

Газпром олимпиада 10 класс
Вариант 1

Задача 1.

Определите количества веществ и массы сульфата магния и воды, содержащихся в 100 г английской горькой соли (семиводного кристаллогидрата сульфата магния: $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Массы считать до целых. Напишите реакцию образования английской горькой соли. (10 баллов)

Решение:

$$M(\text{MgSO}_4) = 24 + 32 + 16 \cdot 4 = 120 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль}.$$

$$M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = M(\text{MgSO}_4) + M(\text{H}_2\text{O}) \cdot 7 = 120 + 18 \cdot 7 = 246 \text{ г/моль}.$$

$$v(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = m / M = 100 / 246 = 0,4 \text{ моль}.$$

1 моль семиводного кристаллогидрата сульфата магния содержит 1 моль безводного сульфата магния и 7 моль воды.

$$v(\text{MgSO}_4) = v(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,4 \text{ моль}.$$

– 2 балла

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot 7 = 2,8 \text{ моль}.$$

– 2 балла

$$m(\text{MgSO}_4) = v(\text{MgSO}_4) \cdot M(\text{MgSO}_4) = 0,4 \cdot 120 = 48 \text{ г};$$

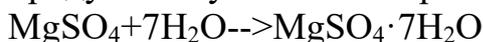
– 2 балла

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 2,8 \cdot 18 = 51 \text{ г}.$$

– 2 балла

Реакция образования кристаллогидрата сульфата магния

Магний сернокислый семиводный получают взаимодействием магнезита с серной кислотой с последующей фильтрацией, кристаллизацией и сушкой продукта в сушильном барабане.



(засчитываются и другие методы получения)

– 2 балла

Ответ: $v(\text{MgSO}_4) = 0,4$ моль;

$$m(\text{MgSO}_4) = 48 \text{ г};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 2,8 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 51 \text{ г}.$$

Распределение баллов:

Определение количества каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Определение массы каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Реакция образования с указанием коэффициентов – 2 балла

Итого: 10 баллов

Задача 2.

Через раствор, содержащий 2 г смеси хлорида и иодида натрия в 100 г воды, пропустили 1,153 л хлора ($T = 42^\circ\text{C}$, $p = 101,3 \text{ кПа}$). Полученный раствор выпарили и осадок прокалили при температуре 300°C . После прокаливания осталось 1,78 г осадка. Определите массовую долю солей в исходном растворе.

Решение:

Приведём объём пропущенного хлора к н.у.:

$$V_0 = \frac{VT_0}{T} = \frac{1,153 \cdot 273}{273 + 42} = 1 \text{ л или } 0,0446 \text{ моль } \text{Cl}_2.$$

$$T = 273 + 42$$

Уравнение: $2\text{NaI} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{I}_2$.

– 2 балла

Иод при нагревании испаряется.

Даже, если предположить, что в растворе находится только NaI, то его количество вещества составляет $2/150 = 0,013$ моль, т.е. хлор для реакции взят в избытке.

Уменьшение массы остатка на 0,22 г (2-1,78) связано с превращением NaI в NaCl.

Если бы в исходном растворе находился 1 моль NaI, то масса уменьшилась бы на $150 - 58 = 91,5$ г.

Если в растворе находится

50 г NaI (1 моль), то уменьшение массы составляет 91,5 г

X г NaI, то 0,22 г

Отсюда $X = 0,36$ г иодида натрия, хлорида натрия $2 - 0,36 = 1,64$ г.

Масса раствора = $100 + 2 = 102$ г

– 2 балла

Следовательно, массовая доля NaCl = 1,6%; а NaI = 0,35%.

– 2 балла

Распределение баллов:

Уравнение реакции с коэффициентами – 2 балла

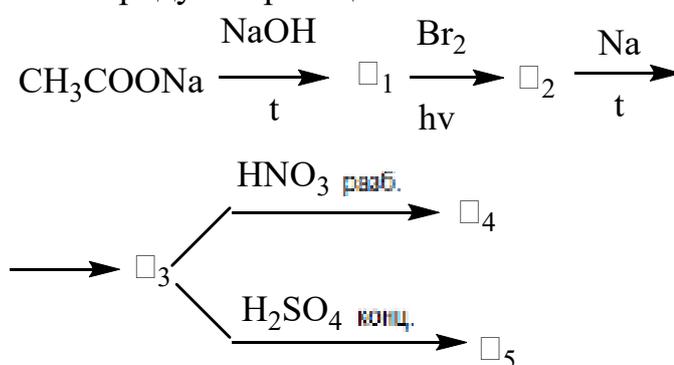
Определение массы раствора – 2 балла

Определение массовой доли вещества – 2 балла

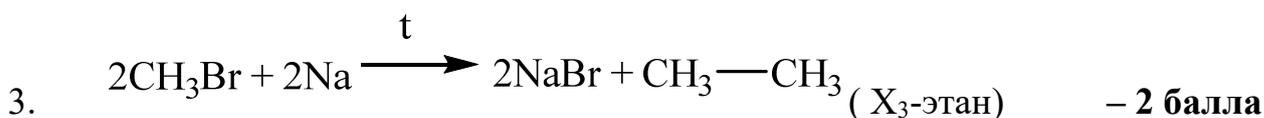
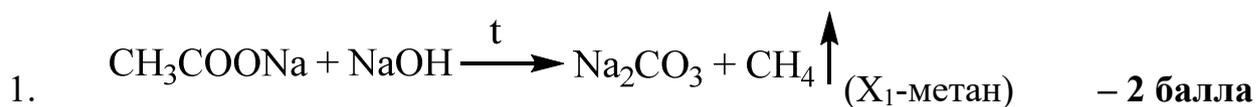
Итого 6 баллов

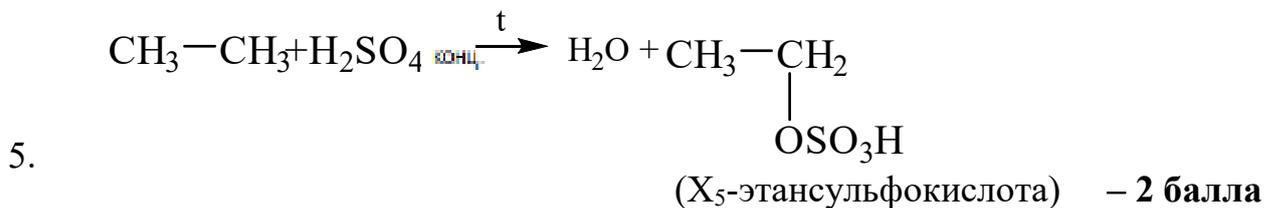
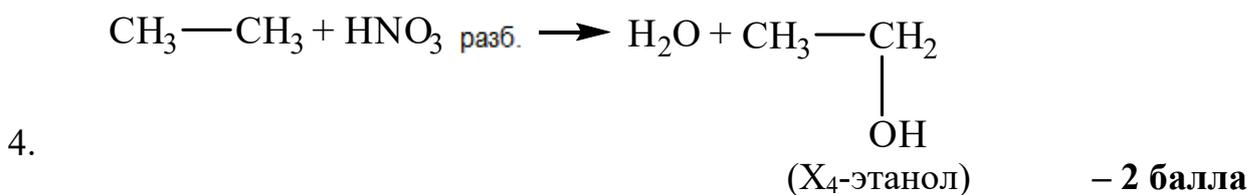
Задача 3

Составьте уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения, назовите продукты реакций:



Решение:





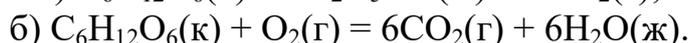
Распределение баллов:

Уравнение каждой реакции с коэффициентами, с условиями реакции и названием основного продукта – 2 балла (5 реакций)=10 баллов

Итого 10 баллов

Задача 4.

Вычислить значение ΔH°_{298} для протекающих в организме реакций превращения глюкозы:



Какая из этих реакций поставляет организму больше энергии?

Стандартные энтальпии веществ, участвующих в реакциях равны:

$\Delta H^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{к})) = -1273,0 \text{ кДж/моль};$

$\Delta H^\circ(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})) = -277,6 \text{ кДж/моль};$

$\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{ж})) = -285,8 \text{ кДж/моль};$

$\Delta H^\circ(\text{CO}_2(\text{г})) = -393,5 \text{ кДж/моль}.$

Решение

Для расчета ΔH° реакций используем уравнение из следствия закона Гесса:

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H^\circ_{\text{(продукт)}} - \sum \Delta H^\circ_{\text{(исход.)}}$$

а) Находим стандартную энтальпию реакции:

$$\begin{aligned} \text{а) } \Delta H^\circ_1 &= 2\Delta H^\circ(\text{CO}_2) + 2\Delta H^\circ(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - \Delta H^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \\ &= 2 \cdot (-393,5) + 2 \cdot (-277,6) - (-1273,0) = -69,2 \text{ кДж.} \end{aligned}$$

- 2 балла

б) Находим стандартную энтальпию реакции:

$$\begin{aligned} \text{б) } \Delta H^\circ_2 &= 6\Delta H^\circ(\text{CO}_2) + 6\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}) = \\ &= 6 \cdot (-393,5) + 6 \cdot (-285,8) - (-1273,0) = -2802,8 \text{ кДж.} \end{aligned}$$

- 2 балла

Реакция (б) поставляет организму больше энергии, чем реакция (а).

Ответ: а) -69,2 кДж; б) -2802,8 кДж.

Распределение баллов:

Нахождение энтальпии каждой реакции – 2 балла (2 реакции)=4 балла

Задача 5.

Углекислый газ объемом 19,675 л ($P=99$ кПа; $t=20$ °С) пропустили через 509,2 мл насыщенного раствора карбоната натрия ($\rho=1,145$ г/мл). Через некоторое время, когда раствор принял температуру 20 °С, из него выпали кристаллы гидрокарбоната натрия. Вычислить массу выпавших кристаллов и массовые доли солей в конечном растворе. Растворимость карбоната натрия в воде при 20 °С равна 25,00 г/100 г H_2O , а растворимость гидрокарбоната натрия в условиях опыта составляет 9,9 г/100 г H_2O .

Решение

1) Определение количества вещества CO_2 :

$$n(CO_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{99 \cdot 19,675}{8,31 \cdot 293} = 0,8 \text{ моль}$$

- 2 балла

2) Определение массы насыщенного раствора Na_2CO_3 :

$$m(\text{нас. р-ра } Na_2CO_3) = 1,145 \cdot 509,2 = 583,03 \text{ г}$$

- 2 балла

3) Определение массовой доли Na_2CO_3 в насыщенном при 20°С растворе:

$$\omega(Na_2CO_3)_{\text{нас. р-р}}^{20^\circ C} = \frac{25,0}{125,0} = 0,2$$

- 2 балла

4) Определение массы Na_2CO_3 в исходном растворе:

$$m(Na_2CO_3)_{\text{исх. нас. р-р}}^{20^\circ C} = 583,03 \cdot 0,2 = 116,61 \text{ г}$$

- 2 балла

5) Определение количества вещества Na_2CO_3 в исходном растворе:

$$n(Na_2CO_3)_{\text{исх. нас. р-р}}^{20^\circ C} = \frac{116,61}{106} = 1,1 \text{ моль}$$

- 2 балла

6) Определение остаточного количества вещества Na_2CO_3 :



$$\underline{0,8 \text{ моль} \quad 0,8 \text{ моль} \quad 0,8 \text{ моль} \quad 1,6 \text{ моль}}$$

$$\text{Ост. } 0,3 \text{ моль } Na_2CO_3$$

- 2 балла

7) Определение масс веществ в растворе после реакции:

$$m(CO_2) = 44 \cdot 0,8 = 35,2 \text{ г}$$

- 2 балла

$$m(H_2O) = 18 \cdot 0,8 = 14,4 \text{ г}$$

- 2 балла

$$m(NaHCO_3) = 84 \cdot 1,6 = 134,4 \text{ г}$$

- 2 балла

$$m(Na_2CO_3) = 106 \cdot 0,3 = 31,8 \text{ г}$$

- 2 балла

8) Определение массы воды в конечном растворе:

$$m(H_2O)_{\text{кон. р-р}} = 585,03 - 115,61 - 14,4 = 452,02 \text{ г}$$

- 2 балла

9) Определение массы выпавших кристаллов:

9,9 г NaHCO_3 — растворяется в 100 г воды
 $m(\text{NaHCO}_3) = 44,75$ г — растворяется в 452,02 г воды
 $m(\text{кристаллов } \text{NaHCO}_3) = 134,4 - 44,75 = 89,65$ г

- 2 балла

Или

$$\omega(\text{NaHCO}_3)_{\text{нас. р-р}}^{20^\circ\text{C}} = \frac{9,9}{109,9} = 0,09008$$

$$m(\text{KOH}_{\text{р-ра}} \text{ без } \text{Na}_2\text{CO}_3) = 583,03 + 35,2 - 31,8 = 586,43 \text{ г}$$

Пусть $m(\text{кристаллов } \text{NaHCO}_3) = x$ г, тогда

$$0,09008 = \frac{134,4 - x}{586,43 - x}$$

$$52,826 - 0,0901x = 134,4 - x; 81,57 = 0,9099x; x = 89,65$$

$$m(\text{KOH}_{\text{р-ра}}) = m(\text{исх. р-ра } \text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{CO}_2) - m(\text{кристал}) \\ = 583,03 + 35,2 - 89,65 = 528,58 \text{ г}$$

Состав конечного раствора:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \cdot 0,3 = 31,8 \text{ г}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 134,40 - 89,65 = 44,75 \text{ г}$$

-12 баллов

массу NaHCO_3 , которая содержится в конечном растворе можно вычислить по уравнению:

$$0,09008 = \frac{m(\text{NaHCO}_3)}{452,02 + m(\text{NaHCO}_3)}$$

откуда

$$m(\text{NaHCO}_3) = 44,75 \text{ г}$$

- 2 балла

Затем находим массовые доли веществ:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{31,8}{528,58} \cdot 100\% = 6,02\%$$

- 2 балла

$$\omega(\text{NaHCO}_3) = \frac{44,75}{528,58} \cdot 100\% = 8,47\%$$

- 2 балла

Распределение баллов:

Определение количества каждого вещества – 2 балла (3 вещества) = 6 баллов

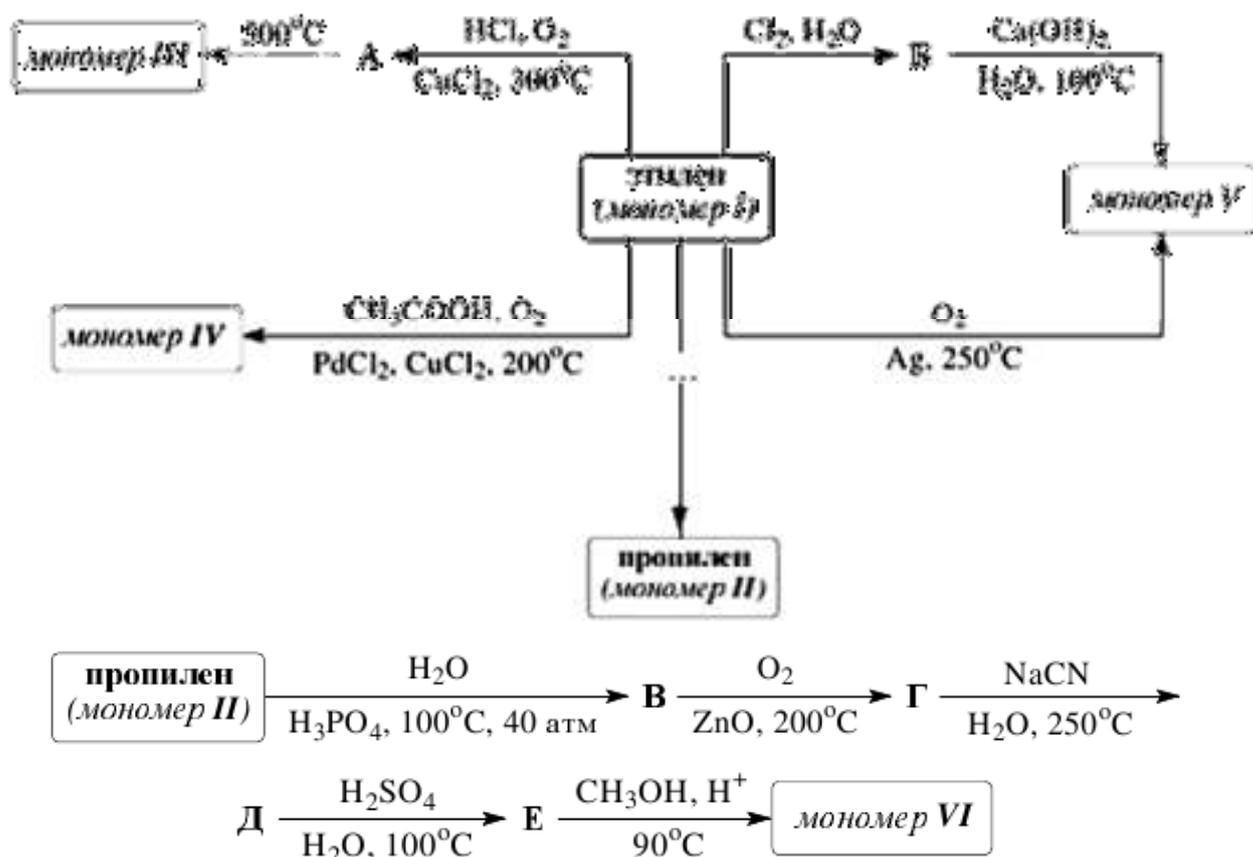
Определение массы каждого вещества и растворов – 2 балла (9 вещества) = 18 баллов

Определение массовых долей – 2 балла (3 вещества) = 6 баллов

Задача 6

Нефтехимическая промышленность относится к числу наиболее крупных базовых отраслей всей промышленности нашей страны. Около 10 % добываемой нефти перерабатывается химической промышленностью, а остальная часть является топливом. Среди промышленных продуктов особое место занимают полимерные соединения, которые используются в самых разнообразных областях жизнедеятельности человека.

Вещества I–V являются важными мономерами, из которых затем получают высокомолекулярные соединения, с которыми мы сталкиваемся практически каждый день в быту. Ниже приведены промышленные схемы получения веществ III–V из важнейших продуктов нефтепереработки – этилена (соединение I) или пропилена (соединение II).



1. Приведите структурные формулы мономеров I–VI и промежуточных соединений А–Б, если дополнительно известно, что молекулярные формулы соединений А – $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, а Д и Е – $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}$,

2. Укажите названия полимеров, получаемых из мономеров I–VI.

3. Напишите схему получения пропилена из этилена

4. Наиболее распространенным промышленным методом получения соединения Г является "кумольный способ", использующий в качестве исходного соединения кумол (изопропилбензол). Приведите эту промышленную схему синтеза, указав условия проведения реакций, промежуточные и побочные продукты.

Решение

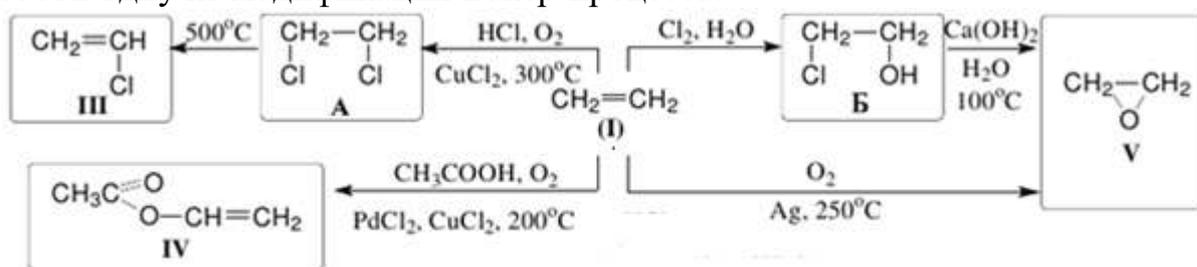
1,2. Рассмотрим схему превращений, основанную на применении этилена в качестве исходного соединения. Этилен при окислении, в присутствии металлического серебра в качестве катализатора окисляется кислородом до этиленоксида (соединение V).

