и внимательного рассмотрения. Самых учёных возмущает «вульгаризированное» представление истории развития науки в школьных учебниках, поскольку они умаляют величие сделанных открытий, но, к сожалению, в этих разделах учебники не переписываются с середины XX века, времени борьбы идеологий.



А.Л. Лавуазье	Получил водород, изучил его горение
Г. Кавендиш	Открыл Cr, Zr, Ti, Ce
Д. Пристли	Доказал несостоятельность теории флогистона
К.В. Шееле	Изучал бензол
К. Л. Бертолле	Закон постоянных отношений
Л. Н. Воклен	Открыл кислород
Ж. Л. Пруст	Получил гипохлориты металлов
Д. Дальтон	Первая точная таблица атомных весов
Э. Митчерлих	Активно применял достижения химии в сельском хозяйстве
И.Я. Берцелиус	Автор легендарного учебника «Теоретическая химия»
Л. Гмелин	Закон кратных отношений
Ю. Либих	Внёс весьма весомый вклад в развитие стереохимии
А. Кекуле	Получил нитробензол. Помощник аптекаря, в 32 года – член Стокгольмской академии наук. Открыл хлор
П. Вальден	Предложил формулу бензола

Можно, конечно, подсократить – расширить до уровня школьной программы – но важен принцип (исторической правды)...

Вопросы типа «записать численный ответ», а также примеры «части С», позволяющие не выплеснуть ребёнка с водой, рассмотрим в следующий раз. Там уже полный простор для выяснения «кто есть кто» и кто чем думает – просто потому, что формат легко допускает задачи и вопросы любой сложности, а как, не выйдя за школьную программу, поставить в тупик прямолинейного отличника, мы уже выяснили...

