

ОТВЕТЫ К ЗАДАНИЯМ

11 класс

Задание 1

Фосфат натрия служит для создания щелочной среды (2 б.) (результат гидролиза): $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NaOH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4$;



В щелочной среде идет гидролиз жировых загрязнений, это облегчает очистку белья при стирке. Окраска фенолфталеина подтверждает щелочную среду (2 б.). Пероксид водорода при катализе щелочью разлагается с выделением кислорода, который окисляет окрашенные загрязнения и оказывает отбеливающий эффект (2 б.):



Водный раствор NaH_2PO_4 имеет не щелочную, а слабокислую среду (2 б.) в результате диссоциации:



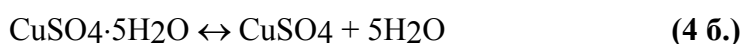
Фенолфталеин не окрашивается в кислой среде (2 б.).

Из-за отсутствия щелочной среды не идет щелочной гидролиз жиров, и стирка менее эффективна (2 б.), В отсутствие щелочной среды H_2O_2 медленнее выделяет кислород, отбеливание менее эффективно (2 б.). **Итого 26 б.**

Задание 2

Медный купорос представляет собой твердое вещество синего цвета, не имеющее запаха, растворимое в воде. Для доказательства состава необходимо показать наличие в нем ионов меди, сульфат-ионов и кристаллизационной воды.

Нагревание медного купороса сопровождается отщеплением кристаллизационной воды, кристаллы постепенно теряют синюю окраску и становятся серовато-белыми. Пары воды могут быть сконденсированы в бесцветную жидкость без запаха:



При действии на водный раствор медного купороса раствором нитрата бария выпадает белый осадок, нерастворимый в азотной кислоте (качественная реакция на сульфат-ионы): $\text{CuSO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{BaSO}_4 \downarrow$ (4 б.)

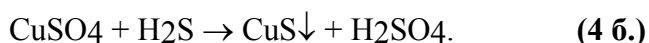
При опускании цинковой или медной пластинки в раствор медного купороса образуется покрытие ярко-красного цвета (металлическая медь):



При действии щелочи на раствор медного купороса выпадает голубой осадок гидроксида меди, растворимый в водном растворе аммиака с образованием ярко-синего раствора:



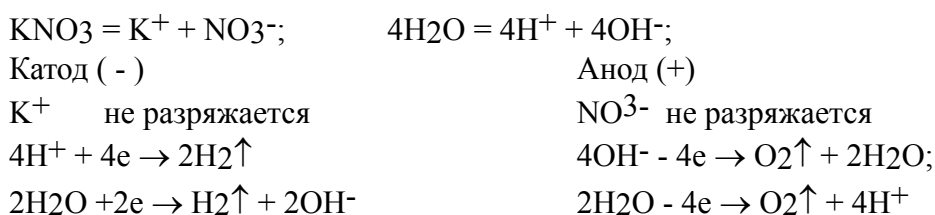
При пропускании газообразного сероводорода через водный раствор медного купороса образуется черный осадок:



Итого 20 б.

Задание 3

Запишем схему электролиза:



Суммарная реакция в электролизере: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$. (За схему электролиза 14 б.)

При электролизе водного раствора KNO_3 происходит электролитическое разложение воды, масса самой соли в растворе не изменяется, но уменьшается масса растворителя – воды, которая расходуется, и поэтому увеличивается концентрация растворенной соли. Сначала определим количество разложившейся воды, а затем пересчитаем концентрацию раствора.

Используя уравнение Менделеева-Клапейрона найдем количество вещества кислорода, выделившегося на аноде:

$$n(\text{O}_2) = PV/RT = 80 \cdot 11 \cdot 10^3 \text{Па} \cdot 61 \cdot 10^{-3} \text{м}^3 / (8.314 \text{Дж/моль} \cdot \text{К}) \cdot 294 \text{К} = 2 \text{моль} \quad (5 \text{ б.})$$

Следовательно, электролитическому разложению подвергается 4 моль воды, т.е. $4 \cdot 18 = 72 \text{г H}_2\text{O}$ (2 б.).