Более старым способом его получения является хлорирование этилена в водном растворе, с образованием 2-хлорэтанола (Б), который далее обрабатывают гидроксидом кальция при нагревании.

Другим важным мономером, получаемым из этилена, является винилхлорид (III), который образуется при пиролизе 1,2-дихлорэтана (А)

Промышленным методом получения 1,2-дихлорэтана является нагревание этилена со смесью хлороводорода и кислорода в присутствии катализатора. При нагревании этилена с уксусной кислотой в присутствии кислорода воздуха образуется винилацетат (IV).

Этот процесс имеет сложный многостадийный характер и представляет собой одну из модификаций Вакер-процесса.

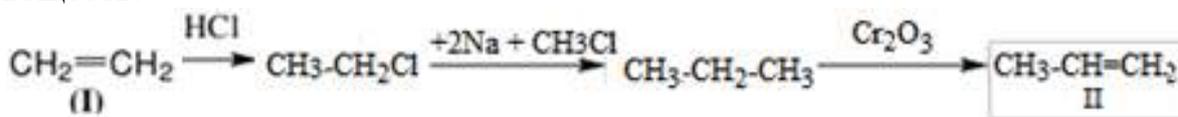


Рассмотрим вторую схему превращений. На первой стадии пропилен в условиях кислотного катализа присоединяет воду, образуя изопропиловый спирт (В), который далее превращается в ацетон (Г),

Следующая стадия представляет собой реакцию нуклеофильного присоединения синильной кислоты к ацетону с образованием соответствующего циангидрина (Д). При неполном гидролизе нитрильной группы получается амид (Е), который при нагревании с метанолом дает метилметакрилат (VI),

За написание правильно написанную структуру и отгаданное вещество – 2 балла, (веществ 11) = **22 балла**

3. Схема получения пропилена из этилена с названием промежуточных веществ:



хлорэтан

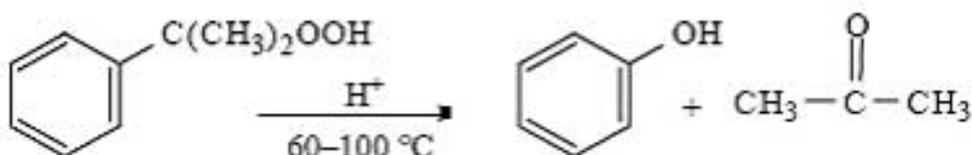
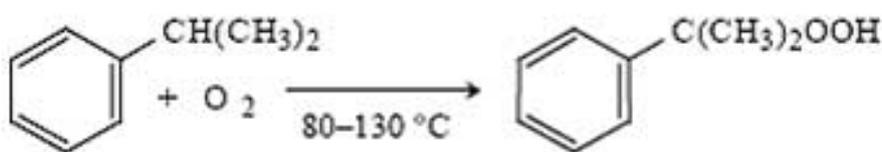
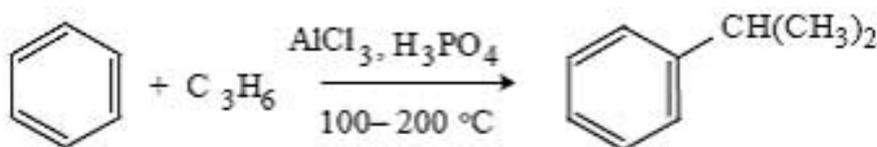
пропан

За схему получения – **2 балла**

За правильно написанную структуру и название промежуточного вещества – 2 балла, (веществ 2) = **4 балла**

4. Кумольный способ получения ацетона состоит из получения изопропилбензола (кумола) алкилированием бензола пропеном, затем идёт

стадия окисление кумола с образованием гидроперокси кумола и кислотное разложение гидроперокси до фенола и ацетона.



За написание каждой стадии получения ацетона – 2 балла (3 стадии) = 6 баллов

За указание условий проведения реакций – 2 балла (3 реакции) = 6 баллов

Распределение баллов:

За написание правильно написанную структуру и отгаданное вещество – 2 балла, (веществ 11) = 22 балла

За схему получения – 2 балла

За правильно написанную структуру и название промежуточного вещества – 2 балла, (веществ 2) = 4 балла

За написание каждой стадии получения ацетона с названием промежуточных продуктов – 2 балла (3 стадии) = 6 баллов

За указание условий проведения реакций – 2 балла (3 реакции) = 6 баллов

Итого 40 баллов

Газпром олимпиада 10 класс
Вариант 2

Задача 1.

Определите количества веществ и массы сульфата меди и воды, содержащихся в 100 г медного купороса (пятиводного кристаллогидрата сульфата меди(II): $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Массы считать до целых. Напишите реакцию образования медного купороса.

Решение:

$$M(\text{CuSO}_4) = 63,5 + 32 + 16 \cdot 4 = 159 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль}.$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = M(\text{CuSO}_4) + M(\text{H}_2\text{O}) \cdot 5 = 159 + 18 \cdot 5 = 249 \text{ г/моль}.$$

$$\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = m / M = 100 / 249 = 0,4 \text{ моль}.$$

1 моль пятиводного кристаллогидрата сульфата меди содержит 1 моль безводного сульфата меди и 5 моль воды.

$$\nu(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,4 \text{ моль}.$$

– 2 балла

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \cdot 5 = 2 \text{ моль}.$$

– 2 балла

$$m(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,4 \cdot 159 = 64 \text{ г};$$

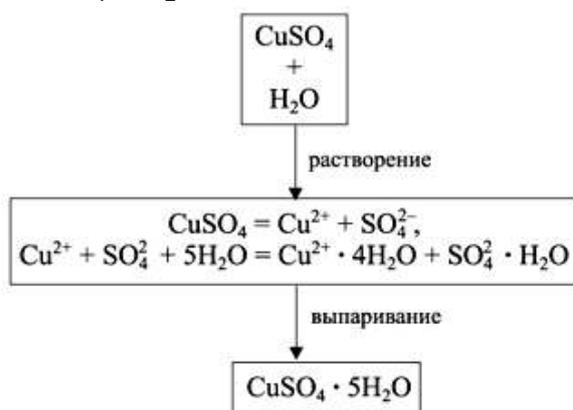
– 2 балла

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 18 = 36 \text{ г}.$$

– 2 балла

Реакция образования медного купороса.

При растворении в воде сульфата меди(II) происходит его диссоциация на ионы. Образующиеся ионы взаимодействуют с молекулами воды. При выпаривании раствора образуется кристаллогидрат сульфата меди(II) – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$



(засчитываются и другие методы получения)

- 2 балла

Ответ: $\nu(\text{CuSO}_4) = 0,4$ моль;

$$m(\text{CuSO}_4) = 64 \text{ г};$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 36 \text{ г}.$$

Распределение баллов:

Определение количества каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Определение массы каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Реакция образования с указанием коэффициентов – 2 балла

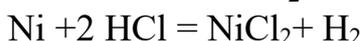
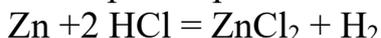
Итого: 10 баллов

Задача 2.

5 г сплава растворили в 120 г соляной кислоты. После реакции в растворе образов. 3,8 % хлорида цинка и 1,35 % хлорида никеля. Третий металл не растворился. Его вынули и обработали конц. азотной кислотой. При этом образовалось 1,4 л оксида азота(IV). Каков состав сплава?

Решение:

По известным массовым долям найдем массы хлоридов в растворе, если масса раствора = 120 + 5 = 125 г



- 2 балла

$m(\text{ZnCl}_2) = 125 \cdot 0,038 = 4,75$ г или 0,035 моль, а значит и Zn тоже 0,035 моль или 2,27 г

$m(\text{NiCl}_2) = 125 \cdot 0,0135 = 1,6875$ г или 0,013 моль, а значит и Ni тоже 0,013 моль или 0,767 г

$m(\text{Zn}) + m(\text{Ni}) = 2,27 + 0,767 = 3$ г, следовательно масса остатка = 2 г - 2 балла

Так как с соляной кислотой не реагируют Cu, Ag и Hg, то логично предположить, что остаток в 2 г – это, например, медь.



По условию образовалось 1,4 л / 22,4 моль = 0,0625 моль NO_2 , тогда по уравнению меди в 2 раза меньше, то есть 0,0313 моль, а масса меди = 2 г, что соответствует нашему предположению. - 2 балла

Распределение баллов:

Уравнение реакции с коэффициентами

- 2 балла

Определение массы остатка

- 2 балла

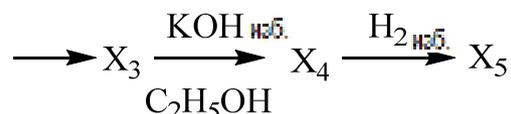
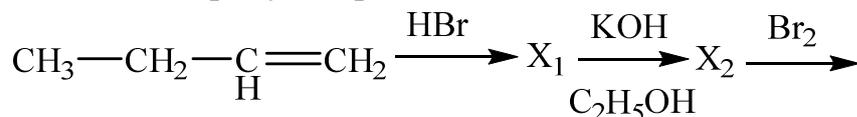
Определение состава сплава

- 2 балла

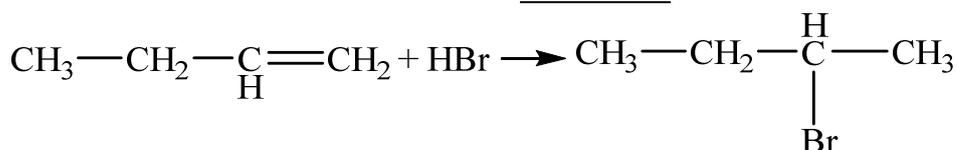
Итого 6 баллов

Задача 3

Составьте уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения, назовите продукты реакций:

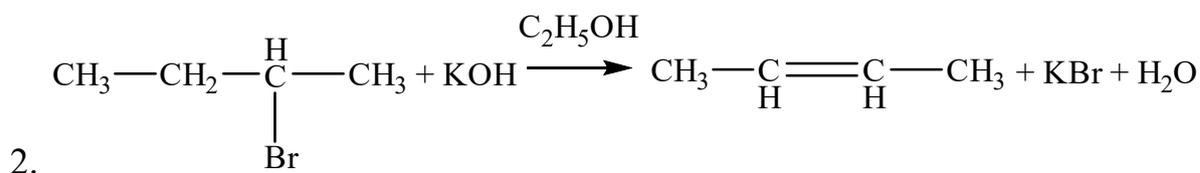


Решение:

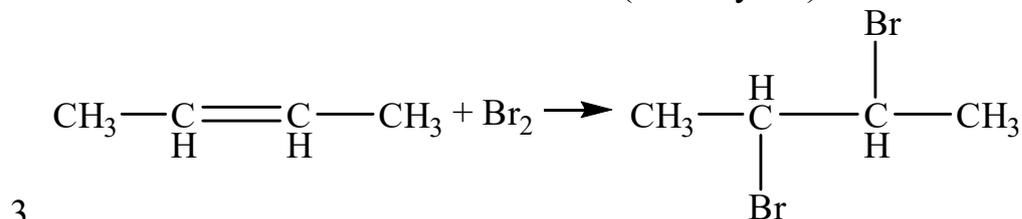


1.

(X_1 -2-бромбутан) - 2 балла



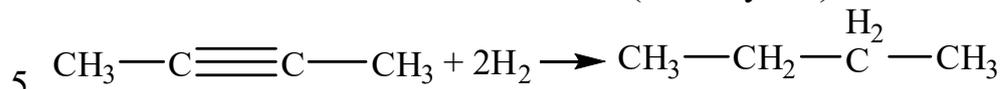
(X₂-2-бутен) – 2 балла



(X₃-2,3-дибромбутан) – 2 балла

4.

(X₄-2-бутин) – 2 балла



(X₄-бутан) – 2 балла

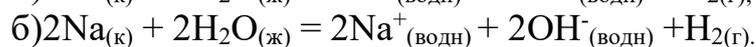
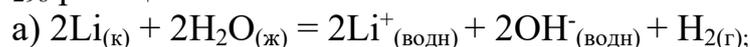
Распределение баллов:

Уравнение каждой реакции с коэффициентами, с условиями реакции и названием основного продукта – 2 балла (5 реакций)=10 баллов

Итого 10 баллов

Задача 4.

Вычислите ΔH°_{298} реакций:



Стандартные энтальпии образования веществ равны:

$$\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(ж)}) = -285,8 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^\circ(\text{Li}^+_{(водн)}) = -278,5 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^\circ(\text{Na}^+_{(водн)}) = -239,7 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^\circ(\text{OH}^-_{(водн)}) = -228,9 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^\circ(\text{H}_{2(г)}) = -0 \text{ кДж/моль}.$$

Решение

Для расчета реакций используем уравнение из следствия закона Гесса:

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H^\circ_{(прод)} - \sum \Delta H^\circ_{(реаг)}$$

а) Находим стандартную энтальпию реакции:

$$\Delta H^\circ_{(а)} = [2\Delta H^\circ(\text{Li}^+_{(водн)}) + 2\Delta H^\circ(\text{OH}^-_{(водн)})] - 2\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(ж)}) =$$

$$= [2 \cdot (-278,5) + 2(-228,9) - 2 \cdot (-285,8)] = -443,2 \text{ кДж}.$$

– 2 балла

б) Находим стандартную энтальпию реакции:

$$\Delta H_{\text{с}}^{\circ} = [2\Delta H^{\circ}(\text{Na}_{(\text{aq})}^{+}) + 2\Delta H^{\circ}(\text{OH}_{(\text{aq})}^{-})] - 2\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}) = \\ = [2 \cdot (-239,7) + 2 \cdot (-228,9) - 2 \cdot (-285,8)] = -365,6 \text{ кДж.} \quad - 2 \text{ балла}$$

Ответ: а) -443,2 кДж; б) -365,6 кДж.

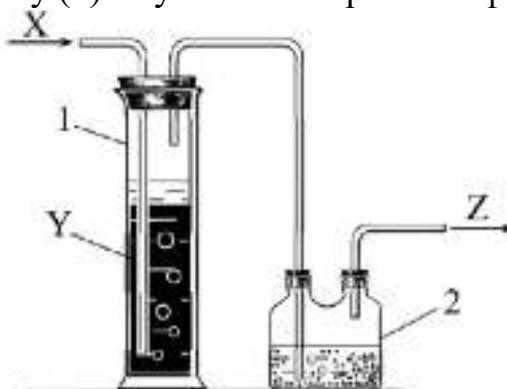
Распределение баллов:

Нахождение энтальпии каждой реакции – 2 балла (2 реакции)=4 балла

Итого 4 балла

Задача 5

Для получения газа Z в лаборатории собрали установку (см. рис.). В стеклянный цилиндр (1) налили тяжёлую жидкость красно-бурого цвета Y, добавили немного воды и пропустили газ X. Выделяющийся газ Z проходил через промывную склянку (2) с суспензией красного фосфора.



1. Определите вещества X, Y и Z, если известно, что X и Z — бесцветные газы с резким запахом. Z тяжелее X в 2,38 раза. X образуется при протухании яиц. Y – простое вещество.

2. Напишите уравнение реакции получения газа Z при взаимодействии X и Y.

3. С какой целью газ Z пропускают через водную суспензию красного фосфора?

4. Для данного опыта требуется газ X. Какими бы методами Вы воспользовались для его получения? Рассмотрите два варианта.

5. Какими ещё способами можно получить Z в лаборатории? Предложите три способа.

Решение

1. При протухании яиц образуется газ – сероводород, значит X — H_2S , в 2,38 раз тяжелее сероводорода – бромоводород Z — HBr , тёмнобурая тяжёлая жидкость которая приводит к образованию бромоводорода – это бром Y — Br_2 ,

За определение каждого верного вещества – 2 балла (3 вещества)=6 баллов

$$D_{\text{H}_2\text{S}}(\text{HBr}) = \frac{81}{34} = 2,38$$

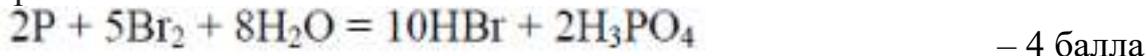
– 2 балла

2. Уравнение реакции получения газа Z

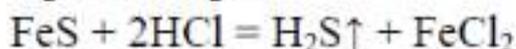
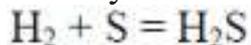


3. Суспензию красного фосфора используют для очистки бромоводорода от паров

брома:

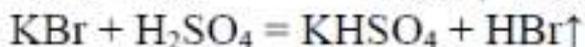
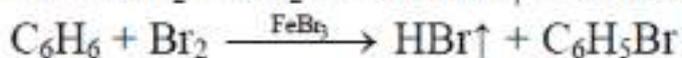
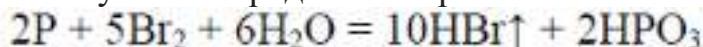


4. Могут быть предложены различные методы, например:



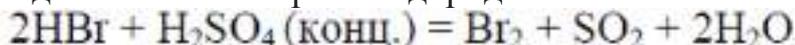
За каждую реакцию получения газа X – 2 балла (2 реакции) = 4 балла

5. Могут быть предложены различные способы, например:



За каждую реакцию получения Z в лаборатории – 4 балла (3 реакции) = 12 баллов

Реакцию можно проводить на холоду или при лёгком нагревании. Использовать для опыта концентрированную серную кислоту нельзя, т. к. происходит окисление бромоводорода:



Распределение баллов:

За определение каждого верного вещества – 2 балла (3 вещества) = 6 баллов

Определение плотности бромоводорода по сероводороду – 2 балла

За уравнение реакции получения газа Z – 2 балла

За уравнение реакции газа Z с суспензией красного фосфора, с правильной расстановкой всех коэффициентов – 4 балла

За каждую реакцию получения газа X – 2 балла (2 реакции) = 4 балла

За каждую реакцию получения Z в лаборатории – 4 балла (3 реакции) = 12 баллов

Итого 30 баллов

Задача 6

Оценки экономистов показывают, что в настоящее время мировой дефицит нефтяных моторных топлив составляет порядка 10 млн. т. Одной из главных альтернатив таким топливам является пропан-бутановая смесь, использование которой в последние годы резко увеличивается в связи с ростом цен на бензин, истощением запасов нефти, ухудшением экологической обстановки в городах и т.д. Заправка автомобилей такой смесью осуществляется на автомобильных газозаправочных станциях (АГЗС).

Пропан-бутан – смесь двух газообразных углеводородов, вырабатываемая из нефти и сконденсированных нефтяных газов. В обиходе ее часто называют просто пропан. Смесь легко сжижается при понижении температуры ($t_{\text{кип}} \sim -42^\circ\text{C}$ при $P = 1\text{атм}$) или повышении давления; критическая температура смеси составляет около $+96^\circ\text{C}$. Хранят и перевозят жидкую смесь под давлением в 16 атм.

Газовоз привез на АГЗС $3,5\text{ м}^3$ жидкого пропан-бутана с плотностью $0,584\text{ г/см}^3$ (измерения проведены при 0°C) и массовым содержанием 58 % C_3H_8 и 42 % C_4H_{10} .

1. Рассчитайте мольное отношение компонентов смеси и общее количество молекул и атомов в цистерне газовоза. Во сколько раз больший объем заняла бы эта смесь при н.у. ($t=0^\circ\text{C}$, $P=1\text{атм}$)?

2. Напишите уравнения реакций сгорания пропана и бутана и рассчитайте их тепловые эффекты. Стандартные теплоты образования составляют (кДж/моль): $103,9$ ($\text{C}_3\text{H}_{8(\text{г})}$), $126,2$ ($\text{C}_4\text{H}_{10(\text{г})}$), $393,5$ ($\text{CO}_{2(\text{г})}$), $241,8$ ($\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$).

3. Вычислите количество тепла, которое выделится при сгорании всей смеси, содержащейся в газовозе. Поясните физический смысл понятия «критическая температура» для этой смеси.

