



0 373019 510007

37-30-19-51

(47.8)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Решкова Никиты Дмитриевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«2» марта 2025 года

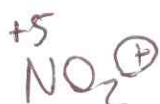
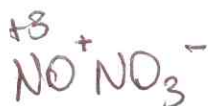
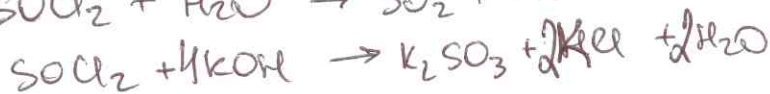
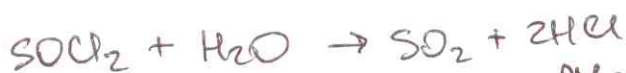
Подпись участника

Н Реш

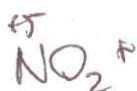
37-30-19-51
(47.8)ЧЕРНОВИК

$$w(Cl) = 59,7\%$$

$$x(Cl) = 50\%$$



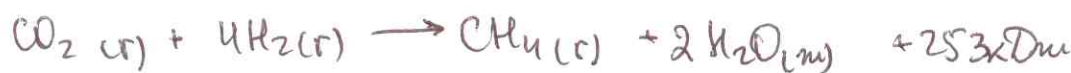
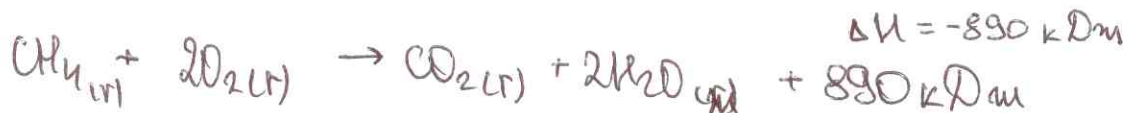
$$\Delta H_f^\circ = Q_{\text{оср}}$$



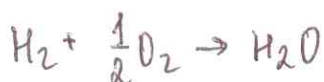
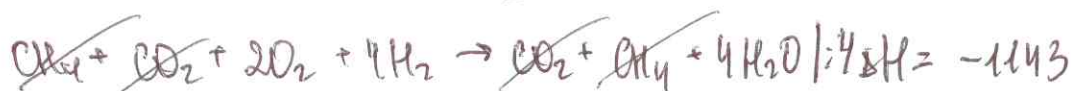
$$Q = \Delta H$$



$$Q_{\text{max}} = -\Delta H$$



$$\Delta H = -253 \text{ кДж}$$



$$\Delta H = -285,45 \text{ кДж/моль}$$

ЧИСТОВИК

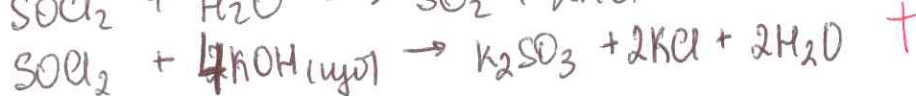
(N1)

Если в в-ве X два атома хлора, то, чтобы $x(Cl) = 0,5$ ~~то~~ в-во может иметь ф-лу $ABCl_2$, где A и B - некие элементы.

$$M(X) = \frac{m(Cl)}{n(Cl)} \cdot 2 = \frac{35,5}{0,597} \cdot 2 = 119 \text{ г/моль}$$

Тогда на элементы A и B приходится $119 - 35,5 \cdot 2 = 48 \text{ г/моль}$.
Если предположить, что один из элементов - кислород, то на оставшийся приходится $48 - 16 = 32 \text{ г/моль}$, что соответствует сере.

