



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР

103098

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Бланк олимпиадной работы

Класс 11 Вариант 5 Дата Олимпиады 19.02.2023

Площадка написания РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

ОЦЕНКА

(заполняется проверяющим)

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ		Подпись
											Цифрой	Прописью	
Оценка	10	17	0	8	10	10	10				65	шестьдесят пять	

Бланк олимпиадной работы

1. Дано:

$$m = 2222 = 0,828 \text{ кг.}$$

$$V = 327 \text{ л} = 3,27 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$p = 104 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T = 13^\circ\text{C} = 286 \text{ К. } M = ?$$

Ответ: ~~57,86~~ 57,86.

Решение:

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad M = \frac{m RT}{pV} = \frac{0,828 \text{ кг} \cdot 8,31 \cdot 286 \text{ К}}{3,27 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot 1,04 \cdot 10^5 \text{ Па}} = 57,86 \text{ г/моль}$$

Молекулярная масса равна молярной, но является безразмерной величиной.

2. Решение:

Молекулярная масса угарного газа $\text{CO} \approx 28 \text{ г/моль}$. Зная это, а также плотность угарного газа, можно установить молекулярную массу D; она равна $28 \cdot 3 = 84 \text{ г/моль}$.

III. $w\% \text{ C (D)} = 85,714\%$, $w\% \text{ H (D)} = 100 - 85,714 = 14,286\%$. Отношение числа атомов C к числу атомов H в соединении D равно:

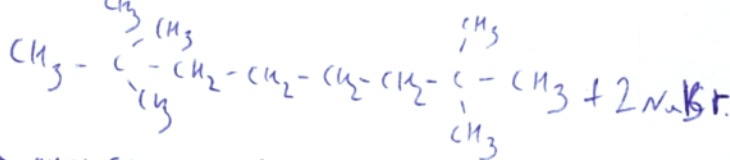
$$\text{C:H} = \frac{w\% \text{ C}}{M \text{ C}} : \frac{w\% \text{ H}}{M \text{ H}} = \frac{85,714\%}{12 \text{ г/моль}} : \frac{14,286\%}{1 \text{ г/моль}} = 6:12.$$

Формула D - C_6H_{12} .

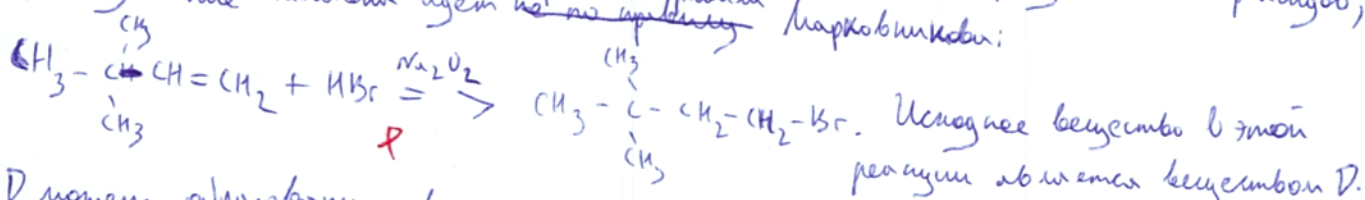
Конечное вещество имеет структурную формулу вида $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_3$.
То есть симметричному строению вида, то реакция его синтеза, скорее всего, имеет вид



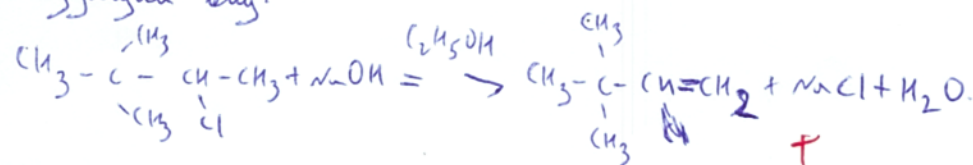
Исходное вещество в этой реакции и есть продукт ~~фрагментации~~ D.



