

## ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

### Задача 10-1

Белое порошкообразное вещество X было добавлено к растворам кислот. Результаты экспериментов приведены в таблице.

кислота	$m$ р-ра к-ты, г	доля к-ты, %	$m$ доб. в-ва, г	$m$ получ. р-ра, г
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40,0	5,00	5,00	43,2
HCl	40,0	5,00	5,00	42,8

Вопросы:

1. Определите состав добавляемого вещества (формула). Напишите его название.
2. Напишите уравнения реакций, происходящих при растворении.
3. Какие вещества могут содержаться в конечном растворе?
4. Для добавляемого вещества X напишите реакции, протекающие при нагревании и добавлении хлорида бария.

### Задача 10-2

Калий – важнейший биогенный элемент, входящий в состав животных и растительных клеток. При дефиците калия в организме развивается гипокалиемия, возникают нарушения работы сердечной и скелетной мускулатуры. Основными пищевыми источниками калия для человека являются печень, молоко, рыба, сушёные абрикосы, дыня, бобы, киви, картофель, авокадо, бананы, брокколи, цитрусовые, виноград. Недостаток калия в почве приводит к угнетению растений и значительному уменьшению урожая, поэтому около 90 % добываемых солей калия используют для производства химических удобрений.

Металлический калий чрезвычайно химически активен: уже при комнатной температуре он реагирует с водой [1], хлором [2], сероводородом [3], а при нагревании – с аммиаком [4], водородом [5], красным фосфором [6] и многими другими веществами.

1. Напишите уравнения реакций [1–6], с помощью которых в задаче охарактеризованы химические свойства металлического калия.

Благодаря повышенной реакционной способности, калий в свободном виде в природе не встречается. Тем не менее, элемента калия на нашей планете довольно много: по

распространенности он занимает 7-е место среди всех элементов, образует ряд собственных минералов и входит в состав морской воды. Содержание калия в земной коре составляет 2,4 масс. %, в морской воде 0,0371 масс. %.

2. Перечислите элементы, массовое содержание которых в земной коре больше, чем у калия.

3. Приведите примеры двух минералов, в состав которых входит калий (формулы, минералогические и химические названия).

4. Оцените общее количество калия в земной коре в штуках атомов, если известно, что масса земной коры оценивается в  $2,8 \cdot 10^{19}$  тонн. Рассчитайте среднюю концентрацию калия в морской воде в моль/л, если средняя плотность морской воды  $1,025 \text{ г/см}^3$ .

Природный калий состоит из двух стабильных изотопов  $^{39}\text{K}$  и  $^{41}\text{K}$  и радиоактивного  $^{40}\text{K}$  (период полураспада  $1,251 \cdot 10^9$  лет). В каждом грамме природного калия в секунду распадается в среднем 32 ядра  $^{40}\text{K}$ , благодаря чему, например, в организме человека весом 70 кг ежесекундно происходит около 4000 радиоактивных распадов.

5. Оцените массовую долю калия в человеческом организме. Укажите, какие элементарные частицы и в каком количестве входят в состав изотопа  $^{40}\text{K}$ .

Содержание  $^{40}\text{K}$  в природной смеси изотопов 0,0117 %. Весь имеющийся на Земле  $^{40}\text{K}$  образовался одновременно с возникновением самой планеты и с тех пор постепенно распадался. Несмотря на то, что его распад происходит сразу по двум направлениям ( $\beta$ -распад и электронный, или K-захват), общий период полураспада достаточно велик ( $1,248 \cdot 10^9$  лет). Отношение концентрации  $^{40}\text{K}$  к концентрации одного из его продуктов распада в изолированных горных породах используется для определения их абсолютного возраста; этот метод является одним из основных методов ядерной геохронологии.

6. Напишите уравнения реакций ядерного распада изотопа  $^{40}\text{K}$ . Исходя из значения атомной массы, оцените относительное содержание стабильного изотопа  $^{41}\text{K}$  в природной смеси. Также оцените, сколько лет назад содержание  $^{40}\text{K}$  в природной смеси изотопов составляло 0,0936 %.

### **Задача 10-3**

Однажды Карабас-Барабас прочитав учебник химии, потребовал от актеров изучить взаимодействие марганца с различными кислотами. Части персонажей был выдан химически чистый марганец, а остальным – металл, содержащий примесь железа и меди. В работе использовали 3 М соляную и азотную кислоты, 1 М серную кислоту, дымящую

(100 %-ную) азотную кислоту, которые брали в избытке по отношению к металлу. Каждому из персонажей Дуремар предоставил один образец металла и одну склянку с кислотой. Наблюдения куклы записывали в лабораторные журналы. Ознакомимся с записями в этих журналах.

