

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
Химия	10 класс	14 ноября 2024 г	10-00	13-55

Задание 1. «Голодные аборигены» (28 баллов).

«Планета Шелезяка. Полезных ископаемых нет. Воды нет. Растительности нет. Населена роботами».

Кир Булычëв. «Путешествие Алисы».

Для аборигенов планеты Шелезяка, которым не рады ни в одном из самых захудалых ресторанов Галактики «Млечный путь», автор задачи разработал специальное меню, блюда из которого они могут заказать в оргкомитете олимпиады:



Блюдо	Состав [в скобках - массовая доля Fe в указанном компоненте блюда, %]	Масса, г*	у.е.ш.**
Винегрет	Стружка стальная [97], магнетит кусочками [72,4], петли дверные вывороченные и мелко порубленные [100], гвозди гнутые тупые (слегка ржавые) [95], масло машинное [0]	60/50/ 30/30/ 15	160
Салатик грибной «Остренький»	Кнопки строительные кровельные [100], гвозди жареные [98], проволока стальная колечками (пассивированная) [95], масло рапсовое [0]	75/60/ 30/15	170
Макароны по-флотски	Леска капроновая толстая (на сома) [0] с жареным фаршем из опилок железных [100]	120/ 150	160
Манты «Гурман» пикантные на пару	Тесто из замазки Менделеевской [12,6], начинка из рубленой колючей проволоки [100]	100/ 130	150
Стейк слабо прожаренный с вермишелью «Паутинка»	Пирит слегка обожженный [46,5], нить шелковая (свежезапутанная) [0]	300/ 100	200
Майонез «Лимонный»	Лимонит тонкорастертый [62,9], в силиконовом масле [0]	4/26	10
Кетчуп «Особый»	Водный 36 % раствор хлорного железа [34,4], водный 65 % раствор роданида калия [0]	15/15	8
Напиток газированный «Тархун»	Раствор сидерита [48,2] в 2 % соляной кислоте [0]	5/200	24
Коктейль «Турнбулева Синь»	Водный 8 % раствор соли Мора [19,7], водный 7 % раствор красной кровяной соли [17,0]	80/ 120	27

* - масса компонентов порции дана в порядке их упоминания в столбце «Состав»;

** - цена блюда в условных единицах Шелезяки.

Два голодных робота **Шеля** и **Зяка** на днях заказали обеды в нашем оргкомитете:

Шеля: винегрет, макароны по-флотски, стейк, две порции майонеза и напиток «Тархун»;

Зяка: салатик грибной, манты, стейк, две порции кетчупа и коктейль «Турнбулева Синь».

1. Вычислите массу железа в каждом блюде и установите, сколько железа заказал каждый из роботов. Какую сумму в итоге заплатил каждый из них и кто сделал более выгодный заказ, в среднем получив больше железа на каждую вложенную у.е.ш.?

2. Напишите формулы упомянутых в меню соединений железа: магнетита, пирита, лимонита, хлорного железа, сидерита, соли Мора и красной кровяной соли. Если Вы не знаете каких-то названий, воспользуйтесь данными о массовых долях железа в этих веществах и следующими сведениями. Магнетит, пирит и хлорное железо – соединения бинарные (двухэлементные); сидерит и лимонит – трехэлементные, причем в составе лимонита на каждый атом железа приходится один атом водорода. Соль Мора содержит сульфат-анионы, катионы аммония и кристаллизационную воду, а массовая доля железа в такой соли составляет 14,24 % (в меню все рассчитано на безводную соль). В состав красной кровяной соли кроме железа входят калий, углерод и азот.

3. Как пассивируют луковые кольца, Вы, вероятно, видели не раз. А как следует правильно пассивировать колечки из стальной проволоки? Чем отличаются поверхности пассивированного и не пассивированного железа, и к каким изменениям в свойствах металла приводит пассивация?

4. Напишите уравнение реакции, приводящей к ржавлению гвоздей, уравнение реакции, которая пройдет на поверхности стейка, если он сильно подгорит (иначе говоря, его сильно обожгут), а также уравнение реакции растворения сидерита в соляной кислоте.

5. Как Вы думаете, почему смесь, полученная взаимодействием бурого и бесцветного растворов, называется в нашем ресторане кетчупом, а коктейль, одним из ингредиентов которого является красная кровяная соль – Турнбулевой Синью? Попробуйте написать уравнения реакций, происходящих при приготовлении этих блюд (можно в ионном виде).

Старинный рецепт Менделеевской замазки для «мант» включает 305 г канифоли, 80 г воска, 20 г льняной олифы, 5 г льняного масла и 90 г загадочной «мумии», которая является единственным компонентом замазки, содержащей железо. Известно, что это соединение бинарное.

6. «На закуску» Вам предлагается установить формулу той самой загадочной «мумии».

Задание 2. «Редкий металл» (28 баллов).

