

Химия, 11 класс, муниципальный этап
Время выполнения – 4 часа

Уважаемый участник олимпиады!

Перед Вами:

1. Текст заданий олимпиады.
2. Сопутствующие материалы (таблицы)
 - 2.1. ПСХЭ Д.И. Менделеева
 - 2.2. Таблицу растворимости оснований, кислот и солей в воде
 - 2.3. Ряд активности металлов

Конечно, как всегда, можно использовать калькулятор.

Удачи!

Жизнь – это миг ...

А.П. Чехов

*Личность – это бесконечность возможностей,
Это безграничность перспектив ...*

П.И. Новгородцев

Задание 1. Органическое вещество X и его химические свойства

(max – 9 баллов)

*После первых гроз красиво, фиолетово цветёт
Некрещеная крапива – роза северных широт.*

А. Вознесенский

Вопрос 1. Назовите X

В молекуле этого органического вещества X ($t_{\text{пл}} = +8,3 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{\text{кип}} = 100,8 \text{ }^\circ\text{C}$; $\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$ при $20 \text{ }^\circ\text{C}$, $K_{\text{дис}} = 1,77 \cdot 10^{-4}$; $M_r(X) = 46$ содержится одинаковое число атомов кислорода и атомов водорода.

Назовите вещество X, запишите его структурную формулу.

Вопрос 2. Химические свойства X

С какими из приведенных ниже веществ (или их растворами) может реагировать органическое вещество X? Запишите уравнения возможных реакций. Условия проведения реакций желательны.

Простые вещества:

1. Магний
2. Медь
3. Кислород
4. Хлор

Сложные вещества:

5. Этанол
6. Хлорид натрия

7. Карбонат кальция (мрамор)
8. Перманганат калия в кислой среде
9. Реактив Толленса: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
10. Гидроксид натрия
11. Оксид магния

Задание 2. Структурные формулы кислородосодержащих органических веществ (max – 6 баллов)

Вопрос 1. Запишите три структурные формулы веществ: α , β , γ

Напишите структурные формулы трех **кислородосодержащих** органических веществ (элементный состав: С; Н; О), которые содержат 40% углерода по массе, **но** имеют разные молярные массы (Но! не более 100!).

α - первое вещество с самой маленькой молекулярной массой, вызывает денатурацию белков. Основная масса этого вещества идет на получение полимеров.

β - второе вещество вам знакомо по маринованным «огурчикам» и «помидорчикам», которые готовят мама, бабушка ...

γ - третье вещество вам знакомо по процессам квашения капусты, скисания молока...

Вопрос 2. Как получить α , β , γ ?

Запишите по одной реакции получения каждого из трех описанных веществ.

Задание 3. От пирита FeS_2 к 10%-му олеуму* (max – 11 баллов)

Вычислите массу 10%-го олеума, который можно получить из 18 кг руды, содержащей 66,67% пирита FeS_2 , если выход продукта реакции на стадии обжига пирита составляет 75%, а на стадии каталитического окисления оксида серы (IV) – 85%.

**Справка: олеум – раствор серного ангидрида SO_3 в 100%-ой серной кислоте. Обычно олеум содержит до 60%-ов SO_3*

Обязательно запишите 3 уравнения реакций, соответствующих схеме: $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$.

Запишите цепочку прекращений, удобную для расчетов, которая включает 3 стадии получения серной кислоты из пирита.

Задание 4. Колебательные реакции Белоусова **(от ионных к «молекулярным» уравнениям)**

(max – 8 баллов)

Никогда не говори никогда
Конфуций

Генерал, военный химик Борис Павлович Белоусов, открыл в 1951 году принципиально новый класс химических реакций – автоколебательных. В его опытах, в которые никто вначале не верил, раствор, в строго определенных интервалах времени, то принимал желтую окраску, то обесцвечивался.

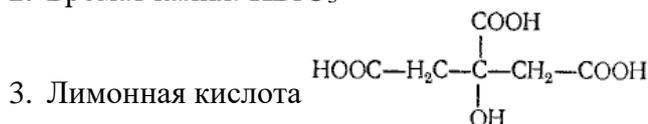
Аналогичные реакции, со всеми цветами радуги, проводил перед школьниками и студентами профессор Николай Николаевич Рунов, заведующий кафедрой неорганической химии ЯГПУ им. К.Д. Ушинского.

Аналогичную автоколебательную реакцию показала команда КВН Физтеха. Даже Константин Эрнст, защитивший диссертацию по биохимии, генеральный директор «Первого канала», председатель жюри КВН, попросил после программы КВН, объяснить сущность колебательных реакций.

Вот краткие пояснения:

Реактивы:

1. Вода: H_2O
2. Бромат калия: $KBrO_3$



4. Серная кислота: H_2SO_4
5. Сульфат церия: $Ce_2(SO_4)_3$

В водном растворе этих реактивов и будут протекать колебательные реакции.

Справка: Катион Ce^{3+} а точнее $[Ce(H_2O)_6]^{3+}$ → бесцветный
Катион Ce^{4+} а точнее $[Ce(H_2O)_6]^{4+}$ → желтый

Описание процессов:

Вначале происходит окисление ионов Ce^{3+} сульфата церия $Ce_2(SO_4)_3$ бромат-анионами BrO_3^- :

$$6Ce^{3+} + BrO_3^- + 6H^+ = 6Ce^{4+} + Br^- + 3H_2O \quad (1)$$

Из-за появления ионов Ce^{4+} окраска раствора становится желтой.

