

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРГКОМИТЕТ
ВСЕСОЮЗНОЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ

XX

ВСЕСОЮЗНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

г. Донецк

ЗАДАНИЯ
ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

Москва

•1986

275-летию со дня рождения
М.В. ЛОМОНОСОВА посвящается



8 КЛАСС

Задача 1

В 1756 году М.В.Ломоносов и его ученик Василий Клементьев провели серию экспериментов с целью установления общей природы "земель" – окисленных форм металлов. "Земли" получали сжиганием металла, либо осаждением из азотнокислого раствора поташом (карбонатом калия). Одинаковые по массе образцы меди прокаливали на воздухе, взвешивая до и после прокаливания, или растворяли в азотной кислоте и к полученному раствору приливали раствор поташа до прекращения выделения осадка. Затем осадок отфильтровывали, промывали, сушили и взвешивали.

Получены следующие результаты:

Масса меди в гранах (1 гран = 0,0648г)	Масса вещества, обра- зовавшегося после прокаливания (гран)	Масса вещества, об- разовавшегося по- сле осаждения(гран)
20	24	-
20	-	34
40	-	62

Проанализируйте получившиеся данные на основе современных представлений и укажите возможные причины ошибок эксперимента.

Задача 2

При взаимодействии двух простых газообразных веществ А и Б образуется газообразное вещество В. Полученный после растворения газа В в воде раствор разделили на две равные части. Первая часть раствора была подвергнута действию прямого солнечного света до прекращения выделения газа, затем к ней прибавили избыток раствора гидроксида лития. При этом выпал белый осадок массой 7,80 г. Ко второй порции раствора добавили избыток раствора гидроксида калия. Затем раствор упарили досуха, а остаток прокалили в присутствии диоксида марганца. При этом масса остатка уменьшилась на 4,80 г.

Определите вещества А, Б и В и напишите уравнения всех протекающих реакций.

Задача 3

В калориметре смешали 100 г водного 1,82%-ного раствора хлороводорода и 100 г водного 4%-ного раствора гидроксида натрия при 20°C. Температура после смешения повысилась до 23,4°C. Затем

в калориметр добавили ещё 140 г водного 3,5%-ного раствора серной кислоты, имеющей температуру $23,4^{\circ}\text{C}$.

Какова будет температура раствора в калориметре?
(Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой можно пренебречь. Теплоёмкости всех растворов считать одинаковыми).

Задача 4

Смесь, состоящая из сероводорода и кислорода, находится в закрытом сосуде при температуре 200°C и давлении несильно ниже атмосферного. Смесь подожгли. После окончания реакции и приведения смеси к начальной температуре давление понизилось на 28,6% по сравнению с первоначальным. Затем в сосуд добавили 80 г кислорода и нагревали при высокой температуре. После охлаждения до 200°C давление в сосуде стало в 1,43 раза больше первоначального.

Определите состав исходной смеси в объёмных долях, если известно, что в конечной смеси ещё остался кислород.

Задача 5

Белая натриевая соль хорошо растворима в воде. Если к её раствору добавить раствор хлорида бария, выпадает белый осадок, растворимый в соляной кислоте. При добавлении к раствору исходной соли раствора нитрата свинца выпадает белый осадок, который не переходит в раствор при действии концентрированной азотной кислоты.

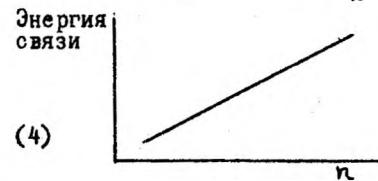
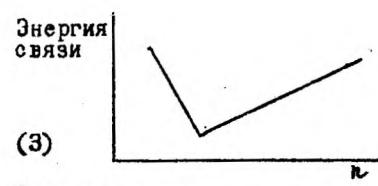
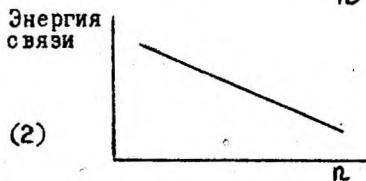
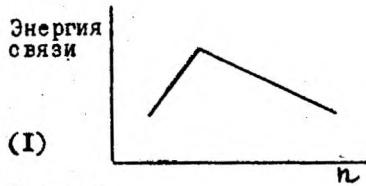
Если исходную соль прокалить без доступа воздуха и полученный остаток растворить в воде, то при добавлении к раствору хлорида бария выпадает белый осадок, нерастворимый в кислотах. Если к раствору добавить нитрат свинца, образуется серый осадок, который под действием пероксида водорода превращается в осадок белого цвета.

