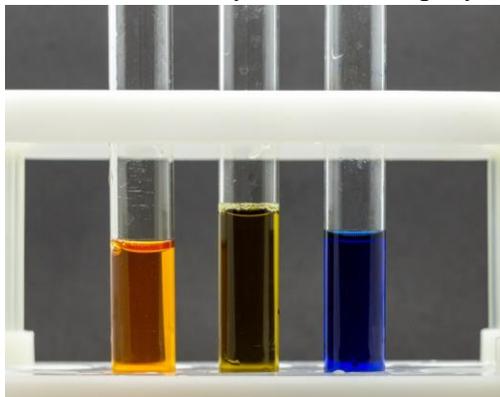


Задания 3 тура интернет-олимпиады 2020-21 (7-8 кл) по химии с решениями

Задача 1.

К растворам щелочи, кислоты и к дистиллированной воде был прибавлен раствор индикатора бромкрезолового зеленого. Получился такой результат:



К тем же растворам, стоящим в том же порядке, был прибавлен раствор метилового оранжевого, вот результат:



Известно, что центральный раствор не изменяет окраску фенолфталеина.

- 1) В каком порядке расположены растворы?
- 2) Какой цвет имеет бромкрезоловый зеленый в растворе кислоты и в растворе щелочи?

Решение:

1) Раз центральный раствор не меняет окраску фенолфталеина, то это либо нейтральный раствор, либо раствор кислоты. Но мы знаем, что метиловый оранжевый в кислоте красный. Поэтому раствор кислоты слева, а в центре – нейтральный раствор. Справа, соответственно, щелочной раствор.

Итак, порядок растворов: кислота, нейтральный, щелочь (1 балл).

2) Согласно 1-й фотографии, бромкрезоловый зеленый в кислоте желтый (возможен ответ «оранжевый»), а в щелочи синий (1 балл).

Итого 2 балла.

Задача 2.

Найдите в отрывке из сказки Н. Носова упоминания химических веществ. Какие вещества там упомянуты? Разделите их на группы – простые и сложные вещества. Есть ли в тексте ошибки и противоречия с химической точки зрения?

«Для того, чтобы лучше изучить свойства лунного камня, Знайка решил подвергнуть его химическому анализу. Однако и тут встретились непреодолимые трудности. Лунный камень не хотел вступать в соединение ни с каким другим химическим веществом: не хотел растворяться ни в воде, ни в спирте, ни в серной или азотной кислоте. Даже смесь крепкой азотной и соляной кислот, в которой растворяется даже золото, не оказывала никакого действия на лунный камень. Что же мог сказать химик о веществе, которое не вступает в соединение ни с каким другим веществом? Разве только то, что это вещество – какой-нибудь благородный металл вроде золота или платины. Однако лунный камень был не металл, следовательно, он не мог быть ни золотом, ни платиной.»

Николай Носов «Незнайка на Луне»

Решение:

Вещества: вода, спирт, серная кислота, азотная кислота, соляная кислота, золото, платина. Стоит обратить внимание, что лунный камень – тоже некоторое вещество, но если оно не упомянуто, балл не снижается. Простые вещества: золото, платина. Сложные вещества: вода, спирт, серная кислота, азотная кислота, соляная кислота. (2 балла)

Противоречие: золото действительно растворяется в смеси крепкой азотной и соляной кислот, но далее сказано, что оно и платина не вступают в соединения ни с каким другим веществом. Это ошибка – золото и платина вступают в соединения с другими веществами (1 балл). Например, с хлором, бромом (но примеры приводить не требуется).

Итого 3 балла.

Задача 3.



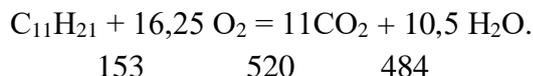
Масса знаменитой советской ракеты «Союз» – 308 тонн. Из них 274 тонны – это топливо. Топливо состоит из горючего – керосина со *средней* формулой $C_{11}H_{21}$ – и окислителя – жидкого кислорода.

1) Сколько т керосина и сколько т кислорода нужно для заправки одного «Союза»?

2) Сколько т углекислого газа выделяется при старте «Союза»? Приведите уравнение реакции и расчеты.

3) В чем преимущество метана в качестве горючего перед керосином с точки зрения экологии?

Решение:



(Уравнение реакции – 1 балл).

Массовая доля керосина в топливе $153/(520+153) = 0,227$, кислорода $1 - 0,227 = 0,773$,

Заправка керосином $274 \cdot 0,227 = \mathbf{62,2 \text{ т}}$, заправка кислородом $274 \cdot 0,773 = \mathbf{211,8 \text{ т}}$ (1 балл).

Масса углекислого газа $484/(520+153)$ от массы топлива или $274 \cdot (484/(520+153)) = \mathbf{208,2 \text{ т}}$ (1 балл).

Метан содержит 75% углерода, а керосин $100 \cdot (11 \cdot 12 / 153) = 86\%$. Значит, **метан дает меньше углекислого газа при одинаковой массе горючего** (1 балл).

Итого 4 балла.

Задача 4.

Представьте себе, что вы идете в метель по заснеженной степи и натываетесь на заброшенную лабораторию. Электричество и газ в ней отключены много лет назад, но сохранилось много посуды и, на ваше счастье, несколько коробок с твердой щелочью и три трехлитровые бутылки, заполненные вязкими бесцветными жидкостями без запаха, растворимыми в воде.

Предположите, что это могут быть за жидкости. Какие реактивы вам потребуются, чтобы различить эти жидкости? Какие жидкости помогут вам согреться и дождаться спасателей или хотя бы конца метели?

