

**А. Д. Гусева, И. К. Проскурина**

**АНАЛИЗ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ  
ЭКЗАМЕНОВ ПО ХИМИИ В  
ЯРОСЛАВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
ИМЕНИ К.Д. УШИНСКОГО**



*Гусева*  
Александра Дмитриевна,  
кандидат химических наук,  
доцент кафедры неорганической химии Ярославского педагогического университета



*Проскурина*  
Ирина Константиновна,  
кандидат биологических наук, и.о. доцента кафедры органической химии Ярославского педагогического университета

Последние два года Ярославский государственный педагогический университет имени К.Д.Ушинского проводил письменный экзамен (тест) по химии на специальности "Химия" и "Биология". Абитуриентам было предложено 50 вопросов. Экзаменационные вопросы охватывали почти все темы школьной программы по химии, не выходя за ее рамки. В зависимости от сложности вопроса правильный ответ оценивался от 1 до 4-х баллов. Общая сумма баллов — 100. Ответы абитуриентов оценивались по десятибалльной системе. 10 баллов получал абитуриент, набравший от 85 до 100 баллов, 9 — от 75 до 84 баллов, 8 — от 65 до 74 баллов, 7 — от 55 до 64 баллов, 6 — от 45 до 54 баллов, 5 — от 35 до 44 баллов, 4 — от 25 до 34 баллов, 3 — от 15 до 24 баллов, 2 — менее 15 баллов.

В 1996 году из 100 абитуриентов на вступительных экзаменах по химии на специальности "Химия" и "Биология" 10 баллов получил один, 9

— трое, 8 баллов — четырнадцать абитуриентов, 7 — восемнадцать экзаменуемых, 6 баллов — двадцать один абитуриент. Таким образом, нетрудно подсчитать, что только 57% абитуриентов показали хорошие знания по химии. Отметим, что ни один из абитуриентов не получил неудовлетворительную оценку.

Необходимо выделить темы школьного курса химии, с которыми справилось подавляющее большинство абитуриентов: "Строение атома", "Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева", "Основные классы неорганических соединений", "Растворы", "Нефть, природный газ. Переработка нефти", "Распознавание различных классов органических соединений", "Сложные эфиры. Жиры".

Анализ ответов абитуриентов позволил выявить конкретные темы школьного курса химии, которые вызвали затруднения у большинства сдавших экзамен. К таким темам относятся: "Распространение элементов в природе", "Газовые законы", "Окислительно-восстановительные свойства веществ", "Химическая связь", "Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений", "Связь между углеводородами, спиртами, альдегидами и кислотами" и некоторые другие.

Рассмотрим некоторые конкретные вопросы тем школьного курса химии, указанных выше, на которые не дали ответа более 70% абитуриентов. В данной публикации приводятся задания, аналогичные экзаменационным.

Абитуриенты затруднялись выделить из предложенного ряда элементов самый распространенный элемент (по массе) в земной коре, хотя известно, что эта тема требует и знания конкретного фактического материала по распространению элементов в природе. Ответ на этот вопрос находится в школьном курсе химии восьмого класса: самым распространенным элементом в природе (по массе) является кислород (49%).

В теме "Основные понятия и законы химии" школьники не справились с вопросами такого типа. Одинаковое ли число молекул: а) в 1 г азота и 1 г оксида углерода (IV); в) в 1 моль азота и 1 моль оксида углерода (IV)? Во всех случаях условия нормальные.

**Решение а)** Пользуясь формулой  $\nu = \frac{m}{M}$ , где  $\nu$  — количество вещества (в г/моль),  $m$  — масса (в г),  $M$  — молярная масса (в г/моль), находим количество вещества, соответствующее 1 г азота и 1 г оксида углерода (IV):

$$\nu(N_2) = \frac{m(N_2)}{M(N_2)} = \frac{1}{28} \text{ моль}$$

$$\nu(CO_2) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} = \frac{1}{44} \text{ моль}$$

Понятно, что один г азота и 1 г оксида углерода (IV) содержат различное количество вещества, т.е. различное число молекул. б) По закону Авогадро равные объемы газов, взятые при одинаковых условиях, содержат одинаковое число частиц — молекул. Поэтому 1 л азота и 1 л оксида углерода (IV) содержат одно и то же число молекул ( $6,02 \cdot 10^{23} : 22,4 = 2,69 \cdot 10^{22}$ ). в) 1 моль азота и 1 моль оксида углерода (IV) содержат одинаковое количество вещества, следовательно, одинаковое число молекул.