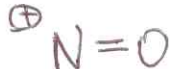
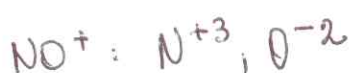
Значит, X - $SOCl_2$, тионилхлорид +



(N3)

Речь о том, что нитрат одного из ионов - высший оксид предполагается, что в ионах содержится только один атом азота и кислорода. Нитрат-ион содержит азот в с.о. $+5$, т.е. в высшей с.о., значит один из ионов содержит N^{+5} . Это намекает на ион NO_2^+ , тогда другой ион содержит N^{+3} . Это ион NO^+ . Действительно, если эти ионы микроскопиз-
ио? +

1) ионы NO^+ и NO_2^+



валентность $N = \text{III}$

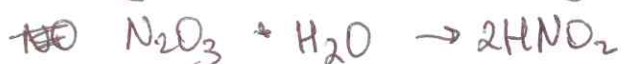
валентность $O = \text{II}$



валентность $N = \text{IV}$

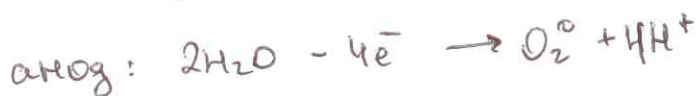
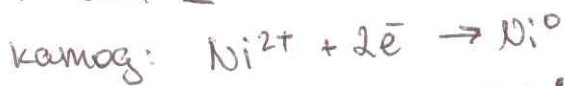
валентность $O = \text{II}$

2) иону NO^+ соответствует оксид N_2O_3
иону NO_2^+ соответствует оксид N_2O_5



Чистовик

(N5)



Весь заряд, прошедший через р-р:

$$Q = It = 1,234 \text{ A} \cdot 2525 \text{ c} = 3115,85 \text{ Кл}$$

Количество электронов (ионов), ~~про~~ :

$$N(\bar{e}) = \frac{Q}{e} = \frac{3115,85 \text{ Кл}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 1,945 \cdot 10^{22}$$

Чтобы найти кол-во в-ва $\bar{e}$ нужна N_A :

$$n(\bar{e}) = \frac{N(\bar{e})}{N_A} \leftarrow \text{надо найти}$$

PA Количество обработанного никеля:

$$n(\text{Ni}) = \frac{n(\bar{e})}{2} \leftarrow \begin{array}{l} \text{коэффициент} \\ \text{в уравнении} \end{array}$$

Масса никеля:

$$m(\text{Ni}) = n(\text{Ni}) \cdot Ar(\text{Ni}) = n(\text{Ni}) \cdot 58,69 = 0,9453 \text{ г}$$

Тогда $n(\text{Ni}) = 0,0161 \text{ моль} \Rightarrow n(\bar{e}) = n(\text{Ni}) \cdot 2 = 0,0322 \text{ моль}$

$$n(\bar{e}) = \frac{N(\bar{e})}{N_A} \Rightarrow N_A = \frac{1,945 \cdot 10^{22}}{0,0322} = 6,038 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

или составив общее ур-е:

$$m(\text{Ni}) = Ar(\text{Ni}) \cdot n(\text{Ni}) = Ar(\text{Ni}) \cdot \frac{n(\bar{e})}{2} = Ar(\text{Ni}) \cdot \frac{N(\bar{e})}{2 N_A}$$

$$= Ar(\text{Ni}) \cdot \frac{Q}{e \cdot 2 N_A} = Ar(\text{Ni}) \cdot \frac{It}{e \cdot 2 N_A} = 0,9453 \text{ г}$$

Отсюда $N_A = \frac{Ar(\text{Ni}) \cdot It}{2e \cdot m(\text{Ni})} = 6,038 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

Ответ: $N_A = 6,038 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

ЧИСТОВИК

(N4)

1) Температура плавления индия — температура плавления сплава, в котором $x(\text{In}) = 100\%$ ($x = 100$):

$$t_{\text{пл}} = 1,64 \cdot 100 - 8 = 156^\circ\text{C} \quad +$$

2) Судя по графику, наименьшая $t_{\text{пл}}$ сплава наблюдается, когда $x(\text{In}) = x_{\text{min}}$. Возьмем случай:

$$t_{\text{пл}} = 29,8 - x_{\text{min}} = 1,64 x_{\text{min}} - 8$$

$$2,64 x_{\text{min}} = 21,8$$

$$x_{\text{min}} = 8,26\%$$

Тогда $t_{\text{пл}} =$ $t_{\text{пл}} = 29,8 - x_{\text{min}} = 1,64 x_{\text{min}} - 8$

$$2,64 x_{\text{min}} = 37,8$$

$$x_{\text{min}} = 14,32$$

Тогда $t_{\text{пл}} = 29,8 - 14,32 = 15,48^\circ\text{C} \quad +$

3) Состав сплава: $x(\text{In}) = 14,32\%$ $x(\text{Ga}) = 85,68\%$
 $w(\text{In}) = 21,54\%$ $w(\text{Ga}) = 78,46\%$

