

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Вариант 2

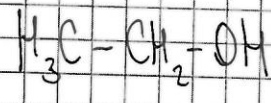
Задача 1

1. Исходные вещества.

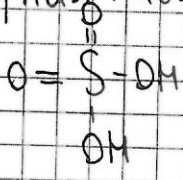
- терефталевая кислота



- бензол (растворитель) - этиловый спирт

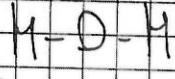
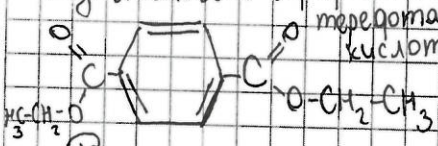


- серная кислота (катализатор)

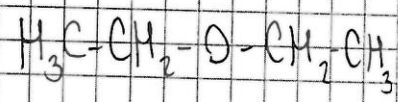


Продукты реакции:

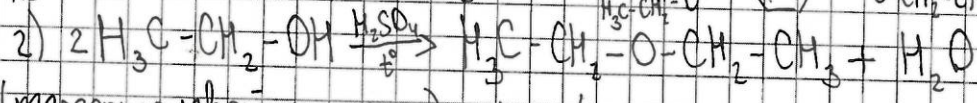
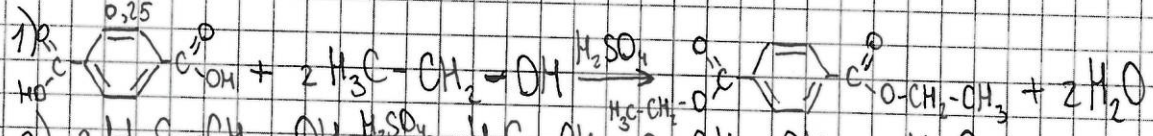
- диэтиловый эфир терефталевой кислоты - вода



- диэтиловый эфир



Реакции:



M(терефталевой кислоты) = 166 г/моль

n(терефталевой кислоты) = m/M = 0,25 моль

После 1-ой завершения реакций в растворе не осталось терефталевой кислоты, значит выход 1-ой реакции 100% (а значит и выход сложного эфира  $\frac{166 \cdot 0,25}{166 \cdot 0,25} = 100\%$  проблема на 2-ой стр)

черновик  чистовик (поставьте галочку в нужном поле)

1	2	3	4	5	Σ
3	19,5	11,5	-	20	54

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1 (продолжение)

$$M(C_2H_5OH) = 46 \text{ г/моль}$$

$$m_{p-pa}(C_2H_5OH) = V_{p-pa} \cdot \rho_{p-pa} = 118,35 \text{ г}$$

$$m(C_2H_5OH) = m_{p-pa} \cdot \omega = 113,616 \text{ г}$$

$$\nu(C_2H_5OH) = \frac{m}{M} \approx 2,47 \text{ моль}$$

В ходе первой реакции прореагирует 0,5 моль спирта

$$\Rightarrow \nu_{ост}(C_2H_5OH) = 2,47 - 0,5 = 1,97 \text{ моль}$$

Поэтому в ходе второй реакции теоритически должно выделиться 0,985 моль воды

$$m(H_2O) = \nu \cdot M = 17,72$$

Масса воды, выделенной при первой реакции равна:

$$m_1(H_2O) = \nu \cdot M = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ г}$$

Значит:

$$m_T = m_{2T} + m_1 = 26,72$$

А в то же время:

$$m_n = V \cdot \rho = 12,94 \text{ г}$$

$$\eta(H_2O) = \frac{m_n}{m_T} \cdot 100\% = 48,5\%$$

$$m_{2n}(H_2O) = m_T - m_1 = 3,94 \text{ г}$$

$$\nu_n(H_2O) = \frac{m_{2n}}{M} = 0,22 \text{ моль} \Rightarrow \nu_n(\text{диэтиловый эфир}) = 0,22 \text{ моль}$$

$$\nu_T(\text{диэтиловый эфир}) = 0,985 \text{ моль}$$

$$\eta(\text{диэтиловый эфир}) = \frac{\nu_n}{\nu_T} \cdot 100\% = 22,3\%$$

продолжение на 3-ей стр.