Поскольку ~~фрагментация~~ реакция происходит в присутствии пероксидов, присоединение водорода идет ~~по правилу~~ против градиента Марковникова:



Исходное вещество в этой реакции является веществом D. D может образоваться в результате реакции бина, если она имеет следующий вид:





$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



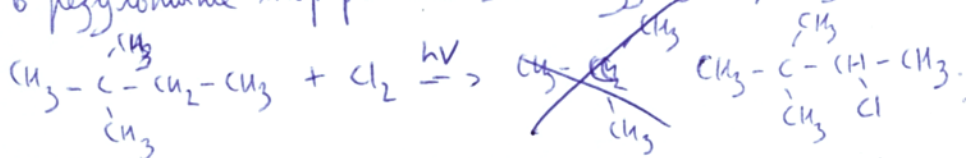
ШИФР

103098

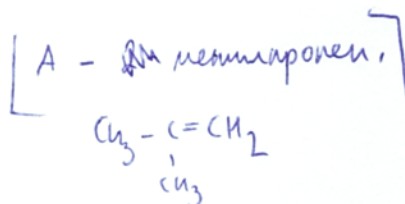
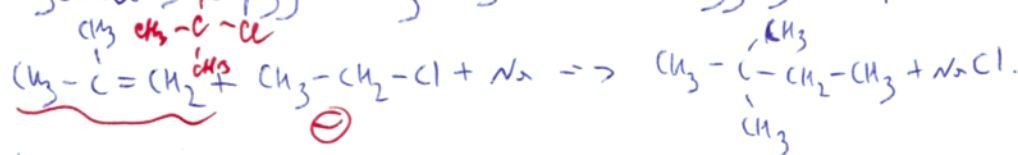
0123456789

Бланк олимпиадной работы

Исходное вещество является веществом С, которое, в свою очередь, образуется в результате хлорирования В по следующей реакции:

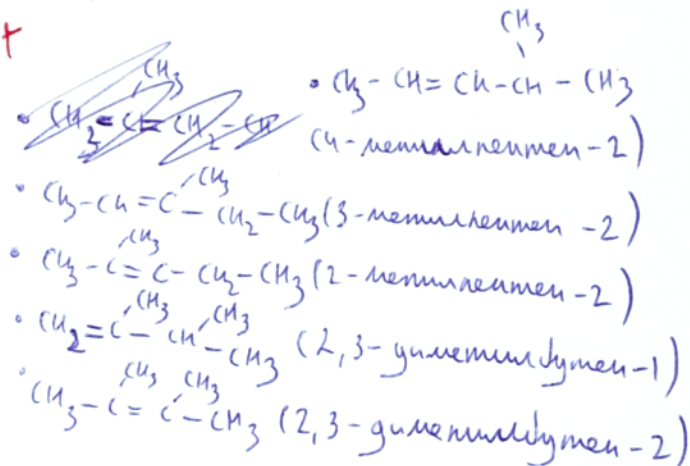
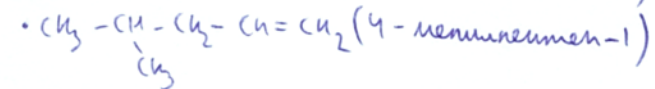
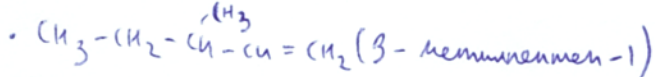
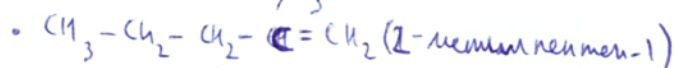
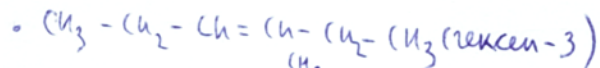
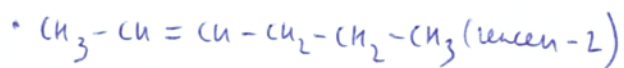
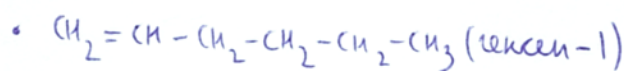


Вещество В образуется из вещества А следующим образом:



В-во D - 3,3-диметилбутен-1, имеющий формулу C_6H_{12} .

Его изомеры имеют следующий вид:



1. При помещении железной пластины в раствор медного купороса ионы железа переходят в раствор, а металлическая медь оседает на пластинке:



Стоит отметить, что количество молей выделившейся меди в 1,5 раза больше, чем количество молей растворившейся железа. Примем n_{Fe} рет.

