



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Дмитриев Дмитрий Николаевич**

Класс: **11**

Технический балл: **100**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр: 9787484

Проверяющий: Куркин Александр Витальевич

Комментарии:

1. 8 б

2. 16 б

3. 16 б

4. 20 б

5. 20 б

6. 20 б

Итого: 100 б

Числовик

Задача 2.

Дано:

число атомов

$$n_C = 42$$

$$n_H = 32$$

12
10
4

Пусть $C_xO_yH_z$.

$$6x + 8y + z = 42$$

$$6x + 8y + 0z = 32$$

$$z = 10$$

Пусть в молекуле 1 атом кислорода,

Тогда. $y = 1$ $6x + 8 + 10 = 42$

$$x = 4$$

$$y = 2. \quad 6x + 16 + 10 = 42$$

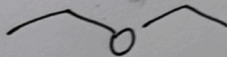
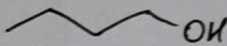
$$x = \frac{8}{3} \quad x \notin \mathbb{Z} \quad \text{не целое!!!}$$

$$y = 3 \quad 6x + 24 + 10 = 42$$

$$x = \frac{4}{3} \quad x \notin \mathbb{Z} \quad \text{не целое.}$$

$$y = 4 \dots \quad x < 0 \quad \text{не целое.}$$

Итого: $C_4O_1H_{10}$ спирт или простой эфир.

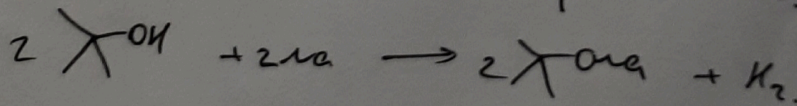
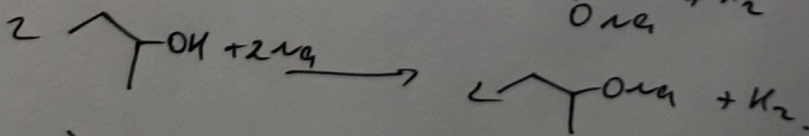
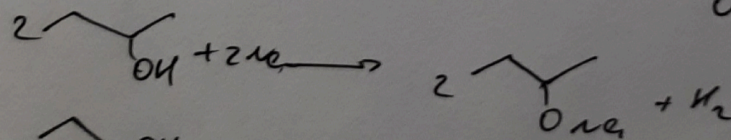
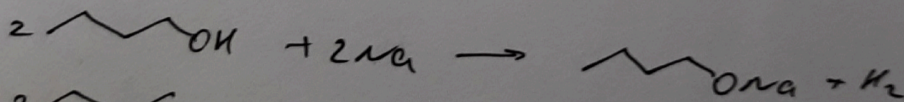


Как отличить спирт от простого эфира?

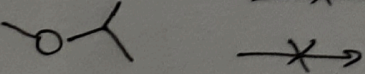
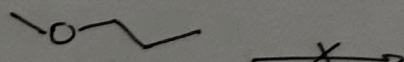
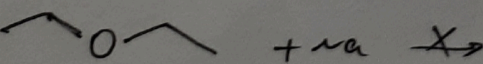
Р-ция с металлическим калием.

Спирт реагирует с выделением H_2 , а простой эфир не реагирует.

число атомов



число атомов



Учебник

Задача 2

Найти: $c(\text{PhO}^- \text{K}^+) - ?$

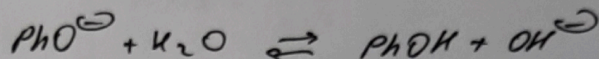
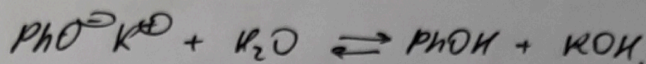
$\text{pH} = 11$

водный р-р.

$K_a(\text{PhOH}) = 10^{-10}$

Решение:

~~$\text{PhOH} + \text{KOH} \rightleftharpoons$~~



$$K_2 = \frac{[\text{PhOH}][\text{OH}^-]}{[\text{PhO}^-]} = \frac{[\text{PhOH}][\text{OH}^-][\text{H}^+]}{[\text{PhO}^-][\text{H}^+]} = \frac{K_w}{K_a}$$

$$\frac{K_w}{K_a} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{PhO}^-]}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow -\lg[\text{H}^+] - \lg[\text{OH}^-] = 14$$

$$-\lg[\text{H}^+] - 14 = \lg[\text{OH}^-] = \text{pH} - 14$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{\text{pH} - 14} = 10^{11 - 14} = 10^{-3}$$

$$\frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{2(\text{pH} - 14)}}{[\text{PhO}^-]}$$

$$; [\text{PhO}^-] = \frac{10^{2(\text{pH} - 14)} \cdot K_a}{K_w}$$

$$[\text{PhO}^-] = \frac{10^{2(11-14)} \cdot 10^{-10}}{10^{-14}} = \frac{10^{-6} \cdot 10^{-10}}{10^{-14}} = \frac{10^{-16}}{10^{-14}} = 10^{-2}$$

$$[\text{PhO}^-] = [\text{PhOK}] = 0,01 \text{ M}$$

$$= 10^{-2} = 0,01 \text{ M}$$

Ответ: $0,01 \text{ M}$

Задача 3,

Числовик,

V = 2 л

t = 30°C

[B]:[A] = 1,86:1

Равн = даим.

m_{смеси} = 75,9 г/моль.

Найти: 1) A и B?

← k, если k = 5,00 · 10⁻³

$\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$

2M(A) = M(B) =>

M(A) · $\frac{1}{2,86}$ + 2M(A) · $\frac{1,86}{2,86}$ = 75,9.

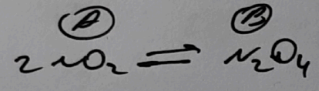
M(A) = $(\frac{1}{2,86} + 2 \cdot \frac{1,86}{2,86}) = 75,9$.

M(A) = 46 г/моль

M(B) = 92 г/моль

p-числ характерна для NO₂, проверим!

14 + 32 = 46 г/моль



Всегда A = NO₂
B = N₂O₄

k[A]² = k[B]

$\frac{p}{1000RT} = c [\frac{\text{моль}}{\text{л}}]$

c(A) = 0,014 $\frac{\text{моль}}{\text{л}}$

c(B) = 0,026 $\frac{\text{моль}}{\text{л}}$

k = $\frac{k[A]^2}{k[B]}$ = $\frac{5 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \cdot 0,014^2}{0,026 \frac{\text{моль}}{\text{л}}}$

= $\frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,014^2}{0,026} \cdot \frac{1}{\text{мин}} = 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{мин}}$

Ответ: 1) A = NO₂
B = N₂O₄

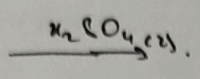
2) k = 3,77 · 10⁻⁵ мин⁻¹

Задача 4,

Кислоты,

(спирты)
A + B

$m = 15,9 \text{ г}$



11,15 л газоб. (при 180°C и р = 1 атм)
(алкены)

Определить состав смеси

$pV = nRT$; $n(\text{алкены}) = \frac{pV}{RT} = \frac{101325 \text{ Па} \cdot 0,01115 \text{ м}^3}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 453 \text{ К}} \approx 0,3 \text{ моль}$

$n(A) + n(B) = n(\text{алкены})$

$\bar{M}_{\text{смеси}}(\text{спирты}) = \frac{15,9 \text{ г}}{0,3 \text{ моль}} \approx 53 \text{ г/моль}$

Один из спиртов должен быть ближе к этой \bar{M} .
Следовательно: A \in $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ или $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

32 г/моль, 46 г/моль

Приведём B \in $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$, где $n > 2$.
несколько случаев решения этой задачи.

1 случай

$n(A) \cdot M(A) + n(B) \cdot M(B) = 53$

Если $n(A) = n(B) = 0,5$

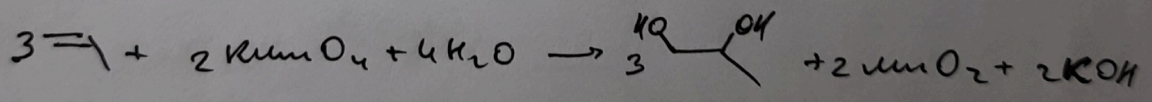
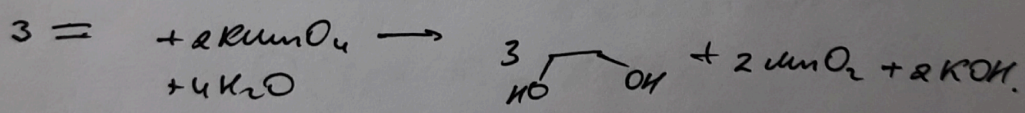
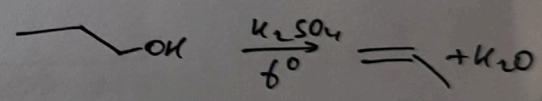
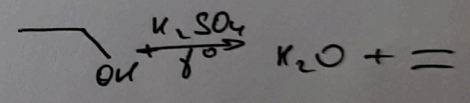
$M(A) = 46 \text{ г/моль } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

