

10 класс

Задание 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
в	б	а	б	д	г	а	д	г	д

За верный ответ 1 балл. Если на вопрос указано более одного варианта, среди которых есть верный, 0 баллов.

Всего максимум 10 баллов.

Задание 2.

1. Найдём количество образовавшейся смеси водяного пара и углекислого газа:

$$n = \frac{V}{22,4} = \frac{0,269}{22,4} = 0,012 \text{ моль.}$$

Так как это количество выделяется от сгорания 3 ммоль вещества, то из 1 моля при сгорании получится 4 моля газов (**1 балл**).

Исходное соединение может содержать углерод, водород и кислород, причем число атомов водорода должно быть четным. Поэтому при сгорании 1 моля X образуются целые числа молей углекислого газа и воды. Рассмотрим следующие варианты.

1. Образуется 1 моль CO_2 и 3 моля H_2O . Отсюда следует, что соотношение атомов углерода к атомам водорода 1:6, что невозможно.

2. Образуется 2 моля CO_2 и 2 моля H_2O . Тогда соотношение числа атомов углерода и водорода 2:4, что соответствует формуле $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_n$, где n – целое число. Такое соединение возможно.

3. Образуется 3 моля CO_2 и 1 моль H_2O . Соотношение числа атомов углерода и водорода 3:2. Это соответствует формуле $\text{C}_3\text{H}_2\text{O}_n$, что тоже возможно.

Вычислим молярную массу соединения, исходя из формулы $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_n$. Найдём массу продуктов сгорания:

$$2M(\text{H}_2\text{O}) + 2M(\text{CO}_2) = 2 \cdot 18 + 2 \cdot 44 = 36 + 88 = 124 \text{ г/моль.}$$

По условию масса кислорода, пошедшего на сжигание, в 1,818 раз больше, чем масса X. Обозначим массу 1 моля X за M , тогда:

$$M + 1,818M = 124, \quad M = \frac{124}{2,818} = 44 \text{ г/моль.}$$

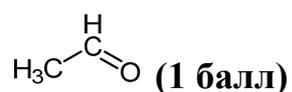
Если же формула X $\text{C}_3\text{H}_2\text{O}_n$, то получим молярную массу $M = 53$ г/моль, откуда следует, что число атомов кислорода $n < 1$, что невозможно.

Значит, молекулярная масса X 44 г/моль.

Тогда брутто-формула X = $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ (**4 балла**)

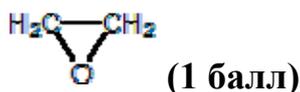
2. Эта формула может соответствовать двум стабильным структурам:

Этаналь (ацетальдегид)

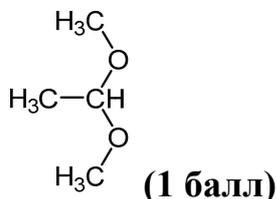


(Его таутомерная форма $\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{OH}}{\text{C}}$ неустойчива).

Этиленоксид



3. Этот продукт – ацеталь, который получается при реакции с метанолом этаналь (1 балл). (Этиленоксид при реакции с метанолом дает метилцеллозольв с 4 различными типами атомов водорода).



Всего максимум 9 баллов.

Задание 3.



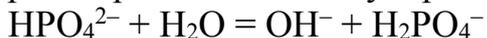
Цвет пламени **желтый**.



Железо **пассивируется** из-за образования на поверхности металла тонкой защитной пленки.



Хотя получающийся гидроортофосфат рубидия и содержит атом водорода, фосфорная кислота по третьей ступени является очень слабой кислотой. В то же время его **гидролиз** приводит к образованию **гидроксид-анионов**, поэтому раствор имеет щелочную реакцию.



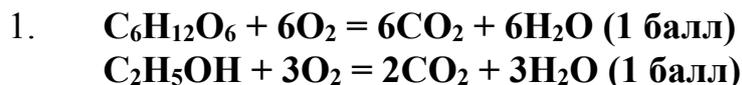
Раствор дихромата калия имеет **оранжевую** окраску, раствор хромата калия – **желтую**.



В быту карбонат натрия называют (стиральной или кальцинированной) **содой**.
По 1 баллу за каждое верное уравнение реакции. По 1 баллу за каждый верный ответ на вопрос.

Всего максимум 10 баллов.

Задание 4.



2. Энтальпию реакций можно найти по закону Гесса. Для 1 моля глюкозы:
 $\Delta H = \sum \Delta H(\text{продуктов}) - \sum \Delta H(\text{реагентов}) = 6\Delta H(CO_2) + 6\Delta H(H_2O) -$
 $-6\Delta H(O_2) - \Delta H(C_6H_{12}O_6) = -2820 \text{ кДж / моль (1 балл)}$

Для 1 моля этанола:

$$\Delta H = 2\Delta H(CO_2) + 3\Delta H(H_2O) - 3\Delta H(O_2) - \Delta H(C_2H_5OH) =$$
$$= -1368 \text{ кДж / моль (1 балл)}$$

Теперь сравним энтальпию на 1 грамм веществ. $M(C_6H_{12}O_6) = 180 \text{ г/моль}$, $M(C_2H_5OH) = 46 \text{ г/моль}$.

$$\Delta H(C_6H_{12}O_6) / M = \frac{-2820}{180} = -15,7 \text{ кДж / г (0,5 балла)}$$

$$\Delta H(C_2H_5OH) / M = \frac{-1368}{46} = -29,7 \text{ кДж / г (0,5 балла)}$$

Больше энергии на 1 грамм выделяет этанол (0,5 балла).