За x и y моль, то молярные массы Cu и Fe приблизительно равны

64 г/моль и 56 г/моль соответственно, можно составить систему уравнений, где x - n_{Fe} рет, y - n_{Cu} из:



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР

103098

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Бланк олимпиадной работы

$$\begin{cases} 20 = 56 \cdot y \\ 24 = 56 \cdot (y - x) + 64 \cdot 1,5x \end{cases}$$

$$20 = 56y$$

$$24 = 56y - 56x + 96x$$

$$24 = 20 - 40x$$

$$x = 0,1 \quad n(\text{Cu}) = 1,5x$$

$$n(\text{Cu}) = 0,1 \cdot 1,5 = 0,15 \text{ моль. } \ominus$$

$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Cu}) = 0,15 \text{ моль}$; $m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 24 \text{ г}$.

Поскольку в условии нет химических уравнений, можно принять полученную массу прореагировавшего CuSO_4 за массу всего находившегося в р-ре CuSO_4 .

$$w\%(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} = 0,048 = 4,8\%$$

$$24 = 20 - 56x + 64x$$

$$x = 0,5$$

~~При дальнейшем применении медь может переходить в гидроксидную форму;~~
в процессе пер. При дальнейшем применении в недостаточном количестве закисления
и окисления может возникнуть осадок карбоната меди CuCO_3 :



Избежать этого можно, если применять медный купорос в более термостойкой посуде.

Медный купорос применяется для получения чистой меди и серной кислоты путём электролиза:

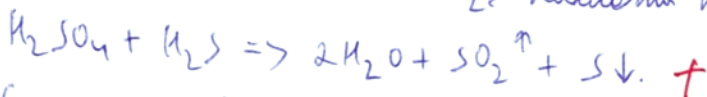
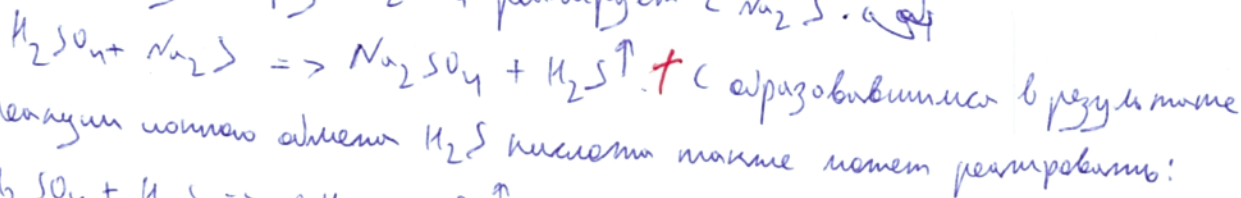


из за чего происходит
"порка" раствора. ???

6. Скорость образования NO_2 равна скорости распада NO_2 , поскольку
 $n(\text{NO}_2) = n(\text{NO}) \Rightarrow v_{\text{расп. NO}_2} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л.с. } +$

Бланк олимпиадной работы

5. В первую очередь H_2SO_4 реагирует с H_2S :



Сера горит в воздухе с образованием SO_2 : $\text{S} + \text{O}_2 \Rightarrow \text{SO}_2$

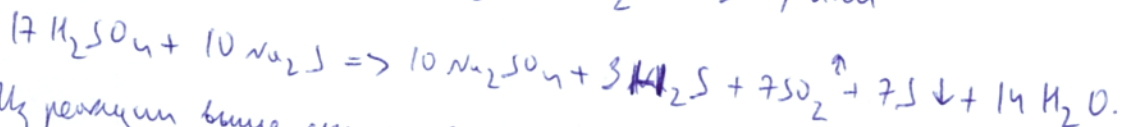
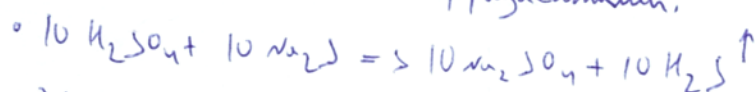
$$n \text{H}_2\text{S} = \frac{m \text{H}_2\text{S}}{M \text{H}_2\text{S}} = \frac{5,002}{78,1 \text{ г/моль}} \approx 0,0641 \text{ моль}$$

$$n \text{H}_2\text{S} : n \text{S}$$

$$n \text{S} = n \text{SO}_2 \text{ отр} = \frac{V \text{SO}_2 \text{ отр}}{22,4} = \frac{1,01}{22,4} \approx 0,0446 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow 0,0641 : 0,0446 \approx 10 : 7$$