4. На соседнюю заправку (АЗС) завезли бензин в цистерне такого же объема. Считая, что бензин состоит из чистого октана C_8H_{18} ($t_{\text{кип}} = 125,5^\circ\text{C}$, $\rho = 0,703\text{ г/см}^3$, $Q_{\text{обр}}^0 = 249,9\text{ кДж/моль}$), рассчитайте количество тепла, которое выделится при сгорании всего бензина. Какой вид топлива более выгоден для автолюбителя и во сколько раз, если соотношение цен за 1 м^3 топлива на рынке 5:3 не в пользу бензина?

5. Назовите изомеры октана, которые при радикальном хлорировании дадут: а) максимальное; б) минимальное количество моноклорпроизводных. Сколько моноклорпроизводных образует 4-метилгептан? А какие из структурных изомеров октана оптически активны? Назовите их.

Решение

1. Масса смеси составит $3,5 \cdot 10^6 \cdot 0,584 = 2044000\text{ г}$ или 2044 кг . – 2 балла

Пропана в смеси $0,58 \cdot 2044 = 1185,5\text{ кг}$ или $1185,5/44 = 26,94\text{ кмоль}$. – 2 балла

Бутана в смеси $0,42 \cdot 2044 = 858,5\text{ кг}$ или $858,5/58 = 14,80\text{ кмоль}$. – 2 балла

Мольное отношение пропан/бутан составляет $1,82$ – 2 балла

общее количество атомов в цистерне газовоза $(26,94 \cdot 11 + 14,80 \cdot 14) \cdot 10^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,03 \cdot 10^{29}$ шт. – 2 балла

Объем газообразной смеси при н.у. равен $(26,94 + 14,80) \cdot 10^3 \cdot 22,4 = 935 \cdot 10^3\text{ л}$ или 935 м^3 , что в $935/3,5 = 267$ раз больше объема жидкости – 2 балла

2. $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ – 2 балла

$(Q^0 = 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,9 = 2043,8 \text{ кДж/моль})$. – 2 балла

$C_4H_{10} + 6,5O_2 = 4CO_2 + 5H_2O_{(ж)}$ – 2 балла

$(Q^0 = 4 \cdot 393,5 + 5 \cdot 241,8 - 126,2 = 2656,8 \text{ кДж/моль})$. – 2 балла

3. При сгорании всей смеси, содержащейся в газовой, выделится $26,94 \cdot 10^3 \cdot 2043,8 + 14,80 \cdot 10^3 \cdot 2656,8 = (55060 + 39321) \cdot 10^3 \text{ кДж} = 94,4 \cdot 10^6 \text{ кДж}$ тепла. – 2 балла

Для этой смеси критической является температура, при которой плотности насыщенного пара и жидкости становятся одинаковыми, и граница между ними исчезает. – 2 балла

4. Масса бензина (октана) $3,5 \cdot 10^6 \cdot 0,703 = 2460500 \text{ г}$ или $2460,5 \text{ кг}$. – 2 балла

Его количество $2460,5/114 = 21,58 \text{ кмоль}$. – 2 балла

Теплота сгорания:

$C_8H_{18} + 12,5O_2 = 8CO_2 + 9H_2O_{(ж)}$ – 2 балла

$(Q^0 = 8 \cdot 393,5 + 9 \cdot 241,8 - 249,9 = 5074,3 \text{ кДж/моль})$. – 2 балла

Количество тепла, которое выделится при сгорании всего бензина $21,58 \cdot 10^3 \cdot 5074,3 = 109,5 \cdot 10^6 \text{ кДж}$. – 2 балла

Получается, что приобретать пропан-бутановую смесь выгоднее в $94,4 \cdot 10^6/3 : 109,5 \cdot 10^6/5 = 1,44$ раза. – 2 балла

5. а) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ (3-метилгептан) – 8 монохлорпроизводных;

б) $(CH_3)_3C-C(CH_3)_3$ (2,2,3,3-тетраметилбутан) – 1;

$CH_3-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3$ (4-метилгептан) – 5. – 2 балла

Оптически активные изомеры октана: 3-метилгептан, 2,3-диметилгексан, 2,4-диметилгексан, 3,4-диметилгексан, 2,2,3-триметилпентан. – 2 балла

Распределение баллов:

Рассчитайте мольное отношение компонентов смеси и общее количество молекул и атомов в цистерне газовой – 10 баллов

Расчёт во сколько раз больший объём заняла бы эта смесь при н.у. 2 балла

Уравнения реакций сгорания веществ с коэффициентами – 2 балла (3 вещества) = 6 баллов

Расчёт тепловых эффектов – 2 балла (3 реакции) – 6 баллов.

Расчёт количества тепла, которое выделится при сгорании всей смеси, содержащейся в газовой. – 2 балла

Расчёт массы бензина – 2 балла

Расчёт количества бензина – 2 балла

Объяснение понятия «критическая температура» для этой смеси. – 2 балла

Расчёт количества тепла, которое выделится при сгорании всего бензина. – 2 балла

Определение выгоды вида топлива – 2 балла

Названия изомеров октана с количеством монохлорпроизводных – 2 балла

Название оптически активных структурных изомеров октана – 2 балла

Итого 40 баллов

Газпром олимпиада 10 класс
Вариант 3

Задача 1.

Определите количества веществ и массы сульфата кальция и воды, содержащихся в 100 г гипса (двуводного кристаллогидрата сульфата кальция): $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Массы считать до целых. Напишите реакцию образования гипса. (10 баллов)

Решение:

$$M(\text{CaSO}_4) = 40 + 32 + 16 \cdot 4 = 139 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль}.$$

$$M(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = M(\text{CaSO}_4) + M(\text{H}_2\text{O}) \cdot 2 = 139 + 18 \cdot 2 = 175 \text{ г/моль}.$$

$$v(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = m / M = 100 / 175 = 0,57 \text{ моль}.$$

1 моль двуводного кристаллогидрата сульфата кальция содержит 1 моль безводного сульфата кальция и 2 моля воды.

$$v(\text{CaSO}_4) = v(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,57 \text{ моль} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot 2 = 1,14 \text{ моль} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{CaSO}_4) = v(\text{CaSO}_4) \cdot M(\text{CaSO}_4) = 0,57 \cdot 139 = 79 \text{ г}; \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 1,14 \cdot 18 = 21 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$

Реакция образования гипса:



(засчитываются и другие методы получения) - 2 балла

Ответ: $v(\text{CaSO}_4) = 0,57 \text{ моль};$

$$m(\text{CaSO}_4) = 79 \text{ г};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 1,14 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 21 \text{ г}.$$

Распределение баллов:

Определение количества каждого вещества $- 2 \text{ балла}$ (2 вещества) = 4 балла

Определение массы каждого вещества $- 2 \text{ балла}$ (2 вещества) = 4 балла

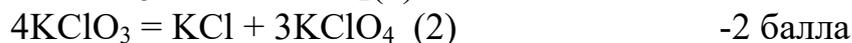
Реакция образования с указанием коэффициентов $- 2 \text{ балла}$

Итого: 10 баллов

Задача 2.

При нагревании бертоллетовой соли часть её разлагается с образованием кислорода, а часть с образованием перхлората и хлорида калия. Определите массу и состав остатка, если при нагревании 44,1 г бертоллетовой соли выделилось 9,6 г кислорода.

Решение:



Количество бертоллетовой соли

$$n(\text{KClO}_3) = \frac{44,1 \text{ г}}{122,5 \text{ г/моль}} = 0,36 \text{ моль}, \text{ а } n(\text{O}_2) = \frac{9,6 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль}.$$

Следовательно, по уравнению (1) в реакцию вступает 0,2 моль KClO_3 и получается 0,2 моль KCl .

По уравнению (2) остается $0,36 - 0,2 = 0,16$ моль KClO_3 , а получается $0,04$ моль KCl и $0,12$ моль KClO_4 .

$m(\text{KClO}_4) = 0,12 \times 138,5 = 16,6$ г;

-2 балла

$m(\text{KCl}) = (0,2 + 0,04) \times 74,5 = 17,9$ г.

-2 балла

Распределение баллов:

Уравнения реакции с коэффициентами

- 2 балла

Определение массы остатка

- 2 балла

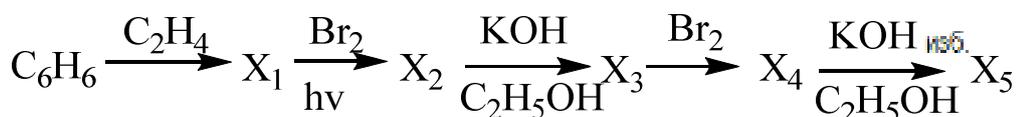
Определение состава остатка

- 2 балла

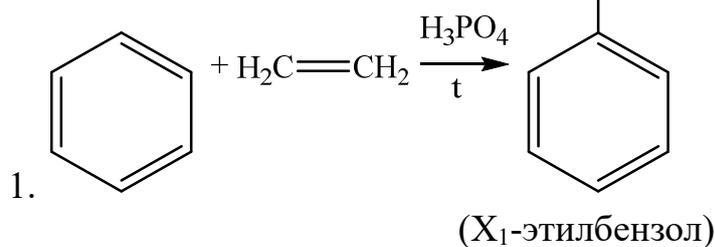
Итого 6 баллов

Задача 3

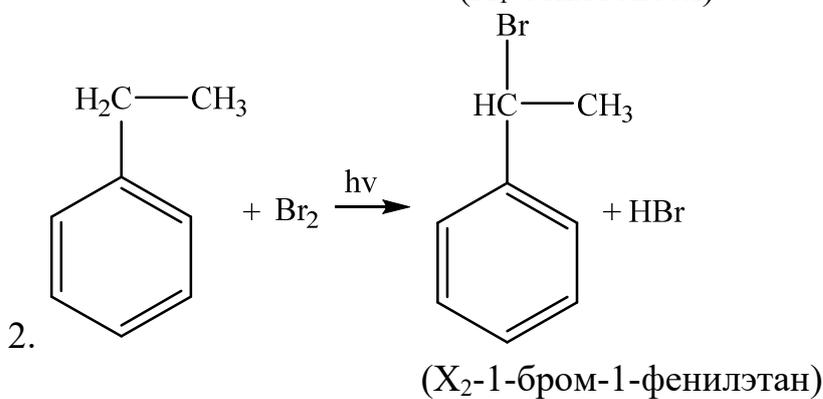
Составьте уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения, назовите продукты реакций:



Решение:
 $\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_3$

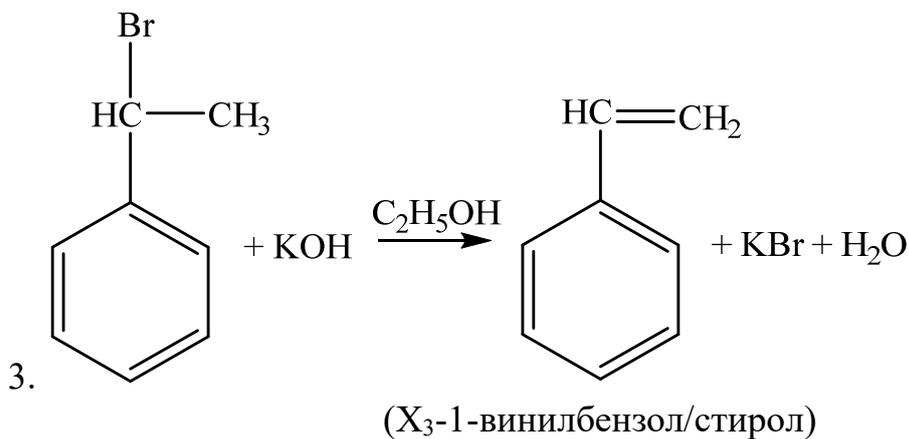


- 2 балла

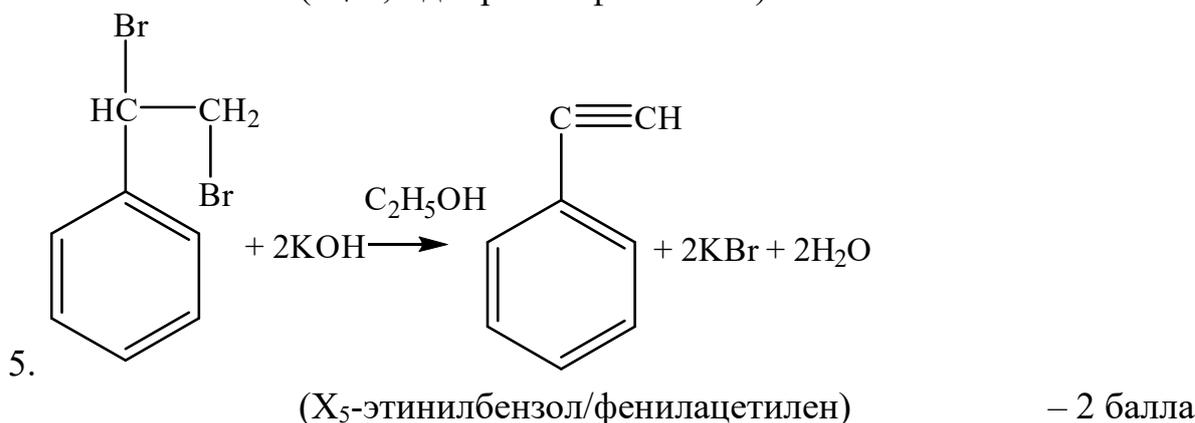
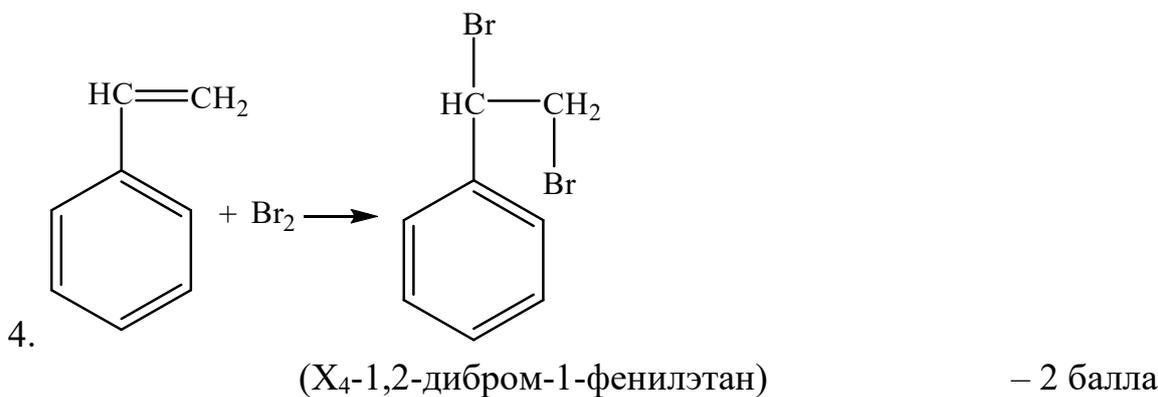


- 2

балла



- 2 балла



Распределение баллов:

Уравнение каждой реакции с коэффициентами, с условиями реакции и названием основного продукта – 2 балла (5 реакций)=10 баллов

Итого 10 баллов

Задача 4.

Вычислите массу этанола, при сгорании которого выделится столько же энергии, как и при сгорании 100 г метанола. При вычислениях используйте энтальпии образования спиртов в газообразном состоянии:

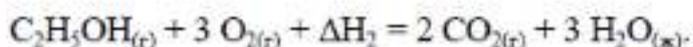
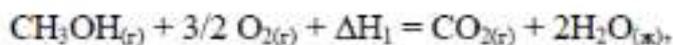
$$\Delta(\text{CH}_3\text{OH})(\text{г}) = -201 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})(\text{г}) = -235 \text{ кДж/моль}.$$

Решение

Искомая величина – масса этанола m (в граммах).

Термохимическое уравнение реакций горения спиртов:



Подставим в термохимические уравнения вместо формул числовые значения энтальпий образования соединений:

$$-201 + \Delta\text{H}_1 = -394 + 2(-286), \text{ откуда } \Delta\text{H}_1^0 = -765 \text{ кДж/моль},$$

$$-235 + \Delta\text{H}_2 = 2(-394) + 3(-286), \text{ откуда } \Delta\text{H}_2^0 = -1411 \text{ кДж/моль}. \quad - 2 \text{ балла}$$

Таким образом, мы нашли молярные теплоты сгорания метилового (ΔH_1^0) и этилового (ΔH_2^0) спиртов.

Составим уравнение, учитывая, что количество энергии, выделившейся при сгорании этанола массой $m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$. Для этого количество выделившейся энергии представим как произведение количества вещества спирта на молярную теплоту сгорания:

$$[100/M(\text{CH}_3\text{OH})] \Delta H_1^0 = [m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})/M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})] \Delta H_2,$$

$$\text{Или } (100/32)(-765) = (m/46)(-1411), \text{ откуда } m = 78 \text{ г.}$$

- 2 балла

Распределение баллов:

Нахождение молярных теплот сгорания – 2 балла

Нахождение массы этанола – 2 балла

Итого 4 балла

Задача 5

В лаборатории синтезировали анилин из нитробензола, используя реакцию Зинина. Продукт синтеза отогнали из реакционной смеси с паром. Оказалось, что отогнанный с паром анилин загрязнен не вступившим в реакцию нитробензолом.

Для анализа «сырого» продукта синтеза взяли пробу (1/25 часть по объёму) полученного продукта и сожгли. Газообразные продукты реакции горения пропустили через избыток водного раствора едкого натра. Объём непоглощенного при этом газа составил 0,448 л (н. у.). Такую же пробу «сырого» продукта обработали 25 мл раствора серной кислоты ($\rho = 1,14$ г/мл; $\omega = 20\%$), при этом выпало 6,88 г осадка.

1. Напишите уравнения реакции восстановления нитробензола сульфидом аммония (реакция Зинина).

2. Перечислите другие восстановители, которые могут быть использованы для получения анилина из нитробензола? Приведите два уравнения реакций нитробензола с восстановителями по Вашему выбору и укажите условия их осуществления.

3. Вычислите массу чистого анилина, полученного в данном синтезе.

4. Какова массовая доля примеси нитробензола в «сыром» продукте этого синтеза.

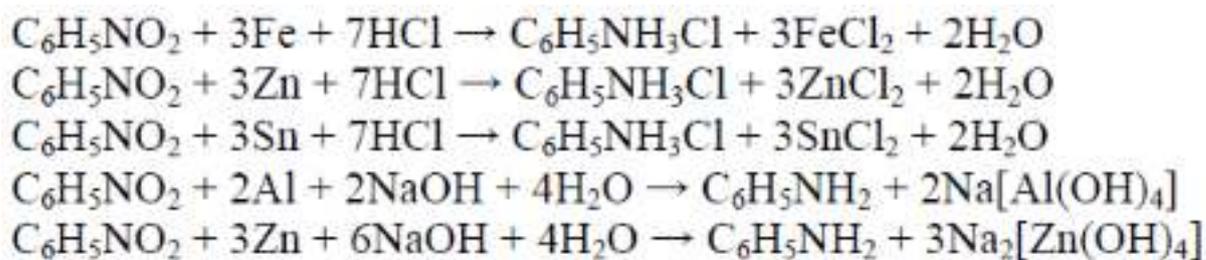
5. Предложите способ очистки анилина от примеси нитробензола.

Решение

1. Уравнение реакции Зинина:

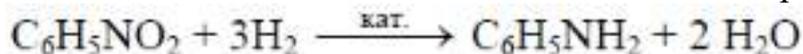


2. В лабораторных условиях для восстановления нитробензола можно использовать: железо, цинк или олово в присутствии соляной кислоты; алюминий или цинк в растворе щёлочи:



В этих реакциях реальным восстановителем является атомарный водород в момент выделения.