Анализ ответов на вопросы этой темы указывает на отсутствие у учащихся понятий таких величин, как молярная масса, количество вещества, моль и на недостаточно полное усвоение закона Авогадро.

Неверные ответы на вопросы о зависимости объема газов от температуры и давления наглядно показали на неумение учащихся применять свои знания по теме “Газовые законы” при решении задач, когда условия отличные от нормальных. Пример: 5 моль азота при  $50^\circ\text{C}$  и  $p = 101325$  Па занимают объем: 1. 112 л; 2. больше 112 л; 3. меньше 112 л. Ответ: больше 112 л, так как с повышением температуры объем газа увеличивается при неизменном внешнем давлении, в данном случае равном нормальному атмосферному.

В теме “Окислительно-восстановительные реакции” экзаменующиеся не смогли использовать имеющиеся у них знания в новой ситуации и дать ответы на такие вопросы: какие вещества могут быть только окислителями, только восстановителями, и окислителями, и восстановителями?

Например: оксид серы (IV) в химических реакциях может быть: 1. только окислителем; 2. только восстановителем; 3. и окислителем и восстановителем.

**Решение.** Известно, что оксид серы (IV) легко вступает в окислительно-восстановительные реакции, так как сера может изменять степень окисления от  $-2$  до  $+6$

Степень окисления				
серы	$-2$	$0$	$+4$	$+6$
Вещества	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{S}$	$\text{SO}_2$	$\text{SO}_3$

Из таблицы видно, что сера со степенью окисления  $+4$  может как увеличить ее до  $+6$ , так и уменьшить до  $-2$ . В реакции с более сильным восстановителем, например сероводородом, оксид серы (IV) проявляет окислительные свойства  $2\text{H}_2\text{S} + \text{S}^{+4}\text{O}_2 \rightarrow 3\text{S}^0\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ , степень окисления серы при этом уменьшается с  $+4$  до  $0$ . При взаимодействии с кислородом  $2\text{S}^{+4}\text{O}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S}^{+6}\text{O}_3$  ок-

сид серы (IV) проявляет восстановительные свойства, а сера в этом случае увеличивает свою степень окисления с  $+4$  до  $+6$ .

**Ответ:** Оксид серы (IV) в химических реакциях может быть и окислителем, и восстановителем.

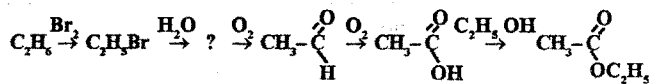
В теме “Типы химической связи” абитуриенты не дали ответов на вопросы: 1. какая из связей  $\text{Na-Cl}$ ,  $\text{Mg-Cl}$ ,  $\text{Al-Cl}$  характеризуется наибольшей степенью ионности? 2. какая из связей  $\text{Li-F}$ ,  $\text{Be-F}$ ,  $\text{B-F}$  характеризуется наибольшей степенью ковалентности?

**Ответ:** 1. наибольшей степенью ионности характеризуется связь  $\text{NaCl}$ , так как электроотрицательности натрия и хлора значительно отличаются. Натрий находится в начале, а хлор в конце третьего периода; 2. наибольшей степенью ковалентности характеризуется связь  $\text{B-F}$ , потому что эта связь будет менее полярной, чем две другие. Электроотрицательность элементов в периоде растет слева направо. Литий и бериллий находятся в начале второго периода, а бор в середине, ближе к фтору, сближаются электроотрицательности этих элементов, полярность связи  $\text{B-F}$  падает, а ковалентность увеличивается.

В ответах школьников по этой теме опять прослеживается отсутствие умения применить изученный материал на конкретных примерах.

Нужно сказать, что абитуриенты хуже справились с вопросами по органической химии. Они плохо знают физические свойства органических соединений; это указывает на то, что школьники не обращают внимания на справочные данные, приводящиеся в школьных учебниках. Абитуриентам было предложено выбрать ряд углеводородов, температура кипения в котором возрастает слева направо: 1. гексан, 2,2-диметилбутан, 2-метилпентан; 2. 2-метилпентан, 2,2-диметилбутан, гексан; 3. 2,2-диметилбутан, 2-метилпентан, гексан; 4. гексан, 2-метилпентан, 2,2-диметилбутан. Правильный ответ расположен под номером 3, так как углеводороды с разветвленной цепью углеродных атомов имеют по сравнению с соответствующими нормальными углеводородами более низкую температуру кипения.

