



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по высоким технологиям
профиль олимпиады

Фронкевич Софии Анаитовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Вход: 17.31
90 17.36

Дата
«14» марта 2025 года

Подпись участника

[Подпись]

ЧИСТОВИК

Задача 1

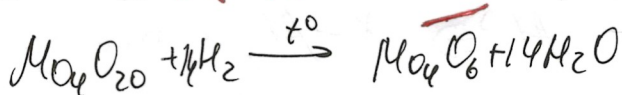
A - $\text{Mo}_4\text{O}_{20} \cdot \text{H}_2\text{O}$, т.к. $\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18}{18 + 4 \cdot 96 + 20 \cdot 16} = 0,025$, т.к. учитает

B - Mo_4O_{20}

~~и~~ именно вода.

C - H_2O ~~+18~~

$\omega(\text{O} \cdot 14) = \frac{14 \cdot 16}{16 \cdot 20 + 4 \cdot 96} = 0,318$, т.к. при



восстановлении из
13 ухоты 16 кислорода.

Задача 3

1) Сила всемирного, с которой спутник притягивается к Земле $F = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$, где m - масса спутника. Эта же сила равна $am = F$, где a - ускорение по круговой орбите, центростремительное ускорение, поэтому $a = \omega^2(R+h)$, где

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \Rightarrow \frac{GM}{(R+h)^2} = \omega^2(R+h) \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{GM}{(R+h)^3}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6400+500) \cdot 1000^3}} \Rightarrow \omega = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ рад/с} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{567}{5642} \text{ с} \approx 1,58 \text{ с} \quad T = 5680 \text{ с} \approx 1,58 \text{ с}$$

$$v = \omega R = 7633 \text{ м/с}$$

2) Если один спутник будет в точке τ времени.

Значит он проходит 2π расстояние по круговой орбите длиной $2\pi(R+h)$, $\Rightarrow$

$2\pi(R+h) = N \cdot \tau \cdot v$, где N - количество спутников $\Rightarrow$

$$\Rightarrow N = \frac{2\pi \cdot 6400 \cdot 1000}{60 \cdot 10 \cdot 7633} = 9,466 \approx 10$$

10 спутников

3) Антенны равноправны со скоростью $v = \frac{c}{n}$,

где $n=1$, т.к. воздух $\Rightarrow (R+h) = v \cdot t_{\text{ант}}$ $\Rightarrow t_{\text{ант}} = \frac{R+h}{v}$?

$$\Rightarrow t_{\text{ант}} = \frac{6400 \cdot 1000}{3 \cdot 10^8} = 0,0213 \text{ с}.$$

Задача 4

В хлориде X $\omega(Cl) = 1 - 0,2022 = 0,7978$.

Пусть ϕ -на хлорида XCl_y , тогда при

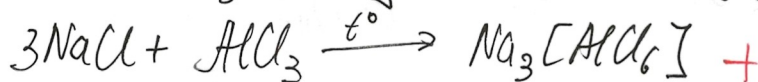
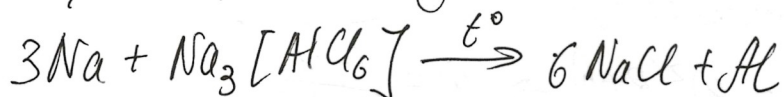
$$y=1 \quad M(X) = \frac{M(Cl) \cdot y}{\omega(Cl)} - M(Cl) \cdot y = 8,98 \text{ г/моль}$$

$$y=2 \quad M(X) = 17,97 \text{ г/моль}$$

$$y=3 \quad M(X) = 26,95 \text{ г/моль} - Al \Rightarrow X - Al, \text{ а хлорид } AlCl_3.$$

т.к. вещество Y - это смесь $NaCl$ и $AlCl_3$, то можно предположить, что $Y - Na[AlCl_4]$, но это не так, так как по расчетам $Y - Na_3[AlCl_6]$, т.е. $\omega(Al) = \frac{26,98}{26,98 + 35,45 \cdot 6 + 22,99 \cdot 3} =$

$$= 0,0874. \text{ Поэтому } Y - Na_3[AlCl_6]$$

Задача 7.

