

8 класс

Из предложенных шести задач оцениваются пять с наибольшим баллом!

Указание:

- при расчетах значения атомных масс следует округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$)
- в решении задачи обязательно нужно привести необходимые расчеты и рассуждения, ответ без доказательств может быть оценен в 0 баллов

Задача 1.

В древнегреческой литературе часто встречается сплав с таинственным названием орихалк. Из этого жёлтого «испускавшего огнистое блистание» металла были сделаны стены акрополя Атлантиды и щит Геракла. Сегодня многие учёные уверены, что этот легендарный металл существовал на самом деле. Выдвигается много различных гипотез, и согласно одной из самых популярных орихалк является сплавом двух металлов, встречающимся, как было открыто в конце XX века, и в виде самородков.

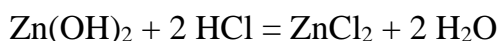
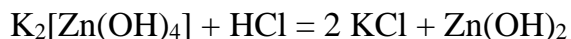
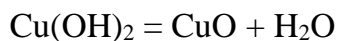
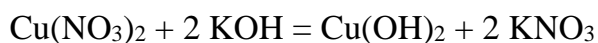
Большой знаток древнегреческих мифов Петя решил экспериментально установить состав орихалка. Для этого он растворил 2 грамма сплава в концентрированной азотной кислоте. Сплав растворился без осадка, при этом выделилось 1,4 литра газа (реакции 1,2). Затем он добавил к раствору избыток щёлочи, в результате чего из раствора выделился осадок голубого цвета (реакции 3,4). Петя отделил этот осадок от раствора, прокалил (реакция 5) и взвесил. Масса вещества после прокаливания оказалась равной 2 граммам. Приливая к оставшемуся раствору соляную кислоту, Петя наблюдал выпадение белого осадка (реакция 6) и последующее его растворение (реакция 7).

- 1) Помогите Пете узнать возможный состав легендарного древнегреческого сплава. Определите двухвалентные металлы, входящие в состав сплава, и их массовые доли.
- 2) Запишите уравнения всех перечисленных реакций.
- 3) Как сегодня называется сплав, состоящий из определённых вами металлов?

Решение

1) Зная, что оба металла являются двухвалентными, мы можем записать реакции 1 и 2 в виде $M + 4 \text{HNO}_3 = M(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}_2$. Зная, что выделилось 1,4л газа, мы можем определить, что выделилось $1,4/22,4 = 0,0625$ моль NO_2 , значит растворилось $0,0625/2 = 0,03125$ моль двух металлов. При добавлении щелочи выделился осадок голубого цвета, что указывает на медь: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{NaNO}_3$. После прокаливания ($\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$) масса оксида меди оказалась равной 2г. Считая, что вся медь из сплава перешла в оксид, получим, что меди было $2\text{г}/79,55\text{г/моль} =$

$0,02514 \text{ моль} \Rightarrow 0,02514 \text{ моль} * 63,55 \text{ г/моль} = 1,6 \text{ г}$. Тогда второго металла было $0,4 \text{ г}$ и $0,03125 - 0,02514 = 0,00611 \text{ моль}$. Тогда его молярная масса равна $0,4 \text{ г} / 0,00611 \text{ г/моль} = 65,4 \text{ г/моль}$, что соответствует цинку. В таком случае массовая доля меди составляет $1,6 \text{ г} / 2 \text{ г} = 80\%$, цинка – 20% .



3) Латунь.

Оценивание

По 2 балла за определение каждого из металлов, 1 балл за определение массовых долей, всего 5 баллов

По 2 балла за каждую реакцию, всего 14 баллов

Современное название сплава – 1 балл

Всего 20 баллов

Задача 2.

Известно, что раствор **А** – это водный раствор серной кислоты, в котором число атомов водорода в 1,5 раза больше числа атомов кислорода. Раствор **Б** – это водный раствор едкого натра, мольная доля которого в 20 раз меньше, чем мольная доля растворителя.

1) Определите массовые доли серной кислоты в растворе **А** и гидроксида натрия в растворе **Б**.

В две колбы внесли несколько капель раствора лакмуса. В первую колбу внесли 145,2 г раствора **А**, а затем медленно при перемешивании вливали 400 г раствора **Б**. Во вторую колбу внесли такое же количество тех же растворов, но порядок смешения реагентов был обратный – к раствору **Б** приливали раствор **А**.