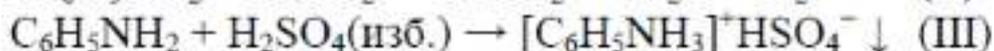
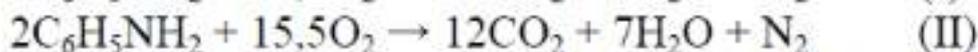
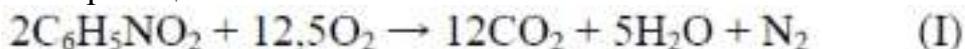
В промышленности восстановление нитробензола осуществляют водородом при 250–350 °С на никелевом или медном катализаторе.



За 2 уравнения реакции с условиями-2 балла

3. Вычисление массы чистого анилина, полученного в данном синтезе.

а) Уравнения реакций:



За уравнения реакции с условиями-2 балла

б) Из газообразных продуктов реакций горения (I, II) только азот не поглощается щелочью.

$$v(\text{N}_2)_{\text{I,II}} = \frac{0,448}{22,4} = 0,02 \text{ моль}$$

- 2 балла

в) Допустим, что

$$v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = x \text{ моль}, v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = y \text{ моль},$$

тогда

$$v(\text{N}_2)_{\text{I}} = 0,5x \text{ моль}, v(\text{N}_2)_{\text{II}} = 0,5y \text{ моль}$$

$$0,5x + 0,5y = 0,02 \quad | \times 2$$

$$x + y = 0,04$$

Следовательно, суммарное количество вещества нитробензола и анилина во взятой для анализа порции вещества равно 0,04 моль. – 2 балла

г) В продукте синтеза только анилин взаимодействует с серной кислотой (III).

Для справки: анилин образует соли с сильными кислотами, например с соляной и серной. При этом хлорид фениламмония растворяется в воде, а гидросульфат и сульфат фениламмония выпадают в осадок.

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{25 \cdot 1,14 \cdot 0,2}{98} = 0,058 \text{ моль} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$v([\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3]\text{HSO}_4) = \frac{6,88}{191} = 0,036 \text{ моль} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)_{\text{в пробе}} = 0,036 \cdot 93 = 3,35 \text{ г}; \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)_{\text{в продукте синтеза}} = 3,35 \cdot 25 = 83,7 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$

4. Вычисление массовой доли примеси нитробензола в «сыром» продукте.

$$v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 0,040 - 0,036 = 0,004 \text{ моль} \quad - 2 \text{ балла}$$

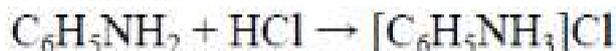
$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)_{\text{в пробе}} = 0,004 \cdot 123 = 0,492 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)_{\text{в продукте синтеза}} = 0,492 \cdot 25 = 12,3 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{«сырого» продукта синтеза}) = 83,7 + 12,3 = 96 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$

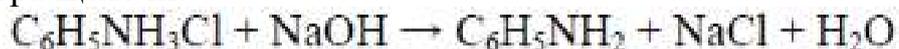
$$\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = \frac{12,3 \cdot 100\%}{96} = 12,8 \% \approx 13 \% \quad - 2 \text{ балла}$$

5. Для отделения анилина от примеси нитробензола может быть использована его способность реагировать с минеральными кислотами, например с соляной:



Анилин практически не растворяется в воде, но его соль – гидрохлорид анилина (хлорид фениламмония) – растворяется очень хорошо. Нитробензол нерастворим в воде и при обработке смеси с анилином раствором соляной кислоты остаётся в органическом слое.

Выделить анилин из соли можно действием концентрированного раствора щёлочи:



За уравнение реакции с коэффициентами-2 балла

Распределение баллов:

За уравнения реакций с коэффициентами – 8 баллов

За определение количества вещества – 2 балла (5 веществ)=10 баллов

За определение массы вещества – 2 балла (5 веществ)=10 баллов

За определение массовой доли примеси нитробензола – 2 балла

Итого 30 баллов

Задача 6

Корица – одна из самых старых и известных специй на земле. Один только запах корицы, доносящийся при выпечке хлебобулочного лакомства, заставляет человека "глотать слюнки" в предвкушении будущей булочки или печенья. Одним из веществ, имеющих этот пряный аромат, является бесцветная жидкость X, впервые выделенная из эфирного масла корицы. При сгорании 6,6 г паров X в избытке кислорода образуется 10,08 л (при н.у.) углекислого газа и 3,6 г воды.

1. Определите молекулярную формулу соединения **X**, если известно, что плотность его паров по воздуху не превышает 5.

Известно, что соединение **X** обладает следующими свойствами:

а) реагирует с аммиачным раствором оксида серебра(I);

б) обесцвечивает бромную воду;

в) при нагревании **X** со щелочным раствором гидроксида меди(II) выпадает красный осадок;

г) при нагревании **X** с раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой, образуется бензойная кислота;

д) при обработке **X** водным раствором гидроксида калия образуется спирт и соль.

2. На основании описанных реакций предположите, к каким классам органических соединений можно отнести соединение **X**.

3. Определите структурную формулу соединения **X** и назовите его.

4. Приведите уравнения реакций а–д, описанных в условии задачи (для записи органических веществ в уравнениях реакций используйте структурные формулы).

5. Может ли соединение **X** существовать в виде геометрических изомеров? Если да, приведите структурные формулы этих изомеров.

Решение

1. Поскольку при сжигании **X** были получены только углекислый газ и вода, **X** могло содержать углерод, водород и кислород.

Найдем количество образовавшихся при сгорании **X** веществ:

$$n(\text{CO}_2) = 10,08 / 22,4 = 0,45 \text{ моль}; \quad - 2 \text{ балла}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 / 18 = 0,2 \text{ моль}. \quad - 2 \text{ балла}$$

Следовательно, количество углерода и водорода, содержащееся в сжигаемой навеске **X** равно:

$$n(\text{C}) = 0,45 \text{ моль}; \quad - 2 \text{ балла}$$

$$n(\text{H}) = 0,4 \text{ моль}; \quad - 2 \text{ балла}$$

$$n(\text{O}) = (6,6 - (0,45 \cdot 12 + 0,4 \cdot 1)) / 16 = 0,05 \text{ моль}. \quad - 2 \text{ балла}$$

Установим простейшую формулу соединения **X**:

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = 0,45 : 0,4 : 0,05 = 9 : 8 : 1, \text{ т.е. } \text{C}_9\text{H}_8\text{O}. \quad - 2 \text{ балла}$$

Поскольку плотность паров соединения **X** по воздуху не превышает 5, его молярная масса не должна превышать

$$5 \cdot 29 = 145 \text{ г/моль}. \quad - 2 \text{ балла}$$

Молярная масса вещества, имеющего формулу $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}$ (совпадающую с простейшей) равна 132 г/моль, следовательно, соединение **X** имеет молекулярную формулу $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}$. - 2 балла

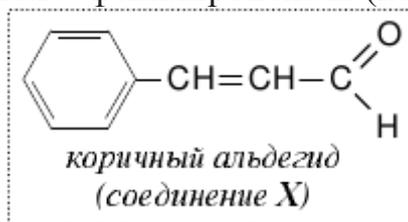
1-2.. Поскольку соединение содержит один атом кислорода, оно может быть спиртом, альдегидом, кетоном или простым эфиром.

X реагирует с аммиачным раствором оксида серебра(I), при нагревании его с гидроксидом меди(II) наблюдается выпадение красного осадка. Эти реакции указывают на наличие альдегидной группы в составе **X** (**X** можно отнести к классу *альдегидов*). - 2 балла

Т.к. вещество X обесцвечивает бромную воду, оно может содержать в составе молекулы кратные связи (X можно отнести к *непредельным соединениям*). - 2 балла

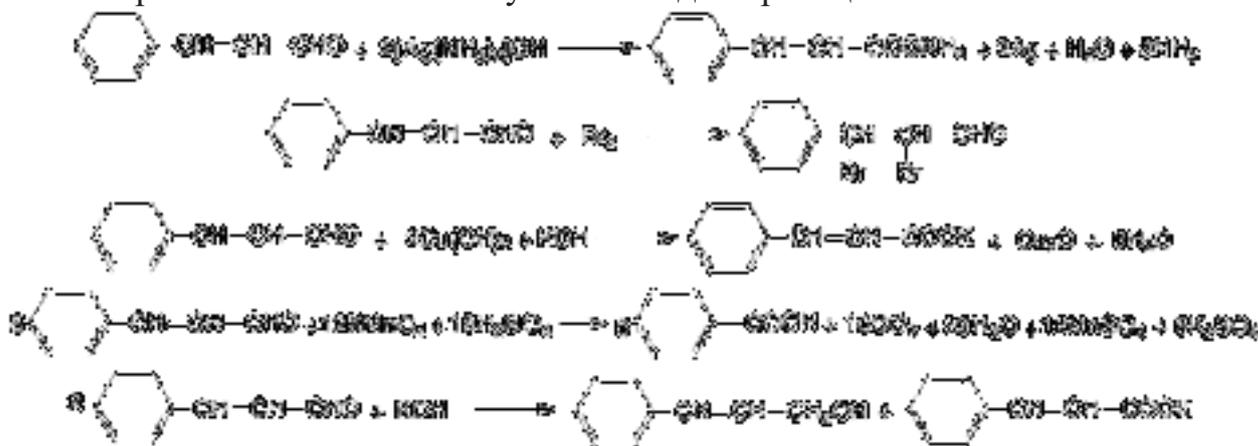
Поскольку при окислении перманганатом калия образуется бензойная кислота (X можно отнести к *ароматическим соединениям*), - 2 балла

3. Единственным соединением, которое удовлетворяет всем условиям, является 3-фенилпропеналь (коричный альдегид). - 2 балла



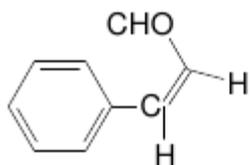
- 2 балла

4. Уравнения описанных в условии задачи реакций:

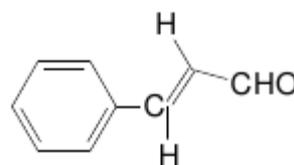


За каждое уравнение реакции 2 балла (5 реакций) = 10 баллов

5. Коричный альдегид может существовать в виде *цис*- и *транс*-изомеров. - 2 балла



цис-коричный альдегид



транс-коричный альдегид

- 2 балла

Распределение баллов:

Нахождение количества образовавшихся при сгорании веществ и атомов – 2 балла (5 шт.) = 10 баллов

Нахождение простейшей формулы. - 2 балла

Нахождение молекулярной массы вещества - 2 балла

Нахождение молекулярной формулы вещества - 2 балла

Определение класса вещества – 2 балла (3 класса) = 6 баллов

Определение структурной формулы соединения - 2 балла

Название соединения – 2 балла

За каждое уравнение реакции 2 балла (5 реакций) = 10 баллов

Определение наличия геометрических изомеров – 2 балла

Приведение структурных формул изомеров - 2 балла

Итого 40 баллов

Газпром олимпиада 10 класс
Вариант 4

Задача 1.

Определите количества веществ и массы карбоната натрия и воды, содержащихся в 100 г кристаллической соды (десятиводного кристаллогидрата карбоната натрия: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Массы считать до целых. Напишите реакцию образования кристаллической соды. (10 баллов)

Решение:

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 = 106 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль}.$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = M(\text{Na}_2\text{CO}_3) + M(\text{H}_2\text{O}) \cdot 10 = 106 + 18 \cdot 10 = 286 \text{ г/моль}.$$

$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = m / M = 100 / 286 = 0,35 \text{ моль}.$$

1 моль десятиводного кристаллогидрата карбоната натрия содержит 1 моль безводного карбоната натрия и 10 моль воды.

$$v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,35 \text{ моль} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot 10 = 3,5 \text{ моль} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,35 \cdot 106 = 37 \text{ г}; \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 3,5 \cdot 18 = 63 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$

Реакция образования кристаллической соды.



Ответ: $v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,35 \text{ моль};$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 37 \text{ г};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 3,5 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 63 \text{ г}.$$

Распределение баллов:

Определение количества каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Определение массы каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Реакция образования с указанием коэффициентов – 2 балла

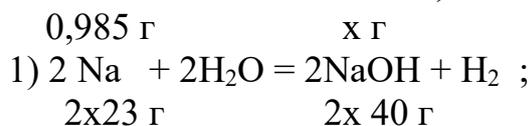
Итого: 10 баллов

Задача 2.

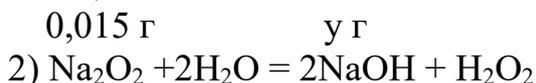
Образец металла массой 1 г, окисленный с поверхности на 1,5%, поместили в воду. Образовались продукты, при взаимодействии с соляной кислотой дающие вещество, используемое в приготовлении пищи. Определите продукты и массу образовавшейся соли.

Решение:

Масса окисленной поверхности = $1 \cdot 0,015 = 0,015 \text{ г}$, тогда масса оставшегося металла = $1 - 0,015 = 0,985 \text{ г}$. Предполагаем, что это натрий.



$$X = 1,713 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$



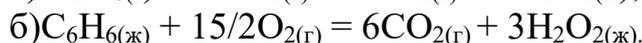
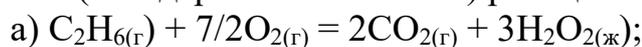
Распределение баллов:

Уравнение каждой реакции с коэффициентами, с условиями реакции и названием основного продукта – 2 балла (5 реакций)=10 баллов

Итого 10 баллов

Задача 4.

Вычислить (стандартные энтальпии) реакций: ΔH_{298}°



По табличным данным стандартные энтальпии образования $C_2H_6(g)$, $C_6H_6(ж)$, $H_2O(g)$, $H_2O_{(ж)}$ и $CO_2(g)$ соответственно равны -89,7, -241,8, 82,9, -241,8, -285,8 и -393,5 кДж/моль (стандартные энтальпии образования простых веществ принято считать равными нулю).

Решение

Для расчета ΔH° реакций используем уравнение из следствия закона Гесса:

$$\Delta H^{\circ} = \sum \Delta H^{\circ}_{(прод)} - \sum \Delta H^{\circ}_{(реаг)}$$

а) Находим стандартную энтальпию реакции:

$$\begin{aligned} \Delta H_{298}^{\circ} &= 2\Delta H^{\circ}(CO_2) + 3\Delta H^{\circ}(H_2O_{(ж)}) - \Delta H^{\circ}(C_2H_6) = \\ &= [2 \cdot (-393,5) + 3 \cdot (-241,8) - (-89,7)] = 1423,3 \text{ кДж} \end{aligned}$$

- 2 балла

б) Находим стандартную энтальпию реакции:

$$\begin{aligned} \Delta H_{298}^{\circ} &= 6\Delta H^{\circ}(CO_2) + 3\Delta H^{\circ}(H_2O_{(ж)}) - \Delta H^{\circ}(C_6H_6) = \\ &= [6 \cdot (-393,5) + 3 \cdot (-241,8) - (-82,9)] = 3301,3 \text{ кДж} \end{aligned}$$

- 2 балла

Распределение баллов:

Нахождение энтальпии каждой реакции – 2 балла (2 реакции)=4 балла

Итого 4 балла

Задача 5

В земной коре элемент А встречается в основном в виде соединений с кислородом. Минерал Б элемента А золотисто-красный, содержащий в основном вещество В, в котором 60% элемента А по массе, остальное – кислород. Вещество В довольно инертно, в нормальных условиях в кислотах и щелочах не растворяется. При длительном нагревании взаимодействует с кислотами, а при сплавлении – со щелочами. Образуется при взаимодействии простого вещества А с кислородом при 600°C или водяным паром.

Простое вещество А может быть получено магнийтермическим восстановлением из галогенидов А (в той же степени окисления элемента А, что и в минерале) в атмосфере аргона или гелия.

Простое вещество А используется как легирующая добавка к сталям.

1) Определите элемент А, формулу вещества В, назовите минерал Б.

2) Запишите уравнения реакций получения вещества В:

а) из А взаимодействием с кислородом;

- б) из А взаимодействием с водяным паром.
 3) Запишите уравнения реакций взаимодействия вещества В:
 а) с серной кислотой;
 б) со щелочью при сплавлении.
 4) Запишите уравнение получения простого вещества А магнийтермическим восстановлением из его тетрахлорида.

Решение

1) $\omega(\text{O})=100\%-60\%=40\%$. – 2 балла

Пусть имеется 100 г вещества В, тогда

$m(\text{A})=60$ г, – 2 балла

$m(\text{O})=40$ г. – 2 балла

Пусть элемент А с атомной массой М имеет степень окисления +n.

Примем формулу искомого вещества A_2O_n , – 2 балла

тогда

$$\frac{2}{n} = \frac{60}{M} ; \frac{40}{16} \text{ и } \frac{2}{n} = \frac{24}{M} \text{ откуда } M = 12n \quad \text{– 2 балла}$$

При n=1 M=12 (углерод исключается по ряду причин, например, его оксиды не являются твёрдыми веществами). – 2 балла

При n=2 M=24 (магний исключается по ряду причин, например, его оксид не взаимодействует со щелочами). – 2 балла

При n=3 M=36 (хлор исключается по ряду причин, например, его оксиды растворяются в щелочах). – 2 балла

При n=4 M=48 (вещество А – это титан). – 2 балла

Б - рутил, В – TiO_2 . – 2 балла



Распределение баллов:

За определение $\omega(\text{O})$ – 2 балла

За определение $m(\text{A})$ – 2 балла

За определение $m(\text{O})$ – 2 балла

За формулу искомого вещества A_2O_n , – 2 балла

За выведение М – 2 балла

За исключение углерода – 2 балла

За исключение магния – 2 балла

За исключение хлора – 2 балла

За определение вещества А – 2 балла

За определение веществ Б и В – 2 балла

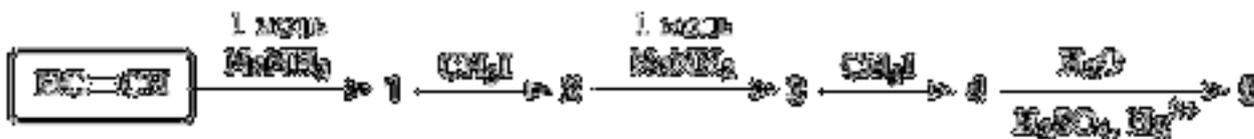
За каждое уравнение реакции с коэффициентами – 2 балла (5 реакций) = 10 баллов

Итого 30 баллов

Задача 6

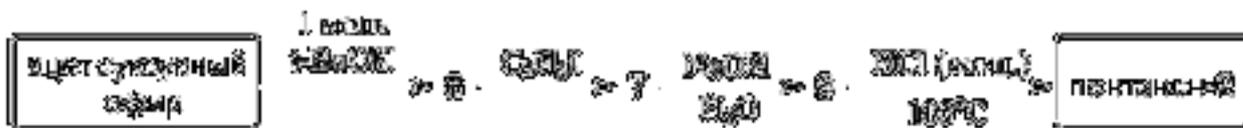
В органической химии существует довольно большое количество соединений, являющихся так называемыми СН-кислотами. Это класс соединений, у которых в определенных условиях (сильноосновная и, как правило, безводная среда) может проходить диссоциация по связи С-Н с образованием довольно устойчивых карбоанионов. Конечно, по силе такие кислоты значительно уступают кислотам, в которых диссоциация происходит по связи О-Н.

Типичным представителем СН-кислот является хорошо знакомое Вам соединение – ацетилен. Проявление кислотных свойств ацетиленом и вообще алкинами со связью С^oС в конце углеродной цепи (терминальные или концевые алкины) широко используется в синтетической органической химии, например, для увеличения числа атомов углерода в углеродной цепи. Ниже Вашему вниманию представлена схема превращений ацетилена, которая иллюстрирует его СН-кислотные свойства.



1. Приведите структурные формулы соединений 1–5.
2. Проявление СН-кислотных свойств терминальными алкинами, помимо "наращивания" углеродной цепи, используется также для того, чтобы отличить их от алкинов, не имеющих концевой связи С^oС. Приведите уравнение реакции, с помощью которой можно отличить алкин 2 от алкина 4.
3. Превращение 4 в 5 происходит по правилу Марковникова через образование нестабильного продукта – енола. Приведите структурную формулу этой енольной формы.

