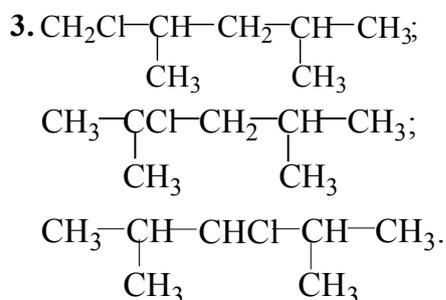


Решение варианта 2

1. Электронную конфигурацию аниона O^{2-} ($1s^2 2s^2 2p^6$) имеют катионы Na^+ , Mg^{2+} .
2. Молярная масса простого вещества

$$M = \rho \cdot V_m = 2.33 \cdot 12.1 = 28 \text{ г/моль.}$$

Простое вещество – кремний Si.



4. Из условия задачи рассчитаем количество углекислого газа

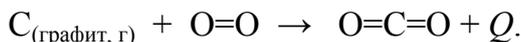
$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{45 \cdot 101.3}{8.314 \cdot 298} = 1.84 \text{ моль}$$

и пересчитаем тепловой эффект реакции на 1 моль углекислого газа

$$Q = \frac{725}{1.84} = 394 \text{ кДж/моль.}$$

Тепловой эффект реакции возникает из-за того, что при образовании химических связей энергия выделяется, а на разрыв связей и на испарение твердого вещества энергия затрачивается.

Запишем уравнение реакции образования углекислого газа:



Выразим тепловой эффект реакции:

$$Q = 2 \cdot E_{\text{св}}(\text{C}=\text{O}) - E_{\text{св}}(\text{O}=\text{O}) - Q_{\text{исп.граф.}}$$

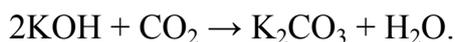
Приняв $E_{\text{св}}(\text{C}=\text{O})$ за x кДж/моль, можно записать

$$394 = 2x - 497 - 705,$$

откуда $x = 798$ кДж/моль.

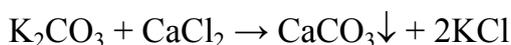
Ответ: $E_{\text{св}}(\text{C}=\text{O}) = 798$ кДж/моль.

5. Твердый гидроксид калия поглощает из воздуха H_2O и CO_2 :



Таким образом, влажное вещество – это смесь KOH , K_2CO_3 и H_2O .

При добавлении к первому раствору хлорида кальция



образуется осадок CaCO_3 в количестве

$$\nu(\text{CaCO}_3) = 1.5 / 100 = 0.015 \text{ моль.}$$

Следовательно, карбоната калия в половине влажного вещества содержалось 0.015 моль, а во всем влажном веществе 0.03 моль.

Масса этого количества

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0.03 \cdot 138 = 4.14 \text{ г.}$$

Массовая доля K_2CO_3 во влажном веществе:

$$\omega(\text{K}_2\text{CO}_3) = 4.14 / 26.0 = 0.159 \text{ (или 15.9\%)}$$

В реакцию с 0.03 моль CO_2 вступило 0.06 моль KOH ; в смеси (во влажном веществе) его осталось по массе:

$$m(\text{KOH}) = 22.4 - 0.06 \cdot 56 = 19.04 \text{ г.}$$

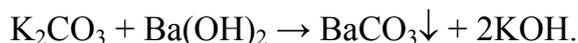
Массовая доля KOH во влажном веществе:

$$\omega(\text{KOH}) = 19.04 / 26.0 = 0.732 \text{ (или 73.2\%)}$$

Массовую долю воды найдем по разности:

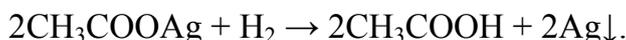
$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 15.9 - 73.2 = 10.9\%$$

Чтобы избавиться во втором растворе от карбоната калия и получить раствор чистого гидроксида калия, к нему надо добавить необходимое количество гидроксида бария:



Ответ: 73.2% KOH , 15.9% K_2CO_3 , 10.9% H_2O ; добавить $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

6. Уравнение реакции:



По условию, pH раствора уксусной кислоты равен 4, отсюда равновесная концентрация ионов H^+ составляет

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4} \text{ моль/л.}$$

Обозначим молярную концентрацию образовавшейся уксусной кислоты за c и выразим ее константу диссоциации:

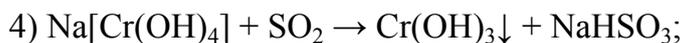
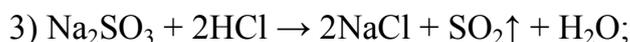
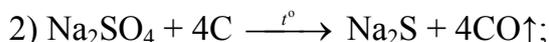
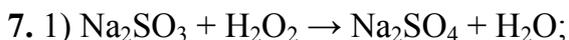
$$K_{\text{дис}} = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{c - [\text{H}^+]}$$

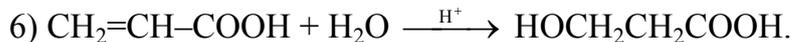
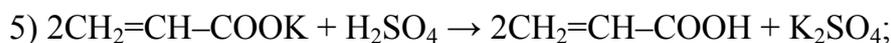
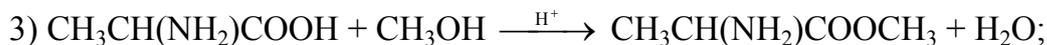
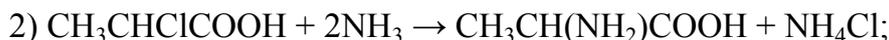
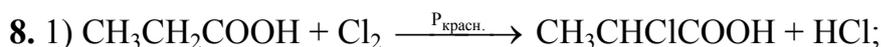
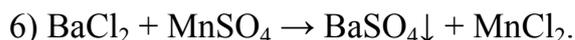
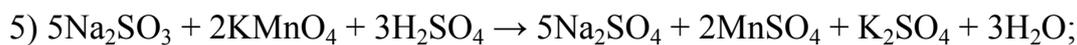
Подставив в это выражение все численные значения, получаем:

$$1.74 \cdot 10^{-5} = \frac{10^{-8}}{c - 10^{-4}}$$

откуда $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 6.75 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Молярная концентрация ацетата серебра в исходном растворе также равна $6.75 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Ответ: $6.75 \cdot 10^{-4}$ моль/л.





Ответ: X – $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$; Y – $\text{CH}_2=\text{CHCOOK}$.

9. Из условия задачи рассчитаем количества щелочи и оксида азота:

$$v(\text{NaOH}) = \frac{m(p - p_a) \cdot \omega}{M} = \frac{352 \cdot 0.3}{40} = 2.64 \text{ моль};$$

$$v(\text{NO}) = \frac{pV}{RT} = \frac{99.7 \cdot 1.96}{8.31 \cdot 294} = 0.08 \text{ моль}.$$

Возможны следующие варианты смесей:

а) P_2O_3 и PCl_3 ;

б) P_2O_5 и PCl_3 ;

в) P_2O_3 и PCl_5 ;

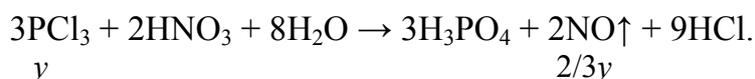
г) P_2O_5 и PCl_5 .

Последний вариант (P_2O_5 и PCl_5) невозможен, т.к. ни одно из этих соединений не может реагировать с разбавленной азотной кислотой.

Рассмотрим первые три варианта.

а) P_2O_3 и PCl_3 .

Азотная кислота окисляет оба компонента смеси (x моль P_2O_3 и y моль PCl_3):



Масса смеси равна

$$m = 110x + 137.5y = 69.15 \text{ г}.$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} 110x + 137.5y = 69.15; \\ 1.33x + 0.667y = 0.08. \end{cases}$$

Решение системы дает $x < 0$, следовательно, этот вариант невозможен.

б) P_2O_5 и PCl_3 .

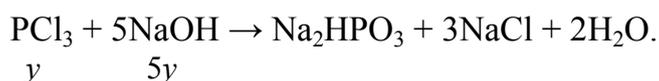
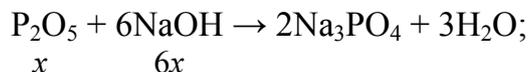
Масса смеси, состоящей из x моль P_2O_5 и y моль PCl_3 , составляет:

$$m = 142x + 137.5y = 69.15 \text{ г}.$$

С разбавленной азотной кислотой взаимодействует только PCl_3 , при этом выделяется $2/3y$ моль NO , что составляет, по условию задачи, 0.08 моль. Отсюда, $y = 0.12$ моль.

Из уравнения для массы смеси получаем $x = 0.37$ моль.