2) Какие реакции протекали в колбах по мере смешения растворов? Как при этом менялась окраска лакмуса? Различается ли состав конечных растворов в колбах? Определите массовые доли растворенных веществ.

Вариант решения

Для определенности будем брать те массы растворов, которые заданы в пункте 2 задания (возможно и решение в общем виде). Одним из подходов будет введение переменных и составление таблицы.

Для раствора серной кислоты

	H ₂ SO ₄	H ₂ O	всего
ν , моль	x	y	
$\nu(\text{H})$, моль	$2x$	$2y$	$2x+2y$
$\nu(\text{O})$, моль	$4x$	y	$4x+y$
M , г/моль	98	18	
m , г	$98x$	$18y$	$98x+18y$

Составляем и решаем систему уравнений.

$$\begin{cases} 98x + 18y = 145,2 \\ 2x + 2y = 1,5(4x + y) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 98x + 18y = 145,2 \\ y = 8x \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,6 \\ y = 4,8 \end{cases}$$

Тогда масса серной кислоты равна

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \cdot 0,6 = 58,8 \text{ г}, \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 58,8/145,2 \cdot 100\% = 40,5\%$$

Оценивание

Нахождение верной массовой доли серной кислоты любым логичным способом – 4 баллов максимум.

Для раствора гидроксида натрия. Обозначим $\nu(\text{NaOH}) = z$ моль. Так как гидроксид натрия и вода находятся в одном растворе, то их количества вещества относятся как их мольные доли, то есть

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 20\nu(\text{NaOH}) = 20z \text{ моль.}$$

$$m(\text{NaOH}) = \nu(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 40z,$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 20z = 360z.$$

По условию масса раствора $m = m(\text{NaOH}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 40z + 360z = 400 \text{ г}$. То есть $z = 1$ моль.

$$\text{Тогда масса гидроксида натрия равна } m(\text{NaOH}) = 40 \cdot 1 = 40 \text{ г,}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = 40/400 \cdot 100\% = 10\%$$

Оценивание

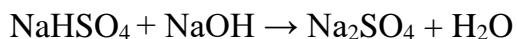
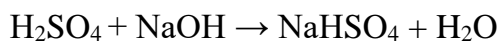
Нахождение верной массовой доли гидроксида натрия любым логичным способом – 3 балла максимум.

$$2. \text{ Можно отметить, что } \frac{\nu(\text{NaOH})}{\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1}{0,6} = 1,67, 1 < 1,67 < 2.$$

Таким образом щелочи слишком много для образования при смешении растворов только гидросульфата натрия и слишком мало для образования только сульфата натрия, в системе после смешения растворов А и Б образуется смесь солей. Состав конечной смеси не будет зависеть от порядка смешения реагентов, однако протекающие реакции будут различны.

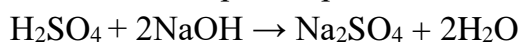
В первом случае сначала в колбу ввели раствор серной кислоты (лакмус красный). При медленном приливании раствора щелочи к раствору кислоты сначала образуется

кислая соль, которая потом только частично нейтрализуется последующими порциями щелочи.



Так как гидросульфат натрия также диссоциирует с образованием катионов водорода, то среда конечного раствора продолжит быть кислой, окраска лакмуса не будет меняться.

Во втором случае в колбу ввели раствор щелочи (лакмус синий). При добавлении первых порций серной кислоты в растворе сначала образуется сульфат натрия (в момент эквивалентности лакмус фиолетовый), который частично реагирует с новыми порциями кислоты, образование в растворе гидросульфата натрия вызывает изменение окраски индикатора на красный.



Оценивание

Вывод о недостатке щелочи – 1 балл, за каждое из уравнений - 1 балл, указание на характер изменения окраски индикатора в каждом случае – по 1 баллу (итого максимально 7 баллов).

Расчет конечного состава раствора можно вести по любой последовательности смешения реагентов. Допустим, во втором случае в первой реакции гидроксид натрия прореагирует весь, при этом образуется $\nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1/2\nu(\text{NaOH}) = 0,5$ моль сульфата натрия и потратится $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2\nu(\text{NaOH}) = 0,5$ моль серной кислоты. Останется $\nu_{\text{ост}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,6 - 0,5 = 0,1$ моль серной кислоты. Во вторую реакцию войдет вся оставшаяся серная кислота и $\nu_{\text{р}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \nu_{\text{ост}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1$ моль сульфата натрия. Тогда образуется $\nu(\text{NaHSO}_4) = 2\nu_{\text{ост}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2$ моль гидросульфата натрия и останется $\nu_{\text{ост}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,6 - 0,1 = 0,4$ моль сульфата натрия.