Что собой представляет исходное вещество? Напишите уравнения перечисленных реакций.

Задача 6

Ознакомьтесь с каждым вопросом задания, ответьте на него и непосредственно в этом выданном Вам тексте задания обведите кружком номер правильного ответа или впишите ответ в специально выделенное место.

1. Для получения углекислого газа из мрамора в аппарате Киппа нельзя использовать
- (1) разбавленную соляную кислоту (3) разбавленную азотную кислоту
(2) разбавленную серную кислоту (4) уксусную кислоту
2. Как будет изменяться энергия разрыва химической связи в молекулах галогенов по мере увеличения порядкового номера "n" элемента?



3. Ниже приведены температуры кипения галогенидов щелочных металлов ($^{\circ}\text{C}$):

	Li	Na	K	Rb	Cs
F	1676	1702	1505	1410	1251
Cl	1382	1454	1417	1383	1303
Br	1310	1392	1376	1350	1300
I	1170	1300	1330	1305	1280

По мере перехода от Фторидов к Иодидам наблюдается общая тенденция к уменьшению температур кипения галогенидов. В то же время температура кипения Фторида цезия меньше, чем соответствующая температура кипения даже для Иодида цезия. Это объясняется тем, что

- (1) цезий в кристаллической решетке фторида цезия имеет координационное число, равное 6 ;
- (2) цезий в кристаллической решетке фторида цезия имеет координационное число, равное 8 ;

- (3) щелочной металла в кристаллической решетке галогенида имеет координационное число, равное 6 ;
- (4) щелочной металла в кристаллической решетке галогенида имеет координационное число, равное 8 .
4. Для реакции $2 A + 3 B \rightarrow 3 C + 2 D$ в результате трех экспериментов, проведенных при одинаковой температуре, получены следующие данные о скорости прямой реакции:

	Эксперименты		
	I	II	III
Начальная концентрация А, С _A моль/л	0,10	0,20	0,20
Начальная концентрация Б, С _B моль/л	0,10	0,10	0,20
Скорость прямой реакции, моль А л ⁻¹ сек	0,01	0,04	0,04

Экспериментальное уравнение для скорости данной реакции запишется в виде уравнения:

5. Образец газообразного хлора массой 0,01 г, находящийся в запаянной стеклянной ампуле объемом 10 см³, нагревают от 0 до 273°C.

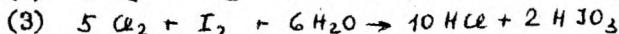
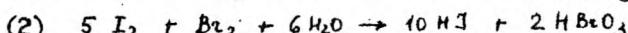
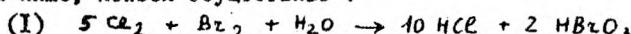
Начальное давление хлора при 0°C равно

атм.

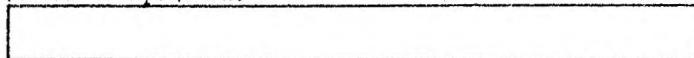
Давление хлора при 273°C равно

атм.

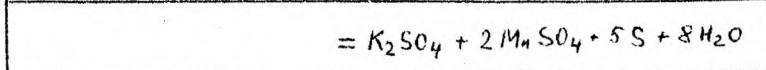
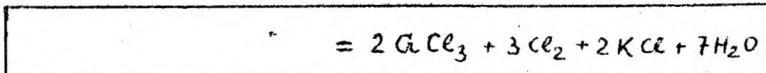
6. Какой из процессов, уравнения химических реакций которых приведены ниже, нельзя осуществить ?



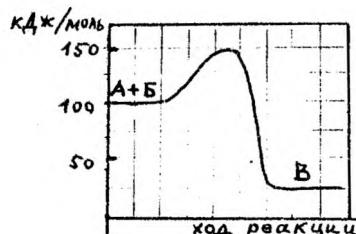
7. В радиотехнике при изготовлении печатных плат производят травление медных пластин хлоридом железа (III). Уравнение химической реакции этого процесса:



8. Восстановите левые части уравнений химических реакций :



9. Чему равен тепловой эффект
реакции $A + B \rightarrow B$?