$M(B) = 60 \text{ г/моль } \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{46}{106} \cdot 100\% = 43,396\%$

$\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = \frac{60}{106} \cdot 100\% = 56,604\%$

$n(=) = n(\text{=}) = 0,15 \text{ моль}$



$n(\text{KMnO}_4) = 0,3 \cdot \frac{2}{3} = 0,2 \text{ моль}$

$V(\text{KMnO}_4) = \frac{n(\text{KMnO}_4)}{c(\text{KMnO}_4)} = 0,5 \text{ л}$

2 случай

A \in $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

$n(A) = 0,25$

$32 \cdot 0,25 + 60 \cdot 0,75 = 53 \text{ г/моль}$

B \in $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

$n(B) = 0,75$

$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{0,25 \cdot 32}{0,25 \cdot 32 + 0,75 \cdot 60} \cdot 100\% = 15,094\%$

$\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 84,906\%$

2 сызба Мисал

A \equiv C_2H_5OH 46 г/моль.

$n(A) = 0,75$

$n(C_2H_5OH) = 0,75 \cdot 0,3$

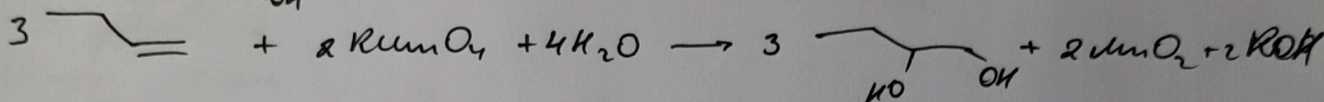
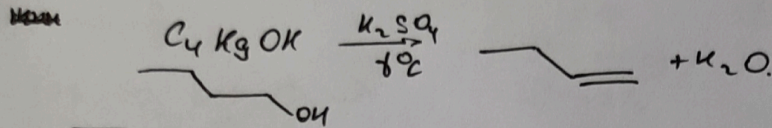
B \equiv C_4H_9OH 74 г/моль.

$n(B) = 0,25$

$n(C_4H_9OH) = 0,25 \cdot 0,3$

$\omega(C_2H_5OH) = \frac{0,75 \cdot 46}{0,75 \cdot 46 + 0,25 \cdot 74} \cdot 100\% = 65,09\%$

$\omega(C_4H_9OH) = 34,91\%$



$V(KMnO_4) = 0,5 \text{ л}$

Әлсіз спирт қандай да бір алкендермен қоспағанда, олардың қоспасындағы алкендердің қоспасына қатысты $V(KMnO_4) = 0,5 \text{ л}$ жағдайында.

3 сызба

A \equiv C_2H_5OH (46)

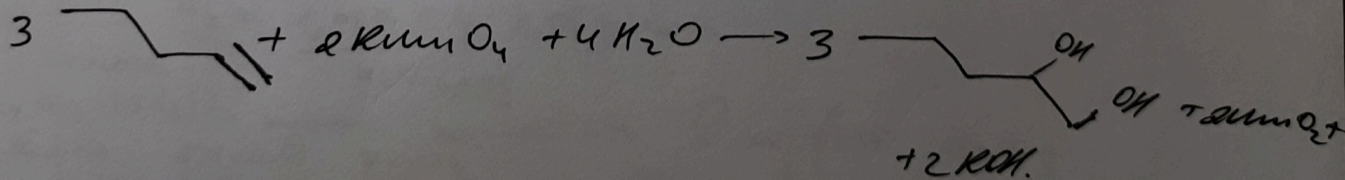
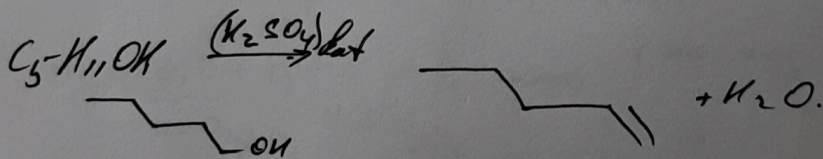
$46x + 88 - 88x = 53$

B \equiv $C_5H_{11}OH$ (88)

$x = 0,8333$

$\omega(C_2H_5OH) = \frac{0,8333 \cdot 46}{46 \cdot 0,8333 + 88(1 - 0,8333)} \cdot 100\% = 71,32\%$