Другим представителем СН-кислот является ацетоуксусный эфир (этиловый эфир 3-кетобутановой кислоты). Способность к образованию устойчивых анионов широко используется для получения самых разнообразных классов органических соединений. Ниже представлена схема превращений ацетоуксусного эфира, позволяющая получить пентанон-2.



4. Приведите структурные формулы соединений 6–8, ацетоуксусного эфира и пентанона-2.
5. Анион, образующийся из ацетоуксусного эфира под действием оснований, обладает повышенной стабильностью. Попробуйте объяснить такую стабильность, приведя необходимые пояснения и соответствующие резонансные структуры аниона.

6. В растворах ацетоуксусный эфир способен существовать как в кето-, так и в енольной форме (кето-енольная таутомерия). Приведите уравнение реакции, иллюстрирующее это равновесие.

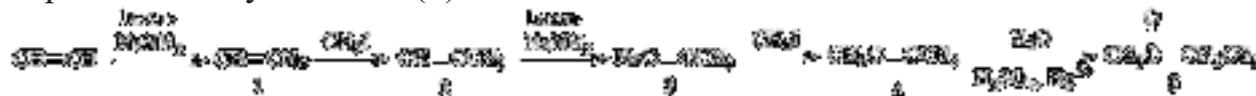
7. Известно, что содержание енольной формы ацетоуксусного эфира в водном растворе составляет ~6 мольн. %, а в растворе в *n*-гексане доля енольной формы возрастает до ~50 мольн. %. Рассчитайте соотношение концентраций енольной к кетонной формам. Попробуйте объяснить, почему доля кето-формы ацетоуксусного эфира уменьшается при переходе от водного раствора к раствору в *n*-гексане.

Решение

1. Ацетилен является двухосновной СН-кислотой, при действии эквимолярного количества амида натрия (1 моль NaNH₂ на 1 моль C₂H₂) от каждой молекулы ацетилена отщепляется один атом водорода и образуется однозамещенный ацетиленид натрия (1).

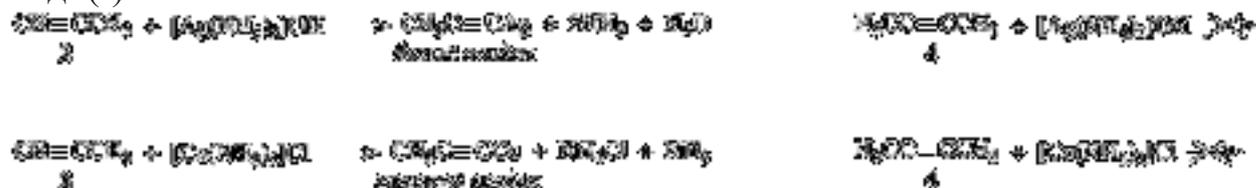
При обработке полученного ацетиленида натрия метилиодидом образуется пропин (2) и отщепляется иодид натрия. В молекуле пропина также присутствует "кислый" атом водорода, который может отщепляться. В результате, после обработки полученной соли метилиодидом, образуется бутин-2 (4).

Гидратация бутина-2 в условиях реакции Кучерова приводит к образованию бутанона-2 (5).



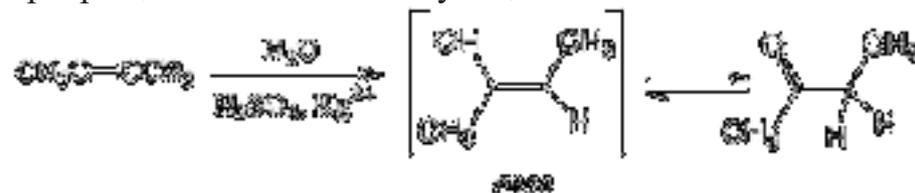
За каждую структурную формулу вещества и название – 2 балла (5 веществ) = 10 баллов

2. Качественными реакциями, позволяющими отличить терминальные алкины от алкинов, не имеющих концевую связь C°C являются реакции с аммиачным раствором оксида серебра(I) или аммиачным раствором хлорида меди(I).



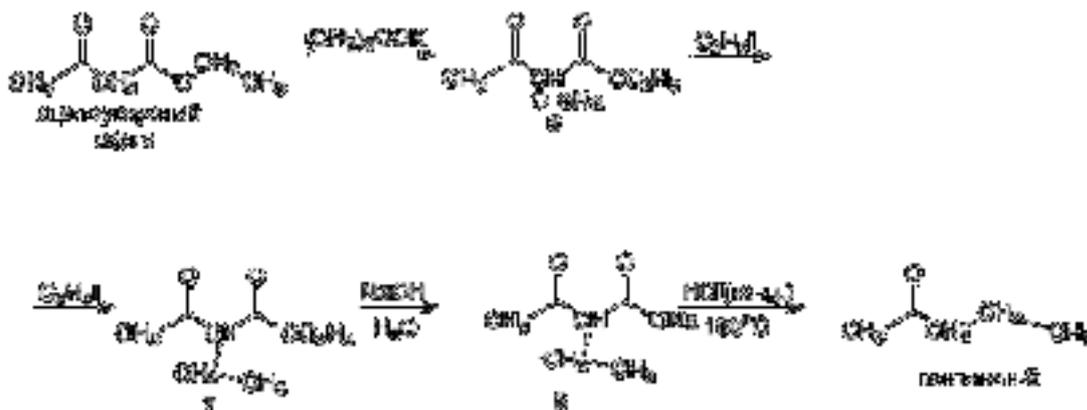
За каждую реакцию 2 балла (2 реакции) = 4 балла

3. Присоединение воды к бутину-2 происходит по правилу Марковникова, при этом сначала образуется енол, который быстро превращается в соответствующий кетон.



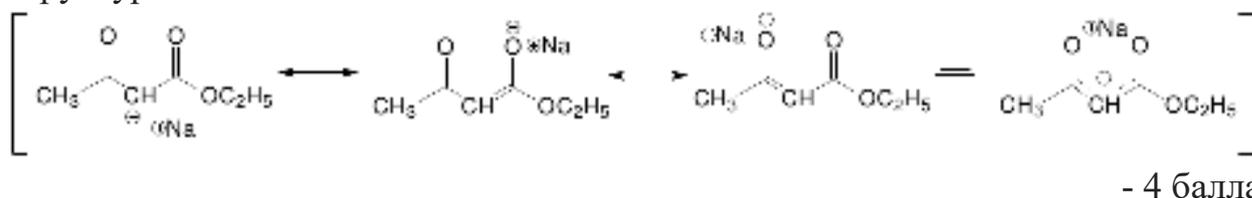
-2 балла

4. Рассмотрим вторую схему превращений.



За каждую структурную формулу вещества– 2 балла (5 веществ) = 10 баллов

5. Повышенная стабильность аниона ацетоуксусного эфира связана с "равномерным" распределением отрицательного заряда между кето- и сложноэфирной группами, что можно проиллюстрировать резонансными структурами:



- 4 балла

6. Кето-енольную таутомерию для ацетоуксусного эфира можно проиллюстрировать приведенным ниже уравнением.

- 4 балла

7. Соотношение концентраций енольной к кетонной формам:

в воде: $[\text{енол}] / [\text{кетон}] = 0,06 / 0,94 = 6,4 \cdot 10^{-2}$ - 2 балла

в *n*-гексане: $[\text{енол}] / [\text{кетон}] = 0,50 / 0,50 = 1,0$. - 2 балла

Более полярная кето-форма, стабилизируется в водных растворах посредством образования водородных связей с полярными молекулами воды. Малополярные растворители, такие как *n*-гексан, способствуют енолизации, так как стабилизируют малополярную циклическую енольную форму и дестабилизируют полярную кето-форму. Поэтому доля кето-формы ацетоуксусного эфира при переходе от водного раствора к раствору в *n*-гексане уменьшается. - 2 балла

Распределение баллов:

За каждую структурную формулу вещества и название с 1-5– 2 балла (5 веществ) = 10 баллов

За каждую реакцию 2 балла (2 реакции) = 4 балла

За структурную формулу енола – 2 балла

За каждую структурную формулу вещества– 2 балла (5 веществ) = 10 баллов

За резонансные структуры аниона – 4 балла

За уравнение равновесия – 4 балла

За расчёт соотношения концентраций енольной к кетонной формам в воде – 2 балла

За расчёт соотношения концентраций енольной к кетонной формам в гексане – 2 балла

Объяснение уменьшения доли кетоформы АУЭ – 2 балла

Итого 40 баллов

Газпром олимпиада 10 класс

Вариант 5

Задача 1.

Определите количества веществ и массы сульфата цинка и воды, содержащихся в 100 г белого купороса (семиводного кристаллогидрата сульфата цинка: $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$). Массы считать до целых. Напишите реакцию образования белого купороса.

Решение:

$$M(ZnSO_4) = 65 + 32 + 16 \cdot 4 = 161 \text{ г/моль};$$

$$M(H_2O) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль}.$$

$$M(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) = M(ZnSO_4) + M(H_2O) \cdot 7 = 161 + 18 \cdot 7 = 287 \text{ г/моль}.$$

$$v(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) = m / M = 100 / 287 = 0,35 \text{ моль}.$$

1 моль семиводного кристаллогидрата сульфата цинка содержит 1 моль безводного сульфата цинка и 7 моль воды.

$$v(ZnSO_4) = v(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) = 0,35 \text{ моль} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$v(H_2O) = v(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) \cdot 7 = 2,45 \text{ моль} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(ZnSO_4) = v(ZnSO_4) \cdot M(ZnSO_4) = 0,35 \cdot 161 = 56 \text{ г}; \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(H_2O) = v(H_2O) \cdot M(H_2O) = 2,45 \cdot 18 = 44 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$

Реакция образования белого купороса



(засчитываются и другие методы получения)

- 2 балла

Ответ: $v(ZnSO_4) = 0,35$ моль;

$$m(ZnSO_4) = 56 \text{ г};$$

$$v(H_2O) = 2,45 \text{ моль};$$

$$m(H_2O) = 44 \text{ г}.$$

Распределение баллов:

Определение количества каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Определение массы каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

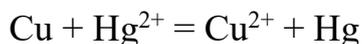
Реакция образования с указанием коэффициентов – 2 балла

Итого: 10 баллов

Задача 2.

Медную пластину массой 50 г опустили в раствор нитрата ртути(II). Масса медной пластинки после промывания и высушивания увеличилась на 4,11 г. Затем пластинку нагревали до тех пор, пока она не приняла первоначальный цвет. Чему равна масса пластинки после нагревания?

Решение:



-2 балла

$$\text{Прирост массы на 1 моль металлов} = 201 - 64 = 137 \text{ г}.$$

А по условию задачи прирост массы 4, 11 г.

Если растворяется 64 г меди, то прирост 137г

X г меди, то прирост 4,11г, отсюда X = 1,92 г.

- 2 балла

Так как при нагревании ртуть испаряется, остается только медь:

50 - 1,92 = 48,08 г. Это и есть масса пластинки.

- 2 балла

Распределение баллов:

Уравнение реакции с коэффициентами

- 2 балла

Определение прироста массы

- 2 балла

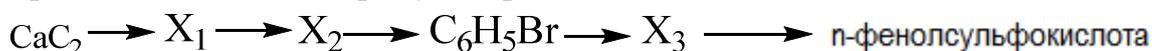
Определение массы пластинки

- 2 балла

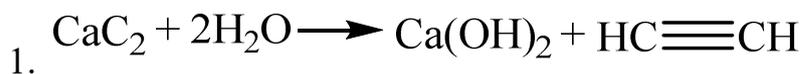
Итого 6 баллов

Задача 3

Составьте уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения, назовите продукты реакций:

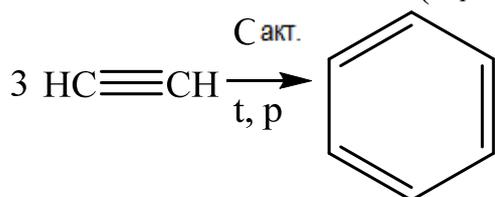


Решение:



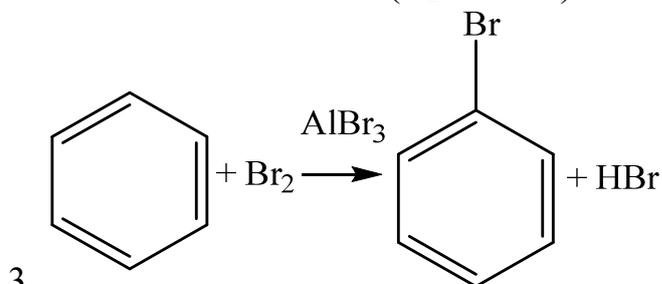
(X₁-этил/ацетилен)

- 2 балла



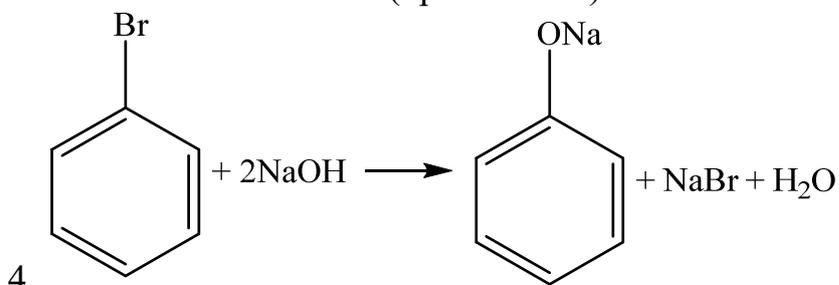
(X₂-бензол)

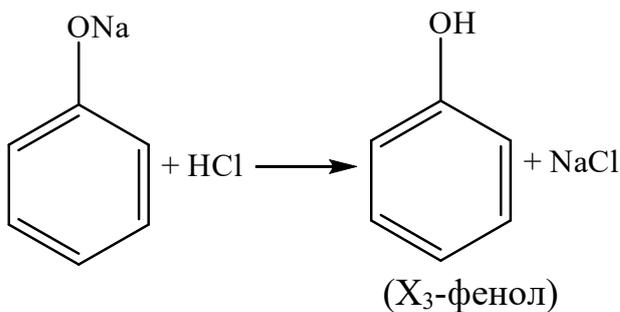
- 2 балла



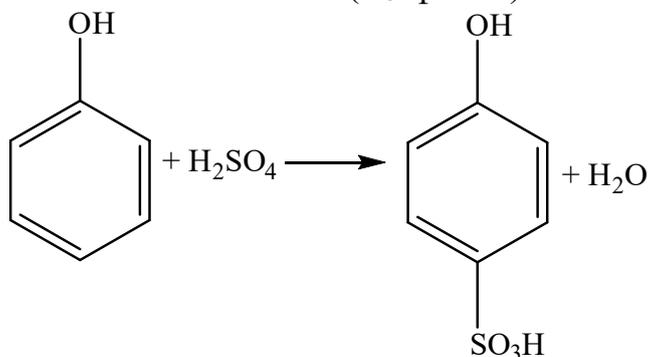
(бромбензол)

- 2 балла





– 2 балла



5.

(п-фенолсульфокислота)

– 2 балла

Распределение баллов:

Уравнение каждой реакции с коэффициентами, с условиями реакции и названием основного продукта – 2 балла (5 реакций)=10 баллов

Итого 10 баллов

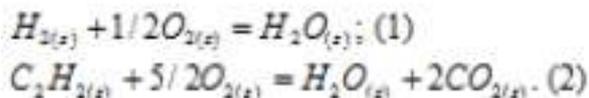
Задача 4.

Сожжены с образованием $\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ равные объемы водорода и ацетилена, взятых при одинаковых условиях. В каком случае выделится больше теплоты? Во сколько раз? Стандартные теплоты образования исходных веществ и продуктов реакций:

$$\begin{aligned}
 \Delta H^\circ(\text{H}_{2(г)}) &= \Delta H^\circ(\text{O}_{2(г)}) = 0 \text{ кДж/моль}; \\
 \Delta H^\circ(\text{C}_2\text{H}_{2(г)}) &= 226,8 \text{ кДж/моль}; \\
 \Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(г)}) &= -241,8 \text{ кДж/моль};
 \end{aligned}$$

Решение

Уравнения реакций сгорания водорода и ацетилена:



Для расчета теплоты, которая будет выделяться при сгорании водорода и ацетилена, используем следствие из закона Гесса:

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H^\circ_{(\text{продукт})} - \sum \Delta H^\circ_{(\text{исходн.})}$$

Тогда

$$\begin{aligned}
 \Delta H^\circ_{(1)} &= \Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -241,8 \text{ кДж}; \\
 \Delta H^\circ_{(2)} &= \Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}) + 2\Delta H^\circ(\text{CO}_2) - \Delta H^\circ(\text{C}_2\text{H}_2) = \\
 &= -241,8 + 2 \cdot (-393,5) - 226 = -1255,6 \text{ кДж}.
 \end{aligned}$$

–2 балла

Рассчитаем, во сколько раз больше выделяется теплоты при сгорании ацетилена:

$$\frac{\Delta H_{(2)}^{\circ}}{\Delta H_{(1)}^{\circ}} = \frac{-1255,6}{-241,8} \approx 5,2$$

-2 балла

Таким образом, при сгорании равных объемов водорода и ацетилена, взятых при одинаковых условиях в случае ацетилена выделится больше теплоты в 5,2 раза.

Распределение баллов:

Нахождение энтальпии реакций – 2 балла

Нахождение разности теплот- 2 балла

Итого 4 балла

Задача 5

Углеводороды А и В не содержат в молекулах кратных связей, а молекулярная масса А ровно в 2 раза больше молекулярной массы В.

Смесь углеводородов А и В массой 21,0 г ввели в реакцию с водородом на платиновом катализаторе, при этом израсходовалось 0,2 г водорода (стадия 1). Органические вещества выделили из полученной смеси и ввели в реакцию с хлором на свету.

Для количественного хлорирования до монохлорпроизводных было использовано 6,72 л (при н. у.) хлора (стадия 2).

На полученные монохлорпроизводные подействовали избытком спиртового раствора КОН (стадия 3).

На получившиеся органические вещества подействовали избытком подкисленного раствора перманганата калия при нагревании (стадия 4).

Общая масса органических продуктов последней стадии составила 35,2 г.

Изобразите структурные формулы углеводородов А и В и напишите уравнения реакций, протекающих на каждой стадии. Приведите все необходимые рассуждения и расчёты.

