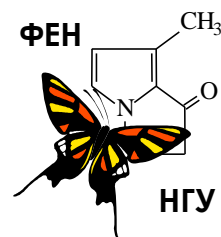




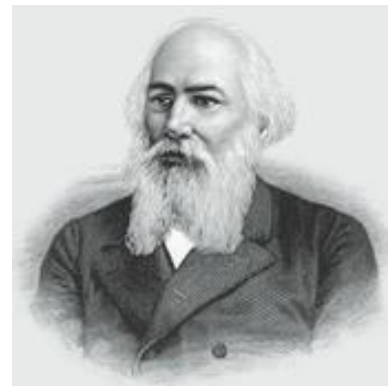
56-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Первый отборочный этап 2017-2018 уч. года
Задания по химии
8 класс



Задача 1. «Вытеснительный ряд».

«Рассматривая случаи вытеснения одного элемента другим, невольно, можно сказать, поражаешься одним почти постоянным условием реакции, именно тем, что менее плотное тело вытесняет более плотное».

Н.Н. Бекетов. «Исследования над явлениями вытеснения одних элементов другими», 1865 г.



В 2017 г. исполнилось 190 лет со дня рождения Николая Николаевича Бекетова – русского физико-химика, записавшего "вытеснительный ряд металлов", который известен химикам как электрохимический ряд напряжений металлов. Для любознательного школьника не является секретом, что этот ряд обычно располагается на обратной стороне выдаваемого Вам листа с Периодической системой и позволяет предсказывать направление протекания некоторых окислительно-восстановительных процессов с участием металлов. В частности, металл **А** вытесняет металл **Б** из растворов его солей, если металл **А** в этом ряду расположен левее металла **Б**.

Например, $\text{Fe} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{Pb}\downarrow + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2$.

Соответственно, металл **А** вытесняет водород из растворов сильных кислот, если он расположен в этом ряду левее водорода.

Для проверки закономерностей ряда Юный химик (ЮХ) в трех пузырьках приготовил по 60 мл растворов солей с концентрацией 0,100 моль/л: AgNO_3 (раствор 1), CuSO_4 (раствор 2), ZnBr_2 (раствор 3). Еще в один пузырек он налил 60 мл раствора HCl такой же концентрации (раствор 4). Затем в каждый раствор он опустил по тщательно очищенной железной пластинке массой около 10 г, закрыл пузырьки пробками с клапаном Бунзена и оставил. Клапан Бунзена – это своеобразный шипель, который перекрывает доступ воздуха из внешней среды, но позволяет выходить наружу газообразным продуктам реакции. Через неделю ЮХ с ужасом обнаружил, что забыл подписать пузырьки. Помогите ему решить проблему, считая, что реакция металла с солью и с кислотой за это время успевает пройти полностью.

1. Напишите названия солей, содержащихся в растворах 1-3. А как называется кислота, содержащаяся в растворе 4?
2. Какие цвета имели растворы 1-4 перед началом эксперимента?
3. Напишите уравнения реакций, происходящих в пузырьках в течение недели. Если в каких-то пузырьках химической реакции не было, обязательно укажите это.
4. Какие цвета имеют растворы и металлические пластинки в конце эксперимента?
5. Как изменилась масса пластинок в каждом из пузырьков? В этом вопросе требуется качественный ответ (без цифр), т. е. масса стала больше (>), меньше (<) или не изменилась (=).
6. Попробуйте рассчитать изменения масс пластинок в результате проведенного эксперимента.

Задача 2. «Железосерные минералы».

«Минерал – это химически и физически индивидуализированный продукт природной физико-химической реакции, находящийся в кристаллическом состоянии».

Годовиков А. А. «Минералогия». М.: «Недра», 1983.

Самым известным сульфидным минералом железа является *пирит*, имеющий состав FeS_2 . Долгое время пирит использовался человеком в промышленных процессах получения железа и серной кислоты. Достаточно известен и *халькопирит* (CuFeS_2), который, помимо железа и серы, содержит еще и медь – крайне важный для человека металл. Однако этими двумя известными минералами разнообразие сульфидных минералов железа не ограничивается.



