Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Схема заполнения

Для билета

Для билета

Вариант задания 1



Задача 1.

1) $2Au + 2HCl + 3Cl_2 \rightarrow 2H[AuCl_4]$

2) $Au + HNO_3 + 4HCl \rightarrow H[AuCl_4] + NO\uparrow + 2H_2O$

3) $2H[AuCl_4] + 3Na[BH_4] \rightarrow 2Au + 3NaCl + 3BH_3 + 5HCl$

Найдём $n(Au) = \frac{3,27 \cdot 10^{-19}\ г}{197\ г/моль} = 1,66 \cdot 10^{-21}$ моль.

$N(Au) = N_A \cdot n(Au) = 6,02 \cdot 10^{23}$ атомов/моль $\cdot 1,66 \cdot 10^{-21}$ моль =

$= 999,32$ атомов $\approx 1000$ атомов.

Задача 2.

1) $HC(=O)OH \xrightarrow{cat} H_2 + CO_2$

2) $HC(=O)OH \xrightarrow{H_2SO_4} H_2O + CO$

$(C_6H_6N_4O_2)_n$ при $n=5$ имеет брутто-формулу $C_{30}H_{30}N_{20}O_{10}$

$M[(C_6H_6N_4O_2)_5] = 12 \cdot 30 + 30 \cdot 1 + 20 \cdot 14 + 10 \cdot 16 = 830$ г/моль

Посчитаем число протонов в 1 моль $(C_6H_6N_4O_2)_5$:

$6 \cdot 30 + 1 \cdot 30 + 7 \cdot 20 + 8 \cdot 10 = 430$ (протонов) $\Rightarrow n[(C_6H_6N_4O_2)_5] =$

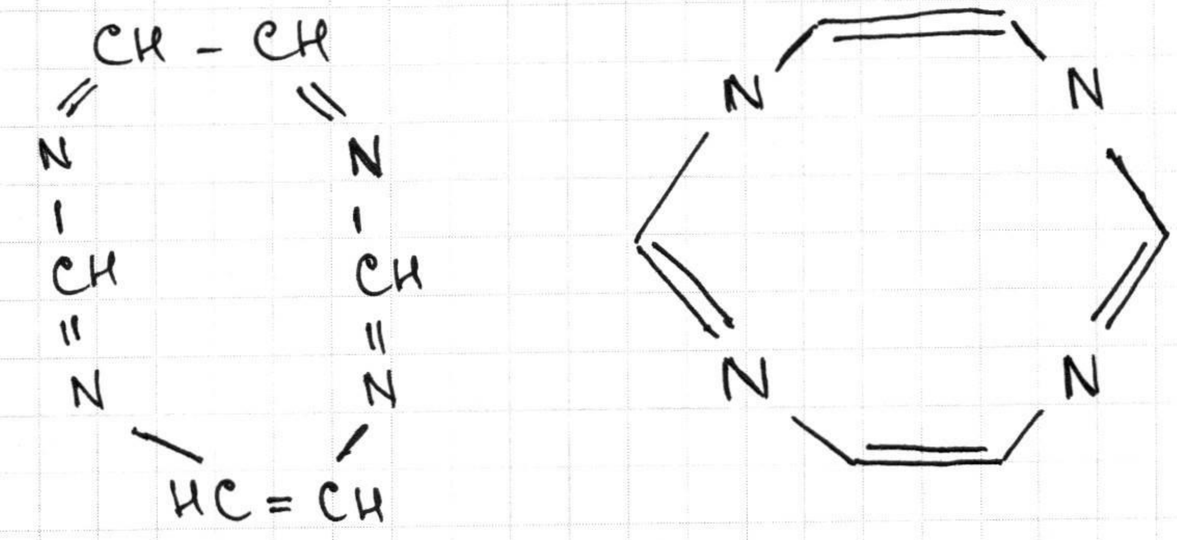
$= \frac{2,59 \cdot 10^{24}}{430} = 6,023 \cdot 10^{21}$ (моль) $\Rightarrow m[(C_6H_6N_4O_2)_5] = 830$ г/моль $\cdot$

$\cdot 6,023 \cdot 10^{21}$ моль $\approx 5 \cdot 10^{24}$ г.

~~Задача 5.~~

Задача 7.