Буратино. Реакция протекает энергично, не требует нагревания. Выделяется бесцветный газ, который при поднесении спички взрывает с хлопком. Металл растворяется без остатка.

Мальвина. Реакция протекает не так энергично, как в пробирке у Буратино. Выделяется бесцветный горючий газ, без вкуса и запаха. После полного растворения металла на дне пробирки остается немного мелкого порошка.

Пьеро. Реакция протекает не так энергично, как в пробирке у Буратино. Металл растворяется без остатка. При добавлении к раствору сульфида натрия образуется черный осадок. Выделившийся из пробирки газ имеет едва заметный желто-оранжевый цвет, который исчезает при пропускании газа через щелочь. Газ, после пропускания через щелочь, бесцветен, при поднесении спички взрывает с хлопком.

Лиса Алиса. При действии кислоты поверхность металла покрывается белесым налетом, газ не выделяется. При добавлении небольшого количества воды начинается энергичная реакция с выделением бурого газа. Полученный раствор имеет зеленовато-желтый цвет, не исчезающий при кипячении.

Кот Базилио. Реакция протекает с выделением бесцветного газа и так же энергично, как у Буратино. Раствор приобретает красивый бледно-розовый цвет. После полного растворения металла на дне пробирки остается немного мелкого порошка.

Выполняя работу, персонажи забыли, какой из образцов металла и какую кислоту они использовали. Это грозило наказанием. Однако папа Карло спас положение и легко восстановил недостающую информацию.

Сделайте это и Вы, представив конечный ответ в таблице

Персонаж	Образец марганца (чистый или с примесями)	Формула и концентрация кислоты

Приведите уравнения реакций взаимодействия металлов с кислотами и соотнесите их с записями в лабораторных журналах.

### Задача 10-4

Некоторое количество смеси изомерных углеводородов **A** и **B** поместили в вакуумированный автоклав объемом 10 л, после чего под давлением добавили 10-кратное (по молям) количество кислорода. Реакционную смесь нагрели до 350 °С. При этом давление в автоклаве оказалось равным 568,48 кПа. Через автоклав пропустили электрическую искру. После того, как углеводороды полностью сгорели, снова измерили давление при той же температуре. Оно оказалось равным 647,14 кПа. Полученную газовую смесь пропустили через раствор известковой воды; образовалось 50,0 г осадка.

1. Определите молекулярную формулу углеводородов A и B. Ответ подтвердите расчетами.

2. Укажите число возможных изомерных углеводородов, отвечающих данной формуле и не обесцвечивающих водный раствор перманганата калия.

Известно, что углеводороды **A** и **B** гидрируются при повышенных температуре и давлении; при этом из обоих образуются одни и те же продукты гидрирования **C** и **D**. Известно, что в молекуле **A** имеется 4, а в молекуле **B** 6 типов атомов водорода.

3. Напишите структурные формулы соединений A–D.

4. Напишите продукты реакции A с HBr.

### Задача 10-5

В таблице приведены стандартные энтальпии образования соединений ClF, BrF и BrCl в газовой фазе при 298 К и энергии связи в этих молекулах.

Молекула	$\Delta_f H^\circ$ , кДж·моль <sup>-1</sup>	$E_{\text{связи}}$ , кДж·моль <sup>-1</sup>
ClF	-50.3	248.9
BrF	-58.5	249.4
BrCl	14.6	215.9

Вопросы:

1. Определите по этим данным энергии связи в молекулах фтора, хлора и брома. Изобразите в условном масштабе (график можно строить на листе тетради и без указания значений величин) зависимость  $E_{\text{связи}}$  от атомной массы галогена (F, Cl, Br и I)

2. Энтальпия образования газообразного фторида хлора (III) равна  $-158.9 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$ . Рассчитайте энергию связи Cl-F в этой молекуле и объясните, почему она отличается от энергии связи в двухатомной молекуле.

3. Длины связей в молекулах ClF, BrF и BrCl равны 0.162, 0.176 и 0.214 нм соответственно. Определите ковалентные радиусы атомов фтора, хлора и брома. Найдите длину связи в молекуле Cl<sub>2</sub>.

Энергией связи называют энтальпию реакции  $AB_{\Gamma} = A_{\Gamma} + B_{\Gamma}$