

## Заочное тестирование по химии в рамках VII конкурса «Инструментальные исследования окружающей среды»

Мельник А.А.

учебный центр ЗАО «Крисмас+», Санкт-Петербург

Конкурс «Инструментальные исследования окружающей среды» проводится для школьников 7-11 классов с 2005 года. В рамках конкурса школьники могут пройти заочное тестирование по теоретическим вопросам выбранной темы исследования. Тестирование позволит участникам конкурса проверить свою подготовку по теоретической части темы исследования, а это в свою очередь может сыграть положительную роль во время защиты работы на конференции при ответах вопросы конкурсного жюри. Кроме того, участие в заочном тестировании напоминает сдачу ЕГЭ и ГИА. Тестирование проводится на сайте конкурса <http://www.eco-konkurs.ru/>.

Участникам предлагается выполнить задания: группы «А» - 1 правильный ответ из 4, группы «Б» - 2 правильных ответа из 4, группы «В» - , группы «Г» - вписать недостающее слово в определение, закончить фразу.

В 2011-2012 учебном году школьники в рамках VII конкурса «Инструментальные исследования окружающей среды» проходили заочное тестирование по химии. Тест «Химия-9» прошло 20 школьников, средний балл – 42,15 (max 50), тест «Химия-11»: прошло 14 школьников, средний балл – 37,2 (max 50). Как показали результаты, у школьников вызвали затруднения некоторые задания.

### Неорганическая химия

#### **- Строение атома.**

В задании необходимо назвать ион, которому соответствует электронная конфигурация  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ . Из перечисленных вариантов это  $S^{2-}$  (вариант «b»). Некоторые участники тестирования указали неверный вариант «с» -  $Al^{3+}$ . У этого иона электронная конфигурация  $1s^2 2s^2 2p^6$ .

Участники тестирования успешно справились с некоторыми заданиями, указав, что атомы химических элементов бора и алюминия имеют одинаковое число электронов во внешнем электронном слое, а также указав верное число электронов во внешнем электронном слое атома, ядро которого содержит 8 протонов (6)

#### **- Гидролиз солей.**

Как показали результаты тестирования, у школьников вызывают затруднения понятия «гидролиз по катиону», «гидролиз по аниону», «полный гидролиз». Так, в ответах участники ошибочно указывали, что гидролизуются соли: NaF, CaCl<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KBr. Также участники ошибочно указывали, что AgNO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> гидролизуются по катиону и аниону одновременно.

На вопрос «Каково отношение к гидролизу сульфида алюминия:...» некоторые участники выбирали ответы «не гидролизуется» и «гидролизуется по аниону». Сульфид алюминия образован слабыми кислотой и основанием, поэтому правильный ответ «гидролизуется по катиону и аниону», в другом

задании некоторые участники ошибочно указали, что соли  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  подвергаются полному гидролизу.

Задание «Щелочную реакцию среды имеют растворы...» имеет два правильных варианта ответа из предложенных:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{Rb}_2\text{S}$ . Некоторые участники выбирали неверные варианты  $\text{CsCl}$  и  $\text{KClO}_4$ . Карбонат натрия и сульфид рубидия образованы сильным основанием и слабой кислотой, поэтому реакция раствора щелочная. А хлорид цезия и хлорат калия образованы сильными основанием и кислотой.

**- Тип химической связи и тип кристаллической решетки.**

В задании «Веществом с ковалентной полярной связью является...» ошибочно выбирали вещества  $\text{NaBr}$  и  $\text{CaCl}_2$ , для которых характерна ионная связь.

В задании «Ионную кристаллическую решетку имеет...» из предложенных вариантов участники тестирования ошибочно выбирали ответы «хлор» и «хлорид фосфора (III)».

**- Степень окисления.**

В задании «Наименьшую степень окисления хром имеет в соединении...» ошибочно выбирали  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , где степень окисления хрома +6, и  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ , где степень окисления хрома +3 (*правильный ответ* –  $\text{CrSO}_4$ , где у хрома степень окисления +2).