Структурная формула уротропина:



Брутто - формула: $C_6N_4H_6$

$2\,C_6N_4H_6 + 15O_2 \rightarrow 12\,CO_2 + 4\,N_2 + 6\,H_2O$

Пусть сгорело x моль уротропина, тогда:

$n(CO_2) = 6x$ ; $n(N_2) = 2x$

$n(CO_2) + n(N_2) = 6x + 2x = 8x$ (моль)

$n_{газов} = \frac{31,36\ л}{22,4\ л/моль} = 1,4$ моль

$1,4 = 8x \Rightarrow x = 0,175$ моль

$m$(уротропина) $= 0,175$ моль $\cdot (12 \cdot 6 + 14 \cdot 4 + 6)$ г/моль $= 23,45$ г

Составим пропорцию:

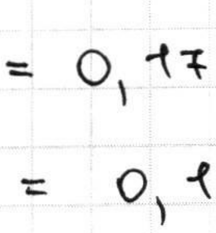
$$\left.\begin{array}{l} 31300\ кДж - 1000\,г \\ x\ кДж - 23,45\,г \end{array}\right\} x = 733,985\ кДж \approx 734\ кДж.$$

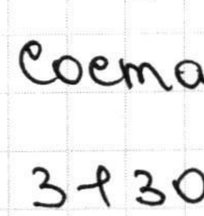
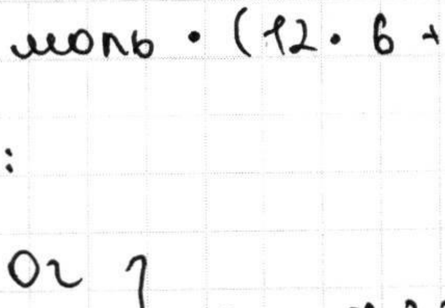
(Число образующейся теплоты)

Реакции получения уротропина:

Основной компонент природного газа – $CH_4$ (метан)

$2CH_4 \xrightarrow{1500^\circ C} C_2H_2 + 3H_2\uparrow$

$3\,C_2H_2 \xrightarrow[\text{Сакт.}]{450^\circ C}$ 

 $+ 3\,HO-NO_2 \rightarrow$  $+ 3H_2O$

Задача №5 (на след. стр.

olymp.bmstu.ru

Задача 5.

1) $W + 3F_2 \rightarrow WF_6$

2) $2HF \xrightarrow{\text{электролиз}} H_2 + F_2$

3) $WF_6 + 3H_2 \rightarrow W + 6HF$

$m(W) = 579,3\ мг = 579,3 \cdot 10^{-3}\ г$

$n(W) = \frac{579,3 \cdot 10^{-3}\ г}{184\ г/моль} = 3,1484 \cdot 10^{-3}\ моль$

$3n(W) = 3n(F_2) \Rightarrow n(F_2) = 3,1484 \cdot 10^{-3}\ моль \cdot 3 = 9,4451 \cdot 10^{-3}\ моль$

Рассчитаем $V(F_2)$: $PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P}$

$$V(F_2) = \frac{9,4451 \cdot 10^{-3}\ моль \cdot 8,314\ \frac{кПа \cdot л}{моль \cdot К^\circ} \cdot (350 + 273)\ К}{8,3\ кПа} = 5,89\ л \approx$$

$\approx 6\ л \Rightarrow V(F_6) = 5,89\ л \approx 6\ л$

$19310\ кг/м^3 = 19310000\ г/м^3$. Составим пропорцию:

$$\left.\begin{array}{l} 19310000\ г - 1\ м^3 \\ 579,3 \cdot 10^{-3}\ г - x\ м^3 \end{array}\right\} x = 3 \cdot 10^{-8}\ м^3.$$

$V = Sh \Rightarrow S = \frac{V}{h}$; $S = \frac{3 \cdot 10^{-8}\ м^3}{15 \cdot 10^{-6}\ м} = 2 \cdot 10^{-3}\ м^2$

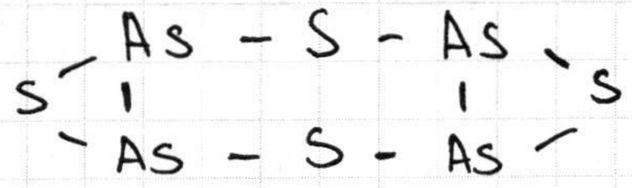
Ответ: $V(F_6) = 5,89\ л \approx 6\ л$; $S = 2 \cdot 10^{-3}\ м^2$

Задача 3.

киноварный пигмент - $HgS$

Свинцово-оловянный пигмент: $Pb_2SnO_4$

Графическая формула молекулы реальгара:




Задача 6(на обороте)

Найдём $n(O)$:

$m(O) = 16г \cdot 0,3 = 4,8г$

$n(O) = \frac{4,8г}{16г/моль} = 0,3$ моль

Заметим, что 2 гидроксиметил - 2 - метилпропан - 1,3 - диол содержит 3 атома кислорода.

Кетон же имеет в своём составе 1 атом кислорода.