3) Пусть масса сплава равна 100 г. Тогда:

$$m(\text{In}) = m(\text{Ga}) = 50 \text{ г}$$

Найдем количество вещества In и Ga:

$$n(\text{In}) = \frac{m(\text{In})}{M(\text{In})} = \frac{50 \text{ г}}{115 \text{ г/моль}} = 0,4348 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ga}) = \frac{m(\text{Ga})}{M(\text{Ga})} = \frac{50 \text{ г}}{70 \text{ г/моль}} = 0,7143 \text{ моль}$$

Тогда суммарно в смеси $0,4348 + 0,7143 = 1,1491 \text{ моль}$
 In и Ga

$$x(\text{In}) = \frac{0,4348}{1,1491} = 37,84\% \Rightarrow x = 37,84 \quad +$$

$$x(\text{Ga}) = 100 - x(\text{In}) = 62,16\%$$

ЧИСТОВИК

(N1) продолжение

$$x = 37,84$$

$$x > x_{\min} \Rightarrow t_{\text{пл}} = 1,64x - 8$$

$$t_{\text{пл}} = 1,64 \cdot 37,84 - 8 = 54,0546^\circ\text{C} \approx 54^\circ\text{C} \quad +$$

Ответ: 1) $t_{\text{пл}} = 156^\circ\text{C}$

2) $t_{\text{пл}} = 15,48^\circ\text{C}$

$$x(\text{Sn}) = 14,32\%$$

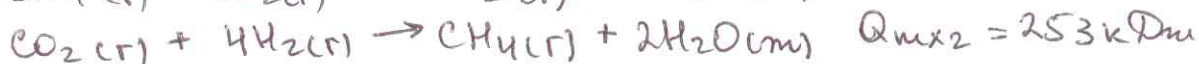
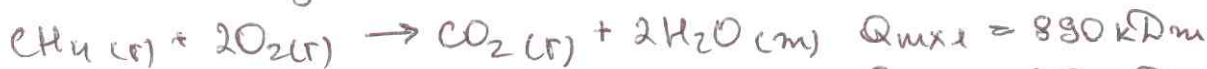
$$x(\text{Ga}) = 85,68\%$$

$$w(\text{In}) = 21,54\%$$

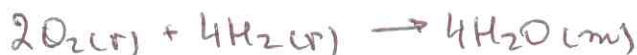
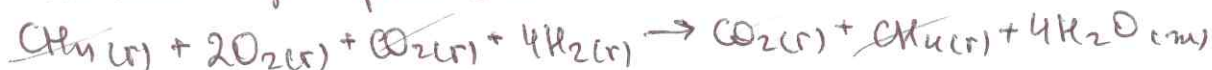
$$w(\text{Ga}) = 78,46\%$$

(N2)

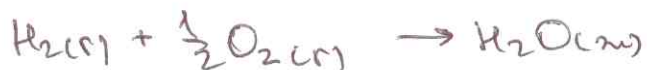
1) Проводим расчеты ^{термодинамический} ~~с точки зрения термодинамики~~ ~~или, а не термодинамический~~. В моих расчетах знак "+" означает, что тепло из системы уходит (экзотермическая р-ция), знак "-" - тепло в систему приходит (эндотермическая р-ция). Теплоту обратную $Q_{\text{мх}}$, индекс "мх" обозначает, что знаки - с точки зрения термодинамики (в термодинамике об. знаки об. наоборот)



Сложим две реакции:



Теплота этой реакции - теплота образования 4 моль жидкой воды. Чтобы определить теплоту образования 1 моль $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ разделим коэффициент р-ии на 4:



Тогда теплота этой р-ии и будет являться ^{этой} $Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}(\text{ж}))$. По закону Гесса теплота р-ии составляет:

$$Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}(\text{ж})) = \frac{Q_{\text{мх1}} + Q_{\text{мх2}}}{4} = \frac{890 + 253}{4} = 285,75 \text{ кДж/моль} \quad +$$

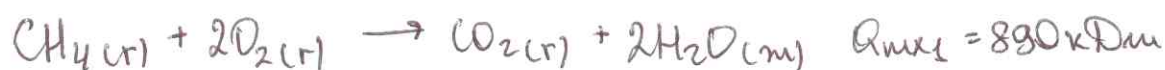


$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ кг/л} \cdot 1 \text{ л} = 1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1000 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 55,56 \text{ моль}$$

Для парообразования 1 моль воды требуется 285,75 кДж тепла. Тогда для парообразования 55,56 моль воды:

$$Q_{\text{пар}} = 55,56 \text{ моль} \cdot 285,75 \text{ кДж/моль} = 15875 \text{ кДж}$$



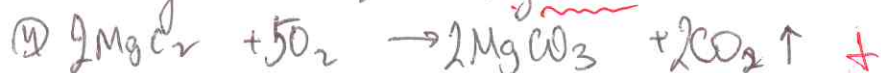
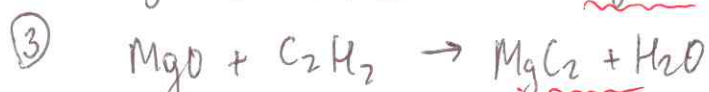
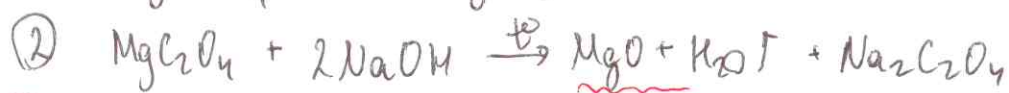
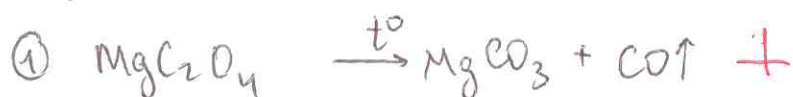
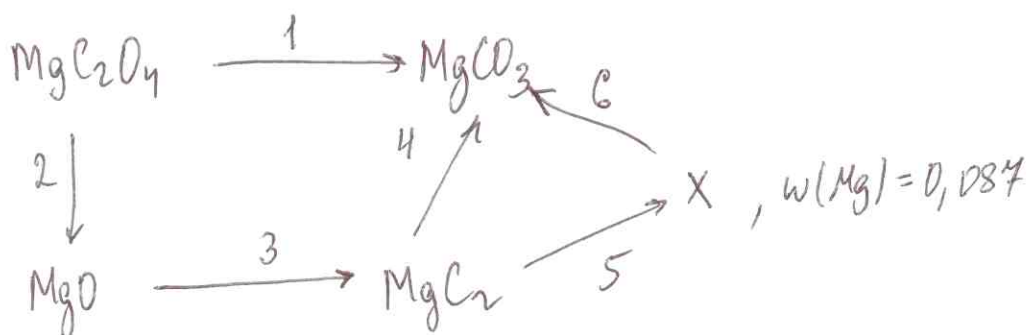
При сгорании 1 моль метана выделяется 890 кДж тепла. Тогда для получения 15875 кДж тепла надо сжечь:

$$n(\text{CH}_4) = \frac{15875 \text{ кДж}}{890 \text{ кДж/моль}} = 17,837 \text{ моль}$$

$$V(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_4) \cdot 22,4 = 17,837 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 399,55 \text{ л}$$

Ответ: 1) $Q_{\text{пар}}(\text{H}_2\text{O}(\text{ж})) = 285,75 \text{ кДж/моль}$
2) $V(\text{CH}_4) = 399,55 \text{ л}$

(NG)



ЧИСТОВИК

(N8). продолжение

Если x содержит один атом магния, то:

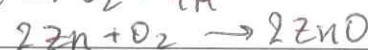
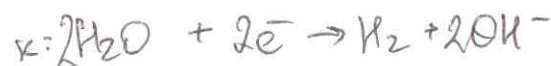
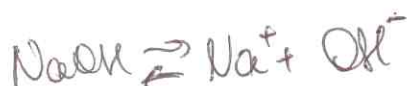
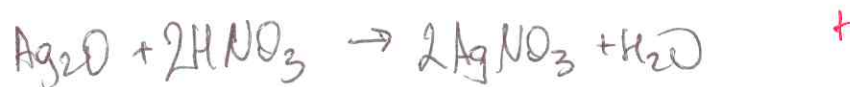
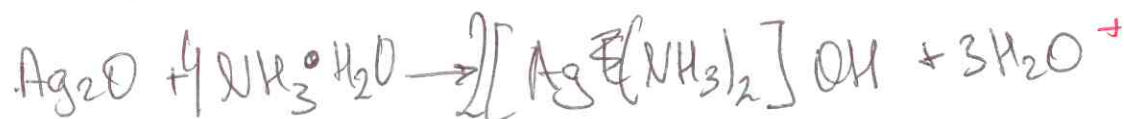
$$M(X) = \frac{24,3}{0,087} = 279,3 \text{ г/моль}$$

На второй элемент приходится:

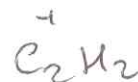
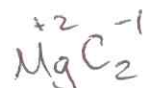
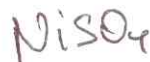
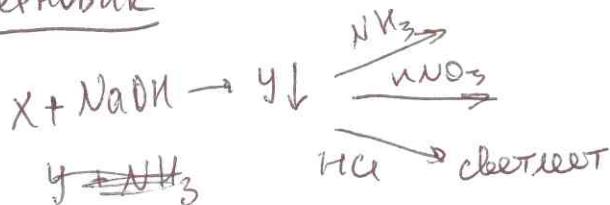
$$279,3 - 24,3 = 255 \text{ г/моль}$$

Гипотетически это может быть $MgSi_{1,25}$, т.е. $Mg_n Si_{85}$ - некое соединение - выделение (интеркалят) нестехиометрического состава.

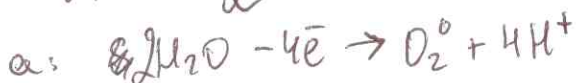
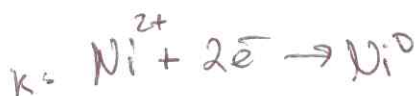
(N8).

 ~~$y - PbO_2$~~  $y - Ag_2O$, $x - AgNO_3$ +

черновик



③ - катод в батарейках

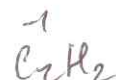


252

$$t = 2525c$$

$$I = 1,234A$$

$$Ar(Ni) = 58,69$$



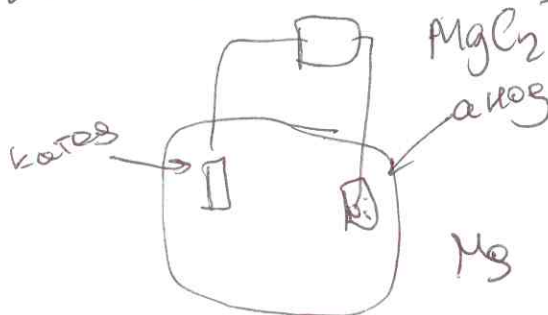
$$m = \frac{MIT}{nF}$$

$$F = q(e^-) \cdot NA$$

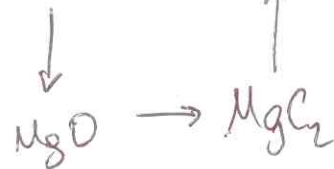


$$It = 3115,85 Kc$$

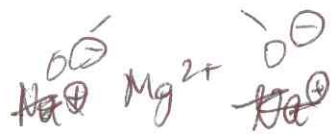
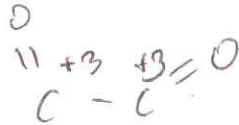
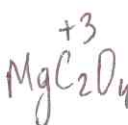
$$\frac{It}{e} = 1,945 \cdot 10^{22}$$