2) Пусть V_{Ar} - объем, занимаемый Ar , V_{He} - соответственно He , тогда $V_{Ar} + V_{He} = V$, а по уравнению Менделеева - Клапейрона

$$p_{Ar} V_{Ar} = \nu_{Ar} RT(1); \quad p_{Ar} = p_{He} = p, \text{ т.к. равновесие.}$$

$$p V_{He} = \nu_{He} RT(2)$$

$$\nu_{Ar} = \frac{m}{M} = \frac{0,198}{39,95} = 4,956 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$\nu_{He} = \frac{m}{M} = \frac{0,198}{4} = 0,0495 \text{ моль}$$

поэтому $pV = (\nu_{Ar} + \nu_{He})RT \Rightarrow$

$$\Rightarrow p = \frac{(\nu_{Ar} + \nu_{He})RT}{V} = \frac{(4,956 \cdot 10^{-3} + 0,0495) \cdot 8,31 \cdot 298}{1,33} = 101,2 \text{ Па}$$

1) тогда из уравнения (1) объем, занимаемый аргоном будет равен $V_{Ar} = \frac{\nu_{Ar} RT}{p} = \frac{4,956 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 298}{101,2} = 0,121 \text{ л}$

Задача 8

- 1) К резким изменениям численности популяции привели жесткие условия, в которых большинство не способно выжить. В данном случае это резкое похолодание и засуха, которые сократили популяцию с 160 000 до 1000 особей. +
- 2) Вырос —
- 3) Популяция А ~~т.к.~~ т.к. за 10 лет популяция А увеличилась в 8 раз, а популяция Б за 100 лет в 32 000 раз. Значит можно сказать, что популяция А за 100 лет увеличится в 8^{10} раз, что больше, чем 32 000.
- 4) Она является удравской, т.к.
- $p = \frac{1}{1000}$; $q = 1 - p = \frac{999}{1000}$ — вероятность соответственно появления серо-белого и серого быка.
- Для удравской популяции справедливо $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, что в нашем случае выполняется, т.к. $\left(\frac{1}{1000}\right)^2 + 2 \cdot \frac{1}{1000} \cdot \frac{999}{1000} + \left(\frac{999}{1000}\right)^2 = 1$.

Задача 9.

- 1) И у мальчика, и у девочки будет гемофилия, т.к. мальчику она передается от отца, а девочке от матери. + —
- 3) $t = \frac{N}{2v}$; $t = \frac{3}{2 \cdot 0,15} = 10 \text{ лет}$.

Задача 10

1) $\frac{m}{M} = 2^{-T/T_{1/2}}$, где T - время, за которое может проработать гамма-нож.

$0,8484 = 2^{-T/T_{1/2}}$

$-T/T_{1/2} = \log_2 0,8484$ методом подбора

получается, что $-T/T_{1/2} = -0,2372$

$-T/T_{1/2} = -0,2372 \Rightarrow$

$\Rightarrow T = 0,2372 \cdot T_{1/2} = 0,2372 \cdot 5,27 = 1,25 \text{ лет} = 15 \text{ месяцев}$

$T = 15 \text{ месяцев} + 38$

2) Приращение кинетической энергии возникает из-за ускоренного движения $\frac{mv^2}{2} = eU \Rightarrow$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}; v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,33 \cdot 10^6}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 6,8 \cdot 10^6 \text{ м/с},$

$v > c = 3 \cdot 10^8$. А такого не может быть, 158
поэтому $v = c (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})$.

3) $W_{\gamma} = h\nu; W_{\gamma} = \frac{hc}{\lambda_{\gamma}} \Rightarrow \lambda_{\gamma} = \frac{W_{\gamma}}{hc} = \frac{1,33 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}$

$\lambda_{\gamma} = \frac{hc}{W_{\gamma}} = 9,3468 \cdot 10^{-7} \approx 935 \text{ нм} - 18$

~~$ch/hc = E; E = \frac{Uq}{h} \Rightarrow \lambda_e = \frac{Uq}{h} = 1,33 \cdot 10$~~

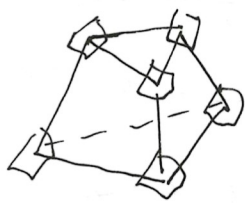
$\frac{hc}{\lambda_e} = E; E = Uq = \lambda_e = \frac{hc}{Uq} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,33 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} =$

$= 9,3468 \cdot 10^{-13} \text{ м}$

$k = \lambda_{\gamma} / \lambda_e = 10^6$

Задача 11

1)



т.к. шестигранные грани в вершинах усеченного тетраэдра, то всего их 6.

