

Задача 1

Может ли связь между одинаковыми атомами быть полярной? Объясните свою точку зрения.

Решение:

Может (1 б.). Обычно для этого требуется разное окружение атомов, например, присутствие электроотрицательных атомов рядом с одним из атомов связи: $\text{CH}_3\text{-CCl}_3$ и т.п. (2 б.)

Возможны и другие причины существования полярной связи между одинаковыми атомами: неравномерное распределение зарядов вследствие образования донорно-акцепторной связи (как в O_3) или за счет стабилизации ароматических структур (как в азулене). (+ 1 б., если указана основная причина)

Итого 3 б.

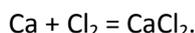
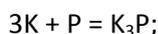
Задача 2.

Приведите два примера сложных веществ, в состав которых входят только частицы с электронным строением $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$. Напишите уравнения их образования из простых веществ.

Решение:

Такая электронная конфигурация соответствует аргону Ar. Ее приобретают также катионы K^+ , Ca^{2+} , Sc^{3+} , отдавшие внешние электроны, и анионы Cl^- , S^{2-} , P^{3-} , Si^{4-} , принявшие электроны до устойчивого октета (1 б.). Комбинация этих катионов и анионов даст искомые вещества: например, K_3P , CaCl_2 ... (по 1 б. за вещество, всего 2 б.)

За катион Ti^{4+} полный балл не может быть поставлен, т. к. соединения титана с хлором, серой и т.п. имеют не ионное строение, и соответствующие катионы и анионы в этих веществах отсутствуют. Должны быть приведены уравнения образования из простых веществ (по 1 б. за уравнение, всего 2 б.), например:



Уравнения образования из других веществ (не простых), например:



– не засчитываются.

Итого 5 б.

Задача 3.

Посмотрите фильм по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=CQqITaPokzU>

Напишите уравнение реакции горения смеси нитрата калия с сахаром.

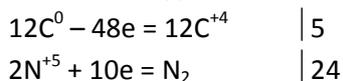
Решение:



или



Именно эти уравнения отвечают электронному балансу:



(Электронный баланс приводить не требуется).

Выделение оксидов азота невозможно (термодинамически неустойчивые вещества).

1 б. за адекватные продукты, 2 б. за коэффициенты.

Итого 3 б.

Задача 4.

Посмотрите фильм по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=z31dGwyPSfk>

Объем водорода в дирижабле составлял 200000 м^3 . Какой груз может поднять этот водород в воздухе при давлении 1 атм и температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$?

Водород заменили гелием. Какой груз сможет поднять тот же объем гелия? Почему водород стремились заменить гелием?

Решение:

Газ может поднять массу, равную разнице масс самого газа и окружающего воздуха. 1 моль водорода (22,4 л) при н. у. поднимает массу, равную разнице молярных масс: $29 - 2 = 27 \text{ г}$. 200000 м^3 ($8,929 \cdot 10^6$ моль) водорода смогут поднять $27 \cdot 8,929 \cdot 10^6 = 241,083 \cdot 10^6 \text{ г}$ или 241 т (2 б.). Для гелия разница молярных масс с воздухом $29 - 4 = 25 \text{ г/моль}$. Такое же количество гелия сможет поднять $25 \cdot 8,929 \cdot 10^6 = 223,225 \cdot 10^6 \text{ г} = 223 \text{ т}$ (1 б.).

Водород заменяют гелием (несмотря на то, что гелий дороже, а его грузоподъемность ниже), потому что водород горюч, а гелий нет. Так безопаснее (1 б.).

Итого 4 б.

Задача 5.

Гидрофосфат кобальта растерли в ступке и прокалили. Какой признак реакции можно наблюдать на фотографиях? Что могло привести к откалыванию кусочка тигля (см. нижний ряд фотографий)? (посторонние воздействия, такие как чей-то удар молотком, не рассматривать). Для чего вещество растерли в ступке? Напишите уравнение протекающей реакции, если масса вещества после прокаливания уменьшилась в 1,0616 раз.



Решение:

Признак реакции – изменение цвета (1 б.).

В данной реакции выделяются пары воды. При неравномерном нагреве тигля они могут конденсироваться на холодных участках стенки, проникать в имеющиеся трещины, а затем вскипать. Это может привести к разрушению тигля (что и случилось) (1 б.).

Вещество растерли в ступке, чтобы уменьшить размер частиц. Крупные комки будут неравномерно прогреваться и реагировать только с поверхности (1 б.).

Уравнение реакции:



Для того, чтобы его составить, не обязательно заранее знать, что при термическом разложении гидрофосфатов получают пиррофосфаты. Нам известно, во сколько раз уменьшается масса вещества. Попробуем найти молярные массы твердого и летучего продукта:

$$M'(\text{тв.}) = M(\text{CoHPO}_4)/1,0616 = 155/1,0616 = 146 \text{ г/моль};$$

$$M'(\text{лет.}) = M(\text{CoHPO}_4) - M(\text{тв.}) = 155 - 146 = 9 \text{ г/моль}.$$

9 г/моль не могут соответствовать никакому летучему веществу. Значит, скорее всего, истинная молярная масса кратна этому значению. Умножим ее на 2, получим 18 г/моль – это 1 моль воды. 1 моль воды может получиться только из 2 молей CoHPO_4 . Значит, если при разложении 2 молей CoHPO_4 получается 1 моль воды, остается 2 моля атомов кобальта, 2 моля атомов фосфора и 7 молей атомов водорода. Составим из них формулу и проверим, что молярная масса $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7$ в самом деле составляет $146 \cdot 2 = 292$ г/моль.

Итого 5 б.

За весь комплект – 20 баллов.