10. Изобразите электронную конфигурацию основного состояния для частиц: O^{2-} , F^- , Ne , Na^+ . Расположите их в ряд по увеличению относительных размеров этих частиц:

9 КЛАСС

Задача 1.

Известно, что многие компактные металлы на воздухе покрываются оксидной пленкой, предохраняющей их от дальнейшего окисления.

Используя приведенные в таблице плотности металлов и их оксидов ($\text{г}/\text{см}^3$), определите, какие оксидные пленки более эффективно предохраняют металлы от разрушения. На одном из приведенных металлов не образуется сплошная пленка, а еще на одном металле образующаяся пленка разрушается (саморазрушается). Какие это металлы? Как на основании такого рода данных можно прогнозировать защитные свойства пленок?

	Be	Mg	Cr	Zn	Mo	Ta
ρ	1,85	1,74	7,19	7,14	10,20	16,60
	BeO	MgO	Cr ₂ O ₃	ZnO	MoO ₃	Ta ₂ O ₅
ρ	3,01	3,58	5,21	5,61	4,69	8,73

Задача 2.

В своем труде "Первые основания металлургии или рудных дел" М.В.Ломоносов подробно описывает множество полезных ископаемых. Вот одно из таких описаний (нумерация фрагментов проставлена нами): "Квасцы. Квасцы имеют весьма крепкий кислый вкус (1), отчего на русском языке имя получили ... На огне очень пенятся, так, что иногда горшок, в котором их плавят, одним пузырем покрывается (2). После того перегорают в белую и ложную материю, из которой действие огня дает сквозь горло реторты в приставленный сбоку очень сильный и кислый спирт, который мало разнится от серного (3)... Когда поташ, серным спиртом насытивши так,, чтоб он с ним кипеть перестал,

через выварку в хрусталики приводят (4), и те I/10 уголья истерих, сплавят (5), соединенную материю в воде распускают и в происшедшем оттуду щелок крепкий уксус вливают, то упадет на дно сосуда белый порошок, называемый серное молоко, который на огне в подлинную серу спльвается (6). В сем действии буде кто употребит квасцовыи спирт, то получит он подлинную серу, какая из серного спирта рождается. От перегоненного спирта квасцов остается в реторте белая, ломкая и несколько кисловатая материя (7), которую кислоту можно водой выварить и вычищенную материю для высокой ее белости в водяные краски употребить можно (8)".

Разъясните научный смысл приведенного текста (по замурованным фрагментам). Как упростить получение серы из квасцов, применив минимальное число дополнительных веществ?

Приложение: "Спиртом" называлась отогнанная жидкость. "Щелок" - раствор. "Через выварку в хрусталики приводят" - выпаривают до начала кристаллизации.

Задача 3.

Некоторый газ был смешан с аргоном в объемном отношении: I:**9**, и 5,6л этой смеси (объем приведен к нормальным условиям) пропустили через трубку с раскаленными магниевыми стружками (800°). Из трубы выходил чистый аргон, а масса твердого содержимого увеличилась на 3,02г. Растворимая в холодной воде часть содержимого трубы составила 2,38г. При действии нитрата серебра на полученный раствор образовалось 7,13г. ссадка, не растворимого в разбавленных кислотах, но растворимого в водном аммиаке. Твердый остаток в трубке был обработан разбавленной соляной кислотой. Нерастворившаяся часть составила 1,80г, а после прокаливания на воздухе она уменьшилась до 1,56г. Остаток представлял собой бесцветную соль. Выведите молекулярную формулу исходного газа. Объясните все описанные превращения. Благодаря каким свойствам этот газ находит практические применения?

Задача 4.

5,415г. минерала кипятили с концентрированной азотной кислотой. В результате образовался прозрачный раствор и белый осадок "А", который отделили от раствора. Раствор разбавили водой и ввели 7,840г нитрата бария. Образовалось 7,002г белого осадка "Б", содержащего 27,4% кислорода. К этому раствору добавили алмак до слабо щелочной реакции, а затем избыток иодида калия. При этом образовалось 7,043г осадка, содержащего 54,0% йода. Осадок "А" сплавили с гидроксидом натрия. Полученный плав растворили в воде, к раствору добавили соляную кислоту до кислой реакции и пропустили сероводород. Образовалось 2,01г ярко окрашенного осадка, содержащего 39,7% серы. Определите простейшую формулу минерала. Напишите уравнения протекающих реакций.