Тогда количество вершин равно количеству усеченных $V = N$; количество ребер $E = \frac{3N}{2}$; т.к.

каждое ребро образовано 2 вершинами, а из каждой вершины выходит по 3 ребра.

Количество граней - сумма шестигонных граней (6) и шестигранных (6) $\Rightarrow F = 2030$

По формуле Эйлера $V - E + F = 2$

$$N - \frac{3N}{2} + 2030 = 2$$

$$N = 4056$$

Общее число вершин в X 4056.

2) Тогда получаем систему уравнений

$$\begin{cases} 4056 = 4n_1^2 - 8n_2^2 \\ n_1 + n_2 = 39 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_2 = 6 \\ n_1 = 33 \end{cases}$$

3) По условию n_1 и n_2 - отрезки, отсекающие ребра усеченного и отсекаемого тетраэдров, формирующих Y, тогда b - длина ребра отсекаемого (мм), c - соответствующего усеченного (мм), тогда

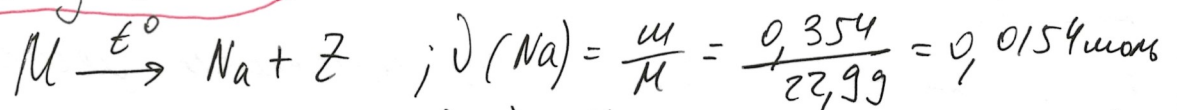
$$\begin{aligned} b &= a n_2 = 4,62 \text{ мм} \cdot 0,48 \text{ мм} \\ c &= a n_1 = 4,62 \text{ мм} \cdot 33 \end{aligned}$$



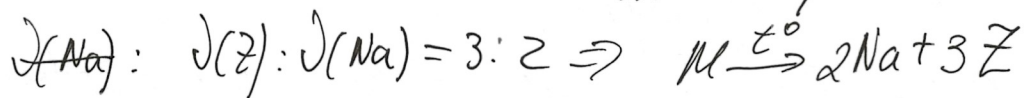
$$b = d n_2 = 0,14 \cdot 0,33 = 1,45 \text{ мм}$$

$$c = d n_1 = 0,14 \cdot 0,33 \cdot 33 = 8,00 \text{ мм}$$

где d - меньшая диагональ шестигонника (равностороннего); $d = \sqrt{3}a = \sqrt{3} \cdot 0,14 \text{ мм}$

Задача 12

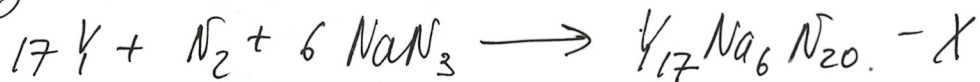
$$\nu(Z) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,517}{22,4} = 0,023 \text{ моль}$$



и тогда $\nu(M) = \frac{\nu(Na)}{2} = \frac{0,0308 \text{ моль}}{2} = 0,0154 \text{ моль} \Rightarrow M(M) = 130 \text{ г/моль}$
 $7,699 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$

что соответствует Na_2N_6 или по-нормальному NaN_3 ; знаят $M - NaN_3$; азид натрия, знаят $2NaN_3 \xrightarrow{t^0} 2Na + 3N_2 \uparrow$; $Z - N_2$.

При $+$ окислении V HNO_3 (кисл.) выделяется N_2 - знаят V - окисел активного металла.



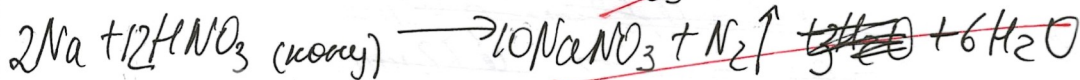
$$\nu_{e-v} X = \frac{N}{Na} = 4,83388 \text{ моль, тогда}$$

$$\frac{m(X)}{M(X)} \cdot \nu_{e-v} X = \nu_{e-v} X \Rightarrow \frac{10}{6 \cdot 22,99 + 14 \cdot 20 + 17M(V)} \cdot (11 \cdot 6 + 7 \cdot 20 + 17A) =$$

$= 4,83388$; где A - массовое число V , учитывая, зарядовое число

$$\text{то } 2A \approx M(V), \text{ то } A \approx 11; M(V) \approx 23 \text{ г/моль} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V - Na; \text{ тогда } X - Na_{23}N_{20}.$$



6

Задача 5

Пусть у нас 100 молекул, 80 из
них содержат $C_{12}-C_{12}$; $m = C_{13}-C_{12}$; $20-m = C_{13}-C_{13}$;
80.