Рассчитаем массы солей. $m(\text{NaHSO}_4) = M(\text{NaHSO}_4) \cdot \nu(\text{NaHSO}_4) = 120 \cdot 0,2 = 24$ г.

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = M(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot \nu_{\text{ост}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \cdot 0,4 = 56,8$ г.

Так как при сливании растворов не выделялись осадки и газы, то масса конечного раствора равна сумме масс слитых растворов А и Б.

$m(\text{раствора}) = 145,2 + 400 = 545,2$ г

$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = m(\text{Na}_2\text{SO}_4) / m(\text{раствора}) \cdot 100\% = 56,8 / 545,2 \cdot 100\% = 10,4\%$

$\omega(\text{NaHSO}_4) = m(\text{NaHSO}_4) / m(\text{раствора}) \cdot 100\% = 24 / 545,2 \cdot 100\% = 4,4\%$

Оценивание

Вывод о независимости состава конечного раствора от порядка сливания – 0,5 балла, за массу раствора 0,5 балла, за нахождение количества вещества каждой соли (любым способом) – по 1 баллу, за массу – по 0,5 балла, за массовую долю - по 1 баллу (6 баллов максимум).

Всего 20 баллов

Задача 3.

Соединения **А** и **Б** при нормальных условиях представляют собой бесцветные, токсичные газы. При одинаковых внешних условиях соотношение объёмов образцов **А** и **Б** равной массы составляет 2:1. Растворы газов **А** и **Б** могут реагировать друг с другом, при этом образуется средняя соль **В**, устойчивая только в растворе (*реакция 1*).

Газы **А** и **Б** могут окисляться кислородом, при этом реакция окисления **А** протекает по-разному в зависимости от наличия или отсутствия катализатора. Продуктами окисления газа **А** являются газ **Г** и пары жидкости **Д** (*реакция 2*), а в присутствии платины продуктами образуются газ **Е** и пары **Д** (*реакция 3*). Бесцветный газ **Е** на воздухе легко окисляется, превращаясь в окрашенный газ **Ж** (*реакция 4*).

Продуктами горения газа **Б** могут являться твердое вещество **З** и пары **Д** (*реакция 5*), а при более высокой температуре и избытке кислорода – газ **И** и пары **Д** (*реакция 6*). Газ **И** может реагировать с газом **Ж**, превращаясь в легколетучую жидкость **К** и газ **Е** (*реакция 7*). Жидкость **К** очень активно реагирует с **Д**, давая вещество **Л**, широко применяющееся в химической промышленности (*реакция 8*).

- 1) Определите все вещества **А – Л**, подтвердите выбор **А** и **Б** расчетом.
- 2) Запишите уравнения *реакций 1-8*.

Вариант решения.

По описанию свойств, газ **А** – аммиак NH_3 , газ **Б** – сероводород H_2S . Действительно, газы бесцветны, токсичны. $M(\text{NH}_3) = 17$ г/моль, $M(\text{H}_2\text{S}) = 34$ г/моль, при равенстве масс $\nu(\text{NH}_3) = 2\nu(\text{H}_2\text{S})$, по закону Авогадро при одинаковых внешних условиях $V(\text{NH}_3) = 2V(\text{H}_2\text{S})$. Тогда по описанию реакционной способности при их взаимодействии образуется сульфид аммония (вещество **В**). Продуктами горения аммиака в обычных условиях являются газообразный азот (вещество **Г**) и вода (вещество **Д**). В присутствии катализатора аммиак окисляется до оксида азота(II) (вещество **Е**), которое легко окисляется в оксид азота(IV) бурого цвета (вещество **Ж**). При горении сероводорода при низкой температуре в условиях недостатка кислорода образуется сера (вещество **З**) и вода, а при более высоких температурах и в избытке кислорода - оксид серы(IV) (сернистый газ, вещество **И**). Сернистый газ окисляется оксидом азота(IV) до оксида серы(VI) (серный ангидрид, вещество **К**), при этом образуется также оксид азота(II), эта реакция лежала в основе нитрозного способа получения серной кислоты. Серный ангидрид жадно реагирует с водой, образуя серную кислоту (вещество **Л**).