Следовательно, циклический гидрокеталь будет иметь в своём составе 4 атома кислорода.

$n(O) = 4n$ (ацеталя)

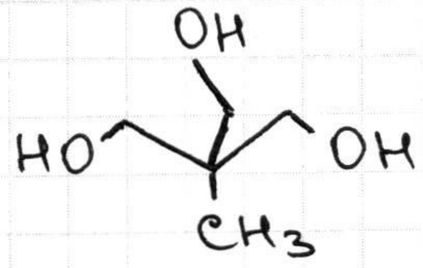
$n$ (ацеталя) $= \frac{0,3 моль}{4} = 0,075$ моль

Предположим, что в-ва прореагируют 1 к 1, тогда

$n$ (ацеталя) $= n$ (кетона) $= 0,075$ моль

Составим фор-лу 2-гидроксиметил - 2 метилпропан - 1,3-диола:

Следовательно $M = \overset{120}{\cancel{116}}$ г/моль




$m$ (спирта) $= 120г/моль \cdot 0,075$ моль $= \overset{9}{\cancel{9,075}}г$

Наличие запаха гидрокеталя свидетельствует о том, что данное вещество имеет кислородный мостик: -O- (сложноэфирную группу)

Предположим, что в результате реакции образуется только 1 продукт $\Rightarrow$ по закону сохранения массы $m$(кетона) $= 16г - \overset{9}{\cancel{9,075}}г = \overset{7}{\cancel{6,925}}г$

$M$(кетона) $= \frac{\overset{7}{\cancel{6,925}}г}{0,075 моль} = 93$ г/моль. Кетона имеют формулу $C_nH_{2n}O \Rightarrow 14n + 16 = 93 \Rightarrow n \approx \overset{5,5}{\cancel{5,142}} \Rightarrow$ такого кетона не существует.

olymp.bmstu.ru

~~Задача 6.~~

~~$n(O) = \frac{16\,г \cdot 0{,}3}{16\,г/моль} = 0{,}3\,моль$.~~ ~~Заметим, что 2-гидроксим~~

Задача 6 (продолжение).

Предположим, что в результате данной реакции будет образовываться ещё и вода. Пусть $n(H_2O) = n(ацетали)$, тогда $m(кетона) = 16\,г - 9{,}075\,г - 18\,г/моль \cdot 0{,}075\,моль = 5{,}65\,г$

$M(кетона) = \frac{5{,}65\,г}{0{,}075\,моль} = 75\,г/моль$

$14n + 16 = 75 \Rightarrow n = 4{,}21 \approx 4$.

Предположим, что в результате данной реакции образуется

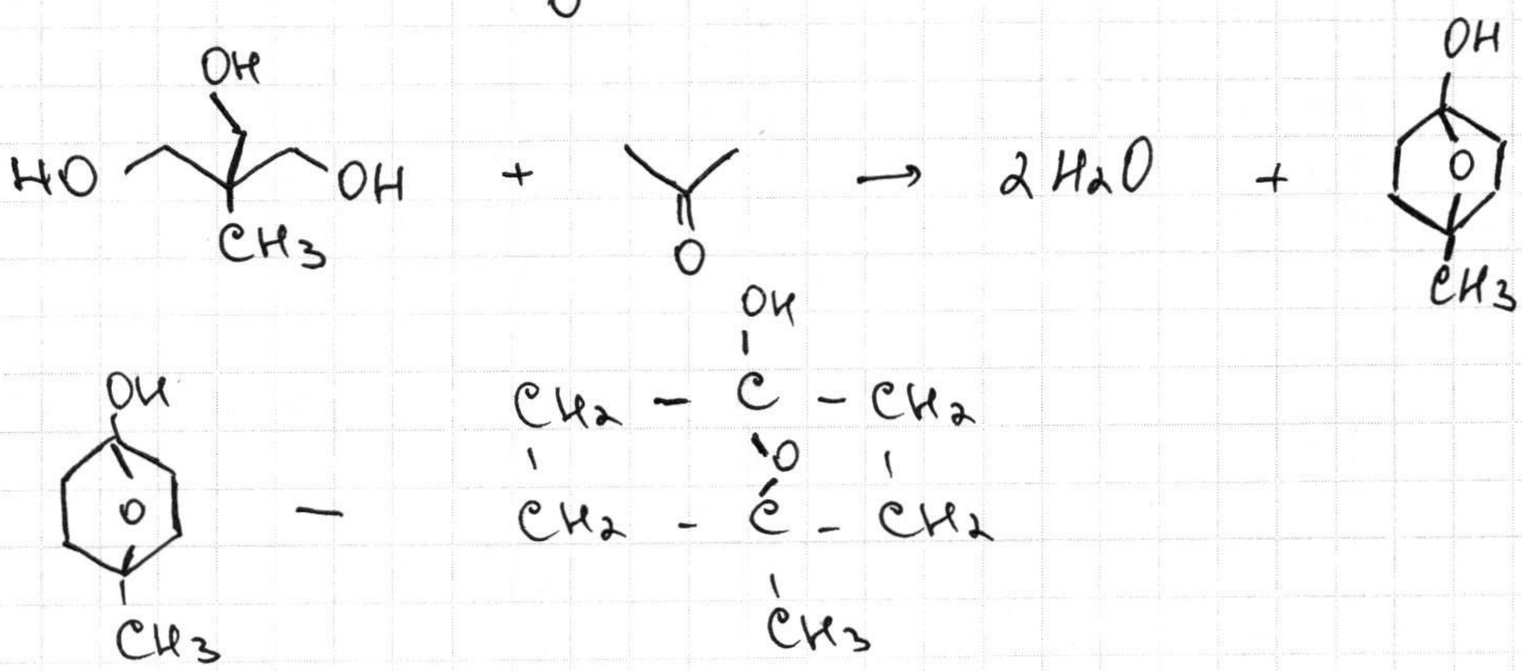
2 молекулы $H_2O \Rightarrow m(H_2O) = 18\,г/моль \cdot 0{,}075\,моль \cdot 2 = 2{,}7\,г$