Проверку этого варианта проведем по количеству затраченной на нейтрализацию щелочи:



На нейтрализацию необходимо:

$$v(\text{NaOH}) = 6x + 5y = 6 \cdot 0.37 + 5 \cdot 0.12 = 2.82 \text{ моль},$$

но по условию задачи щелочи тратится 2.64 моль, следовательно, вариант б) также исключается.

в) P_2O_3 и PCl_5 .

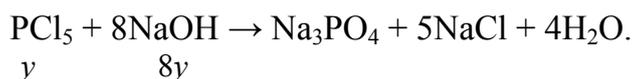
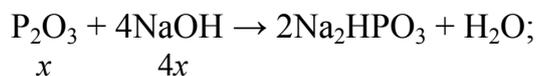
Масса смеси, содержащей x моль P_2O_3 и y моль PCl_5 , составляет:

$$m = 110x + 208.5y = 69.15 \text{ г.}$$

С разбавленной азотной кислотой взаимодействует только триоксид фосфора (уравнение реакции см. выше), при этом выделяется $4/3x$ моль NO , что составляет, по условию задачи, 0.08 моль. Отсюда $x = 0.06$ моль.

Подставляем это значение в уравнение для массы смеси и получаем $y = 0.3$ моль.

Проверим этот вариант по количеству щелочи на нейтрализацию:



Количество щелочи:

$$v(\text{NaOH}) = 4x + 8y = 4 \cdot 0.06 + 8 \cdot 0.3 = 2.64 \text{ моль},$$

что полностью соответствует условию.

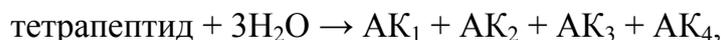
Мольные доли компонентов:

$$\chi(\text{P}_2\text{O}_3) = \frac{0.06}{0.06 + 0.3} = 0.167 \text{ (или 16.7\%);}$$

$$\chi(\text{PCl}_5) = 0.833 \text{ (или 83.3\%).}$$

Ответ: 16.7% P_2O_3 и 83.3% PCl_5 (по молям).

10. Для полного гидролиза 1 моль тетрапептида требуется 3 моль воды. В результате гидролиза образуется четыре аминокислоты (АК):



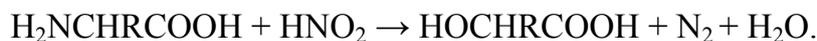
Из условия задачи, количество требуемой воды составляет:

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0.27 / 18 = 0.015 \text{ моль.}$$

Следовательно, ν (пептида) равно 0.005 моль, $\nu_{\text{общ}}$ (аминокислот) равно 0.02 моль. Рассчитаем суммарную массу образовавшихся аминокислот:

$$m(\text{аминокислот}) = m(\text{пептида}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 2.13 + 0.27 = 2.4 \text{ г.}$$

В результате реакции одной из полученных аминокислот с азотистой кислотой образуется гидроксикислота (органическое вещество) и выделяется азот в соответствии с уравнением:



Из условия задачи, количество выделившегося азота:

$$\nu(\text{N}_2) = 0.112 / 22.4 = 0.005 \text{ моль,}$$

количество образовавшейся гидроксикислоты также равно 0.005 моль.

Отсюда молярная масса гидроксикислоты и молярная масса радикала в ней составляют соответственно

$$M = m / \nu = 0.83 / 0.005 = 166 \text{ г/моль;}$$

$$M(\text{R}) = 166 - 75 = 91 \text{ г/моль;}$$

это радикал $-\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$.

Следовательно, образующаяся при гидролизе тетрапептида аминокислота – фенилаланин (Phe) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5)\text{COOH}$ с молярной массой 165 г/моль.

Масса фенилаланина:

$$m(\text{Phe}) = 165 \cdot 0.005 = 0.825 \text{ г.}$$

Отсюда масса другой аминокислоты

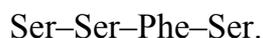
$$m(\text{аминокислоты}) = 2.4 - 0.825 = 1.575 \text{ г;}$$

На долю второй аминокислоты приходится 0.015 моль; значит молярная масса этой аминокислоты

$$M(\text{аминокислоты}) = 1.575 / 0.015 = 105 \text{ г/моль;}$$

это – серин (Ser) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_2\text{OH})\text{COOH}$.

Одна из возможных структур тетрапептида: серил-серил-фенилаланил-серин



Ответ: Ser-Ser-Phe-Ser.