Запишем две реакции по стехиометрии, учитывая сбалансированные коэффициенты:



Из реакции выше следует, что на каждые 10 моль прореагировавшего H_2S образуется 3 моль образовавшегося H_2S . Зная это, можно рассчитать его количество и объем:

$$n \text{H}_2\text{S} = \frac{3}{10} n \text{H}_2\text{S} = \frac{3}{10} \cdot 0,0641 = 0,01923 \text{ моль}$$

$$V \text{H}_2\text{S} = 0,01923 \cdot 22,4 = 0,431 \text{ л}$$

4. Дано:

$$\rho = 1 \text{ т/л} = 1000 \text{ кг/л}$$

$$C_b = 1 \text{ км/ч} = 0,278 \text{ м/с}$$

$$L_b = 510 \text{ км/ч}$$

$$\rho = 100 - 75\% = 25\%$$

(при 100°C)

$$\rho = 100\% \text{ при } T < 100^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 10^\circ\text{C}, T = 100^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{сг}}/\text{сг} = ?$$

Формулы

H_2

578

кг

кг

CH_4

210,8

33

$$Q = c m \Delta t$$

CO

67,6

9

$$Q = L m$$

C_2H_4

331,6

2

$$Q = L m$$

C_2H_6

373

2

$$Q_1 + Q_2 + Q \dots = 0$$

CO_2

не горит

3

N_2

не горит

3



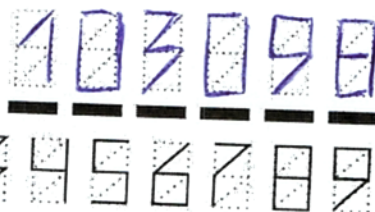
ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР



Бланк олимпиадной работы

Решение:

• $Q_{b1} = c \cdot m \cdot \Delta T$, где Q_{b1} - кол-во теплоты, затраченное на нагрев воды до 100°C . $Q_{b2} = L \cdot m$, где Q_{b2} - кол-во теплоты, затраченное на сгорание бензина при температуре 100°C .

$$Q_{b1} = c \cdot m \cdot \Delta T = k \cdot m_1$$

$$Q_{b2} = L \cdot m = 0,25 \cdot k \cdot m_2$$

$$\left. \begin{aligned} Q_{b1} &= c \cdot m \cdot \Delta T = k \cdot m_1 \\ Q_{b2} &= L \cdot m = 0,25 \cdot k \cdot m_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow c \cdot m \cdot \Delta T + 4 \cdot L \cdot m = k \cdot m_1 + k \cdot m_2,$$

где k - удельная теплота сгорания бензина.

Для этого возьмем порцию бензина в кол-ве 100 моль и составим таблицу:

Формула	n , моль	Q , ккал (д.н)	M , кг/моль	m , кг (М.н)	
H_2	48	2774,4	0,002	0,048	
CH_4	33	8956,4	0,016	0,528	$Q_{\text{алг}} = 11748,4 \text{ ккал}$
CO	9	608,4	0,028	0,252	$m_{\text{алг}} = 1,118 \text{ м}$
C_2H_4	2	663,2	0,028	0,056	
C_2H_6	2	746	0,030	0,060	
CO_2	3	—	0,044	0,132	$M_{\text{алг}} = \frac{Q_{\text{алг}}}{m_{\text{алг}}}$
N_2	3	—	0,014	0,042	$= 0,01118 \text{ м/моль}$

$$k_{\text{алг}} = \frac{Q_{\text{алг}}}{m_{\text{алг}}} = \frac{11748,4}{0,01118} = 10508,4 \text{ ккал/кг}$$

Итого $m_1 + m_2$ (т.е. суммарный расход газа), при этом удельный расход газа $3 \cdot 10^4 \cdot P = 247 \text{ м}^3 \text{ или } 24000 \text{ кг}$.