Многие участники неправильно вычислили степень окисления азота в гидроксилamine  $\text{NH}_2\text{OH}$ , называя варианты -3 и -2. Правильный ответ: степень окисления равна (-1).

В задании «Атомы азота и углерода имеют одинаковую степень окисления в соединениях...» было приведено по два варианта соединений углерода и азота: а)  $\text{NH}_3$ , б)  $\text{CO}$ , с)  $\text{NO}_2$  и д)  $\text{CCl}_4$ . В этом задании нужно было выбрать варианты с и d, поскольку в диоксиде азота и четыреххлористом углероде у азота и углерода одинаковая степень окисления +4. Однако некоторые участники ошибочно указывали варианты а и d (т.е. соединения  $\text{NH}_3$  и  $\text{CCl}_4$ ), б и d (т.е. соединения  $\text{CO}$  и  $\text{CCl}_4$ ), а и б (т.е. соединения  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}$ ).

В одном из заданий участникам тестирования требовалось указать формулу соединения, в котором степени окисления химических элементов равны -3 и +1. Некоторые участники тестирования из предложенных вариантов выбрали  $\text{NF}_3$  (фторид азота). Однако, фтор является элементом с самым большим значением электроотрицательности, поэтому степень окисления фтора в соединениях равна -1, значит, степень окисления азота равна +3.

**- Качественный и количественный состав неорганических соединений.**

В одном из заданий к средним солям участники причисляли  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{KHS}$ , которые относятся к кислым.

В задании «Химическое соединение состава  $\text{K}_2\text{ЭO}_3$  образует каждый из двух элементов...» некоторые участники тестирования ошибочно выбирали ответ «азот и сера». Действительно, существует соединение состава  $\text{K}_2\text{SO}_3$ , однако соединение  $\text{K}_2\text{NO}_3$  не существует. Правильный ответ на этот вопрос – углерод и сера, образующие соединения  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{K}_2\text{SO}_3$ .

Для установления качественного состава раствора хлорида аммония некоторые участники тестирования предлагали использовать раствор нитрата бария, который не является реагентом ни на катион аммония, ни на хлорид-ион.

Все участники тестирования дали верные ответы в заданиях:

- значение массовой доли кислорода в силикате магния.

- верно указали сложное вещество

- назвали реактивы, необходимые для установления качественного состава серной и соляной кислот.

**- Кислотно-основные свойства неорганических соединений.**

При ответе на вопрос «Верны ли следующие суждения о магнии и его соединениях? А. Магний реагирует и с кислотами, и со щелочами. Б. Оксид магния является основным оксидом» часто выбирали вариант «верны оба суждения», забывая, что магний не реагирует со щелочами. К тому же можно заметить, что два суждения явно противоречат друг другу: если бы магний реагировал и с кислотами, и со щелочами, то оксид магния также бы обладал амфотерными свойствами. В данном вопросе верным является только утверждение Б.

В задании «Общим свойством меди и железа является их способность растворяться в ...» из ответов выбирали разбавленную серную кислоту и раствор щелочи. Но медь не реагирует с разбавленной серной кислотой, а со щелочью не реагирует, ни железо, ни медь. Из предложенных вариантов ответов правильным был «в азотной кислоте».

В задании «Гидроксид натрия взаимодействует с каждым из двух веществ: ...» участники ошибочно выбрали все неправильные варианты: а) MgO и HCl, б) NH<sub>3</sub> и SO<sub>3</sub>, в) H<sub>2</sub>S и KNO<sub>3</sub>. Из предложенных вариантов ответов правильным был d: HNO<sub>3</sub> и Al.

**- Химические реакции между неорганическими веществами и условия их протекания.**

В задании «С водой при обычных условиях реагирует...» ошибочно выбирали оксид азота (II) и оксид железа (II). Из предложенных вариантов ответов правильным был оксид азота (IV).