черновик



чистовик

(поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 2 из 10 стр.

(нумеруются только чистовики)

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1 (продолжение)

2. Избыток этилового спирта берется, чтобы терефталевая кислота полностью с ним прореагировала. Во-первых, в этой кислоте две карбоксильные группы, значит и спирта должно быть достаточно, чтобы прореагировать с обеими. Во-вторых, при нагревании в присутствии серной кислоты спирты склонны к дегидратации, поэтому требуется его большее количество.

3. Клапана Сохслета используется, чтобы реакция дегидратации спиртов проходила с образованием простого эфира, а не этилена, который <sup>бы</sup> улетучивался.



черновик



чистовик

(поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 3 из 10 стр.

(нумеруются только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2

1. А, Б, В - углеводороды. Пусть А -  $C_xH_y$ , Б -  $C_aH_b$ , В -  $C_nH_m$   
~~Из~~ А  $C:H = 4 \Rightarrow \frac{12x}{y} = 4 \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{1}{3}$

А медленно реагирует с бромом, не обесцвечивает р-р  $KMnO_4 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  А - алкан или арен:

1) А - алкан

$$\begin{cases} 2x+2=y & (1) \\ \frac{x}{y} = \frac{1}{3} & (2) \end{cases}$$

Подставим y из (1) в (2).

$$\begin{aligned} \frac{x}{2x+2} &= \frac{1}{3} \\ 2x+2 &= 3x \\ x &= \frac{2}{3}x + \frac{2}{3} \\ \frac{1}{3}x &= \frac{2}{3} \\ x &= 2 \end{aligned}$$

2) А - арен

$$\begin{cases} 2x-6=y & (1) \\ \frac{x}{y} = \frac{1}{3} & (2) \end{cases}$$

Подставим y из (1) в (2).

$$\begin{aligned} \frac{x}{2x-6} &= \frac{1}{3} \\ 2x-6 &= 3x \\ x &= \frac{2}{3}x - 2 \\ \frac{1}{3}x &= -2 \end{aligned}$$

такого не может быть

Значит А - этан ( $H_3C-CH_3$ )

Из Б  $C:H = 6 \Rightarrow \frac{12a}{b} = 6 \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{1}{2}$

обесцвечивает р-р  $Br_2$  и р-р  $KMnO_4 \Rightarrow$  есть кратная связь

используется в производстве этилового спирта  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  Б - этилен. Проверим:  $\frac{a}{b} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$  верно.  
 ( $H_2C=CH_2$ )

Из В  $C:H = 12 \Rightarrow \frac{12a}{b} = 12 \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{1}{1}$


обесцвечивает р-р  $Br_2$  и р-р  $KMnO_4 \Rightarrow$  есть кратная связь


образует белый осадок в присутствии окт. угля  $\Rightarrow$  В - алкин  
 продолжение на стр. 5