Задача 5.

При измерении pH в суспензии катион-обменной смолы (сильного полизэлектролита) в чистой воде получено значение pH 3. Сохранится ли это значение в фильтрате? Будет ли оно больше или меньше и почему? Изменится ли ответ, если вода содержит хлорид натрия?

Задача 6.

Рассчитайте с учетом собственной диссоциации воды степень диссоциации кислоты HA с константой диссоциации $K = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = 1,00 \times 10^{-8}$ моль/л при бесконечном разбавлении. Объясните, почему Ваш результат отличается от часто встречающегося в литературе утверждения, что слабые электролиты полностью диссоциируют при бесконечном разбавлении.

Задача 7.

При изучении взаимодействия между $E_7(NO_3)_3$ и K_2WO_4 использовали серию из смесей растворов. Каждая смесь содержала постоянное количество нитрата ($0,1\text{л } 0,1\text{M}$ раствор), переменное количество вольфрамата ($V_{WO_4} = 0 \div 0,3\text{л } 0,1\text{M}$ раствора), и количество воды, необходимое для поддержания

суммарного объема 0,5л. После отделения образовавшегося осадка через час после смешивания компонентов концентрация (в моль/л) ионов E_7^{3+} в растворах описывалась уравнением $C_{E_7^{3+}} = -0,133V + 0,02$, а ионов W_4^{2-} – уравнением $C_{W_4^{2-}} = 0,2V - 0,03$. Если осадки отделить через месяц, то уравнение для E_7^{3+} сохраняется, а для W_4^{2-} приобретает вид: $C_{W_4^{2-}} = 0,2V - 0,04$. Установите, какие соединения образуются при взаимодействии компонентов. В каких соотношениях будут находиться эти соединения в осадках, при $V = 0,1; 0,175; 0,3$ л?

Задача 8.

Изобразите все возможные пространственные структуры молекул состава CF_2Cl_2 и SF_2Cl_2 . Имеют ли эти молекулы дипольные моменты?

10 класс

Задача 1

В этом году исполняется 125 лет теории строения органических соединений и 100 лет со дня смерти её создателя – великого русского химика Александра Михайловича Бутлерова (1828–1886 гг).

Какие экспериментальные работы А.М.Бутлерова подтвердили правильность положений теории строения? Какие его работы находят практическое использование в наши дни?

Задача 2

Вещество A с плотностью по воздуху 2,16 сожгли в избытке кислорода и газообразные продукты сгорания пропустили через избыточное количества раствора нитрата серебра (склянка I) и известковой воды (склянка 2). При этом продукты сгорания полностью поглотились, а в обоих сосудах выпали осадки. Если поменять последовательность растворов поглотителей, то в склянке 2 осадок выпадет, а в склянке I – нет. В промышленности соединение A получают из вещества B (старый способ) или из вещества B (новый способ).

2.1. Определите вещество A, назовите его и приведите уравнения всех упомянутых реакций.

2.2. Назовите вещества B и B, приведите схемы реакций синтеза из них вещества A; в чём преимущества нового способа получения ?

2.3. Как получают в промышленности B и B ?

2.4. Что производят из соединения A? Приведите механизм процесса. Каково строение продукта? Где он используется?

2.5. Вещества B и B способны взаимодействовать с одним из газов, образующимся при сгорании A. Приведите схемы реакций. С каким из веществ (B или B) реакция осуществляется легче и почему? Назовите получающиеся вещества, считая, что в обоих случаях взаимодействие осуществляется в соотношении 1:1. Какое из этих веществ обладает мень-

шим дипольным моментом и почему ?

Задача 3

К 100 мл водного раствора вещества A, обладающего сильнощелочной реакцией, прилили раствор нитрата свинца. Выпавший тёмный осадок B отделили, высушили и взвесили. Его масса оказалась равной 4,55 г. Кипячение бесцветного фильтрата со щёлочью привело к выделению бесцветного, резко пахнущего газа B, который может быть полностью поглощён 105,6 мл 0,455 н серной кислоты. Осадок B частично растворим в конц. азотной кислоте на холода и полностью – при нагревании. При действии избытка хлорида натрия на образующийся в последнем случае раствор выпадает 5,66 г белого осадка G. Последовательная обработка B оксидом серы (IV) и гидроксидом натрия приводит к уменьшению его массы до 2,16 г. Определите вещества A, B, V, G, если кипячение A с избытком соляной кислоты не приводит к выделению газов.