ЧЕРНОВИК

$$0,989 \cdot 98,9 - {}^{12}C$$

$$0,011 - {}^{13}C$$

2n-ушер.

$$80 - \frac{({}^{12}C - {}^{13}C)n}{2n}$$

$$u - {}^{13}C$$

$$n$$

$$0,8n$$

$$u + {}^{12}C$$

$$0,2n$$

$$\frac{u}{n} = 0,011$$

$$u = 0,011n$$

$$\frac{0,2n - u}{n} = 0,989$$

$$\frac{{}^{13}C}{2n}$$

$$\frac{{}^{13}C}{2n}$$

$$\frac{{}^{12}C}{2n}$$

$$u$$

$$0,2n - u$$

$$2n$$

$$1,6n - {}^{12}C$$

$${}^{12}C: \frac{0,2n - u + 1,6n}{2n} = 0,989$$

$$\frac{1,8n - u}{n} = 1,978$$

$${}^{13}C: \frac{2u + 0,2n - u}{2n} = 0,011$$

$$\frac{u + 0,2n}{2n} = 0,011$$

$$2n$$

$$u$$

$$0,2n - u$$

$$\frac{1,8n - u}{u + 0,2n} = 89,91$$

$$1,8n - u = 89,91u + 17,982n$$

$$u - {}^{13}C$$

$$2n - \text{число ушерофов.}$$

$${}^{12}C: 0,989 = \frac{1,6n + 0,4n - u}{n}$$

$$0,011 = \frac{2u + 0,4n - u}{n}$$

$$0,011n = 2u + 0,4n$$

$$0,989 = \frac{1,6n + 0,2n - u}{n}$$

$$0,011 = \frac{2u + 0,2n - u}{n}$$

$$\frac{u + 80}{100} = 0,989$$

$$98,9 = u + 80$$

$$u = 18,9$$

$$\frac{2(20 - u) + u}{100} = 0,011$$

$$\frac{40 - u}{1} = 1,1$$

гЕРМОБИК

06.11.2024
 11.11.2024
 12.11.2024
 13.11.2024
 14.11.2024
 15.11.2024
 16.11.2024
 17.11.2024
 18.11.2024
 19.11.2024
 20.11.2024
 21.11.2024
 22.11.2024
 23.11.2024
 24.11.2024
 25.11.2024
 26.11.2024
 27.11.2024
 28.11.2024
 29.11.2024
 30.11.2024
 01.12.2024
 02.12.2024
 03.12.2024
 04.12.2024
 05.12.2024
 06.12.2024
 07.12.2024
 08.12.2024
 09.12.2024
 10.12.2024
 11.12.2024
 12.12.2024
 13.12.2024
 14.12.2024
 15.12.2024
 16.12.2024
 17.12.2024
 18.12.2024
 19.12.2024
 20.12.2024
 21.12.2024
 22.12.2024
 23.12.2024
 24.12.2024
 25.12.2024
 26.12.2024
 27.12.2024
 28.12.2024
 29.12.2024
 30.12.2024
 31.12.2024
 01.01.2025
 02.01.2025
 03.01.2025
 04.01.2025
 05.01.2025
 06.01.2025
 07.01.2025
 08.01.2025
 09.01.2025
 10.01.2025
 11.01.2025
 12.01.2025
 13.01.2025
 14.01.2025
 15.01.2025
 16.01.2025
 17.01.2025
 18.01.2025
 19.01.2025
 20.01.2025
 21.01.2025
 22.01.2025
 23.01.2025
 24.01.2025
 25.01.2025
 26.01.2025
 27.01.2025
 28.01.2025
 29.01.2025
 30.01.2025
 31.01.2025
 01.02.2025
 02.02.2025
 03.02.2025
 04.02.2025
 05.02.2025
 06.02.2025
 07.02.2025
 08.02.2025
 09.02.2025
 10.02.2025
 11.02.2025
 12.02.2025
 13.02.2025
 14.02.2025
 15.02.2025
 16.02.2025
 17.02.2025
 18.02.2025
 19.02.2025
 20.02.2025
 21.02.2025
 22.02.2025
 23.02.2025
 24.02.2025
 25.02.2025