Единственное в России крупное предприятие по извлечению и переработке солей редкого металла **М** находится в г. Новосибирске и называется «Завод редких металлов». Завод, в частности, производит такие соли **М**, как гипофосфит и фосфит, гидросульфат и дигидрофосфат, перхлорат и хлорат, дихромат и тетраборат, гексафторосиликат и тиоцианат, молибдат, додекагидрат его двойного сульфата с алюминием (квасцы) и др.

1. Допустив, что металл **М** одновалентен, напишите формулы солей, производимых на заводе (например, хлорид – MCl и т.д.).

Металл **М** был открыт в 1860 году немецкими учёными Бунзеном и Кирхгофом в водах минерального источника методом спектрального анализа. В металлическом состоянии он впервые был выделен в 1882 году шведским химиком Сеттербергом с помощью электролиза. Температура плавления **М** близка к комнатной, и не очень чистый металл при нормальных условиях может оказаться жидким. Чистый **М** – очень мягкий вязкий металл, активность которого настолько высока, что он самовоспламеняется на воздухе [реакция 1] и взрывается при контакте с водой [2]. Его расплав легко реагирует с иодом [3], серой [4], водородом [5], аммиаком [6] и даже углекислым газом [7], а при нагревании выше 300 °С – и с песком [8].

Несмотря на сообщения, встречающиеся в средствах массовой информации, обычный, природный **М** и его соединения не радиоактивны. Радиоактивен только искусственно получаемый изотоп ^{137}M , который претерпевает бета-распад (период полураспада 30,17 лет) с образованием устойчивого изотопа следующего за ним в Периодической системе элемента с таким же массовым числом [9].

2. Напишите уравнение реакции ядерного распада изотопа ^{137}M [9] и назовите металл, о котором идет речь в задаче. Вычислите массу изотопа ^{137}M , оставшуюся в пролежавшем в хранилище ядерных отходов 90,5 лет образце, если в момент захоронения он содержал 1,2 г этого изотопа.

3. Напишите уравнения реакций [1-8], с помощью которых в задаче охарактеризована химическая активность **М**.

4. Основной природный источник **М** – минерал поллуцит состава $M_xNa_{1-x}[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$ ($0,5 \leq x \leq 0,7$), из которого завод и получает все соединения этого металла. Рассчитайте минимальное и максимальное значения массы металла **М**, содержащегося в 3 тоннах поступившего на завод поллуцита.

5. Для переработки поллуцит на заводе вскрывают горячей соляной [9] или серной [10] кислотой с последующей очисткой получающихся в этих реакциях солей. На производстве металл **М** получают электролизом, а в лабораторных условиях он может быть получен нагреванием смеси его хлорида с металлическим кальцием [11]. Напишите уравнения реакций [9-11].

Задание 3. «Мысленный эксперимент» (20 баллов).

На экспериментальных турах школьных химических олимпиад участникам часто предлагают выполнить задачу по распознаванию водных растворов различных веществ. Для решения таких задач от участника требуется не только знание различных качественных реакций, но и наблюдательность, логическое мышление, аккуратность и другие весьма важные качества для химика-экспериментатора. Давайте попытаемся разобрать решение одной из таких задач и провести мысленный эксперимент по установлению содержимого восьми пронумерованных пробирок, содержащих водные растворы следующих солей:



сульфата меди(II), карбоната натрия, хлорида железа(III), сульфида натрия,
хлорида аммония, хлорида никеля, нитрата алюминия, хромата калия.

1. Напишите формулы предложенных для распознавания солей.

Заметим, что перечисленные растворы можно разделить на две группы: половина из них окрашена в различные цвета, другие – бесцветны. Ниже Вашему вниманию предлагается соответствие окрасок растворов и номеров пробирок в одном из вариантов, предложенных для распознавания.

№ пробирки	1	4	5	7
Окраска раствора	желтая	зеленая	голубая	коричневая

2. Руководствуясь указанными окрасками растворов веществ, попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.

Для распознавания оставшихся четырех бесцветных растворов можно воспользоваться их взаимодействием с растворами дополнительных реактивов – **нитрата серебра, азотной кислоты и гидроксида натрия**. Происходящие при этом изменения отмечены в приведенной таблице.

№ пробирки		2	3	6	8
Изменения, происходящие при добавлении	AgNO₃	белый осадок	белый "творожистый" осадок	черный осадок	нет видимых изменений
	HNO₃	"вскипание" раствора (выделяется газ без запаха)	нет видимых изменений	появление запаха "тухлых яиц"	нет видимых изменений
	NaOH	нет видимых изменений	появление запаха нашатырного спирта	нет видимых изменений	белый осадок, который исчезает при добавлении избытка NaOH

3. На основании отмеченных в таблице изменений соотнесите номера пробирок с формулами соответствующих солей.

4. Напишите уравнения всех реакций, которые были использованы для распознавания бесцветных растворов ($\text{NaOH} + 8$ – две реакции, всего 8 реакций, отмеченных в таблице).

Задание 4. «Пропен» (24 балла).

Вашему вниманию предлагается схема превращений, в которой исходным соединением является пропен. Приведите структурные формулы и названия веществ **1 – 12**.