$$c \cdot m \cdot \Delta T + 4 \cdot L \cdot m = k_{\text{алг}} \cdot m_1 + k_{\text{алг}} \cdot m_2$$

$$m_1 + m_2 = \frac{m}{k_{\text{алг}}} (c \cdot \Delta T + 4 \cdot L) = \frac{2,4 \cdot 10^4 \text{ кг}}{10508,4 \text{ ккал/кг}} (1 \text{ ккал/кг} \cdot (100 - 10^\circ\text{C}) + 4 \cdot 512 \text{ ккал/кг})$$

$$= 429 \text{ кг} = 429,62 \text{ м}^3$$

При сгорании 1000 г. газа выделяется 5245 ккал.

Для получ. 2436000 ккал требуется 464,45 м³ газа.

Расход в сутка составит:

$$464,45 \cdot 24 = 11146,8 \text{ м}^3$$

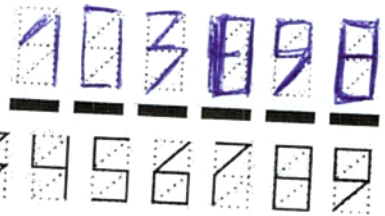


$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР



Бланк олимпиадной работы

Решение:

- $Q_{b1} = c \cdot m_b \cdot \Delta T$, где Q_{b1} - кол-во теплоты, затраченное на нагрев воды до 100°C . $Q_{b2} = L \cdot m_2$, где Q_{b2} - кол-во теплоты, затраченное на образование водяного пара. Спроектируем равенство $Q_{b1} = c \cdot m_b \cdot \Delta T = L \cdot m_2 \cdot m_1$ и $Q_{b2} = L \cdot m_b = 0,25 L \cdot m_2$, где L - удельная теплота сгорания бензина.

Итак, мы имеем следующие данные:

Формула	n, моль	Q, ккал/моль	L ккал/моль
H_2	48	$48 \cdot 57,8 = 2774,4$	
CH_4	33	$33 \cdot 210,2 = 6936,6$	
C_2H_6	9	$9 \cdot 67,6 = 608,4$	
C_2H_4	2	$2 \cdot 331,6 = 663,2$	
C_2H_2	2	$2 \cdot 373 = 746$	
Σ			$117,484 \text{ ккал/моль}$

$m_1 + m_2 = m_{\text{с.г.}}$, т.е. расход бензина, который нужно иметь, равен $m_1 + m_2$.

$$Q_{b1} + Q_{b2} = c \cdot m_b \cdot \Delta T + L \cdot m_2 = 0,25 L \cdot m_2 + L \cdot m_1$$

$$m_b (c \cdot \Delta T + L) = L \cdot m_1 (0,25 + 1)$$

$$c \cdot m_b \cdot \Delta T = L \cdot m_1 \cdot 1,25 \quad c \cdot m_b \cdot \Delta T = L \cdot m_1 \cdot 1,25 \quad c \cdot m_b \cdot \Delta T + 4 L \cdot m_b = L \cdot m_1 + L \cdot m_2$$

$$L \cdot m_b = 0,25 L \cdot m_2, \quad 4 L \cdot m_b = L \cdot m_2 \quad / \quad m_b (c \cdot \Delta T + 4 L) = L \cdot m_1 (1,25 + 4)$$

$$m_1 + m_2 = \frac{m_b}{L} \cdot (c \cdot \Delta T + 4 L)$$

$$\text{III. } P = \frac{m}{t}, \quad m_b = P \cdot t = 1000 \text{ кг/с} \cdot 242 = 2,4 \cdot 10^4 \text{ кг/с}$$

$$c_b = 1 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C} = 1 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C} \quad L_b = 510 \text{ ккал/кг} = 510 \text{ ккал/кг}$$

$$m_1 + m_2 = \frac{m_b}{L} (c_b \cdot \Delta T + 4 L_b) = \frac{2,4 \cdot 10^4 \text{ кг}}{117,484 \text{ ккал/моль}} \left(\frac{1 \text{ ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (100^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) + 4 \cdot 510 \text{ ккал/кг} \right)$$

= 1