



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Попов Ярослав Дмитриевич**

Класс: **11**

Технический балл: **84**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр: 9889487

Проверяющий: Сорокин И.Д.

1. 8 (полностью)

2. 5 (4 балла за концентрацию ионов, 1 балл за неправильное выражение для константы)

3. 11 (минус 5 баллов за принципиально некорректное выражение для расчёта константа скорости и сам расчёт)

4. 20 (полностью)

5. 20 (полностью)

6. 20 (полностью)

Сумма: 84 (восемьдесят четыре балла)

Умножив

Вторым 1

Записав 1.

Атом ^{12}C соединен с 8 атомами и с 8 электронами, атом ^{16}O соединен с 8 атомами и с 8 электронами, атом ^1H соединен с 1 атомом и с 1 электроном.

Пусть в соединении x атомов углерода, y атомов кислорода и z атомов водорода, ~~и~~

$$\text{Поэтому } 3x = 6x + 8y$$

$$16 = 9x + 4y$$

$$x = 2 \text{ или } 4$$

Если $x = 2$, то $y = 2,5$

Если $x = 4$, то $y = 1$

Поскольку в соединении не можем быть 2,5 атома кислорода, то $x = 4, y = 1 \Rightarrow$ формула соединения $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}$,

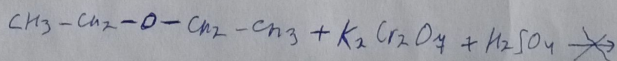
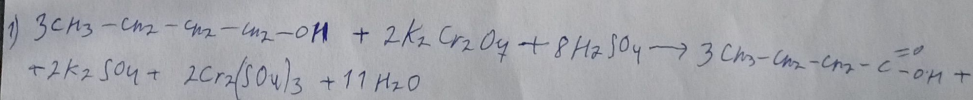
число электронов равно $6 \cdot 4 + 2 + 8 = 42$

$$\Rightarrow z = 10$$

Формула соединения $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

Поскольку соединение относится к разряду алканов, то в одной молекуле находится 1 простая группа, а во второй - насыщенный ~~или~~ функциональный центр.

В одной молекуле находится функциональный центр, а во второй - функционал-1



Функциал-1 реагирует с окислительными свойствами группы карбонильной, при этом наблюдается изменение угла наклона ~~или~~ функционала с окислительного на окислительный, а функциональный центр в реакцию не вступает.

Справочник 1 из 8

... прямой спирт, а во второй - калачевский спирт, но в одной пробирке
 ... прямой спирт, а во второй - калачевский спирт, но в одной пробирке
 ... прямой спирт, а во второй - калачевский спирт, но в одной пробирке

... реагирует с ...
 ... при этом наблюдается изменение цвета раствора с
 ... на зеленый, а густинистый спирт
 ... не выпадает.

Справка 1 из 8

Методик
 Вариант I
 Задача 2.

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11} \text{ моль/л} = d \text{ c}$$

$$K = \frac{d \cdot c}{1-d} = 10^{-10}$$

$$\frac{10^{-11} \cdot d}{1-d} = 10^{-10}$$

$$\frac{d}{1-d} = 10$$

$$d = \frac{10}{11} \approx 0,909$$

$$c = \frac{10^{-11}}{0,909} = \cancel{1,1 \cdot 10^{-11}} \text{ моль/л} \quad 1,1 \cdot 10^{-11} \text{ моль/л}$$

Справка 2 из 8

Справка 2 из 8

Справка 1 из 8

мынаем.

Минимум

Вариант 1

Задача 3

$$D(A+B) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1 \cdot 101,325 \text{ кПа} \cdot 1 \text{ л}}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 303 \text{ К}} = 0,0402 \text{ моль}$$

$$\frac{D(B)}{D(A)} = 1,86 \Rightarrow D(A) = 0,0141 \text{ моль}, D(B) = 0,0261 \text{ моль}$$

$$x(A) = \frac{0,0141}{0,0402} = 0,3507$$

$$x(B) = 1 - 0,3507 = 0,6493$$

Пусть масса смеси А равна М, масса смеси В равна 2М.