Решение

На гидрирование суммарно было израсходовано 0,1 моль водорода, на хлорирование – 0,3 моль хлора, что говорит о том, что гидрирование произошло только одного углеводорода. – 2 балла

То есть одного из углеводородов 0,1 моль, тогда другого $0,3 - 0,1 = 0,2$ моль. – 2 балла

Так как один из углеводородов подвергается гидрированию и не содержит кратных связей, вероятнее всего, это циклоалкан. – 2 балла

С учетом того, что молярные массы углеводородов отличаются в 2 раза составим уравнение:

$$0,1 \cdot x + 0,2 \cdot 2 = 21,$$

$$\text{то есть } x = 42 \text{ г/моль,}$$

– 2 балла

что соответствует углеводороду C_3H_6 , или циклопропану. – 2 балла

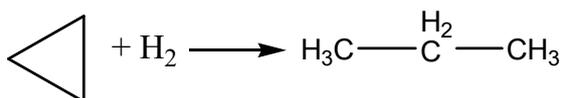
Второй углеводород имеет молярную массу в 2 раза больше, что соответствует брутто-формуле C_6H_{12} – тоже циклоалкан по данным задачи. –

2 балла

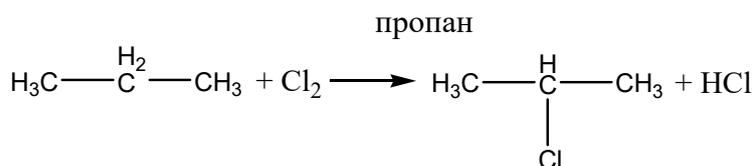
В результате превращений одного из углеводородов осталась уксусная кислота массой 6 г, тогда в результате превращений другого – неизвестная кислота массой 29,2 г (0,2 моль), – 2 балла

то есть с молярной массой 146 г/моль, что говорит об адипиновой кислоте (могла бы получиться кетокислота в случае метилциклопропана, но тогда молярная масса была бы меньше). То есть второе соединение – циклогексан. – 2 балла

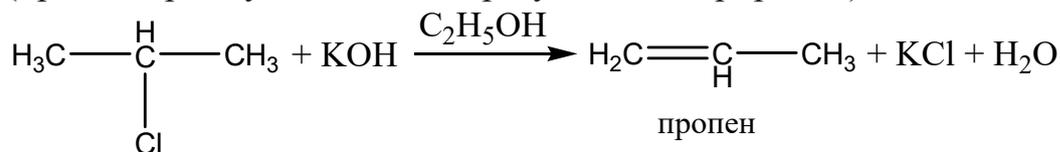
Рассмотрим реакции циклопропана по стадиям:



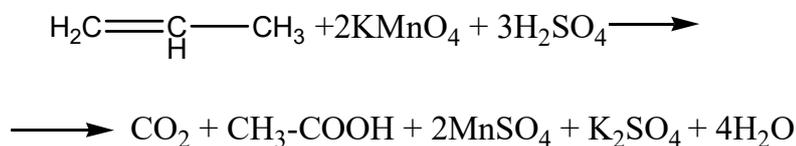
– 2 балла



(причем преимущественно образуется 2-хлорпропан) – 2 балла



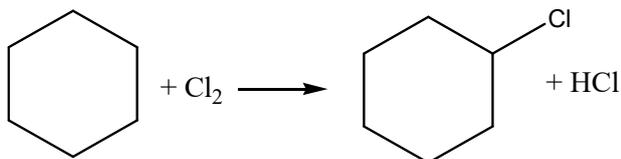
– 2 балла



Уксусная кислота

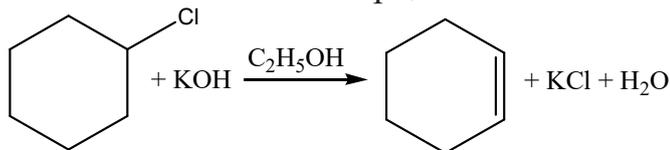
– 2 балла

Рассмотрим реакции циклогексана по стадиям:



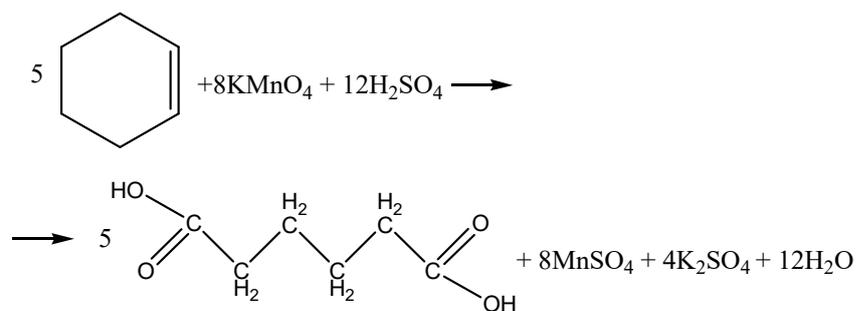
– 2 балла

хлорциклогексан



циклогексен

– 2 балла



Адипиновая кислота

– 2 балла

Распределение баллов:

Определение продукта монохлорирования – 2 балла

Определение количества веществ – 2 балла

Определение класса соединений – 2 балла

Определение молекулярной массы – 2 балла

Определение вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Определение массы кислоты – 2 балла

Определение названия кислоты – 2 балла

Определение молярной массы кислоты – 2 балла

Уравнения реакций с коэффициентами и названиями основных продуктов – 2 балла (6 реакций) = 12 баллов

Итого 30 баллов

Задача 6

В лаборатории проводили опыты с газами (все измерения и расчеты выполнены при н.у.). Большой герметичный сосуд объемом 11,2 л заполнили водородом и взвесили: его масса оказалась равна 1245 г. Водород вытеснили в специальный реактор, а сосуд заполнили кислородом и снова взвесили. Затем газы смешали и взорвали, а полученный жидкий продукт перелили в исходный сосуд через воронку на открытом воздухе.

1. Рассчитайте собственную массу сосуда (когда внутри вакуум, т.е. массу материала сосуда) и массу сосуда с кислородом. А сколько будет весить этот сосуд с воздухом?

2. Напишите уравнение реакции, прошедшей при взрыве, и вычислите объем образовавшегося продукта. Сколько весил сосуд, когда в него налили этот продукт? Какова будет масса сосуда, если его полностью заполнить этим веществом при н.у.?

Сосуд снова заполнили кислородом и в течение нескольких минут подвергли воздействию электрических разрядов. После того, как общее количество молекул в сосуде сократилось на 5 % (давление упало до 0,95 атм), содержимое сосуда пропустили через небольшой избыток разбавленного раствора иодида калия, в результате чего из раствора выпал темный осадок.

3. Напишите уравнение реакции, проходящей в сосуде под действием электрических разрядов. Рассчитайте количество молекул, содержащихся в

сосуде до и после реакции. Установите количественный состав (в объемных и масс. %) содержимого сосуда после реакции.

4. Напишите уравнение реакции и рассчитайте массу осадка, который был получен в эксперименте с раствором KI.

Решение

Один моль любого газа при н.у. занимает объем 22,4 л.

Следовательно в сосуде помещается

$11,2/22,4 = 0,5$ моля газа.

Это количество водорода весит $2 \cdot 0,5 = 1$ г, - 2 балла

кислорода $32 \cdot 0,5 = 16$ г, - 2 балла

воздуха (его средняя молярная масса 29 г/моль) $29 \cdot 0,5 = 14,5$ г. - 2 балла

1. Собственная масса сосуда $1245 - 1 = 1244$ г, - 2 балла

масса с кислородом $1244 + 16 = 1260$ г, - 2 балла

с воздухом $1244 + 14,5 = 1258,5$ г. - 2 балла

2. Уравнение реакции:

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$. - 2 балла

Из стехиометрии реакции следует, что кислород находится в избытке, а водород прореагирует полностью.

Воды получится столько же, сколько было водорода, т.е. 0,5 моля. - 2 балла

Ее масса $18 \cdot 0,5 = 9$ г, объем при н.у.

$9 \text{ г} : 1 \text{ г/мл} = 9 \text{ мл}$. - 2 балла

Масса сосуда с продуктом и с воздухом $1258,5 + 9 = 1267,5$ г, - 2 балла
из которых для точности надо вычесть массу 9 мл вытесненного водой воздуха.

Но эта масса составляет всего $29 \cdot 9 \cdot 10^{-3} / 22,4 = 0,012$ г, поэтому ей можно пренебречь.

Масса воды в заполненном ей сосуде $11,2 \text{ л} \cdot 1000 \text{ г/л} = 11200$ г, - 2 балла

а вместе с сосудом $11200 + 1244 = 12444$ г. - 2 балла

3. При действии на кислород электрических разрядов часть кислорода превращается в озон:

$3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$. - 2 балла

До реакции в сосуде содержалось $0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{23}$ молекул - 2 балла,

после реакции $0,95 \cdot 3,01 \cdot 10^{23} = 2,86 \cdot 10^{23}$ молекул. - 2 балла

Дальше есть много вариантов вычисления количества образовавшегося озона, например такой.

Общее количество молей газов тоже сократилось на 5 %, т.е. на

$0,05 \cdot 0,5 = 0,025$ моля. - 2 балла

Составляем пропорцию:

При образовании 2 молей озона кол-во газов сокращается на 1 моль;

При образовании x молей озона кол-во газов сократилось на 0,025 моля.

Отсюда $x = 0,025 \cdot 2 = 0,05$ моля. - 2 балла

На образование 0,05 моля озона (его масса $48 \cdot 0,05 = 2,4$ г) было потрачено $0,05 \cdot 3/2 = 0,075$ молей кислорода, которого осталось $0,5 - 0,075 = 0,425$ моля ($32 \cdot 0,425 = 13,6$ г). - 2 балла

Поскольку в равных объемах газов содержится одинаковое количество молекул, для газов объемные и мольные % совпадают.

Количественный состав смеси после реакции:

$O_3 - 100 \cdot 0,05 / (0,05 + 0,425) = 10,5$ об. %

и $100 \cdot 2,4 / 16 = 15$ масс. %;

$O_2 - 100 \cdot 0,425 / (0,05 + 0,425) = 89,5$ об. % - 2 балла

и $100 \cdot 13,6 / 16 = 85$ масс. %;

4. Озон – очень сильный окислитель, в водном растворе окисляющий иодид-ионы до йода:

$2KI + O_3 + H_2O = I_2 + O_2 + 2KOH$. - 2 балла

Один моль озона выделяет 1 моль йода, значит, 0,005 моль – это максимальное количество йода, которое можно получить.

Его масса составит $m = 0,05 \cdot 253,8 = 12,69$ г. - 2 балла

Распределение баллов:

Расчёт количества веществ - 2 балла (4 вещества) = 8 баллов

Расчёт собственной массы сосуда - 2 балла

Расчёт массы с кислородом - 2 балла

Расчёт массы с воздухом - 2 балла

Уравнение реакции - 2 балла за каждую реакцию (2 реакции) = 4 балла:

Расчёт массы веществ - 2 балла

Расчёт массы сосуда с продуктом и с воздухом - 2 балла

Расчёт масса воды в заполненном ей сосуде - 2 балла

Расчёт масса воды вместе с сосудом - 2 балла

Расчёт количества молекул - 2 балла (до и после реакции) = 4 балла

Расчёт общего количества молей газов - 2 балла

Расчёт молей озона - 2 балла

Расчёт молей кислорода - 2 балла

Расчёт молей количественного состава смеси после реакции - 2 балла

Расчёт массы озона - 2 балла

Итого 40 баллов

Газпром олимпиада 10 класс

Вариант 6

Задача 1.

Определите количества веществ и массы сульфата натрия и воды, содержащихся в 100 г глауберовой соли (десятиводного кристаллогидрата сульфата натрия: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Массы считать до целых. Напишите реакцию образования глауберовой соли. (10 баллов)

Решение:

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 23 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 142 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль}.$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = M(\text{Na}_2\text{SO}_4) + M(\text{H}_2\text{O}) \cdot 10 = 142 + 18 \cdot 10 = 322 \text{ г/моль}.$$

$$v(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = m / M = 100 / 322 = 0,31 \text{ моль}.$$

1 моль десятиводного кристаллогидрата сульфата натрия содержит 1 моль безводного сульфата натрия и 10 моль воды.

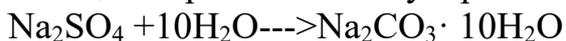
$$v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = v(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,31 \text{ моль.} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot 10 = 3,1 \text{ моль.} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = v(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,31 \cdot 142 = 44 \text{ г;} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 3,1 \cdot 18 = 56 \text{ г.} \quad - 2 \text{ балла}$$

Реакция образования глауберовой соли.



(засчитываются и другие методы получения) - 2 балла

Ответ: $v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,31 \text{ моль};$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 44 \text{ г};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 3,1 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 56 \text{ г}.$$

Распределение баллов:

Определение количества каждого вещества - 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Определение массы каждого вещества - 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Реакция образования с указанием коэффициентов - 2 балла

Итого: 10 баллов

Задача 2.

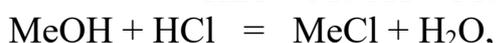
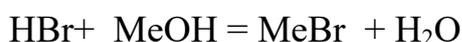
Смешали по 10,8 г 5% растворов бромоводородной кислоты и неизвестной щелочи. Полученный раствор оттитровали раствором соляной кислоты. При этом израсходовалось 30 мл 0,1 М раствора (М-молярная концентрация-количество моль в 1 л раствора). Определите формулу неизвестной щелочи.

Решение:

$$\text{Масса HBr} = 10,8 \text{ г} \cdot 0,05 = 0,54 \text{ г};$$

$$\text{масса неизвестной щёлочи тоже } 0,54 \text{ г},$$

$$\text{количество вещества HBr} = 0,0066 \text{ моль и неизвестной щелочи тоже } 0,0066 \text{ моль}.$$



- 2 балла

Раз израсходовалась соляная кислота, то в избытке была щёлочь, при чём столько моль, сколько и соляной кислоты.

$$n(\text{HCl}) = C \cdot V = 0,1 \text{ моль} \cdot \text{л} \times 0,03 \text{ л} = 0,003 \text{ моль};$$

$$n(\text{MeOH}) = 0,003 \text{ моль}.$$

$$n \text{ общее } (\text{MeOH}) = 0,0096 \text{ моль};$$

$$M(\text{MeOH}) \cdot n = 56,25 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$$

.- 2 балла

$$M(\text{Me}) = M(\text{MeOH}) - M(\text{OH}) = 56 - 17 = 39;$$

Это калий.

- 2 балла

Распределение баллов:

Уравнения реакций – 2 балла

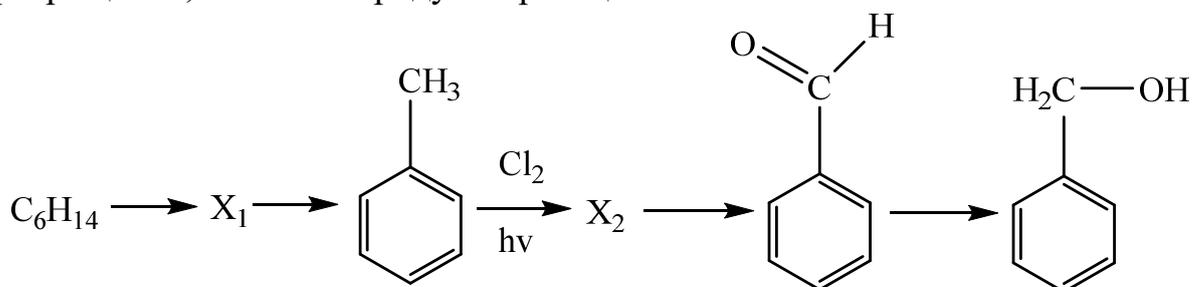
Определение молекулярной массы вещества – 2 балла

Определение вещества – 2 балла

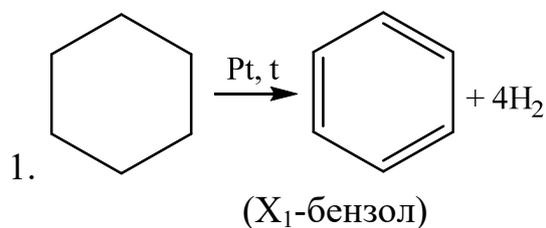
Итого 6 баллов

Задача 3

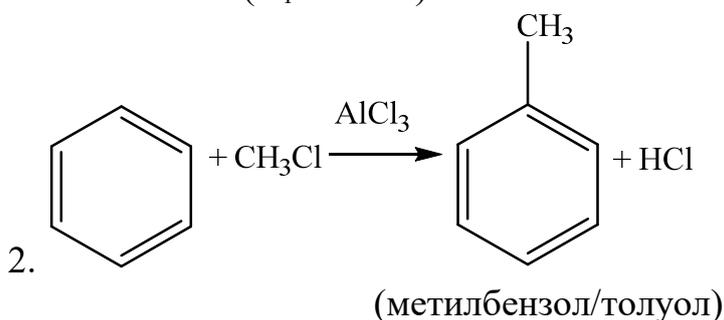
Составьте уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения, назовите продукты реакций:



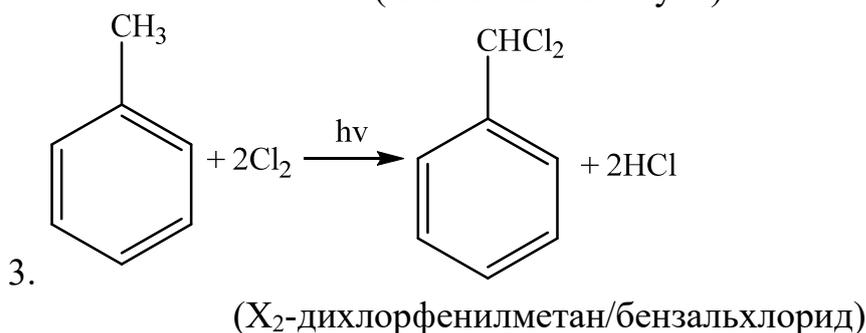
Решение:



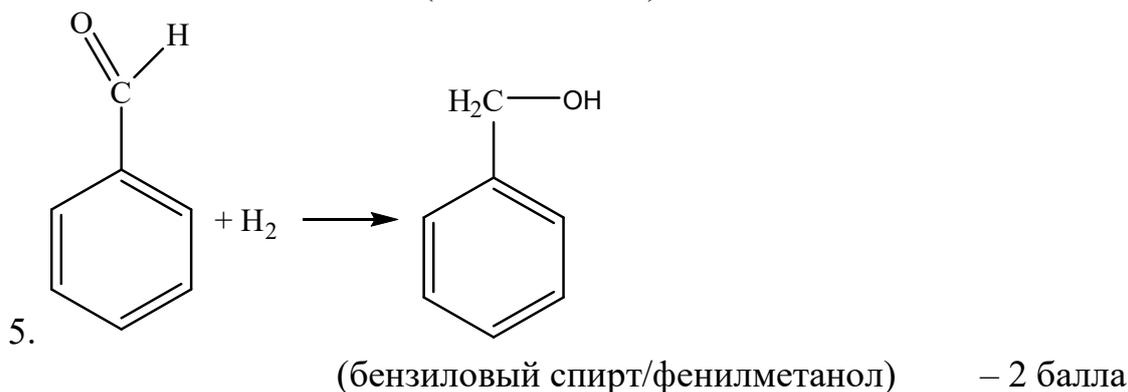
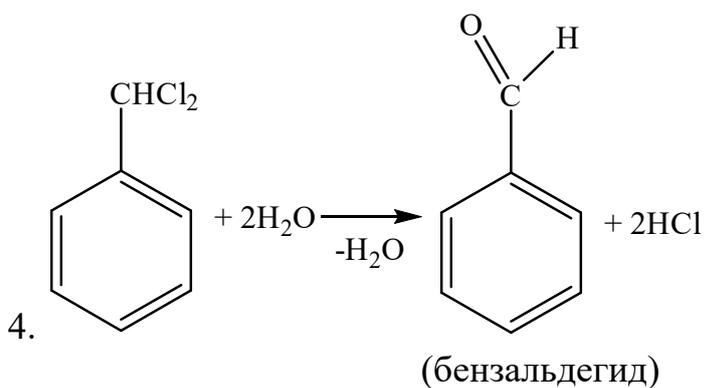
– 2 балла



– 2 балла



– 2 балла



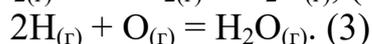
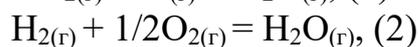
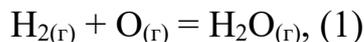
Распределение баллов:

Уравнение каждой реакции с коэффициентами, с условиями реакции и названием основного продукта – 2 балла (5 реакций)=10 баллов

Итого 10 баллов

Задача 4.

Для следующих реакций:



укажите правильное соотношение стандартных изменений энтальпии:

а) $\Delta H^{\circ}_2 < \Delta H^{\circ}_1 < \Delta H^{\circ}_3$;

б) $\Delta H^{\circ}_2 > \Delta H^{\circ}_1 > \Delta H^{\circ}_3$.

