



99-26-31-42

(52.2)

99-26-31-42

(52.2)



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

Королева Кирилла Сергеевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

сдано: 18:54  
*[Signature]*

Дата

«14» марта 2025 года

Подпись участника

*[Signature: Королева]*

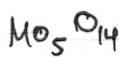
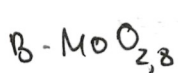
99-26-31-42

(52.2)

### ЗАДАЧА N1

т.к. исходя из описания, выделяется вода, значит, что изначально в в-ве B содержался кислород, т.е. B - некий оксид молибдена с формулой  $MoO_x$ . найдем  $x$ :  $\frac{16x}{16x + 96} = 0,318 \Rightarrow$   
 это вост. количество молибдена!

+955



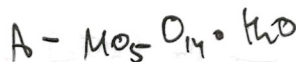
+25

$x = 2,8$

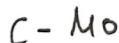
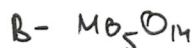
В-во A может быть гидратом с составом  $Mo_5O_{14} \cdot xH_2O$

найдем  $x$ :  $\frac{18}{18 \cdot 5,96 + 116} = 0,025 \Rightarrow x = 1$

получаем



+28

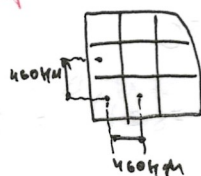


### ЗАДАЧА N2

1) раз одну МП можно "сделать" 8-ю способами, и элементарная информация - это бит, то 8 бит = 1 байт

2) т.к. каждая микроскопия, в которой расположены МП, полностью "распределена" микромикроскопиями, то одна микромикроскопия занимает

$S = (460 \text{ нм})^2$



т.к.  $1 \text{ см} = 1 \text{ мкм}$ , то в среднем

одна микромикроскопия занимает

$V = S \cdot (460 \text{ нм})^2 \cdot 1 \text{ мкм} =$

$= (460 \cdot 10^{-9} \text{ м})^2 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 2,116 \cdot 10^{-19} \text{ м}^3$

т.к.  $\rho_{\text{пл.}} = 3500 \text{ кг/м}^3$ ,  $V_{\text{пробн.}} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{3500 \text{ кг/м}^3} = 5,7143 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$

тогда, в данной пробе содержится:  $\frac{5,7143 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3}{2,116 \cdot 10^{-19} \text{ м}^3} \approx 2,7 \cdot 10^{11}$  МП, что совп. +

$2,7 \cdot 10^{11}$  БИТ. т.к.  $1 \text{ Гб} = 1024 \text{ Мб} = 2^{20} \text{ Кб} = 2^{30}$  БИТ, то

в 1 карате:  $\frac{2,7 \cdot 10^{11} \text{ БИТ}}{2^{30} \text{ БИТ/Гб}} \approx \boxed{251,457 \text{ Гб.}}$  +

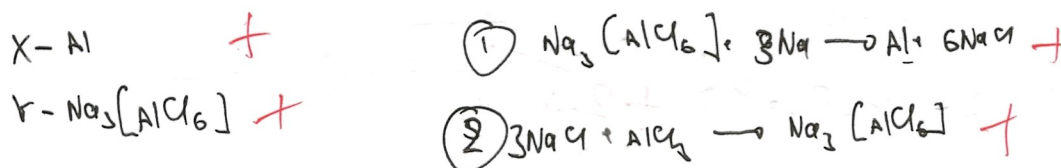
ЗАДАЧА №4

Исходя из описания, можно предположить, что речь идет об алюминии (в XIX веке он и вправду был дороже золота)  
 Проверим расчетом по формуле  $X: \frac{27}{27 + 35,5 \cdot 3} \approx 0,2022$  - сходится!