Затем катионы Ce^{4+} окисляют лимонную кислоту $(CH_2COOH)_2C(OH)COOH$ в ацетондикарбоновую кислоту $(CH_2COOH)_2CO$:



Эта реакция вызывает обесцвечивание раствора. Появившиеся ионы Br^- тотчас же взаимодействуют с триоксоброматными ионами BrO_3^- с образованием брома Br_2 , который немедленно окисляет катионы Ce^{3+} :



Реакции (1), (3) и (4) протекают быстро и вызывают внезапное появление желтой окраски раствора, вызванной присутствием катионов Ce^{4+} . Ритм реакций можно ускорить или замедлить, изменяя концентрации взятых реагентов и температуру.

После реакций (3) и (4) опять вступает в дело реакция (2), и все они повторяются вновь, пока не будет израсходован один из реагентов – бромат калия $KBrO_3$ или лимонная кислота.

Представьте, используя четыре сокращенные ионные уравнения реакций (1); (2); (3); (4), четыре полные «молекулярные» уравнения реакций.

Задание 5. Смесь углеводородов ... **(маx – 10 баллов)**

Смесь этана, этилена и ацетилена объемом 16,8 литра (н.у.) может прореагировать с бромной водой, содержащей 80 граммов брома. Если исходную смесь пропускать через избыток аммиачного раствора оксида серебра, то образуется осадок массой 36 г.

Та же смесь этана, этилена и ацетилена объемом 16,8 литра (н.у.) была подвергнута полному сжиганию в кислороде, а полученный углекислый газ был пропущен через раствор гидроксида калия объемом 416,7 мл, массовой долей щелочи 22,4 % и плотностью 1,2 г/мл.

Рассчитайте массовые доли солей во вновь полученном растворе.

Задание 6. Об элементе 006 из ПСХЭ. **(маx – 9 баллов)**

О графене: Монослой графита – двумерную сетку правильных шестиугольников из атомов углерода – называется графеном (см. рис. 1).

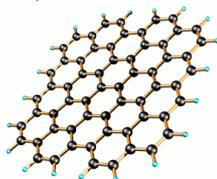


Рис. 1

*Всё на свете ерунда – кроме пчёл...
Винни-Пух*

Представьте себе материал в миллионы раз тоньше бумаги, который как бы сложен из «пчелиных сот». Графен можно представить как одну плоскость графита, отделённую от обычного кристалла. Графен является двумерным кристаллом, состоящим из одиночного слоя атомов углерода, собранных в гексагональную решётку правильных шестиугольников. Тип гибридизации атомных орбиталей атомов углерода – sp^2 . А. Гейм и К. Новосёлов, работающие в Англии, смогли выделить такой слой из монокристалла графита и разместить его в виде плёнки на поверхности кремниевой подложки (см. рис. 1). В октябре 2010 года это достижение было отмечено Нобелевской премией.

Вопрос 1. Назовите 4 аллотропные модификации элемента углерода, известные учёным ещё в XX веке. Чьи три кристаллические решётки показаны на рис. 2, рис. 3, рис. 4?

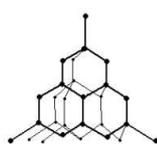


Рис. 2



Рис. 3

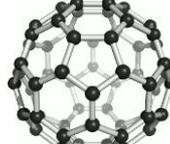


Рис. 4

К какому типу кристаллических решёток они относятся (атомным, ионным, молекулярным, металлическим)?

Вопрос 2. Чему равна валентность углерода в графене (см. рис.1)?

Вопрос 3. Рассчитайте массу графенового квадрата размером 10×10 мм (1 см^2).

Длина связи С-С в графене равна $0.142 \cdot 10^{-9}$ м (краевым эффектом пренебречь).

Справка из математики: площадь (S) правильного шестиугольника, в котором a – сторона, равна $S = \frac{3}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot a^2$

Вопрос 4. Для насыщения свободных валентностей углерод в графене способен образовывать связи с газообразными веществами. Чему равно максимальное число атомов водорода, которое может присоединить указанный выше (10×10 мм = 1 см^2) графеновый квадрат.

Задание 7. Две навески практически одинаковой массы... (max – 14 баллов)

В школьной лаборатории взяли две навески практически одинаковой массы двух твёрдых веществ **X** и **У**. Вероятно и вещество **X** и вещество **У** есть у вас дома.

Вещество **X** - тёмно-фиолетовые, почти чёрные кристаллы.

Вещество **У** - белое твёрдое вещество.

Обе навески были независимо друг от друга (в разных колбах под тягой) обработаны соляной кислотой.



Газ **A** - жёлто-зелёного цвета, ядовитый.

Газ **B** - без цвета и запаха, молекула линейная.

Объёмы выделившихся газов относятся как 5:3, то есть $V(\text{газа A}) : V(\text{газа B}) = 5:3$

Назовите веществ **X** и **У**, а так же газы **A** и **B**. Ответы подтвердите расчётами по уравнениям реакций.

Запишите возможные уравнения реакций взаимодействия газов **A** и **B**:

1. С раствором щёлочи КОН
2. С водой

Не забывайте указать условия протекания реакций.

ПОДСКАЗКИ:

1. Из вещества **X** вы в школьной лаборатории получали кислород.
2. Вещество **У** при взаимодействии с кислотой даёт эффект «вскипания».