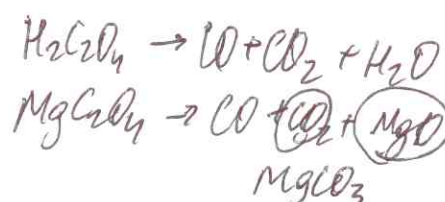
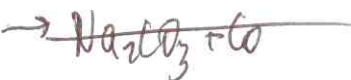
$$m = n \cdot M = \frac{n(e^-)}{z} \cdot M = \frac{ITM}{eNAz}$$



$$NA = \frac{ITM}{me z} = \frac{M}{m z} \cdot 1,945 \cdot 10^{22}$$



$$t_{n1} = \begin{cases} 29,8 - x & x \leq x_{min} \\ 1,64x - 8 & x \geq x_{min} \end{cases}$$



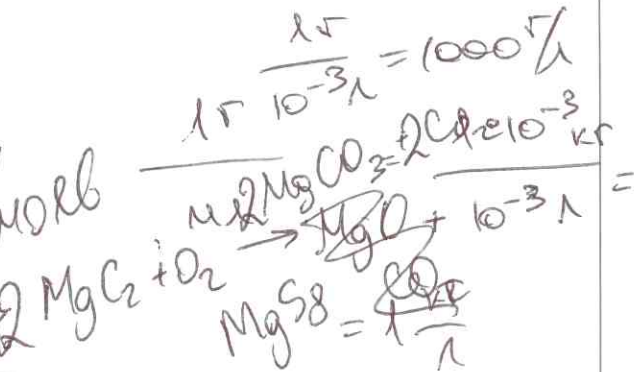
черновик

$$t_{пл} = \begin{cases} 29,8 - x & x \leq x_{min} \\ 1,64x - 8 & x > x_{min} \end{cases}$$

$$t_{пл} = 29,8 - x \quad 255^\circ \text{морб}$$

$$29,8 = 1,64x - 8$$

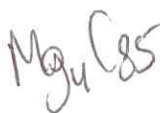
$$x = 23,05\%$$



$$w(Cu) \cdot 0,2305 + w(Al) \cdot 0,7695 = 29,8$$

$$x = 100\%$$

$$t_{пл} = 1,64 \cdot 100 - 8 = 156^\circ \text{C}$$



$$29,8 - x = 1,64x - 8$$

$$2,64x = 21,8$$

$$x = 8,26\%$$



$$91,74\% \cdot \frac{24,3x}{24,3x + 720} = 0,037$$

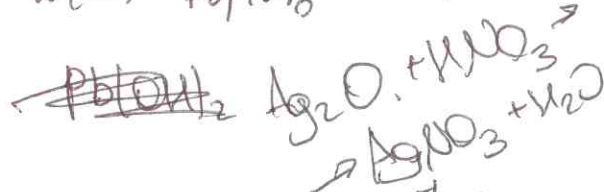
$$w(In) = 21,54\%$$

$$w(Ga) = 78,46\%$$

$$w(In) = 14,32\%$$

$$85,68\%$$

$$x(Ga) =$$



$$M_{смеси} = 76,444 \text{ г/моль}$$

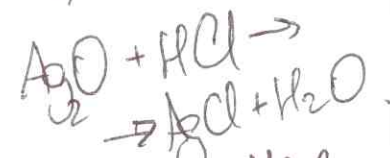
$$Mg + 2CO_2 \rightarrow MgO + 2CO$$

$$0,1432 \text{ моль In}$$

$$0,8568 \text{ моль Ga}$$

$$70 \text{ г/моль}$$

$$\left. \begin{matrix} 16,468 \text{ г} \\ 59,976 \text{ г} \end{matrix} \right\} 76,444 \text{ г}$$



$$w = \frac{M_{в-ва}}{M_{смеси}} = \frac{n_{в-ва} \cdot M_{в-ва}}{n_{смеси} \cdot M_{смеси}} = x_{в-ва} \cdot \frac{M_{в-ва}}{M_{смеси}}$$



$$\frac{1000}{18} \text{ моль } H_2O \rightarrow x \cdot 15875 \text{ кДж}$$