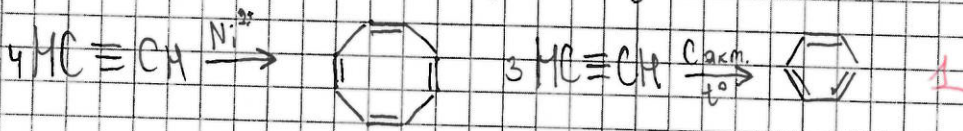
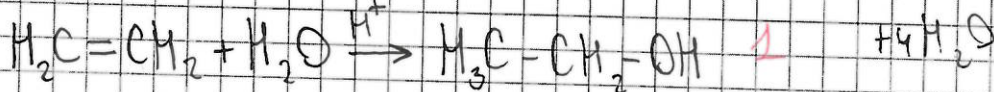
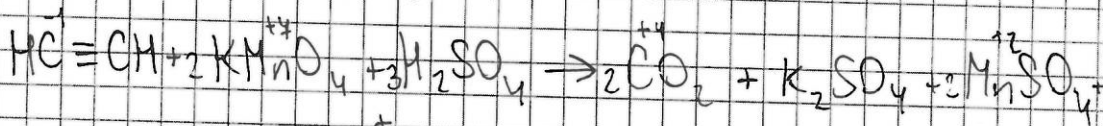
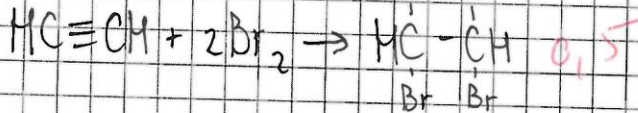
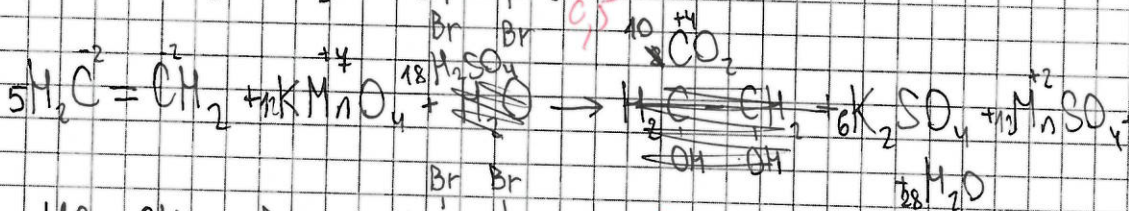
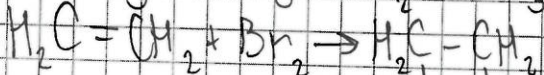
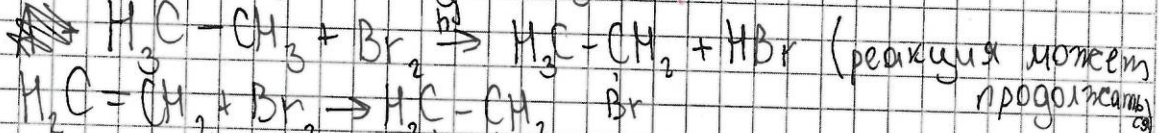
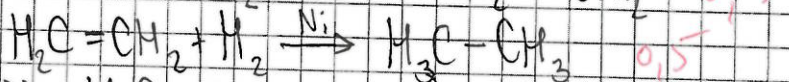
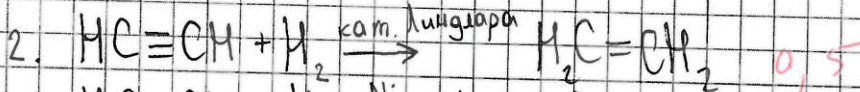
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2 (продолжение)

$$\begin{cases} 2n-2 = m \\ \frac{n}{m} = \frac{1}{1} \Rightarrow m=n \end{cases} \Rightarrow n=2n-2 \Rightarrow n=2 \Rightarrow \text{В-ацетилен} \quad (\text{HC}\equiv\text{CH})$$

Поэтому Г-  циклооктетраен-1,3,5,7

Д-  бензол.



Продолжение на стр 6.



черновик



чистовик

(поставьте галочку в нужном поле)

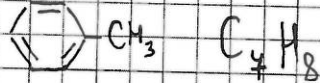


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2 (продолжение)

3. Нет, этот закон не всегда справедлив для органических веществ.

Рассмотрим толуол.



Соотношение C:H для толуола равно:

$$\frac{12 \cdot 7}{8} = 10,5 - \text{не целое число.}$$

2



черновик



чистовик

(поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 6 из 10 стр.