Стандартные энтальпии образования веществ, участвующих в реакциях равны:

$$\Delta H^{\circ}(\text{H}_{(\text{r})}) = 217,98 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{O}_{(\text{r})}) = 246,8 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}) = -241,98 \text{ кДж/моль}.$$

.Решение

Для расчета ΔH° реакций используем уравнение из следствия закона Гесса:

$$\Delta H^{\circ} = \sum \Delta H^{\circ}_{(\text{продукты})} - \sum \Delta H^{\circ}_{(\text{реагенты})}$$

а) Находим стандартную энтальпию реакции:

$$\begin{aligned} \text{а) } \Delta H^{\circ}_1 &= \Delta H^{\circ}(\text{H}_2\text{O}) - [\Delta H^{\circ}(\text{H}_2) + \Delta H^{\circ}(\text{O})] = \\ &= -241,98 - (0 + 246,8) = -488,78 \text{ кДж} \end{aligned}$$

б) Находим стандартную энтальпию реакции:

$$\begin{aligned} \text{б) } \Delta H_2^\circ &= \Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}) - [\Delta H^\circ(\text{H}_2) + 1/2\Delta H^\circ(\text{O}_2)] = \\ &= (-241,98) - [0 + 1/2(0)] = -241,98 \text{ кДж} \end{aligned}$$

в) Находим стандартную энтальпию реакции

$$\begin{aligned} \text{а) } \Delta H_2^\circ &= \Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}) - [2\Delta H^\circ(\text{H}) + \Delta H^\circ(\text{O})] = \\ &= -241,98 - [2 \cdot (217,98) + 246,8] = 440,78 \text{ кДж} \end{aligned}$$

– 2 балла

Таким образом $\Delta H_2^\circ > \Delta H_1^\circ < \Delta H_3^\circ$

2 балла

Ответ: а

Распределение баллов:

Нахождение энтальпий реакций – 2 балла

Нахождение правильного соотношения стандартных изменений энтальпии – 2 балла

Итого 4 балла

Задача 5

Некоторые вещества, например графит, образуют нестехиометрические соединения в результате внедрения атомов другого элемента в их кристаллическую решётку.

При нагревании графита и щелочного металла образуется соединение А (массовая доля углерода 83,1 %, мольная доля металла 5,9 %).

При других соотношениях тех же реагентов получается другое бинарное соединение Б (массовая доля углерода 71,1 %, мольная доля металла 11,1 %). Определите состав соединений А и Б.

Рассчитайте состав смеси продуктов, полученной в реакции 5,07 г этого щелочного металла и 22,8 г графита (содержание соединений А и Б в процентах по массе).

Решение:

Из условия можно заключить, что состав получаемого соединения зависит только от того, в каком отношении реагируют вещества.

Попробуем определить щелочной металл.

$w(\text{C})=83,1\%$ в первом его соединении

$\Rightarrow w(\text{Металла})=16,9\%$

- 2 балла

$w(\text{C})=71,1\%$ во втором его соединении

$\Rightarrow w(\text{Металла})=28,9\%$

- 2 балла

Из мольной доли можно найти соотношение количества атомов, которое равно 1:16 и 1:8.

- 2 балла

Затем зная отношение и массовую долю, находим металл – К. - 2 балла

Найдя формулы соединений, можно составить уравнения реакций.

$\text{K} + 8\text{C} \rightarrow \text{KC}_8$ (Б) (реакция 1)

- 2 балла

$\text{K} + 16\text{C} \rightarrow \text{KC}_{16}$ (А) (реакция 2)

- 2 балла

$\text{KC}_8 + 8\text{C} \rightarrow \text{KC}_{16}$ (реакция 3)

- 2 балла

Далее рассчитываем количества К и С:

1) $n(\text{K}) = 5,07/39 = 0,13$

- 2 балла

$$2) n(C) = 22,8/12 = 1,9 \quad - 2 \text{ балла}$$

Затем рассчитываем количество $КС_8$, которое точно образовалось в ходе реакции.

$$n(КС_8) = n(K) = 0,13 \quad - 2 \text{ балла}$$

Далее по реакции 3 рассчитываем количество $КС_{16}$:

$$n(КС_{16}) = 0,1075, \text{ следовательно } n(КС_8) = 0,0225 \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(КС_8) = 3,0375 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(КС_8) = 24,8325 \text{ г} \quad - 2 \text{ балла}$$

И массовые доли равны:

$$w(КС_8) = 10,9\% \quad - 2 \text{ балла}$$

$$w(КС_{16}) = 89,1\% \quad - 2 \text{ балла}$$

$$\text{Ответ: } w(КС_8)=10,9\%, w(КС_{16})=89,1\%$$

Распределение баллов:

Нахождение массовой доли металла – 2 балла (2 случая) = 4 балла

Нахождение соотношения количества атомов – 2 балла

Нахождение металла – 2 балла

Уравнение реакции – 2 балла (3 реакции) = 6 баллов

Нахождение количества вещества – 2 балла (4 вещества) = 8 баллов

Нахождение массы вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Нахождение массовой доли - балла (2 вещества) = 4 балла

Итого 30 баллов

Задача 6

При полном сгорании 3,36 л (н.у.) смеси двух газообразных алканов А и Б образовалось 11,88 г воды и выделилось 343,38 кДж теплоты.

1. Сколько всего молекул (шт) содержалось в исходной смеси? А сколько атомов водорода?

2. Вычислите соотношение атомов Н/С в исходной смеси, массу смеси и запишите уравнение реакции сгорания смеси в общем виде.

3. Вычислите объем, который займет образовавшийся в ходе сжигания углекислый газ при температуре 250 °С и давлении 0,9 атм.

4. Установите А и Б, если известно, что они являются соседями в гомологическом ряду, а Б имеет бóльшую молярную массу. Напишите названия и изобразите структурные формулы всех изомерных алканов, удовлетворяющих условию задачи.

5. Рассчитайте мольное соотношение А/Б в смеси и теплоту сгорания Б. Известно, что при сгорании 1 моля А выделяется 2044 кДж/моль теплоты.

6. Стандартные теплоты образования $CO_{2(г)}$ и $H_2O_{(г)}$ составляют 393,5 и 241,8 кДж/моль. Вычислите теплоты образования А и Б.

Решение

1. Общее количество смеси газов составляет

$$3,36/22,4 = 0,15 \text{ моля.}$$

Соответственно, всего молекул в смеси было

$$0,15 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 9,03 \cdot 10^{22} \text{ шт}$$

Воды получилось $11,88/18 = 0,66$ моля,

– 2 балла

- следовательно, атомов водорода было
 $0,66 \cdot 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 7,95 \cdot 10^{23}$ шт. – 2 балла
2. Количество атомов водорода, приходящееся на «среднюю» молекулу смеси общей формулой C_nH_{2n+2} , составляет
 $2 \cdot 0,66 / 0,15 = 8,8 = 2n + 2$.
 Отсюда количество атомов углерода в такой молекуле
 $n = 6,8 / 2 = 3,4$. – 2 балла
 Соотношение атомов Н/С в исходной смеси $8,8 / 3,4 = 2,59$. – 2 балла
 Средняя молярная масса такой смеси
 $3,4 \cdot 12 + 8,8 \cdot 1 = 49,6$ г/моль, – 2 балла
 масса исходной смеси $0,15 \cdot 49,6 = 7,44$ г. – 2 балла
 Уравнение реакции сгорания смеси:
 $C_{3,4}H_{8,8} + 5,6O_2 = 3,4CO_2 + 4,4H_2O$. – 2 балла
3. Углекислого газа в ходе реакции образовалось
 $3,4 \cdot 0,15 = 0,51$ моль, – 2 балла
 при температуре 250 °С (523 К) и давлении 0,9 атм он займет объем
 $V = nRT/P = 0,51 \cdot 0,082 \cdot 523 / 0,9 = 24,3$ л или
 $0,51 \cdot 8,31 \cdot 523 / (0,9 \cdot 101325) = 0,0243$ м³. – 2 балла
4. Поскольку среднее количество атомов углерода в молекуле 3,4, а А и Б соседи,
 то А – пропан,
 Б – бутан. – 2 балла
 Все возможные изомеры: А – $CH_3-CH_2-CH_3$ (пропан);
 Б – $(CH_3)_2-CH-CH_3$ (изопропан), $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ (н-бутан). – 2 балла
5. Обозначив за x мольную долю А в смеси, составим уравнение
 $3x + 4(1-x) = 3,4$
 Отсюда $x = 0,6$. – 2 балла
 Мольное соотношение А/Б = $0,6 / 0,4 = 1,5$. – 2 балла
 Количество А в смеси $0,6 \cdot 0,15 = 0,09$ моля, – 2 балла
 количество Б $0,4 \cdot 0,15 = 0,06$ моля. – 2 балла
 При сгорании 0,09 моля А выделяется $0,09 \cdot 2044 = 183,96$ кДж тепла.
 Значит $343,38 - 183,96 = 159,42$ кДж тепла выделилось при сгорании 0,06 моля Б.
 Следовательно, теплота сгорания Б составляет
 $159,42 / 0,06 = 2657$ кДж/моль. – 2 балла
6. Запишем уравнение реакции сгорания пропана
 $C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$. – 2 балла
 По следствию из закона Гесса тепловой эффект реакции равен разности суммы теплот образования продуктов реакции и суммы теплот образования реагентов с учетом их стехиометрических коэффициентов.
 То есть $3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - \Delta Q^0 C_3H_8 = 2044$ кДж/моль,
 откуда $\Delta Q^0 C_3H_8 = 103,7$ кДж/моль. – 2 балла
 Аналогично поступаем с бутаном:
 $C_4H_{10} + 6,5O_2 = 4CO_2 + 5H_2O$. – 2 балла

$4 \cdot 393,5 + 5 \cdot 241,8 - \Delta Q^0 \text{C}_4\text{H}_{10} = 2657 \text{ кДж/моль}$,
откуда $\Delta Q^0 \text{C}_4\text{H}_{10} = 126 \text{ кДж/моль}$.

– 2 балла

Распределение баллов:

Нахождение количества воды – 2 балла

Нахождение атомов водорода было – 2 балла

Нахождение атомов углерода – 2 балла

Нахождение соотношения атомов Н/С в исходной смеси – 2 балла

Нахождение молекулярной массы – 2 балла

Нахождение массы исходной смеси – 2 балла

Уравнение реакции сгорания смеси – 2 балла (3 уравнения) = 6 баллов

Нахождение количества углекислого газа – 2 балла

Нахождение объема углекислого газа – 2 балла

Определение углеводородов – 2 балла

Определение возможных изомеров – 2 балла

Нахождение мольной доли А в смеси – 2 балла

Нахождение мольного соотношения – 2 балла

Нахождение количества А в смеси – 2 балла

Нахождение количества Б – 2 балла

Нахождение теплоты сгорания Б – 2 балла

Нахождение теплоты сгорания пропана – 2 балла

Нахождение теплоты сгорания бутана – 2 балла

Итого 40 баллов

Газпром олимпиада 10 класс

Вариант 7

Задача 1.

Определите количества веществ и массы хлорида алюминия и воды, содержащихся в 100 г кристаллогидрата хлорида алюминия (шестиводного кристаллогидрата хлорида алюминия: $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Массы считать до целых. Напишите реакцию образования кристаллогидрата хлорида алюминия.

Решение:

$$M(\text{AlCl}_3) = 27 + 35,5 \cdot 3 = 133,5 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль}.$$

$$M(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = M(\text{AlCl}_3) + M(\text{H}_2\text{O}) \cdot 6 = 133,5 + 18 \cdot 6 = 241,5 \text{ г/моль}.$$

$$v(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = m / M = 100 / 241,5 = 0,41 \text{ моль}.$$

1 моль шестиводного кристаллогидрата хлорида алюминия содержит 1 моль безводного хлорида алюминия и 6 моль воды.

$$v(\text{AlCl}_3) = v(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,41 \text{ моль.} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) \cdot 6 = 2,46 \text{ моль.} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{AlCl}_3) = v(\text{AlCl}_3) \cdot M(\text{AlCl}_3) = 0,41 \cdot 133,5 = 56 \text{ г;} \quad - 2 \text{ балла}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 2,46 \cdot 18 = 44 \text{ г.} \quad - 2 \text{ балла}$$

Реакция образования кристаллогидрата хлорида алюминия..



(засчитываются и другие методы получения) - 2 балла

Ответ: $v(\text{AlCl}_3) = 0,41$ моль;

$$m(\text{AlCl}_3) = 56 \text{ г};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 2,46 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 44 \text{ г}.$$

Распределение баллов:

Определение количества каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Определение массы каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Реакция образования с указанием коэффициентов – 2 балла

Итого: 10 баллов

Задача 2.

N-ский завод выпускает в день 1000 т двойного суперфосфата $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Сырьём служит $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$.

Отходы производства – сульфат кальция. Сколько вагонов вместимостью 60 т надо, чтобы вывезти отходы? Напишите реакцию получения двойного суперфосфата и отходов.

Решение:

$$2\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 7\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \quad - 2 \text{ балла}$$
$$n(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = \frac{1000 \cdot 10^6}{234} = 4,27 \cdot 10^6 \text{ моль},$$

$$\text{Тогда } n(\text{CaSO}_4) = 9,96 \cdot 10^6 \text{ моль}, \quad - 2 \text{ балла}$$

$$\text{Масса будет равна } 9,96 \cdot 10^6 \text{ моль} \cdot 132 = 1354 \text{ тонн} \quad - 2 \text{ балла}$$

Распределение баллов:

Уравнение реакции с коэффициентами – 2 балла

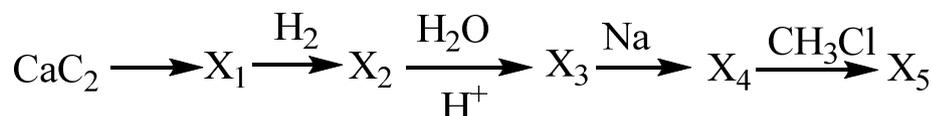
Определение количества сульфата кальция – 2 балла

Определение массы сульфата кальция – 2 балла

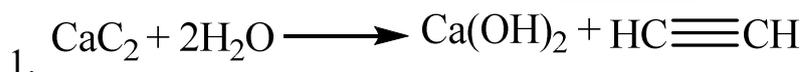
Итого 6 баллов

Задача 3

Составьте уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения, назовите продукты реакций:

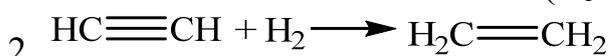


Решение:



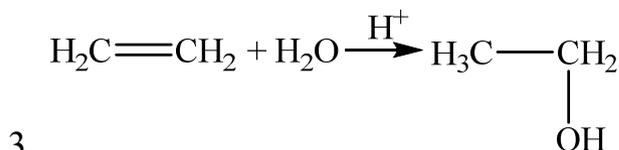
(X₁-этин/ацетилен)

– 2 балла



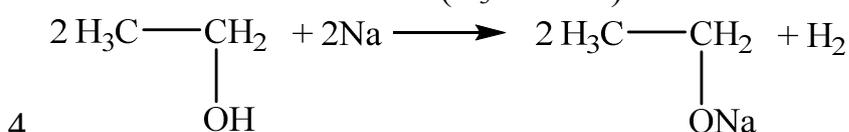
(X₂-этен/этилен)

– 2 балла



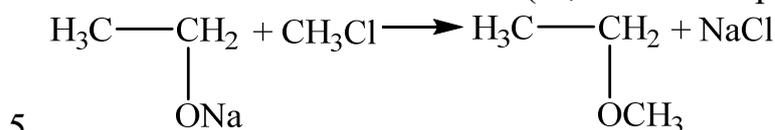
(X₃-этанол)

– 2 балла



(X₄-этилат натрия)

– 2 балла



(X₅-метилэтиловый эфир)

– 2 балла

Распределение баллов:

Уравнение каждой реакции с коэффициентами, с условиями реакции и названием основного продукта – 2 балла (5 реакций)=10 баллов

Итого 10 баллов

Задача 4.

Водяной газ представляет собой смесь равных объемов водорода и оксида углерода (II). Найти количество теплоты, выделившейся при сжигании 112л водяного газа, взятого при нормальных условиях.

Стандартные теплоты образования веществ:

$$\Delta H^\circ(\text{CO}) = -110,5 \text{ кДж/моль};$$

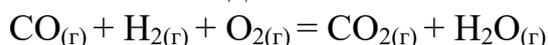
$$\Delta H^\circ(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -241,8 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^\circ(\text{H}_2) = 0 \text{ кДж/моль}.$$

Решение

Уравнение реакции сжигания водяного газа имеет вид:

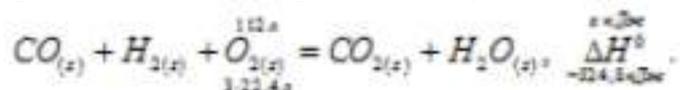


Рассчитаем теплоту, которая выделяется при сжигании водяного газа, используя следствие из закона Гесса:

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= [\Delta H^\circ(\text{CO}_2) + \Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [\Delta H^\circ(\text{CO}) + \Delta H^\circ(\text{H}_2)] = \\ &= (-393,5) + (-241,8) - (110,5) = -524,8 \text{ кДж} \end{aligned}$$

-2 балла

Следовательно, термохимическое уравнение будет иметь вид:



Рассчитаем теплоту, выделяющуюся при сжигании 112 л водяного газа из пропорции:

$$\begin{aligned} (3,22,4 \text{ л} : (-524,8 \text{ кДж})) &= 112 \text{ л} : x \text{ кДж}; \\ x &= \frac{112 \cdot (-524,8)}{3,22,4} = -1312 \text{ кДж} \end{aligned}$$

-2 балла

Ответ: $Q = -1312 \text{ кДж}$.

Распределение баллов:

Нахождение энтальпии реакции – 2 балла

Нахождение теплоты реакции - 2 балла

Итого 4 балла

Задача 5

Соль А, имеющую большое практическое применение, можно получить при электролизе раствора соли Б в ячейке с неразделенным катодным и анодным пространством (реакция 1).

При реакции с нитратом серебра раствор соли Б даёт белый творожистый осадок (реакция 2).

При термическом разложении соли А обязательно образуется соль Б, кроме этого, могут получиться соль В и газ Г (реакция 3).

В определённых условиях можно добиться образования только соли Б и газа Г при разложении А (реакция 4).

Соль А является сильным окислителем, она легко окисляет серу и фосфор (реакции 5 и 6), что находит большое практическое применение. Кроме того, реакция А с щавелевой кислотой служит в качестве одного из способов получения бинарного соединения Д с массовой долей кислорода 47,4 % (реакция 7).

Определите вещества А–Г, напишите уравнения всех реакций, укажите условия их протекания. Где используются реакции 5 и 6? Какой ещё способ получения соли А Вы знаете?

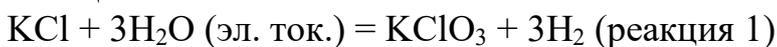
Решение

Из условий задачи следует, что соль А содержит хлор, при этом является сильным окислителем и имеет большое практическое применение,

особенно в реакциях с серой и фосфором, что наводит на мысль о том, что А – бертолетова соль (KClO_3).

Также это подтверждается тем, что соединение Д (по расчетам) – ClO_2 .
Итак, А – KClO_3 , Б – KCl , В – KClO_4 , Г – O_2 , Д – ClO_2 .

Реакции:



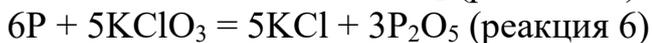
Без диафрагмы выделяющийся хлор реагирует с гидроксидом калия

Другим способом получения бертолетовой соли является реакция горячего раствора KOH с Cl_2



при этом сам KClO_4 разлагается на KCl и 2O_2 . (реакция 3)

Для того, чтобы получить сразу KCl и O_2 используют катализатор, в частности MnO_2 . (реакция 4). В этом случае для разложения бертолетовой соли нужны более низкие температуры.



Реакции 5 и 6 проходят при поджигании спичек, а также пиротехнических изделий.



Распределение баллов:

Расчёт для определения вещества Д – 2 балла

Определение вещества А – Д по 2 балла = 10 баллов

Уравнения реакций по 2 балла (7 реакций) = 14 баллов

Применение реакций 5 и 6 по 2 балла (2 применения) = 4 балла

Итого 30 баллов

Задача 6.