А - NH_3 , **Б** - H_2S , **В** - $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, **Г** - N_2 , **Д** - H_2O , **Е** - NO , **Ж** - NO_2 , **З** - S , **И** - SO_2 , **К** - SO_3 , **Л** - H_2SO_4 .

Оценивание

По 1 баллу за каждое верно определённое веществ (вещество может быть указано как химической формулой, так и названием), всего 11 баллов, 1 балл за подтверждение веществ **А** и **Б** по соотношению объёмов.

Уравнения протекающих реакций.



- 2) $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 3) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
- 4) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
- 5) $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 6) $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 7) $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{NO}$
- 8) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

Оценивание

По одному баллу за каждое уравнение, итого 8 баллов. За уравнение с неверными коэффициентами 0,5 балла.

Всего 20 баллов

Задача 4.

В домашней лаборатории юного химика Пети произошло неприятное происшествие: к нему пробрался младший брат и закрасил этикетки на нескольких склянках с растворами. Порадовавшись тому, что склянки были хорошо закрыты и младший брат не пострадал, Петя решил установить, где какой раствор находится. Он знает, что этикетки закрасены у 7 склянок, в них находятся 7 растворов: BaCl_2 , Na_3PO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 , KI , соляная и серная кислота. Петя смешал попарно все растворы, но так торопился, что записал только количество и цвет осадков для каждого раствора. Посмотрев на получившийся список, Петя понял, что может определить растворы в склянках и по имеющимся данным. А справитесь ли вы?

В шести реакциях с раствором 1 образуется 3 белых осадка и 2 жёлтых.

В шести реакциях с раствором 2 образуется только 2 белых осадка.

В шести реакциях с раствором 3 образуется только 3 белых осадка.

В шести реакциях с раствором 4 образуется 4 белых осадка и 1 жёлтый.

В шести реакциях с раствором 5 образуется только 4 белых осадка.

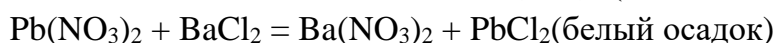
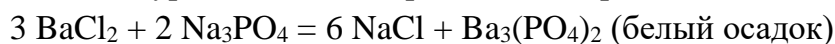
В шести реакциях с раствором 6 образуется только 2 жёлтых осадка.

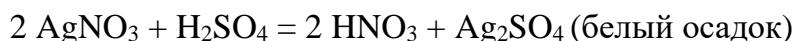
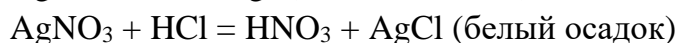
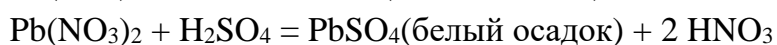
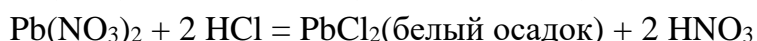
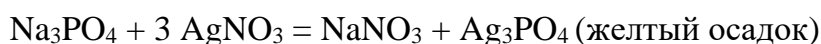
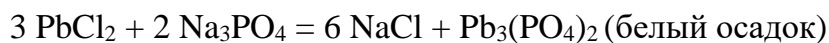
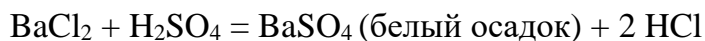
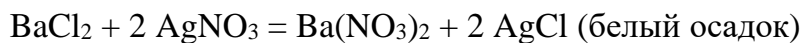
В шести реакциях с раствором 7 образуется 2 белых осадка и 1 жёлтый.

1. Определите какое вещество находилось в каждой из склянок.
2. Запишите уравнения реакций.

Решение

Запишем уравнения всех протекающих реакций:





Посчитав количество осадков для каждого из реагентов, соотнесём их с номерами склянок:

- 1 – нитрат серебра
- 2 – соляная кислота
- 3 – серная кислота
- 4 – нитрат свинца
- 5 – хлорид бария
- 6 – иодид калия
- 7 – фосфат натрия

Оценивание

1 балл за каждую реакцию, 12 баллов всего

1 балл за каждое правильное соотнесение склянки и вещества, +1 балл за правильное определение всех склянок, максимум 8 баллов

Всего 20 баллов

Задача 5.