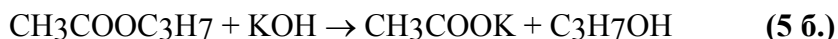
По определению массовой доли находим, что исходный раствор содержал $0.0917 \cdot 872 = 80 \text{г KNO}_3$ (2 б.).

После электролиза массовая доля KNO_3 составляет: $\omega(\text{KNO}_3) = 80 / (872 - 72) = 0.10$. (2 б.)

Итого 24 б.

Задание 4

Водный раствор гидроксида калия реагирует с изопропилацетатом, но не реагирует с этанолом:



$n(\text{KOH}) = 0.06 \cdot 6 = 0.36 \text{ моль}$ – избыток, поскольку количество изопропилацетата не может превысить $20.0 / 102 = 0.196 \text{ моль}$. Пусть в водном растворе $n(\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7) = x \text{ моль}$, тогда после выпаривания в смеси содержалось $x \text{ моль CH}_3\text{COOK}$ и $(0.36 - x) \text{ моль KOH}$.

При прокаливании протекает реакция:



Необходимо рассмотреть два случая:

Случай 1. В последней реакции KOH в избытке ($0.36 - x > x$):

Тогда после прокаливании в смеси образуется $x \text{ моль K}_2\text{CO}_3$ ($M = 138 \text{ г/моль}$) и останется $(0.36 - x) - x = (0.36 - 2x) \text{ моль KOH}$ ($M = 56 \text{ г/моль}$). Масса этой смеси равна:

$$\begin{aligned} m(\text{смеси}) &= m(\text{K}_2\text{CO}_3) + m(\text{KOH}) = n(\text{K}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{K}_2\text{CO}_3) + n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = \\ &= [x \cdot 138 + (0.36 - 2x) \cdot 56]. \end{aligned}$$

В этой смеси находится $n(\text{K}) = [2 \cdot n(\text{K}_2\text{CO}_3) + n(\text{KOH})] = [2 \cdot x + (0.36 - 2 \cdot x)] \text{ моль}$ калия, масса которого равна: $m(\text{K}) = [2 \cdot x + (0.36 - 2 \cdot x)] \cdot 39 \text{ г}$.

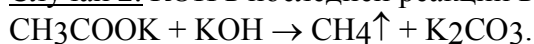
Массовая доля калия в смеси равна:

$$[2 \cdot x + (0.36 - 2 \cdot x)] \cdot 39 / [x \cdot 138 + (0.36 - 2x) \cdot 56] = 0.587; \text{ отсюда } x = 0.145 \text{ моль.}$$

Масса изопропилацетата в исходном растворе равна $0.145 \cdot 102 = 14.79 \text{ г}$, а его массовая доля $14.79 / 20 = 0.7395$; массовая доля спирта составляет

$$\omega(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 1 - 0.7395 = 0.2605 \quad (15 \text{ б.})$$

Случай 2. KOH в последней реакции в недостатке ($0.36 - x < x$):



Тогда после прокаливания в смеси образуется $(0.36-x)$ моль K_2CO_3 и останется $(x-(0.36-x))=(2x-0.36)$ моль CH_3COOK ($M=98$ г/моль). Массовая доля калия в смеси равна:
 $[(2(0.36-x)+(2x-0.36))\cdot 39]/[(0.36-x)\cdot 138+(2x-0.36)\cdot 98]=0.587$; откуда $x=0.164$ моль, что противоречит условию недостатка KOH . Этот вариант отпадает. **(5 б.)**

Ответ: $\omega(CH_3CH_2OH)=0.2605$ или 26.05%. **Итого 30 б.**

Всего 100 б. за 4 задачи.