$$0,3507 M + 0,6493 \cdot 2M = 45,9$$

$$1,6492 M = 45,9$$

$$M = 46$$

Значит А - NO₂, В - N₂O₄

$$K_x = \frac{x(B)}{x(A)} = \frac{0,6493}{0,3507} = 5,249$$

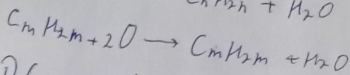
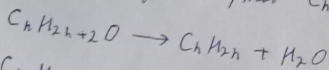
$$K_p = K_x \cdot p^{\Delta n} = 5,249 \cdot 1^{-1} = 5,249 = \frac{K_1}{K_1} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{K_1}$$

$$K_1 = 9,44 \cdot 10^{-4} \text{ л} / (\text{мм} \cdot \text{мм})$$

Справка 3 из 8

Мисал
 Баърам 1
 Зағаме 4

Тегини қопуғиға кунуғос $C_n H_{2n+2} O$ у $C_m H_{2m+2} O$.



$$D(\text{аркенос}) = \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 16,15 \text{ л}}{8,317 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \cdot 453 \text{ К}} = 0,3 \text{ моль}$$

$$D(H_2O) = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(H_2O) = 0,3 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 5,4 \text{ г}$$

$$m(\text{аркенос}) = 15,92 - 5,4 \text{ г} = 10,52$$

$$M(\text{аркенос}) = \frac{10,52}{0,3 \text{ моль}} = 35 \text{ г/моль}$$

Тегини ~~ни~~ малмалд ганд оғуро уғ аркенос патра x , мурға

$$14h \cdot x + 14M \cdot (1-x) = 35$$

$$hx + M(1-x) = 2,5$$

$$h=2, M=3, x=0,5$$

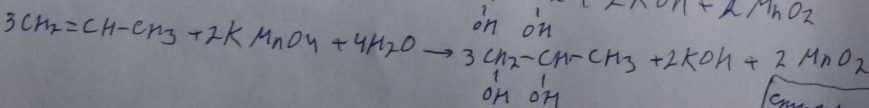
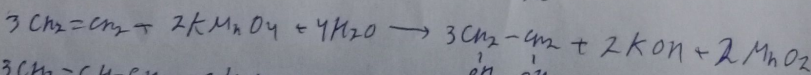
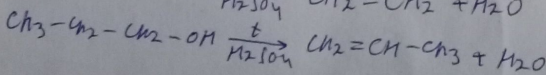
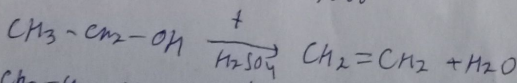
неғоғиғиғи санд сунуғос : $0,15 \text{ моль } (C_2 H_5 OH)$ $0,15 \text{ моль } (C_3 H_7 OH)$
 у ~~ни~~ $(\text{аркенос}-1)$

$$m(C_2 H_5 OH) = 0,15 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 6,9 \text{ г}$$

$$m(C_3 H_7 OH) = 0,15 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 9 \text{ г}$$

$$w(C_2 H_5 OH) = \frac{6,9 \text{ г}}{15,92} = 0,434 \text{ (43,4\%)}$$

$$w(C_3 H_7 OH) = 1 - 0,434 = 0,566$$



супағиға 4 уғ 8

Муромов
Вариант 1
Задача 4 (продолжение)

$$D(C_{H_2} = C_{H_2}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$D(C_{H_2} = C_{H_2} - C_{H_2}) = 0,15 \text{ моль}$$

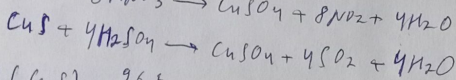
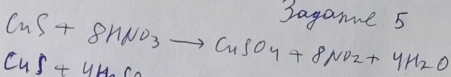
$$D(KMnO_4) = \frac{2}{3} \cdot 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

$$V(KMnO_4) = \frac{0,2 \text{ моль} \cdot 5}{0,4 \text{ моль/л}} = 0,5 \text{ л}$$

сравнение 5 из 8

Минимум
Вариант 1

Задача 5



$$n(\text{CuS}) = \frac{96 \text{ г}}{96 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{220,2 - 0,63}{0,63} = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{142,42 - 0,98}{0,98} = 1,424 \text{ моль}$$

В обеих реакциях CuS в недостатке, реакция будет по нему

$$n(\text{NO}_2) = 0,8 \text{ моль}$$

$$n(\text{SO}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{NO}_2) = 0,8 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 36,8 \text{ г}$$

$$m(\text{SO}_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 25,6 \text{ г}$$

$$m(\text{пачка 1}) = 96 \text{ г} + 120 \text{ г} - 36,8 \text{ г} = 92,8 \text{ г}$$