Клатраты – соединения, образующиеся путём включения молекул вещества - «гостя», в полости кристаллической решётки, составленной из молекул другого типа называемых «хозяевами». Одним из самых известных клатратов является клатрат метана. В нём «гости» - молекулы метана располагаются в полостях между «хозяевами» - молекулами воды. Такой клатрат внешне напоминает лёд, однако благодаря достаточно высокому содержанию метана этот лёд может гореть.

1) Определите состав клатрата метана, если известно, что массовая доля водорода в нём равна 12,97%

2) Запишите уравнение горения клатрата метана.

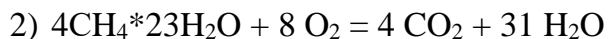
3) Определите, хватит ли теплоты сгорания метана для того, чтобы растопить лёд клатрата? Хватит ли этой теплоты, чтобы испарить эту воду?

Теплота сгорания метана равна 891 кДж/моль, удельная теплота плавления воды равна 334 кДж/кг, теплоёмкость воды равна 4200 Дж/кг·°С, удельная теплота парообразования для воды равна 2300 кДж/кг.

4) Как вы считаете, как можно использовать клатраты, и какие опасности могут исходить от таких соединений?

Решение.

1) Определим, сколько молекул воды приходится на одну молекулу метана: массовая доля водорода равна 12,97%, значит если на одну молекулу метана приходится x молекул воды, то $4+2x/(4+12+2x+16x)=0,1297$, тогда $4+2x=2,0752+2,3346x$, $0,3346x = 1,9248$, $x = 5,75$. Тогда состав клатрата – $4\text{CH}_4 \cdot 23\text{H}_2\text{O}$.



3) Согласно уравнению горения, теплота, выделяющаяся при сгорании 4 моль метана, потратится на плавление, нагревание и испарение 31 моля воды = 558г воды. Тепловой эффект от сгорания 4 моль метана будет равен $891\text{КДж/моль} \cdot 4\text{моль} = 3564\text{КДж}$.

На плавление воды потребуется $334\text{КДж/кг} \cdot 0,558\text{кг} = 186 \text{ КДж}$;

на нагревание и испарение – ещё $4,2\text{КДж/кг}^\circ\text{C} \cdot 100^\circ\text{C} \cdot 0,558\text{кг} + 2300\text{КДж/кг} \cdot 0,558 \text{ кг} = 234\text{КДж} + 1283\text{КДж} = 1517 \text{ КДж}$ (итого 1703 КДж). Таким образом, теплоты сгорания метана хватит и на плавление клатрата, и на испарение воды.

4) Клатраты можно использовать для хранения и транспортировки метана, как горючее и т.д., однако они достаточно огнеопасны, а также могут блокировать систему добычи природного газа.

Оценивание

Правильный расчёт состава клатрата - 6 баллов

Реакция сгорания клатрата - 2 балла

По 5 баллов за правильное соотнесение теплоты сгорания метана с теплотами плавления воды и ее нагревания + испарения, всего 10 баллов

По 1 баллу за применение и объяснение опасности, всего 2 балла

Всего 20 баллов

Задача 6.

Коллигативными свойствами растворов называют такие свойства, которые зависят только от суммарного числа растворенных частиц и не зависят от их природы. К числу таких свойств относят криоскопический эффект – понижение температуры замерзания раствора по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя. Такое понижение температуры можно рассчитать по формуле

$$\Delta T = Kt,$$

где K - криоскопическая константа растворителя, а t – моляльная концентрация вещества, (моль/кг), представляющая собой количество растворённого вещества в 1 кг чистого растворителя.

1) В 200 мл воды растворили 24 г изопропилового спирта $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$. Оказалось, что температура замерзания такого раствора составила $T_{\text{зам}} = -3,72^\circ\text{C}$. Рассчитайте криоскопическую константу воды.

2) Температура замерзания другого водного раствора изопропилового спирта составила $T_{\text{зам}} = -9,30$ °С. Вычислите массовую долю изопропилового спирта в этом растворе.

3) При растворении в 500 г воды 29,25 г поваренной соли получили раствор, температура замерзания которого составила $T_{\text{зам}} = -3,72$ °С. Как можно объяснить такое значительное снижение температуры замерзания раствора поваренной соли? К открытию какого явления привели подобные опыты с растворами неорганических веществ в конце XIX века?

4) В одинаковом количестве воды растворили равные массы серной кислоты и бромида аммония. Температура замерзания какого раствора ниже и почему?