$\omega(C_5H_{11}OH) = 28,68\%$



$V(KMnO_4) = 0,5 \text{ л}$

Микрохимия

Задача 5,

Дано:

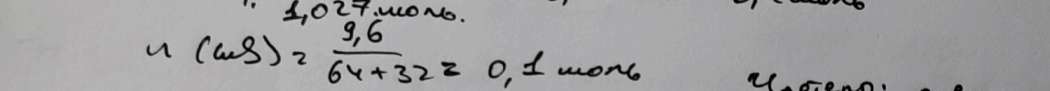
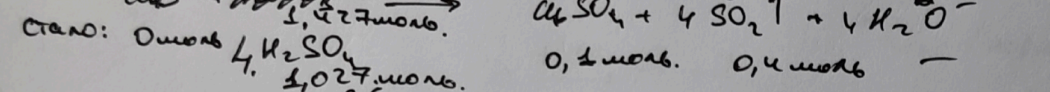
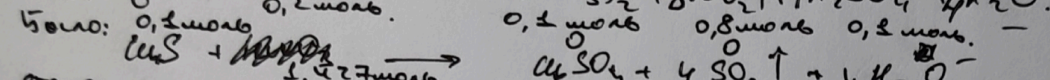
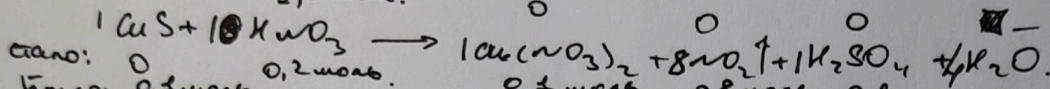
$m_{\text{CuS}} = m_{\text{Cu}_2\text{S}} = \text{const.}$

$m(\text{CuS}) = 9,6 \text{ г}$

Найти: Δm - ?

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{K}_2\text{O}) \rightarrow$
при равновесии.

Всего 0,1 моль. 1,2 моль.



$m(\text{CuS}) = \frac{9,6}{64+32} = 0,1 \text{ моль}$

$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 1,427 \text{ моль}$

$m(\text{KNO}_3) = 1,2 \text{ моль}$

Условно: 0,8 моль NO_2
0,4 моль SO_2

$m(\text{NO}_2) + m(\text{SO}_2) = 0,8 \cdot 46 + 0,4 \cdot 64 = 72,8 \text{ г}$

$m_1 = 9,6 + 120 - 36,8 = 92,8 \text{ г}$

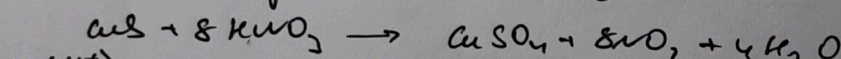
$m_2 = 9,6 + 142,7 - 25,6 = 126,7 \text{ г}$

$\Delta m = 126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ г}$

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

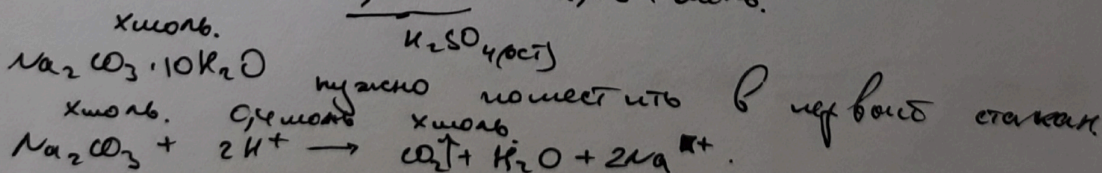
$m(\text{SO}_2) = 0,4 \cdot 64 = 25,6 \text{ г}$

Р-цию в первом уравнении заменить и так:



$n_1 = 0,2 + 0,1 \cdot 2 = 0,4 \text{ моль}$ (на ход реакции это не влияет!)

$n_2 = 1,027 \cdot 2 = 2,054 \text{ моль}$



$\Delta m = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{K}_2\text{O})}{33,9 \text{ г}} = \frac{(m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{K}_2\text{O}) - m(\text{CO}_2)) \cdot x}{243 \text{ г/моль}}$

$x = \frac{33,9}{243} = 0,14 \text{ моль}$; $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{K}_2\text{O}) = 286 \cdot x = 40,06 \text{ г}$

Если добавить $x = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ моль}$ Тогда $\Delta m = (286 - 44) \cdot 0,2 \text{ моль} = 48,4 \text{ г}$

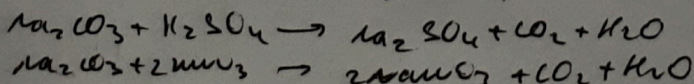
Т.е. не вся K_2CO_3 преобразуется.