В одном из заданий некоторые участники утверждали, что химическая реакция возможна между NaOH и K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, а другие - между HCl и Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Из предложенных вариантов ответов правильным был «между Zn и CuCl<sub>2</sub>»

В задании «Каждое из перечисленных веществ H<sub>2</sub>O и Cl<sub>2</sub> взаимодействует с веществом: ...» некоторые участники отвечали «с кислородом». Из предложенных вариантов ответов правильным был d: с натрием.

В схеме превращений



некоторые школьники утверждали, что веществами «X» и «Y» могут быть соответственно б) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>O и d) KCl и CO<sub>2</sub>. Из предложенных вариантов ответов правильным был с: KOH и HCl

Некоторые участники ошибочно полагали, что разбавленная серная кислота может реагировать с серебром Ag и оксидом кремния SiO<sub>2</sub>. Правильные ответы на этот вопрос – Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

В задании «И серная кислота, и гидроксид калия способны реагировать с...» участники ошибочно выбирали варианты «с водородом» и «с оксидом магния». Правильные варианты ответов – «с гидроксидом алюминия» и «с цинком»

В задании «Алюминий взаимодействует со следующими веществами...» из 4 предложенных вариантов правильными было три: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub> (p-p) и NaOH(p-p). Единственный неверный вариант P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> некоторые участники тоже выбрали.

Среди веществ, реагирующих с кислородом при обычных условиях, некоторые участники выбирали кислород, а он азотом при обычных условиях не реагирует, а реагирует с натрием.

Некоторые участники тестирования ошибочно посчитали, что оксид меди (II) и хлорид бария взаимодействует при обычных условиях с кремниевой кислотой.

Указанное некоторыми участниками вещество хлорид меди (II) CuCl<sub>2</sub> не вступает в химическую реакцию с оксидом цинка.

Аммиак, указанный некоторыми участниками тестирования, нельзя получать методом собирания над водой.

Все участники успешно справились со следующими заданиями по этой тематике:

- выбрали из предложенных вариантов вещество, взаимодействующее с сульфатом меди,

- выбрали из предложенных вариантов вещество, реагирующее с раствором гидроксида калия,

- из предложенных вариантов указали 2 вещества, образующиеся при взаимодействии гидроксида железа(II) с раствором серной кислоты.

**- Окислительно-восстановительные реакции.**

В задании «Изменению степени окисления Fe<sup>+2</sup> → Fe<sup>+3</sup> соответствует схема:...» некоторые участники выбирали вариант ответа «Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + HI → FeI<sub>2</sub> + I<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O». Это неправильный ответ, поскольку в соединении Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> железо находится в степенях окисления +2 и +3. Правильный вариант ответа b: FeCl<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> → FeCl<sub>3</sub>.

В одном из заданий некоторые участники тестирования ошибочно причисляли к окислительно-восстановительным следующие реакции: хлорида натрия (твердого) с концентрированной серной кислотой и димеризации оксида азота (IV). Остальные два ответа являлись правильными. Это реакции алюминия с разбавленной азотной кислотой и оксида марганца (IV) с соляной кислотой.

В задании «При взаимодействии CuSO<sub>4</sub> и KI среди продуктов реакции образуются...» участники должны были выбрать «CuI» и «I<sub>2</sub>». Реакция сульфата меди и иодида калия является окислительно-восстановительной, где

медь выступает окислителем, а иод – восстановителем. Некоторые участники ошибочно указывали, что образуется соединение  $\text{CuI}_2$ .

В одном из заданий необходимо было выбрать из 4 вариантов химических реакций только те, в которых сера является восстановителем.

Многие участники успешно справились с этим заданием, указав 2 верных варианта, однако некоторые, наряду с верным вариантом, указали

Из представленных в одном из заданий химических реакций участники тестирования выбрали реакцию, где сера является не восстановителем, как требовалось по условию, а окислителем.

#### **- Электролитическая диссоциация.**

Некоторые участники считают слабыми электролитами соляную кислоту и гидроксид натрия. Из предложенных вариантов ответов правильным была сероводородная кислота.