Вычислим энтальпию этой реакции на 1 моль глюкозы:

$$\Delta H = 2 \cdot \Delta H(CO_2) + 2 \cdot \Delta H(C_2H_5OH) - \Delta H(C_6H_{12}O_6) = -84 \text{ кДж / моль (1 балл)}$$

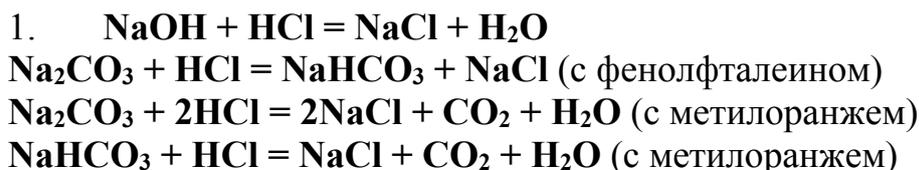
На 1 грамм глюкозы:

$$\Delta H / M = \frac{-84}{180} = -0,47 \text{ кДж / г (0,5 балла)}$$

Больше энергии выделяется при метаболизме с участием кислорода (0,5 балла), а именно в $\frac{2820}{84} = 33,6$ раза больше (0,5 балла).

Всего максимум 9 баллов.

Задание 5.



По 1 баллу за каждую реакцию.

2. Обозначим за количество кислоты, пошедшее на титрование с фенолфталеином за a мл, а на титрование с метилоранжем за b мл. При титровании с фенолфталеином карбонат оттитровывается до гидрокарбоната, а с метилоранжем карбонат оттитровывается полностью с образованием NaCl и CO_2 . Можно рассмотреть несколько возможных составов смеси:

а) В смеси есть только NaOH . Тогда количество кислоты, пошедшей на титрование с разными индикаторами, должно быть равным. Отсюда $a=b$.

б) В смеси есть только Na_2CO_3 . Тогда $2a = b$.

в) В смеси есть только NaHCO_3 . Тогда $a=0, b>0$.

г) Смесь состоит из NaOH и Na_2CO_3 . При этом $2a > b$. В этом случае обозначим за x число моль NaOH , за y число моль Na_2CO_3 .

Тогда

$$x + y = \frac{a \cdot C_{\text{HCl}}}{1000}; \quad 2y + x = \frac{b \cdot C_{\text{HCl}}}{1000};$$

$$y = \frac{C_{\text{HCl}}}{1000} (b - a); \quad x = \frac{C_{\text{HCl}}}{1000} (2a - b).$$

д) Смесь состоит из NaHCO_3 и Na_2CO_3 . В этом случае $2a < b$ и тогда:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{a \cdot C_{\text{HCl}}}{1000};$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{C_{\text{HCl}}}{1000} (b - 2a).$$

Смесь А:

Это случай $2a > b$, значит, смесь А состоит из NaOH и Na_2CO_3 (0,5 балла).

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{(24,32 - 15,24) \cdot 0,200 \cdot 106}{1000} = 0,192 \text{ г (0,5 балла)}$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{(2 \cdot 15,24 - 24,32) \cdot 0,200 \cdot 40}{1000} = 0,049 \text{ г (0,5 балла)}$$

Также в смеси еще содержится инертная примесь массой 0,159 г (0,5 балла).

Смесь В.

Это случай $2a < b$, значит смесь состоит из Na_2CO_3 и NaHCO_3 (0,5 балла).

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{7,65 \cdot 0,200 \cdot 106}{1000} = 0,162 \text{ г (0,5 балла)}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = \frac{(19,60 - 2 \cdot 7,65) \cdot 0,200 \cdot 84}{1000} = 0,072 \text{ г (0,5 балла)}$$

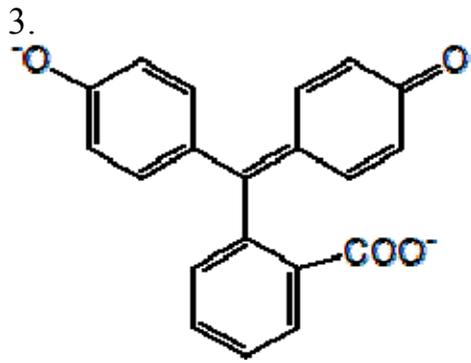
Также присутствует инертная примесь массой 0,166 г. (0,5 балла)

Смесь С.

Это случай $a=0, b>0$. В составе только NaHCO_3 (0,5 балла)

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{b \cdot C_{\text{HCl}}}{1000}. \quad m(\text{NaHCO}_3) = \frac{19,24 \cdot 0,200 \cdot 84}{1000} = 0,323 \text{ г (1 балл)}$$

Также присутствует инертная примесь массой 0,077 г. (0,5 балла)



(1 балл)

Всего максимум 11 баллов.