 26.02.2025
 27.02.2025
 28.02.2025
 29.02.2025
 01.03.2025
 02.03.2025
 03.03.2025
 04.03.2025
 05.03.2025
 06.03.2025
 07.03.2025
 08.03.2025
 09.03.2025
 10.03.2025
 11.03.2025
 12.03.2025
 13.03.2025
 14.03.2025
 15.03.2025
 16.03.2025
 17.03.2025
 18.03.2025
 19.03.2025
 20.03.2025
 21.03.2025
 22.03.2025
 23.03.2025
 24.03.2025
 25.03.2025
 26.03.2025
 27.03.2025
 28.03.2025
 29.03.2025
 30.03.2025
 31.03.2025
 01.04.2025
 02.04.2025
 03.04.2025
 04.04.2025
 05.04.2025
 06.04.2025
 07.04.2025
 08.04.2025
 09.04.2025
 10.04.2025
 11.04.2025
 12.04.2025
 13.04.2025
 14.04.2025
 15.04.2025
 16.04.2025
 17.04.2025
 18.04.2025
 19.04.2025
 20.04.2025
 21.04.2025
 22.04.2025
 23.04.2025
 24.04.2025
 25.04.2025
 26.04.2025
 27.04.2025
 28.04.2025
 29.04.2025
 30.04.2025
 01.05.2025
 02.05.2025
 03.05.2025
 04.05.2025
 05.05.2025
 06.05.2025
 07.05.2025
 08.05.2025
 09.05.2025
 10.05.2025
 11.05.2025
 12.05.2025
 13.05.2025
 14.05.2025
 15.05.2025
 16.05.2025
 17.05.2025
 18.05.2025
 19.05.2025
 20.05.2025
 21.05.2025
 22.05.2025
 23.05.2025
 24.05.2025
 25.05.2025
 26.05.2025
 27.05.2025
 28.05.2025
 29.05.2025
 30.05.2025
 31.05.2025
 01.06.2025
 02.06.2025
 03.06.2025
 04.06.2025
 05.06.2025
 06.06.2025
 07.06.2025
 08.06.2025
 09.06.2025
 10.06.2025
 11.06.2025
 12.06.2025
 13.06.2025
 14.06.2025
 15.06.2025
 16.06.2025
 17.06.2025
 18.06.2025
 19.06.2025
 20.06.2025
 21.06.2025
 22.06.2025
 23.06.2025
 24.06.2025
 25.06.2025
 26.06.2025
 27.06.2025
 28.06.2025
 29.06.2025
 30.06.2025
 01.07.2025
 02.07.2025
 03.07.2025
 04.07.2025
 05.07.2025
 06.07.2025
 07.07.2025
 08.07.2025
 09.07.2025
 10.07.2025
 11.07.2025
 12.07.2025
 13.07.2025
 14.07.2025
 15.07.2025
 16.07.2025
 17.07.2025
 18.07.2025
 19.07.2025
 20.07.2025
 21.07.2025
 22.07.2025
 23.07.2025
 24.07.2025
 25.07.2025
 26.07.2025
 27.07.2025
 28.07.2025
 29.07.2025
 30.07.2025
 31.07.2025
 01.08.2025
 02.08.2025
 03.08.2025
 04.08.2025
 05.08.2025
 06.08.2025
 07.08.2025
 08.08.2025

3a 100

$$\log_{100} 32000 = \frac{1}{2} \log_{10} 32000 = \log_{10} 1788.$$

↑ поправки

1) Задача, т.к.
местные условия
близкие к средним все воспринимать

2) Вопрос, наверно, знает бы ещё, что такое генотип

3) Б, т.к. население Б за 100 лет до в 32000 вор 178,8 > вор 8
А за 10 лет до в 8 май ✓

4) да у отцу нт ↑ изменение?