Участники успешно справились с другими заданиями по данной теме:

- из списка веществ выбрали неэлектролит,
- верно указали класс неорганических веществ, диссоциирующие с образованием катионов металла и анионов кислотного остатка,
- верно указали сокращенное ионное уравнение, соответствующее реакции между нитратом бария и серной кислотой.

#### **- Скорость химических реакций.**

Задание, с которым большинство участников не справилось, звучит так: «С наибольшей скоростью соляная кислота взаимодействует с...». Участники выбирали варианты: с металлическим цинком, с металлическим железом, с твердым карбонатом железа (II) .но никто не выбрал правильный ответ: с раствором гидроксида натрия. Первые три вещества являются твердыми, соответственно реакция идет на границе твердой фазы и раствора. А в случае с раствором гидроксида натрия реакция идет в однородной (гомогенной) среде, где степень диффузии, а соответственно, и скорость реакции самая высокая.

#### **- Периодический закон и периодическая система.**

На вопрос: «В каком ряду химические элементы расположены в порядке возрастания их атомного радиуса?...» ошибочно выбирали ответ «Li, Be, B, C». Но в периоде слева направо радиус атомов уменьшается. Правильный ответ – d: F, Cl, Br, I, поскольку в группах сверху вниз радиус атомов увеличивается.

В задании «Изменение свойств от металлических к неметаллическим происходит в ряду...» все участники тестирования указали верный вариант ответа:  $\text{Mg} \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Si}$ .

Все участники тестирования верно указали, что:

- неметаллические свойства фосфора выражены сильнее, чем неметаллические свойства алюминия.
- в ряду химических элементов  $\text{As} - \text{P} - \text{N}$  увеличивается электроотрицательность и усиливаются кислотные свойства их высших оксидов

В некоторых заданиях участники давали неполные ответы:

«В ряду химических элементов Na - Mg - Al» указывали только «увеличивается число электронов во внешнем электронном слое», при этом не называя «уменьшается радиус атомов».

#### **- Промышленные способы получения металлов.**

Некоторые участники тестирования полагали, что из приведенных суждений о промышленных способах получения металлов (А. В основе пирометаллургии лежит процесс восстановления металлов из руд при высоких температурах. Б. В промышленности в качестве восстановителей используют оксид углерода (II) и кокс.) верным является только суждение под буквой Б. На самом деле оба суждения являются верными.

#### **Органическая химия**

В ответе на один из вопросов некоторые участники изомером 2-метилпропанола-1 назвали вещество 2-метилбутанол-1. Однако оно является гомологом, поскольку отличается группой  $\text{CH}_3$ . Правильный ответ – метилизопропиловый эфир

Некоторые участники тестирования полагают, что только  $\sigma$ -связи присутствуют в молекуле бутена-2. Однако, это непредельный углеводород, содержащий в молекуле не только  $\sigma$ -, но и  $\pi$ -связи. Из предложенных вариантов ответов правильным был d: изобутан.

Некоторые участники тестирования полагают, что при восстановлении глюкозы образуется кислота. Но глюкоза содержит альдегидную группу, поэтому кислота может образоваться при окислении. А при восстановлении альдегидной группы образуется спирт.

В схеме превращений: этаналь  $\rightarrow$  X  $\rightarrow$  этилацетат некоторые участники тестирования полагают, что веществом «X» является ацетат натрия, ацетилен. Из предложенных вариантов ответов правильным был а: этановая кислота.

В задании «Взаимодействие метановой кислоты с этанолом относится к реакциям...» из предложенных вариантов школьники в основном выбирали «присоединения», что является неправильным ответом. Правильный ответ – с: этерификации.

Некоторые участники тестирования ошибочно причисляли к классу спиртов соединения глицин (на самом деле это аминокислота) и толуол (ароматический углеводород). Правильными ответами были «глицерин» и «бутанол-1».