Экзаменационный тест содержал вопросы по генетической связи органических соединений, относящихся к разным классам, которые предполагают знание химических свойств конкретных классов соединений. В школьном учебнике представлены подобные вопросы, тем не менее 70 абитуриентов не справились с данными заданиями. Приведем один пример. Между этаном и уксусноэтиловым эфиром существует генетическая связь, которую можно представить схемой:



Какое вещество пропущено в этой схеме: 1. этиловый спирт; 2. метиловый спирт? Правильный ответ — этиловый спирт, так как реакция замещения атома брома в бромэтаноле на гидроксильную группу в данном случае идет с образованием этилового спирта.

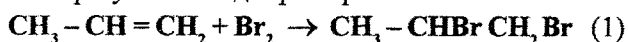
Особое внимание при изучении органической химии обращается на условия протекания конкретных реакций. 80% абитуриентов не справились с вопросами такого типа: бромбензол можно получить из карбида кальция, используя следующие реагенты и катализаторы: а) активированный уголь, б) вода; в)  $Br_2$  и Fe. Выберите ряд с нужной последовательностью реагентов: 1. а-б-в; 2. б-в-а; 3. б-а-в; 4. в-б-а. Учащиеся должны хорошо знать лабораторный способ получения ацетиленов при воздействии на карбид кальция воды. При изучении темы "Ароматические углеводороды" рассматривается один из способов получения бензола путем тримеризации ацетиленов при использовании активированного угля. Бромбензол получают бромированием бензола; катализатором в данном процессе служит железо. Таким образом, абитуриенты должны были выбрать из вариантов ответов ответ 3. К такому же типу вопросов относятся вопросы по бромированию и нитрированию органических соединений разных классов.

Наиболее трудными вопросами для поступающих являются вопросы о взаимном влиянии атомов в молекулах органических соединений, которые обычно рассматриваются в школьной программе на следующих парах соединений: бензол – фенол, бензол – анилин, спирты – фенол. Пример: с помощью каких реагентов можно различить спирт и фенол: 1.  $HNO_3$ , разб; 2.  $KMnO_4$ ; 3.  $Na_2CO_3$ ; 4.  $FeCl_3$ ? В представленном перечне веществ учащиеся должны увидеть реагенты, взаимодействующие с фенолом (1 и 4).

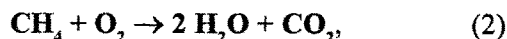
В ароматическом ядре фенола вследствие влияния гидроксильной группы происходит изменение в распределении электронной плотности. Она в большей степени концентрируется у атома углерода в орто- и параположениях по отношению к гидроксильной группе, здесь и осуществляется замещение атомов водорода нитрогруппами. Влияние гидроксильной группы настолько сильное, что для нитрования фенола используется разбавленная азотная кислота. Известно, что фенолы проявляют кислотные свойства, т.е. атом водорода гидроксильной группы под влиянием бензольного ядра более легко отщепляется по сравнению с таковым в спиртах. Следовательно, реакция фенола с хлоридом

железа (III) может быть понята учащимися как взаимодействие соли с кислотой с образованием фенолята железа  $Fe(OC_6H_5)_3$  (в действительности происходит образование комплексного соединения фиолетового цвета).

Подавляющее большинство абитуриентов не справились с элементарными расчетными задачами, которые легко решаются с использованием понятия количества вещества. **Пример:** смесь 0,5 моль метана и 0,02 моль пропилена медленно пропускали через бромную воду. При полном сгорании выходящего газа образовался новый газ объемом: 1. 0,02 моль; 2. 0,5 моль; 3. 1 моль; 4. 0,04 моль. Прежде всего абитуриенты должны были решить, какой из двух указанных в условии задачи газов реагирует с бромом. Этим газом будет пропилен, и в результате реакции присоединения брома образуется 1-2-дибромпропан:



Выходящим газом будет метан, при сгорании которого будет образовываться вода и оксид углерода (IV)



объем которого и нужно определить. Из уравнения 2 видно, что из метана образуется эквимольное количество оксида углерода (IV), следовательно, правильным ответом будет ответ №2.

При анализе тестового экзамена трудно говорить о конкретных ошибках, допущенных абитуриентами, однако надеемся, что данная публикация поможет будущим абитуриентам сосредоточить внимание на вопросах, которые вызвали наибольшее затруднение у сдавших экзамен в 1996 году.