Сода стала известна человеку за полторы-две тысячи лет до нашей эры. Ее знали и применяли для различных нужд еще в Древнем Египте, получая ее испарением воды из озера Вади-эн-Натрун. В сочинении римского врача Диоскорида Педания (64 г. н.э.) сода представлялась неким белым веществом, которое шипело с выделением какого-то газа при действии на него серной кислоты.

Основная часть запасов российской соды сосредоточена в Сибири, в содовых озерах Барабинской степи и Забайкалья; в мире наибольшей известностью пользуются озеро Натрон в Танзании и озеро Серлс в Калифорнии. Кроме того, сода присутствует в составе некоторых горных пород. Кристаллическая сода встречается в виде нескольких кристаллогидратов. Наиболее известный из них, минерал натрон (или натрит), содержащий почти 63 % воды. На воздухе при комнатной температуре его кристаллы выветриваются, утрачивают прозрачность и белеют, образуя гидрат А. В ходе выветривания натрона теряется до 31,5 % исходной массы. Если сушить натрон или А над серной кислотой или при

температуре выше 40°C, то получается термонатрит (содержание Na 37,1 %), теряющий всю воду только при 90-100°C.

1. Напишите химическую формулу безводной соды, назовите ее по химической номенклатуре, запишите уравнение реакции, описанной Педанием. Вспомните бытовое название безводной соды.

2. Установите точный состав натрона, гидрата А и термонатрита. Приведите химическое и бытовое название натрона.

3. Мировая промышленность в настоящее время ежегодно потребляет около 33 млн т соды в пересчете на безводный продукт. Какой получится эта масса, если пересчитать ее на состав натрона? Приведите названия трех отраслей промышленности, являющихся основными потребителями соды.

Растворимость безводной соды при 0 и 25°C составляет 7,0 и 29,5 г на 100 г раствора, соответственно.

4. Сколько грамм натрона и сколько воды надо взять, чтобы приготовить 300 г насыщенного при 25°C раствора соды? Сколько натрона выделится из этого раствора обратно при его охлаждении до 0°C?

5. Сколько воды и термонатрита необходимо взять для приготовления такого количества насыщенного при 25°C раствора, чтобы при его охлаждении до 0°C получить 100 г натрона?

6. В прайс-листах торгово-промышленных компаний, помимо бытовых названий натрона и безводной соды, можно встретить упоминания о еще двух содах. Напишите формулы, химические и бытовые названия и для этих разновидностей соды.

Решение

1. Na_2CO_3 – карбонат натрия, сода кальцинированная.



2. Пусть формула натрона $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Массовая доля воды в нем 0,63 (63 %).

Составим уравнение $18x/(18x+106) = 0,63$,

решив которое получаем $x = 10$.

– 2 балла

Можно посчитать и по-другому.

Содержание безводной соды в кристаллогидрате $100-63 = 37 \%$, что соответствует 106 а.е.м.

Тогда 63 % соответствуют y а.е.м., откуда $y = 106 \cdot 63/37 = 180$.

Отсюда $x = 10$.

Таким образом, натрон - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – декагидрат карбоната натрия, сода стиральная. – 2 балла

Если 63 % массы натрона отвечают 180 а.е.м. или 10 молекулам воды, то 31,5 % будет соответствовать

$180 \cdot 31,5/63 = 90$ а.е.м. или 5 молекулам воды.

– 2 балла

То есть точный состав гидрата А - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

– 2 балла

Для термонатрита с формулой $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ содержание натрия 37,1 %, что соответствует $2 \cdot 23 = 46$ а.е.м.

– 2 балла

Следовательно, молекулярная масса термонатрита (100 %) будет равна $46/0,371 = 124$, откуда $z = 1$.

– 2 балла

Можно посчитать и по уравнению $2 \cdot 23 / (106 + 18z) = 0,371$. Итак, точный состав термонатрита - $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. – 2 балла

3. Молярная масса безводной соды 106 г/моль, натрона – 286 г/моль. В расчете на натрон мировое потребление соды получится

$$33 \cdot 286 / 106 = 89 \text{ млн. т.} \quad - 2 \text{ балла}$$

Основные отрасли промышленности, потребляющие соду: стекольная (48 %), химическая (24%), мыловаренная и производства чистящих средств (14%), целлюлозно-бумажная (4 %). На все остальные области применения в сумме расходуется не более 10 % соды. – 2 балла

4. В 300 г насыщенного при 25°C раствора содержится

$$29,5 \cdot 3 = 88,5 \text{ г безводной соды.} \quad - 2 \text{ балла}$$

Натрон содержит такой соды 37 %, следовательно, его понадобится

$$88,5 / 0,37 = 239,2 \text{ г.} \quad - 2 \text{ балла}$$

Соответственно, воды надо будет взять $300 - 239,2 = 60,8 \text{ г.}$ – 2 балла

Пусть x – масса натрона, выделяющегося при охлаждении этого раствора до 0 °С.

Тогда $0,37x$ – масса выделяющейся безводной соды. – 2 балла

В растворе останется $88,5 - 0,37x$ безводной соды при массе раствора 300- x .

Отношение этих величин в насыщенном при 0 °С растворе составляет 7/100.

Решая уравнение $(88,5 - 0,37x) / (300 - x) = 0,07$,

$$\text{получаем } x = 225 \text{ г.} \quad - 2 \text{ балла}$$

5. Итак, при охлаждении до 0 °С 300 г насыщенного при 25 °С раствора выделяется 225 г натрона. – 2 балла

Следовательно, для получения 100 г натрона потребуется в

$$225 / 100 = 2,25 \text{ раза меньше раствора, т.е. } 300 / 2,25 = 133,3 \text{ г.} \quad - 2 \text{ балла}$$

Масса безводной соды в нем составит

$$0,295 \cdot 133,3 = 39,3 \text{ г.} \quad - 2 \text{ балла}$$

На 124 г термонатрита приходится 106 г безводной соды, следовательно, термонатрита нам понадобится

$$39,3 \cdot 124 / 106 = 46,0 \text{ г.}$$

Воды, соответственно, надо будет взять $133,3 - 46,0 = 87,3 \text{ г.}$ – 2 балла

6 Сода питьевая (пищевая) – NaHCO_3 – гидрокарбонат натрия. Сода каустическая – NaOH – гидроксид натрия. – 2 балла

Распределение баллов:

Уравнение реакции– 2 балла

Нахождение молекул воды в кристаллогидрате – 2 балла

Определение формулы натрона – 2 балла

Нахождение молекул воды в гидрате – 2 балла

Определение точного состава гидрата А – 2 балла

Нахождение содержания натрия в а.е.м. – 2 балла

Нахождение молекул воды в термонатрите – 2 балла

Определение точного состава термонатрита – 2 балла

Определение мирового потребления соды – 2 балла

Определение основных отраслей промышленности – 2 балла

Нахождение массы безводной соды. – 2 балла

Нахождение массы натрона – 2 балла (4 раза) = 8 баллов

Нахождение массы воды – 2 балла

Нахождение массы выделяющейся безводной соды. – 2 балла

Нахождение массы безводной соды – 2 балла

Нахождение массы воды, – 2 балла

Написание формул, химические и бытовые названия разновидностей соды
– 2 балла

Итого 40 баллов

Газпром олимпиада 10 класс
Вариант 8

Задача 1.

Определите количества веществ и массы ацетата свинца и воды, содержащихся в 100 г свинцового сахара (трехводного кристаллогидрата ацетата свинца: $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Массы считать до целых. Напишите реакцию образования свинцового сахара. **(10 баллов)**

Решение:

$$M((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = (12 \cdot 2 + 1 \cdot 3 + 16 \cdot 2) \cdot 2 + 207 = 325 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль}.$$

$$M((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = M((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) + M(\text{H}_2\text{O}) \cdot 3 = 325 + 18 \cdot 3 = 379 \text{ г/моль}.$$

$$v((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = m / M = 100 / 379 = 0,26 \text{ моль}.$$

1 моль трехводного кристаллогидрата ацетата свинца содержит 1 моль безводного ацетата свинца и 3 моль воды.

$$v((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = v((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 0,26 \text{ моль}.$$

– 2 балла

$$v(\text{H}_2\text{O}) = v((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) \cdot 3 = 0,78 \text{ моль}.$$

– 2 балла

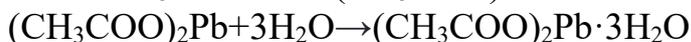
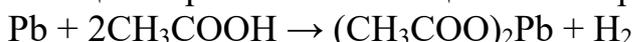
$$m((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = v((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) \cdot M((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 0,26 \cdot 325 = 85 \text{ г};$$

– 2 балла

$$m(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,78 \cdot 18 = 15 \text{ г}.$$

– 2 балла

Реакция образования свинцового сахара:



(засчитываются и другие методы получения) – 2 балла

Ответ: $v((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 0,26$ моль;

$$m((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}) = 85 \text{ г};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0,78 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 15 \text{ г}.$$

Распределение баллов:

Определение количества каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Определение массы каждого вещества – 2 балла (2 вещества) = 4 балла

Реакция образования с указанием коэффициентов – 2 балла

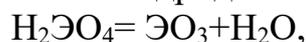
Итого: 10 баллов

Задача 2.

При разложении 0,4373 г двухосновной кислоты, образованной шестивалентным элементом, образуется 0,4058 г ангидрида этой кислоты. Какая взята кислота?

Решение:

Общая формула H_2EO_4 , её молярная масса $66 + x$ г/моль; при разложении кислоты образуется ангидрид:



– 2 балла

молярная масса которого = $48 + x$.

По условию задачи взято 0,4373 г кислоты, т.е.

$$\frac{0,4373}{66+x} \text{ моль,}$$

из которых получено 0,4058 г ангидрида или $\frac{0,4058}{48+x}$ моль.

- 2 балла

Из уравнения реакции следует, что $\frac{0,4373}{66+x} \text{ моль} = \frac{0,4058}{48+x} \text{ моль}$, отсюда

$X=183,9 \text{ г/моль}$. Это вольфрам.

- 2 балла

Распределение баллов:

Уравнение реакции – 2 балла

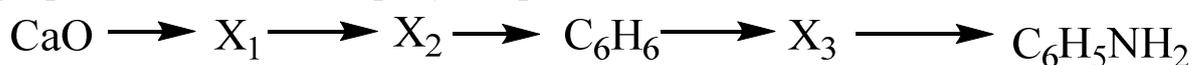
Определение массы ангидрида – 2 балла

Определение вещества – 2 балла

Итого 6 баллов

Задача 3

Составьте уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения, назовите продукты реакций:

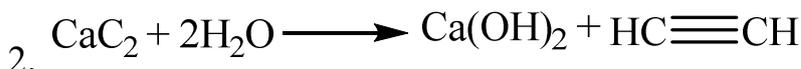


Решение:



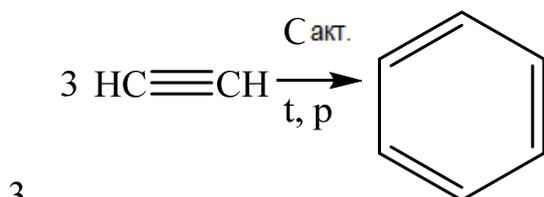
(X_1 -карбид кальция)

- 2 балла



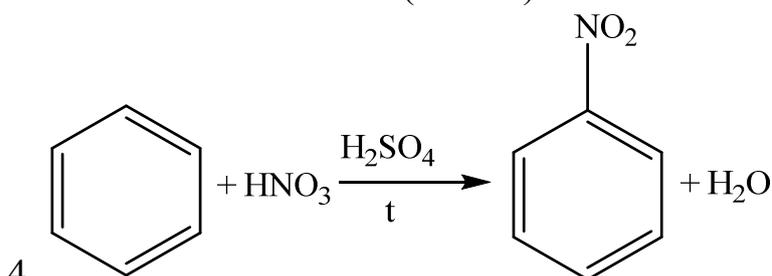
(X_2 -этин/ацетилен)

- 2 балла



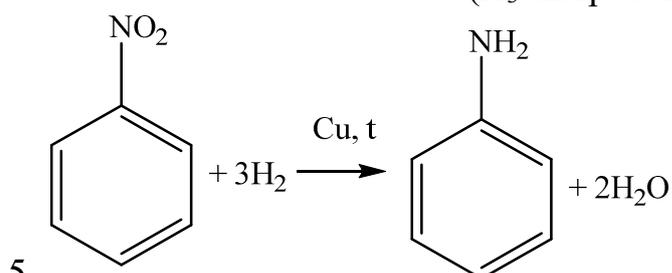
(бензол)

- 2 балла



(X_3 -нитробензол)

- 2 балла



(анилин)

- 2 балла

Распределение баллов:

Уравнение каждой реакции с коэффициентами, с условиями реакции и названием основного продукта – 2 балла (5 реакций)=10 баллов

Итого 10 баллов

Задача 4.

При полном сгорании этилена (с образованием жидкой воды) выделилось 6226 кДж. Найти объем вступившего в реакцию кислорода (условия нормальные).

Стандартные теплоты образования веществ:

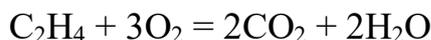
$$\Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_4) = 52,3 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^0(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ кДж/моль}.$$

Решение

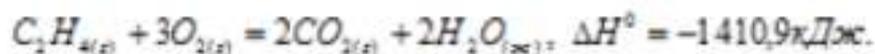
Уравнение реакции горения этилена:



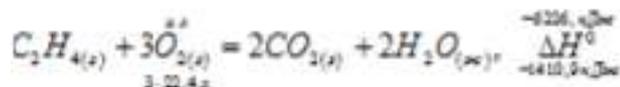
Учитывая данные значения теплот образования веществ, находим ΔH^0 реакции:

$$\begin{aligned} \Delta H^0 &= 2\Delta H^0(\text{CO}_2) + \Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_4) = \\ &= 2(-393,5) + 2(-285,8) - (52,3) = -1410,9 \text{ кДж.} \end{aligned} \quad - 2 \text{ балла}$$

Термохимическое уравнение реакции горения этилена будет иметь вид:



Запишем данные задачи в уравнение, получим:



Рассчитаем объём кислорода, вступившего в реакцию с этиленом из пропорции:

$$\begin{aligned} (3 \cdot 22,4 \text{ л}) : -1410,9 \text{ кДж} &: x \text{ л} : -6226 \text{ кДж}, \\ x &= [3 \cdot 22,4] \cdot (-6226) / (-1410,9) = 296,5 \text{ л}. \end{aligned}$$

- 2 балла

Ответ: $V(\text{O}_2) = 296,5 \text{ л}$

Распределение баллов:

Нахождение энтальпии реакции – 2 балла

Нахождение объёма кислорода – 2 балла

Итого 4 балла

Задача 5.

Бинарное вещество Y, представленное в природе в виде нескольких минералов, содержит металл X (массовая доля металла в Y - 87,10%), известный с древности. В этом веществе металл X проявляет свою самую устойчивую степень окисления.

Известно, что вещество А, состоящее из 3-х элементов, образующееся при прокаливании желтой кровяной соли $K_4[Fe(CN)_6]$ при высоких температурах, может перевести вещество Y в раствор (реакция 1).

При взаимодействии вещества Y с концентрированным раствором Б образуется кислота В, выделяется газ Г, образуются соль Д и вода (реакция 2). Кислоту В также можно получить из пирита в три стадии (реакции 3-5), а газ Г при низких температурах димеризуется (реакция 6).

Массовая доля металла X в соли Д составляет 63,54%.

Определите металл X и вещества Y, А-Д,

Напишите уравнения реакций 1-6.

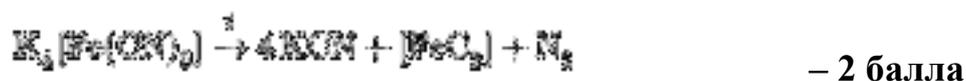
Решение

Металл X по расчету – Ag, - 4 балла

вещество Y – Ag_2S . - 2 балла

При прокаливании желтой кровяной соли образуется вещество

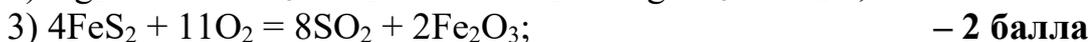
А – KCN.



Соответственно Б – HNO_3 , В – H_2SO_4 , Г – NO_2 , Д – $AgNO_3$.

За определение веществ по 2 балла (5 веществ) - 10 баллов

Реакции:



Распределение баллов:

Расчёт для определения металла X – 4 балла

Определение вещества Y – 2 балла

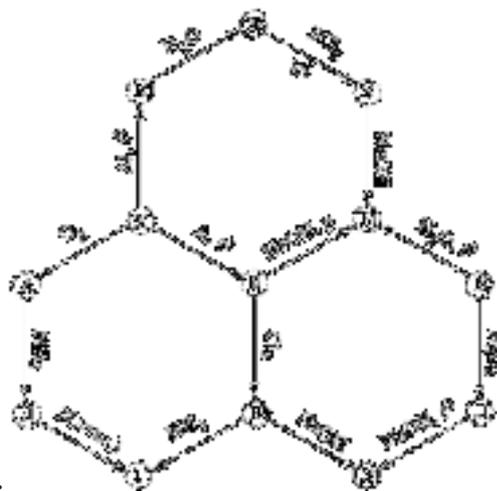
Определение вещества А – Д по 2 балла = 10 баллов

Уравнения реакций по 2 балла (7 реакций) = 14 баллов

Итого 30 баллов

Задача 6

На приведенной справа схеме представлены превращения соединений элемента X, входящего в состав всех органических веществ. Дополнительно известно, что соль К содержит три элемента, а в составе соли Л к тем же трём элементам добавляется ещё и кислород. Катионы и анионы в них однозарядны. Содержание элемента X составляет в них 24,5 % (К) и 18,5 % (Л)



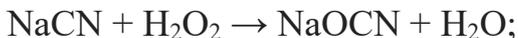
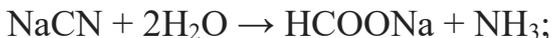
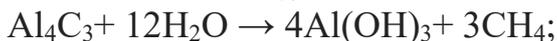
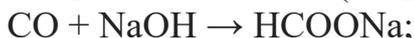
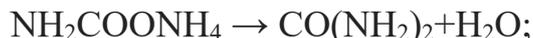
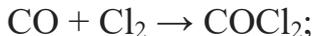
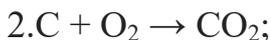
1. Установите элемент X. Назовите 4 широко известные аллотропные модификации простого вещества X. Для каждой из них приведите тип гибридизации атомов X.

2. Напишите уравнения всех реакций, приведенных на схеме.

Решение

1. Элемент X, входящий в состав всех органических веществ – углерод. Его аллотропные модификации: алмаз (sp^3), графит (sp^2), карбин (sp), фуллерит (sp^2 , фуллерены и нанотрубки тоже считать за правильный ответ).

4 балла



Уравнения реакций - 2 балла (15 реакций) = **30 баллов**

3. Как можно видеть, соединения К и Л требуется определить расчетом. Так как К при кипячении в воде превращается в натриевую соль И, следовательно, в ее катионной части находится натрий, т.е. формула $KNa(C_xE_y)$, где E – третий элемент.

Предположим, что в анионе 1 атом углерода, тогда содержание натрия $23 \cdot 24,5 / 12 = 47,0\%$, а элемента E – $28,5\%$.

Молярная масса всех атомов E равна $28,5 \cdot 12 / 24,5 = 14$ г/моль. - **2 балла**

Следовательно E – это азот, а К – это NaCN.

- **2 балла**

Аналогично определяется Л– NaOCN.

- 2 балла

Распределение баллов:

Установление элемента X и его модификаций с гибридизацией – 4 балла

Уравнения реакций по 2 балла (15 реакций) = 30 баллов

Расчёт молярной массы всех атомов - 2 балла

Расчёт и определение формул веществ – 2 балла (2 вещества к и Л) = 4 балла

Итого 40 баллов