В одном из заданий тестирования из предложенных вариантов а) этан, б) 2-метилпропан, в) бутан, г) метан нужно было выбрать изомеры. Среди перечисленных веществ изомерами являются два вещества: 2-метилпропан и бутан. Некоторые участники ошибочно полагали, что изомерами являются вещества 2-метилпропан и метан.

Задание «Взаимодействие пропена и хлороводорода протекает...» предполагает выбор всех правильных характеристик реакции. Правильных вариантов ответов было два: «с разрывом  $\pi$ -связи в молекуле пропена» и «без катализатора». Некоторые участники ошибочно указывали еще вариант «по цепному радикальному механизму».

#### **Общая химия**

Все участники тестирования вено указали сумму коэффициентов в уравнении реакции между оксидом натрия и оксидом фосфора (V).

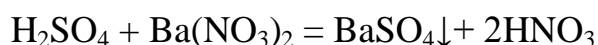
Не все участники тестирования выбрали рисунок, показывающий правильное нагревание жидкости в пробирке.

В заданиях группы Г необходимо решить расчетную задачу, либо завершить фразу или определение.

Не всем участникам тестирования удалось дать верный ответ на условие задачи:

К 200 г раствора серной кислоты с массовой долей 12,25% прилили избыток раствора нитрата бария. Определите массу выпавшего осадка.

Решение задачи:



Рассчитаем массу и количество вещества серной кислоты, содержащейся в растворе:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 200 \text{ г} \times 0,1225 = 24,5 \text{ г.}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 24,5 / 98 = 0,25 \text{ моль}$$

Определим массу вещества, выпавшего в осадок

По уравнению реакции  $n(\text{BaSO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25$  моль.

$$m(\text{BaSO}_4) = 0,25 \text{ моль} \times 233 \text{ г/моль} = 58,25 \text{ г.}$$

ОТВЕТ:  $m(\text{BaSO}_4) = 58,25 \text{ г.}$

Некоторые участники давали неверный ответ 1 г.

С заданием «... - это химические реакции, протекающие с изменением степеней окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ, реализующихся путём перераспределения электронов между атомом-окислителем и атомом-восстановителем» все участники тестирования справились успешно, дав правильный ответ «окислительно-восстановительные реакции».

Все участники тестирования знают, что самым легкоплавким металлом (имеющим самую низкую температуру плавления) является ртуть

Некоторые участники тестирования полагают, что явление, когда один и тот же элемент образует несколько простых веществ, называется «изомерия».

Правильным является ответ «аллотропия». Изомерия – это явление, заключающееся в существовании химических соединений, одинаковых по составу и молекулярной массе, но различающихся по строению или расположению атомов в пространстве и, вследствие этого, по свойствам.

Химическое и электрохимическое разрушение металлов и их сплавов в результате воздействия на них окружающей среды все участники тестирования верно назвали коррозией.

Количество атомов водорода кислот, способных замещаться на металл, называется основностью. С этим заданием большинство участников справились успешно. Некоторые участники дали ответы «кислоты», «неорганические кислоты».

Подробный разбор всех ошибок приведен в пособии на сайте конкурса <http://www.eco-konkurs.ru>

### Литература

1. Варианты заданий олимпиад по химии Санкт-Петербурга, Пермского края, Казахстана.
2. Мельник А.А. Заочное тестирование в рамках VII конкурса исследовательских работ школьников «Инструментальные исследования окружающей среды». Задания и ответы. – СПб.: Крисмас+, 2012. – 130 с.
3. Тесты. Варианты и ответы централизованного тестирования, 11 класс - М.: Центр тестирования МО РФ, 2003. – 337 с.
4. Тесты. Варианты и ответы централизованного (абитуриентского) тестирования - М.: Федеральное государственное учреждение «Федеральный центр тестирования», 2005. – 382 с.
5. Тесты. Варианты и ответы централизованного (абитуриентского) тестирования - М: ООО «РУСТЕСТ», 2006. – 381 с.