Например, в 1725 г. в Рудных горах в Чехии впервые был обнаружен довольно тяжелый (плотность $5,09 \text{ г/см}^3$) минерал *борнит*. В 1843 г. на Кубе был открыт и описан *кубанит*, достаточно редкий минерал, встречающийся в высокотемпературных гидротермальных источниках в виде мелких кристаллов вместе с пиритом, халькопиритом, *аргентопиритом*, *троилитом* и другими сульфидами. В 1970 г на Кольском полуострове в горных породах, богатых солевыми минералами, содержащими калий, был впервые обнаружен чрезвычайно редкий минерал *расвумит*.

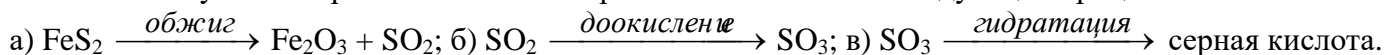
Содержание Fe и S в чистых образцах перечисленных минералов представлено в таблице:

Минерал	<i>Троилит</i>	<i>Аргентопирит</i>	<i>Кубанит</i>	<i>Расвумит</i>	<i>Борнит</i>
Массовая доля Fe, %	63,52	35,37	41,15	45,22	11,13
Массовая доля S, %	36,48	30,47	35,44	38,95	25,56

Помимо этого известно, что в состав каждого из минералов входит не более трех элементов, причем в кубаните, борните и халькопирите эти элементы одинаковые.

1. Вычислите массовые доли железа и серы в пирите и халькопирите.
2. Рассчитайте массы образцов чистых халькопирита и борнита, каждый из которых содержит по одному килограмму меди. Какой из этих образцов будет меньше по объему, и во сколько раз? Плотность халькопирита $4,30 \text{ г/см}^3$.

Схема получения серной кислоты из пирита включает в себя следующие процессы:

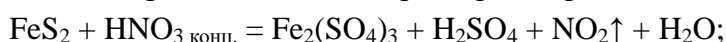


3. Напишите уравнения реакций, описывающих процессы «а» – «в».

В железнодорожную цистерну залили 30 м^3 96 %-го раствора серной кислоты (плотность такого раствора $1,836 \text{ г/см}^3$).

4. Вычислите массу чистой серной кислоты, содержащейся в этой цистерне. Какая масса чистого пирита в тоннах потребовалась бы для ее получения со 100 % выходом?
5. Установите общие формулы минералов, перечисленных в таблице. Чтобы понять, какой из не указанных элементов может входить в состав минерала, внимательно посмотрите на название минерала или еще раз перечитайте условие задачи.

Все перечисленные минералы растворяются в концентрированной HNO_3 похожим образом:



6. Расставьте стехиометрические коэффициенты в уравнениях реакций растворения пирита и халькопирита в концентрированной азотной кислоте.
7. Теперь попробуйте самостоятельно написать схемы реакций растворения в концентрированной азотной кислоте минералов кубанита и борнита с указанием всех продуктов. Если получится, попробуйте расставить коэффициенты и для этих уравнений реакций.

Задача 3. «Термодинамика и кинетика процесса употребления мороженого».

Давно закончилось лето, а у нас в Сибири, по сути, закончилась уже и осень, и на улицах лежит устойчивый снежный покров. Но есть один продукт, который всегда напоминает нам о лете – это мороженое. Зачем мы его едим? Это вкусно! Но, как думают многие, мороженое едят для того, чтобы в жаркий солнечный день немного охладиться. Давайте попробуем разобраться, действительно ли можно «унять» летнюю жару с помощью мороженого. Сразу оговоримся, что это будет лишь оценка, поскольку биохимические процессы в нашем организме значительно сложнее, чем предлагаемая модель. Кроме того, массо- и теплоперенос требует времени.



В процессе решения задачи нам предстоит ответить на главный вопрос: можно ли понизить температуру тела с помощью мороженого?

Для начала примем следующие допущения, которые позволят упростить вычисления, но в то же время дадут нам представление о термодинамике процесса «поглощения» мороженого:

- удельные теплоемкости тела человека, воды и мороженого равны и составляют $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$;
- после поедания мороженого все тело человека охлаждается очень быстро и равномерно;
- масса человека, съевшего мороженое, была равна 50 кг , а температура его тела $36,6 \text{ }^\circ\text{C}$;
- порция 100 г классического пломбира содержит 4 г белков (средний состав $\text{C}_{81}\text{H}_{125}\text{O}_{39}\text{N}_{22}$), 14 г жиров ($\text{C}_{55}\text{H}_{104}\text{O}_6$) и 30 г углеводов ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), остальное – вода;
- удельные теплоты полного сгорания ($Q_{\text{сгор.}}$) компонентов мороженого в теле человека и в избытке кислорода равны и составляют: белков 4 ккал/г , углеводов 4 ккал/г , жиров 9 ккал/г ;
- $1 \text{ кал} = 4,2 \text{ Дж}$;
- значение температуры тела в градусах Цельсия будет равно значению температуры того же тела в кельвинах, если к нему прибавить 273 .