5) Приведите пример проявления криоскопического эффекта в природе или деятельности человека.

Вариант решения

1. Так как плотность воды 1 г/мл, то масса взятой воды $m(\text{H}_2\text{O}) = V \cdot \rho = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$.
 $\nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH})/M(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 24/60 = 0,4$ моль.

Тогда моляльность раствора $m = \nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH})/m(\text{H}_2\text{O}) = 0,4/0,2 = 2$ моль/кг.

Так как температура замерзания чистой воды 0 °С, то $\Delta T = 3,72$ °С.

Криоскопическая константа воды $K = \Delta T/m = 3,72/2 = 1,86$ (град*кг/моль или К*кг/моль)

Оценивание

Определено количество спирта – 1 балл, определена моляльность раствора - 2 балла, определена криоскопическая константа - 1 балл, всего 4 балла за пункт 1.

2. $\Delta T = 9,3$ °С. Найдем моляльность второго раствора

$m = \Delta T/K = 9,3/1,86 = 5$ моль/кг.

По определению моляльности в 1 кг чистой воды растворено $\nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 5$ моль изопропилового спирта.

$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = \nu(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 5 \cdot 60 = 300$ г.

Тогда масса всего раствора составляет

$m(\text{раств.}) = m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 + 300 = 1300$ г.

Массовая доля растворенного вещества тогда

$\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH})/m(\text{раств.}) \cdot 100\% = 23,08\%$. Возможно и другое математическое оформление верного решения.

Оценивание

Определена моляльность раствора – 1 балл, найдено количество вещества спирта в растворе - 2 балла, определена масса спирта – 1 балл, найдена масса модельного раствора – 1 балл, определена массовая доля спирта – 1 балл. Всего максимально 6 баллов за пункт 2. Любое другое решение, приведшее к верному ответу, – 6 баллов. Если получен неверный ответ только из-за использования неверной криоскопической константы – максимально 5 баллов.

3. $\Delta T = 3,75$ °С. $m(\text{H}_2\text{O}) = 500$ г = 0,5 кг.

$\nu(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl})/M(\text{NaCl}) = 29,25/58,5 = 0,5$ моль.

Тогда моляльность раствора $m = \nu(\text{NaCl}) / m(\text{H}_2\text{O}) = 0,5/0,5 = 1$ моль/кг.

Ожидаемое снижение температуры замерзания раствора

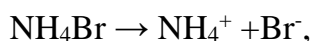
$$\Delta T = K_m = 1,86 \text{ }^\circ\text{C}.$$

В реальности же снижение температуры замерзания вдвое больше. Так как криоскопический эффект - явление коллигативное, то значит, что в растворе оказалось вдвое большее число частиц, что может быть объяснено только диссоциацией соли. В том числе эксперименты по замерзанию растворов неорганических веществ (солей, кислот, оснований) привели к появлению теории электролитической диссоциации.

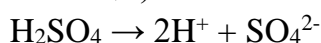
Оценивание

Определена моляльность раствора - 1 балл, определено ожидаемое снижение температуры замерзания (температура замерзания раствора) – 1 балл, сделан вывод об увеличении числа частиц в растворе - 2 балла, ответ про открытие теории диссоциации – 1 балл, всего за пункт максимально 5 баллов

4. Можно отметить, что молярные массы серной кислоты и бромида аммония равны (98 г/моль). Следовательно, при равных массах навесок и равных количествах воды моляльности растворов будут равны. Однако бромид аммония диссоциирует в растворе на две частицы



а при диссоциации серной кислоты частиц образуется больше (если упрощенно считать диссоциацию серной кислоты по II ступени проходящей количественно, то на три частицы)



Таким образом, снижение температуры замерзания раствора в случае серной кислоты сильнее, а температура замерзания ниже.

Оценивание

За правильный вывод с обоснованием максимально 4 балла, если совсем без обоснования 0,5 балла, если указано равенство моляльностей 2 балл, если указано на разное число частиц при диссоциации веществ- 1 балл.

5. В природе – соленая морская вода замерзает при более низкой температуре, чем пресная (больше моляльность растворенных солей). В быту – для борьбы с гололедом дороги посыпают неорганическими реагентами, температура замерзания полученной лёдо-солевой смеси сильно падает, лёд тает. Принимаются и другие имеющие смысл примеры.

Оценивание

1 балл за любой имеющий смысл пример

Всего 20 баллов