$m(кетона) = 16\,г - 2{,}7\,г - 9{,}075\,г = 4{,}325\,г$

$n(кетона) = \frac{4{,}3\,г}{0{,}075\,г/моль} = 57{,}33\,г/моль$

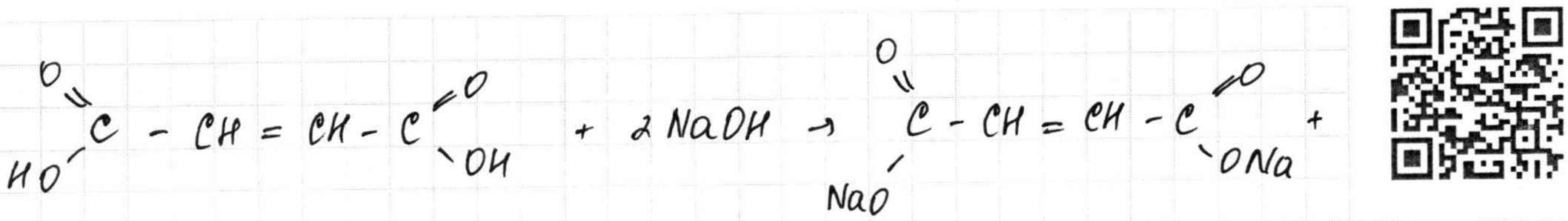
$14n + 16 = 57{,}3 \Rightarrow n = 2{,}95 \approx 3 \Rightarrow$ искомый кетон: пропанон:



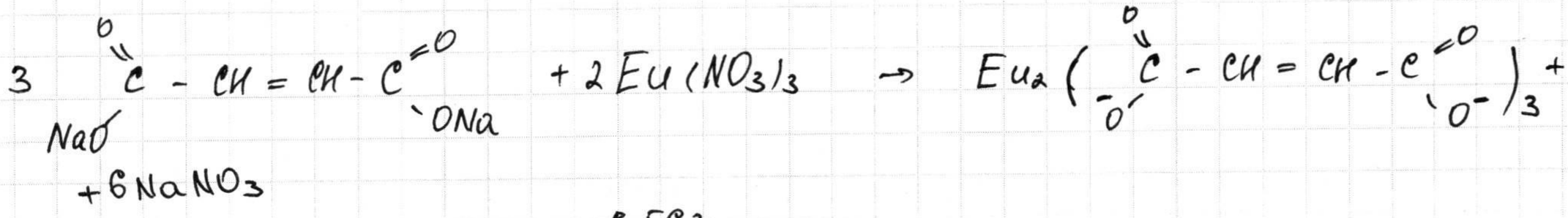


Задача 4.

Терефталевая к-та



+ $2H_2O$



$+6NaNO_3$

$n(Eu(NO_3)_3 \cdot 5H_2O) = \frac{8,582}{428 г/моль} = 0,02$ моль

$n$ (терефталата европия) $= 6,66 \cdot 10^{-3}$ моль

$m(Eu(NO_3)_3 \cdot 4H_2O) = 410 г/моль \cdot 6,66 \cdot 10^{-3}$ моль $= 2,732$

Ответ: 2,732.

olymp.bmstu.ru

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания _____





Можно использовать оборот листа для записи решений