(нумеруются только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

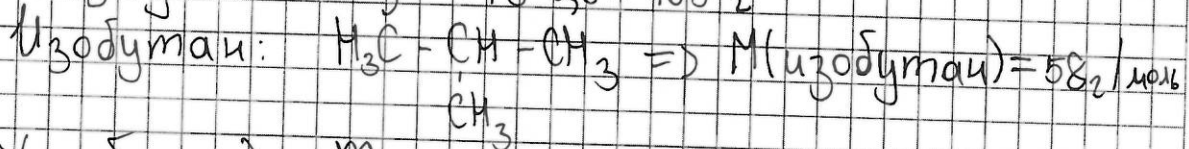
Задача Б

изобутан : бутан : пропан  
45 : 16 : 9 по объёму

$$V_{\text{баллончика}} = \frac{m}{\rho} = \frac{220}{0,6} = 366,67 \text{ мл}$$

$$1) V(\text{изобутан}) = V_{\text{бал.}} \cdot \varphi(\text{изобутан}) = 366,67 \cdot \frac{45}{45+16+9} = 245 \text{ мл}$$

$$m(\text{изобутан}) = V \cdot \rho = 245 \cdot 0,6 = 147 \text{ г}$$

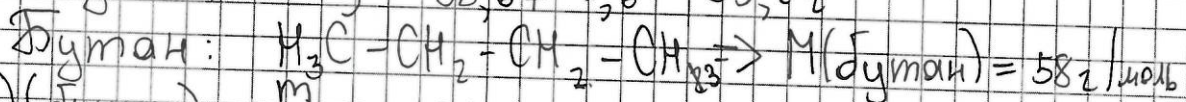


$$\nu(\text{изобутан}) = \frac{m}{M} = 2,54 \text{ моль}$$

$$Q_{\text{сгор}}(\text{изобутан}) = \nu \cdot (-\Delta H_{\text{сгор}}^{\circ}) = 8161,81 \text{ кДж}$$

$$2) V(\text{бутан}) = V_{\text{бал.}} \cdot \varphi(\text{бутан}) = 366,67 \cdot \frac{16}{100} = 58,67 \text{ мл}$$

$$m(\text{бутан}) = V \cdot \rho = 58,67 \cdot 0,6 = 35,2 \text{ г}$$

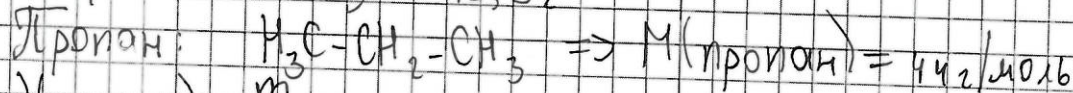


$$\nu(\text{бутан}) = \frac{m}{M} = 0,61 \text{ моль}$$

$$Q_{\text{сгор}}(\text{бутан}) = \nu \cdot (-\Delta H_{\text{сгор}}^{\circ}) = 1612,52 \text{ кДж}$$

$$3) V(\text{пропан}) = V_{\text{бал.}} \cdot \varphi(\text{пропан}) = 366,67 \cdot \frac{9}{100} = 33 \text{ мл}$$

$$m(\text{пропан}) = V \cdot \rho = 19,8 \text{ г}$$



$$\nu(\text{пропан}) = \frac{m}{M} = 0,45 \text{ моль}$$

$$Q_{\text{сгор}}(\text{пропан}) = \nu \cdot (-\Delta H_{\text{сгор}}^{\circ}) = 966,15 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{сгор}}(\text{изобутан}) + Q_{\text{сгор}}(\text{бутан}) + Q_{\text{сгор}}(\text{пропан}) = 10740,48 \text{ кДж}$$

продолжение на стр. 8.



черновик



чистовик

(поставьте галочку в нужном поле)

8



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5 (продолжение)

$Q_{\text{полезн}} = \eta \cdot Q_{\text{обл}} = 5370,24 \text{ кДж}$  — с <sup>одного</sup> ~~820~~ баллончика  
Найдем  $Q$ , необходимую для превращения ветра снега в кипящую воду.