$(286 - 44) \cdot x = 33,9$; $x = 0,14 \text{ моль}$

$m = 40,06 \text{ г}$ ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{K}_2\text{O}$)

ответ: $\Delta m = 33,9 \text{ г}$

$m = 40,06 \text{ г}$ ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{K}_2\text{O}$)



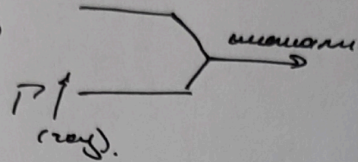
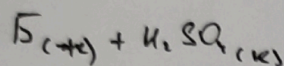
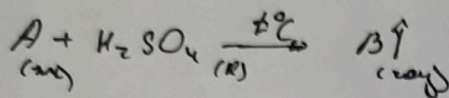
47

Читовик

Задача 6

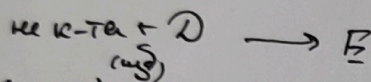
Дано:

два соуда с аммиаком при вклов. соед. α и β .

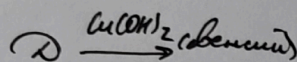


$D_{\text{аммиак}}(O_2) = 0,875$
 $M_{\text{аммиак}} = 28 \text{ г/моль}$

либо A , либо B - кислота.

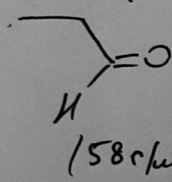
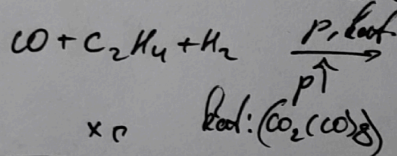
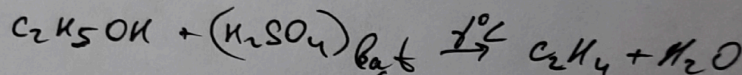
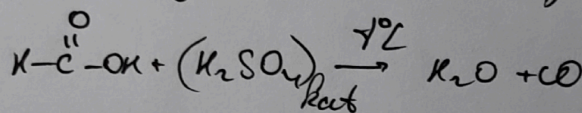
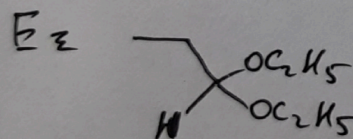
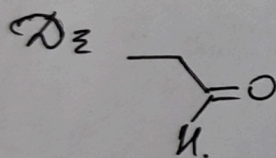
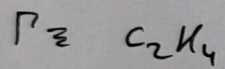
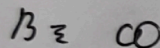
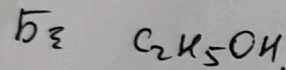
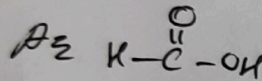


(β или γ)

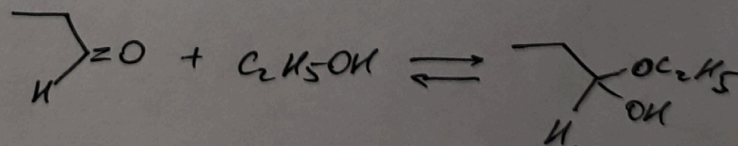


$D_{\text{ж}}$ (нормальные условия)

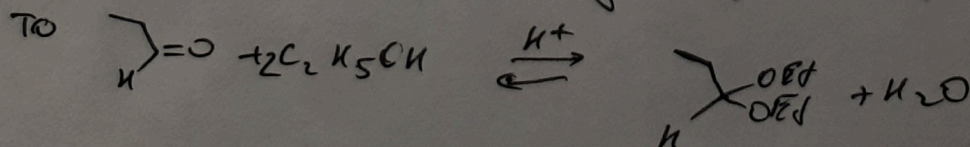
Кстати: $m(D) \rightarrow ?$, определить соединения; написать р-ции.



$\frac{21,6 \cdot 58}{64 \cdot 2 + 16} = x = 8,71$



Т.к р-ция проводится без H^+ и OH^- , то скорее всего поддается равновесию: $\text{мидат аммиак} \rightleftharpoons \text{полуацеталь}$.
ко так как сказали привести условия их протекания,



Ответ: $m(D) = 8,71$