Итак, будем считать, что человек съел 100 г пломбира, имевшего температуру « $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ ». Удельная теплоемкость (c) это физическая величина, равная количеству теплоты, которое необходимо подвести к телу массой 1 кг , чтобы его температура возросла на один кельвин. Теплоемкость (c) воды равна $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, т. е. для нагрева 1 кг воды на 1 кельвин потребуется $4,2 \text{ кДж}$, и, наоборот, при охлаждении 1 кг воды на 1 кельвин выделится $4,2 \text{ кДж}$ тепла.

1. Оцените количество тепла, которое потребуется для нагревания порции мороженого до температуры тела человека. На сколько кельвинов (с точностью до десятых) понизится температура тела этого человека за счет потери тепла, потраченного на «нагрев» мороженого?
2. Рассчитайте суммарную калорийность порции 100 г классического пломбира в ккал и кДж (суммарную теплоту полного сгорания компонентов порции).
3. Оцените, на сколько кельвинов может подняться температура тела человека только за счет калорийности продукта, считая, что все биохимические процессы и теплоперенос происходят мгновенно, а теплообмена с окружающей средой нет.
4. Оцените, какой в этом случае стала бы температура тела человека в градусах Цельсия после поедания порции мороженого.
5. Оцените, на сколько градусов Цельсия понизится температура тела этого человека, если он выпьет 250 мл воды с температурой $+4 \text{ }^\circ\text{C}$ (температура в холодильных установках супермаркетов).
6. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций полного сгорания в избытке кислорода белка, углевода и жира, формулы которых приведены в условии задачи:
 - $\text{C}_{81}\text{H}_{125}\text{O}_{39}\text{N}_{22} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$;
 - $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{C}_{55}\text{H}_{104}\text{O}_6 + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Согласно следствию из закона известного русского химика Германа Ивановича Гесса, тепловой эффект химической реакции ($Q_{\text{реакции}}$, кДж/моль) равен разнице между суммой теплот образования ($Q_{\text{образования}}$, кДж/моль) продуктов и суммой теплот образования реагентов. В процессе расчета теплоты образования веществ должны быть умножены на стехиометрические коэффициенты, соответствующие этим веществам в уравнении реакции. Теплотой образования вещества называется тепловой эффект реакции образования одного моля вещества из простых веществ, взятых в их стандартных (обычных) состояниях. В соответствии с этим определением, теплоты образования простых веществ в их обычных состояниях равны нулю. В таблице находим, что теплота образования жидкой воды равна 286 кДж/моль, а углекислого газа 394 кДж/моль.

7. Используя удельную теплоту сгорания жира, вычислите тепловой эффект реакции его полного сгорания в кДж/моль.

8. Следствие из закона Гесса позволяет рассчитать теплоты образования веществ, которые нельзя определить напрямую. Вычислите теплоту образования жира (кДж/моль), исходя из теплового эффекта реакции его полного сгорания и теплот образования продуктов.

Двум карапузам мамы купили по стандартной порции пломбира на палочке. Оба с нескрываемым удовольствием начали поглощать его, приступив к процессу одновременно. Однако механизм этого процесса у детишек заметно отличался. Первый откусывал небольшие кусочки мороженого массой 7,4 г каждые 30 секунд, которые требовались ему, чтобы тщательно прожевать и проглотить откушенную порцию. Второй облизывал мороженое с постоянной скоростью 0,25 г/с, мгновенно проглатывая бесконечно вкусный коктейль.

9. Вычислите время, которое потребуется каждому из карапузов, чтобы полностью доест мороженое и ответьте на «бонусный» вопрос задания: какой из них (первый или второй) сможет раньше выбросить ненужную палочку в стоящую неподалеку урну для мусора?