$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{9000}{18} = 500 \text{ моль}$

1) Нагрев снега до температуры плавления (0°)

$\Delta T = 0 - (-10) = 10$

$Q_1 = c(\text{H}_2\text{O}_{\text{мб}}) \cdot \nu \cdot \Delta T = 189000 \cdot 500 \cdot 10 = 9450000 \text{ Дж} = 9450 \text{ кДж}$

2) Плавление снега

$Q_2 = \nu \cdot |\Delta H_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}_{\text{л}}) - \Delta H_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}_{\text{мб}})| = 3000 \text{ кДж}$

3) Нагрев воды до 100°

$\Delta T = 100 - 0$

$Q_3 = c(\text{H}_2\text{O}_{\text{ж}}) \cdot \nu \cdot \Delta T = 3780000 \text{ Дж} = 3780 \text{ кДж}$

То есть  $Q_{\text{необ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 6969 \text{ кДж}$

$\eta = \frac{Q_{\text{необ}}}{Q_{\text{полезн}}} = 1,3$  баллончика требуется, чтобы превратить ветер снега в кипящую воду. (2 полных баллончика)

12



черновик



чистовик





ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

1. Пусть исходное вещество -  $C_xH_y$ :

$D(C_xH_y) = \frac{M(C_xH_y)}{M(CH_4)} = 9,625 \Rightarrow M(C_xH_y) = 9,625 \cdot M(CH_4) = 154 \frac{г}{моль}$

$\omega(C) = \frac{M(C) \cdot x}{M(C_xH_y)} = 93,5\%$

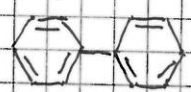
$x = \frac{0,935 \cdot M(C_xH_y)}{M(C)} = 12$

$\omega(H) = \frac{M(H) \cdot y}{M(C_xH_y)} = 6,5\%$

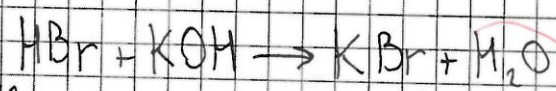
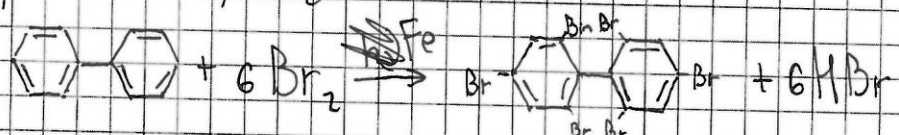
$y = \frac{0,065 \cdot M(C_xH_y)}{M(H)} = 10$

Значит  $C_xH_y - C_{12}H_{10}$

Судя по описанным свойствам это дубензил:



Уравнения реакций:



2. Найдём количество, прореагировавшего с KOH, HBr:

$pH = 14 - pOH = 12,62 \Rightarrow pOH = 1,38$

$pOH = -\lg[OH] = 1,38 \Rightarrow [OH] = 0,04 M \Rightarrow C_{ост}(KOH) = 0,04 M$

$C_{прор}(KOH) = C_{изн}(KOH) - C_{ост}(KOH) = 0,04 M$

$V_{прор}(KOH) = C_{прор}(KOH) \cdot V_{ра}(KOH) = 0,1 моль$   
продолжение на 10 стр.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3 (продолжение)



По сути в реакции углеводорода с  $Br_2$  выделилось 0,1 моль  $HBr$

$$m_{пр}(HBr) = \nu \cdot M = 8,12$$

$$M(\text{бензол}) = 78 \text{ г/моль} \Rightarrow \nu(\text{бензол}) = \frac{m}{M} = 0,05 \text{ моль} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \nu_{т}(HBr) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow m_{т}(HBr) = 24,3 \text{ г}$$

$$\eta(HBr) = \frac{m_{пр}(HBr)}{m_{т}(HBr)} = \frac{8,12}{24,3} = 33,33\%$$

3. Железо является катализатором в этой реакции, его можно заменить некоторыми солями соляной кислоты, например  $AlCl_3$ .

1,5

черновик

чистовик

(поставьте галочку в нужном поле)