Решение

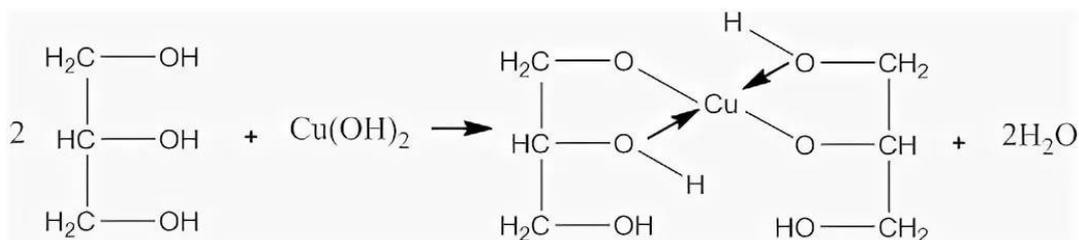
1) Для начала разберемся с жидкостями. Учитывая объем, это должен быть какой-то обычный лабораторный реактив. Если учесть отсутствие цвета и запаха, а также вязкость и растворимость в воде, то из неорганических веществ это могут быть концентрированные фосфорная, серная кислоты или олеум. (1 балл за 2 варианта или более).

Из неорганических соединений возможен еще пероксид водорода, но по условию задачи лаборатория заброшена несколько лет назад, а пероксид водорода со временем разлагается. Органические кислоты, одноатомные спирты и амины растворимы в воде, но имеют ярко выраженный запах. Более вероятны многоатомные спирты – глицерин, этиленгликоль. (+1 бонусный балл).

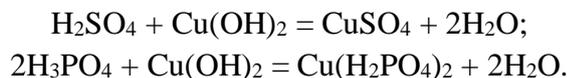
2) Для определения этих соединений необходим раствор индикатора, имеющего переход в кислой среде. Это позволит определить кислоты и отличить их, например, от глицерина. (1 балл, если указан цвет индикатора в кислой среде)

Дополнительным признаком для кислот и олеума будет существенное нагревание при растворении (в качестве воды можно использовать снег снаружи).

Многоатомные спирты можно идентифицировать реакцией с гидроксидом меди (II) по образованию ярко-синего раствора комплексного соединения (+ 1 бонусный балл):

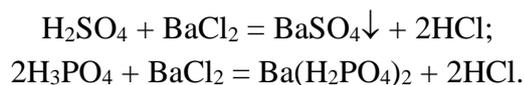


Кислоты при этом тоже будут реагировать с $\text{Cu}(\text{OH})_2$ с образованием раствора (но не ярко-синего!):



В концентрированных кислотах практически нет воды, поэтому ионы меди не гидратируются, и раствор бесцветен. Растворение гидроксида меди в концентрированной фосфорной кислоте возможно, поскольку в огромном избытке кислоты образуется растворимый дигидрофосфат; если кислота разбавленная, реакция не пойдет, т.к. гидрофосфат и средний фосфат меди нерастворимы.

Серную и фосфорную кислоты можно различить с помощью соли бария. При добавлении серной кислоты будет выпадать сульфат бария, а в случае фосфорной образуется растворимый дигидрофосфат бария (2 балла, если приведены уравнения реакций):



3) Самый простой вариант согреться – если хотя бы в одной из бутылей находится кислота. Мы уже упоминали, что при растворении концентрированной фосфорной, серной кислот и олеума в воде выделяется тепло (1 балл). Большое тепловыделение происходит также при растворении в воде твердой щелочи (1 балл).

Еще один источник тепла – реакция нейтрализации (1 балл). Поэтому оптимальным вариантом в этом случае будет растворение кислоты в воде и прибавление твердой щелочи к получившемуся раствору после окончания тепловыделения.

(Надо отметить, что количество тепла, полученного как в первом, так и во втором варианте, будет не слишком велико, и нагреть таким путем помещение не получится. Наилучшим путем будет создание грелок).

Итого 7 баллов.

Задача 5.

Посмотрите видеоролик на <https://youtu.be/rDdB3kTmmLk>.

Хорошо ли иод растворим в воде? Почему? Какое наблюдение об этом свидетельствует?

Как меняется растворимость иода при нагревании? Почему? Какое наблюдение об этом свидетельствует?

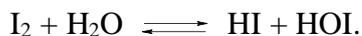
Что наблюдается над раствором в конце ролика? Почему?

Решение:

Иод растворим в воде плохо (0,5 балла), потому что его молекула неполярна (0,5 балла).

Неполярные вещества плохо растворяются в полярных растворителях, таких как вода, потому что, распределяясь между полярными молекулами растворителя, нарушают их взаимодействие между собой – это энергетически невыгодно.

Типичная ошибка – считать, что иод хорошо растворяется из-за протекания реакции:



Константа равновесия этой реакции $2 \cdot 10^{-13}$. Т.е. иод почти не реагирует, равновесие сильно сминуто в сторону реагентов. Этот факт никак не может способствовать хорошей растворимости иода.

О плохой растворимости иода свидетельствует бледная окраска раствора (0,5 балла).

При нагревании растворимость иода несколько увеличивается (0,5 балла), потому что увеличивается кинетическая энергия молекул растворителя и колебания молекул иода в кристаллической решетке, таким образом облегчается разрушение кристаллической решетки иода (0,5 балла). Об этом свидетельствует усиление окраски раствора при нагревании (0,5 балла).

В конце над раствором появляются фиолетовые пары иода (0,5 балла), потому что нагревание способствует разрушению кристаллической решетки иода, но в воде может раствориться лишь очень ограниченное количество иода, а в пар он переходит легко (0,5 балла).

Итого 4 балла.

Всего за комплект – 20 баллов.