а) от отца

мужчина $\text{R}^1\text{A}^1\text{a}$ N^1A r^1a R^1a
 ♂ ♀ ♂ ♀

у мальчиков будет R1a1a, у девочек тоже "

32 - мутационных пар. 32

$$\frac{32}{2.915} = v$$

$$v = 10.667$$

$$Q_{15} = \frac{32}{26}$$

$$f = 106,67.$$

$$V - E + F = 2$$

$$V\text{-верн} = N$$

$$F_{\text{ref}} = 3N/2$$

$F - \text{гран.} = 2024 + 8$

$$N - \frac{3N}{7} + 2029 = 2$$

$$-\frac{N}{Z} = -2028 \quad N = 4054$$

$$4056 = 4n_1^2 - 8n_2^2 \quad 4056 = 4n_1^2 - 8n_2^2$$

10/4 $n_1 \neq n_2 = 39$

$$1013 = (39 - n_2)^2 - 2n_2^2$$

$$39^2 + n_2^2 - 39 \cdot 2 \cdot n_2 - 2n_2^2$$

$$1013,5 - 39^2 + n_2^2 + 39 \cdot 2n_2 = 0$$

$$n_2^2 + 78n_2 - 567 = 0$$

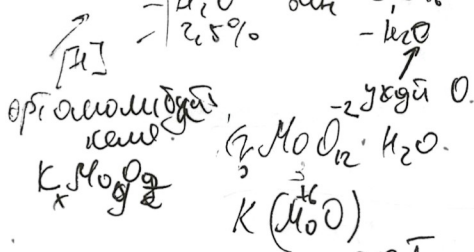
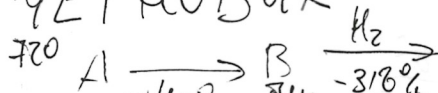
$$n_2 = 6$$

$$n_1 = 33$$

$$N - \frac{3N}{2} + 2030 = 2$$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЦЕРКОВИК



$$pV = nRT$$

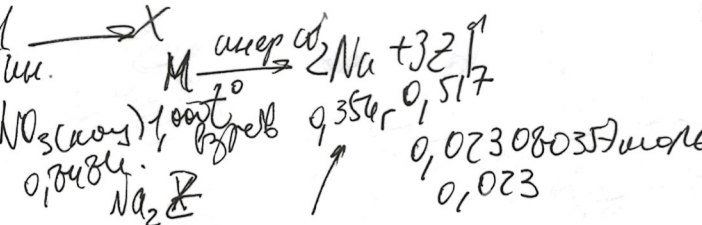
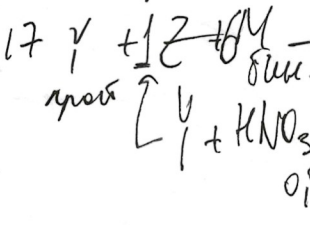
$$p_{Ar} = p_{He}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = 4,956195244 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

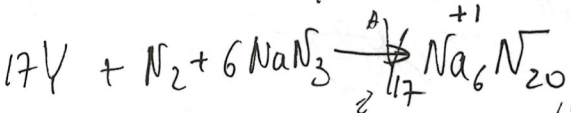
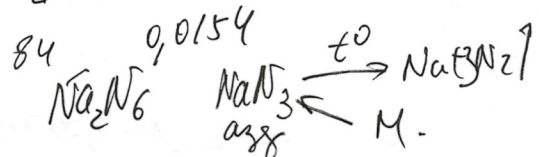
$$V_{He} = 0,0495 \text{ м}^3$$

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$Kw = v \cdot a = \omega$$



$$4,833887043$$



$$\frac{mv^2}{2} = eU$$

$$v = \frac{pe}{m}$$

$$v = \frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,33 \cdot 10^6}{9,1 \cdot 10^{-31}}$$

$$0,467652307 \cdot 10^{18}$$

$$\frac{C}{\text{кал}} \cdot \text{кал}$$

$$e = 4,833887043$$

$$\frac{10}{14 \cdot 20 + 22,96 \cdot 6 + 17 \cdot 17} \cdot (7 \cdot 20 + 11 \cdot 6 + 17 \cdot 17) = 4,833887043$$

$$\frac{10}{417,94 + 172} (206 + 17A) = 4,833887043$$

$$2060 + 170A = 2020,274751 +$$

$$39,725249 + 170A = 82,176072$$

$$Z = 11$$

$$\frac{25 - 21,21}{25} = \frac{-T/T_{1/2}}{2}$$

$$\frac{3,28}{25} = 2$$

$$1 \frac{1}{4}$$

$$15 \text{ месяцев}$$

$$\frac{-T}{T_{1/2}} = \log_2 0,8484$$

$$\frac{-T}{T_{1/2}} = -0,2372$$

$$T_{1/2}$$

$$T = 1,25 \text{ мс}$$