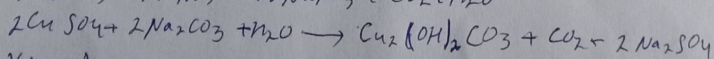
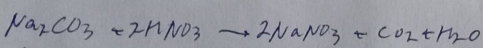
$$m(\text{пачка 2}) = 96 \text{ г} + 142,4 \text{ г} - 25,6 \text{ г} = 126,4 \text{ г}$$

масса первой пачки с чистой кристаллической массой второго пачки с чистой кристаллической.

$$\Delta m = 126,4 - 92,8 = 33,9 \text{ г} - \text{разница в массе упаковки после окисления}$$

Добавим $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ будет в первой пачке, так как его масса меньше.

$$\text{Пусть } n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = x \text{ моль}$$



$$n(\text{HNO}_3)_{\text{остаток}} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4)_{\text{остаток}} = 0,1 \text{ моль}$$

Если реакция только первая реакция, то x должен быть $\leq \frac{0,4}{2} = 0,2$

$$0,2 \text{ моль, тогда } m(\text{п-я после первой реакции}) = 92,8 \text{ г} + 286x - 44x = 126,4$$

$$242x = 33,9$$

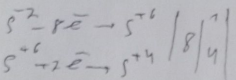
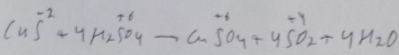
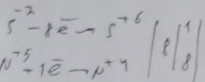
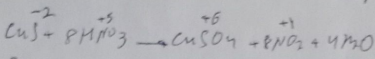
$x = 0,14$ моль, значит, вторая реакция не идет.

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,14 \text{ моль} \cdot 286 \text{ г/моль} = 40,04 \text{ г}$$

Смесь без

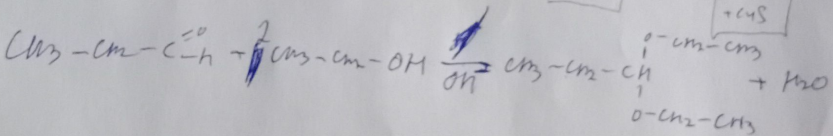
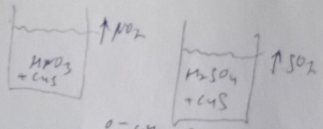
N 5

~~Методом~~ Методом
Варианта 1



$$r_1 = 9,6 + 170 - 36,8 = 92,8$$

$$r_2 = 9,8 + 142,4 - 25,6 = 126,6$$

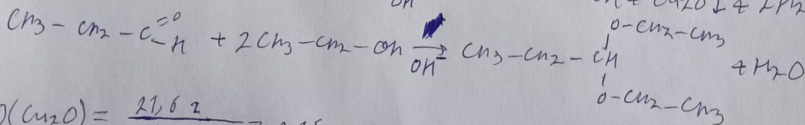
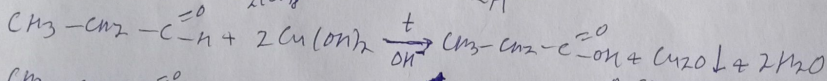
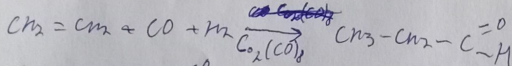
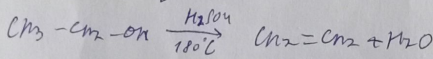
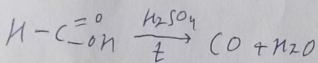


Минимум
 Выходом 1
 Задача 6.

$$M(B+Г) = 0,875 \cdot 32 \text{ моль} = 28 \text{ г/моль}$$

Вещество D является окислителем в реакции азотной кислоты, поскольку оно реагирует со всемогущественным восстановителем (II) с образованием оксида (Cu_2O).
 Продуктом азотной кислоты является азотная кислота, она в комплексе с водой, может в реакцию взаимодействовать. Значит, она является веществом B или Г.
 Вещество CO, масса газовой смеси - азотная кислота с молярной массой 18 г/моль, н.е. - это газ ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$).

Газы B - CO, Г - $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, масса A - непредельная кислота ($\text{H}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{OH}$),
 Б - этанол ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$).



$$D(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{216 \text{ г}}{144 \text{ г/моль}} = 1,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{H}) = 58 \text{ г/моль}$$

$$D(\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{H}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{H}) = 0,15 \text{ моль} \cdot 58 \text{ г/моль} = 8,7 \text{ г}$$

Смесь 8 и 9