Задача 4

Обработкой красного гидроксонаитрата церия (IV) конц. азотной кислотой и нитратом аммония получают жёлтый гексанитратоцереат (IV) аммония, используемый в органическом анализе как реактив на спиртовую группу. В присутствии первичных или вторичных спиртов жёлтая окраска раствора переходит в красную, а затем исчезает. С чем может быть связан тот факт, что третичные спирты дают с реагентом неисчезающее красное окрашивание? Объясните, почему водные растворы формальдегида и ацетальдегида также дают положительную реакцию с этим реагентом.

Задача 5

5,415 г темно-серого минерала кипятили с конц. азотной кислотой. В результате образовался прозрачный раствор и белый осадок A, который отделили от раствора. Раствор разбавили водой и добавили 7,840 г нитрата бария. Образовалось 7,002 г белого осадка B, содержащего 27,4 % кислорода. Осадок отфильтровали. К фильтрату добавили аммиак до слабощелочной реакции и избыток раствора йодида калия.

Образовалось 7,043 г. осадка, содержащего 54,0 % йода.

Отделенный осадок A сплавили с гидроксидом натрия. Полученный сплав растворили в воде. К раствору добавили соляную кислоту до кислой реакции и пропустили сероводород. Образовалось 2,01 г осадка, содержащего 39,7 % серы. Определите простейшую формулу минерала. Напишите уравнения протекающих реакций.

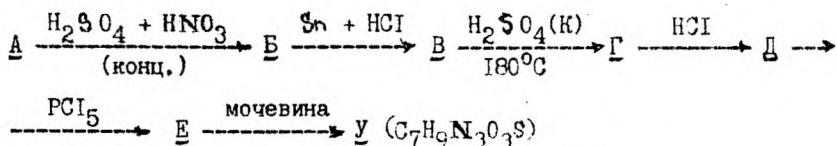
Задача 6

В раствор I,3,3-трифенилпропена-I в дейтероэтаноле (C_2D_5OD) добавили небольшое количество этилата натрия. По прошествии некоторого времени углеводород выделили и подвергли мягкому окислению. Оказалось, что три из четырёх полученных при этом карбонильных соединений содержат дейтерий. Объясните этот факт. Какие вещества и в каком соотношении будут присутствовать в содержащем этилат натрия спиртовом растворе 5-метилцикlopентадиена-I,3? Какие факторы влияют на это соотношение? Приведите Ваши рассуждения.

Задача 7

Вещество A является продуктом коксохимической переработки угля. При обработке его хлороформом в присутствии безводного хлорида алюминия появляется ярко-оранжевое окрашивание. Из вещества A можно синтезировать соединение X, являющееся важным веществом роста бактерий, и вещество Y, обладающее антимикробной активностью.

Соединение У можно получить по схеме:



Соединение X ($C_7H_7NO_2$) по структуре подобно веществу Г; вступает во взаимодействие с соляной кислотой и гидроксидом натрия.

Установите химическую природу всех веществ. Предложите схему синтеза соединения X. Объясните сущность антимикробного действия вещества Y.

Задача 8

I-Бром-2-метилциклогексан можно разделить на два изомера A и B. Установлено, что удельный вес A чуть меньше удельного веса B. При обработке изомера A избытком раствора этилата натрия в этиловом спирте преимущественно образуется I-метилциклогексен, B в аналогичных условиях образует исключительно 3-метилциклогексен.

- 8.1. Укажите различие между изомерами A и B. Чем Вы объясните разницу в удельных весах изомеров ?
- 8.2. Возможно ли дальнейшее разделение A и B на изомеры ?
- 8.3. Сделайте предположение о пути (механизме) отщепления бромистого водорода от исходных соединений. Какова роль этилата натрия ?
- 8.4. В каком случае направление отщепления противоречит правилу Зайцева , утверждающему, что при отщеплении галогено-водорода водород отщепляется от наименее гидрогенизированного атома углерода ? Сделайте дополнение к этому правилу.
- 8.5. Предскажите возможные результаты отщепления бромистого водорода в аналогичных условиях для изомеров I-бром-2,6-диметилциклогексана.

Заказ 150

бесплатно

Тираж 302 экз.

Ротапринтный участок Ученого методического совета при МИ
С С С Р