тогда,  $Y - Na_x[AlCl_{3+x}]$ . найдем  $x$ :  $\frac{27}{27 + 35,5(x+3) \cdot 23x} \approx 0,0874$

находим  $x \approx 2,999$ , т.е.  $Y - Na_3[AlCl_6]$

6



ЗАДАЧА №5

Вероятность того, что в молекуле  $C_6H_6$  нет ни одного  $^{13}C$  равна:  $(0,989)^6 \approx 0,978121$ . Тогда, если в молекулу входит  $n$  молекул, вероятность, что ни одна не будет  $^{13}C$ :  $(0,978121)^n \approx 0,8$

находим  $n \approx 10$ . Тогда, в 10 молекулах нет  $^{13}C$ , и это

вопрос от общего числа молекул, значит всего их  $\frac{10}{0,8} = 12,5 \approx 13$ .

при 13 атомах  $C$ :  $C_6H_6$  нет ни одного  $^{13}C$  ~~только  $^{12}C$~~ :  $(0,978121)^{13} \approx 0,75$

~~только  $^{13}C$ :  $(0,011)^{13} \approx 3,45 \cdot 10^{-26} \approx 0$~~

тогда нет ни одного  $^{12}C$ :  $(0,011)^{13} \approx 1,9 \cdot 10^{-26} \approx 0$ .

~~это +  $C_6H_6$~~  тогда вероятность что есть  $^{13}C$  и  $^{12}C$ :  $0,25$

УУ-20-31-42  
(52.2)  
99-26-31-42  
(52.2)

### Задача №7

Рассчитаем, сколько молей каждого газа взяли:

$$n(\text{He}) = \frac{m(\text{He})}{M(\text{He})} = \frac{0,198 \text{ г}}{4 \text{ г/моль}} = 0,0495 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ar}) = \frac{m(\text{Ar})}{M(\text{Ar})} = 0,95 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$\begin{cases} pV = nRT \\ p_{\text{He}} = p_{\text{Ar}} \end{cases}$$

$$\frac{n_{\text{He}} R T}{V_{\text{He}}} = \frac{n_{\text{Ar}} \cdot R \cdot T}{V_{\text{Ar}}} \Rightarrow \frac{n_{\text{He}}}{V_{\text{He}}} = \frac{n_{\text{Ar}}}{V_{\text{Ar}}} \Rightarrow V_{\text{He}} : V_{\text{Ar}} = n_{\text{He}} : n_{\text{Ar}} = 10 : 1$$

$$\text{тогда } V_{\text{He}} = 1,33 \text{ л} \cdot \frac{10}{1} = 13,3 \text{ л} \quad V_{\text{Ar}} = \frac{1}{10} = 0,133 \text{ л}$$

$$p_{\text{He}} = \frac{n_{\text{He}} \cdot R \cdot T}{V_{\text{He}}} = \frac{0,0495 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}}{13,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 101355 \text{ Па}$$

### Задача №10

1) т.к. разложение радиоактивных - г.ч. 1-го порядка, то

$$\frac{m}{m_0} = e^{-kt}$$

где  $m$  - масса в данный момент времени  
 $m_0$  - начальная масса в-ва  
 $k$  - константа скорости г.ч.  
 $t$  - время, прошедшее с начала реакции

$$\ln \frac{m}{m_0} = -kt \Rightarrow k = \frac{\ln \frac{m}{m_0}}{t} = \frac{\ln \frac{21,21 \text{ мг}}{25 \text{ мг}}}{5,27 \text{ лет}} = 0,1315 \text{ лет}^{-1}$$

$$t = \frac{-\ln \frac{m}{m_0}}{k} = \frac{-\ln \frac{21,21 \text{ мг}}{25 \text{ мг}}}{0,1315 \text{ лет}^{-1}} = 1,25 \text{ лет}$$

2) рассчитаем  $E_{\text{н}, e^-}$ :  $E_{\text{н}} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow E_{\text{н}, e^-} = \frac{m_{e^-} \cdot v_{e^-}^2}{2}$

т.к.  $E_{\text{н}, e^-} = U \cdot q_{e^-}$ , то  $\frac{m_{e^-} \cdot v_{e^-}^2}{2} = U \cdot q_{e^-} \Rightarrow v_{e^-} = \sqrt{\frac{2 \cdot U \cdot q_{e^-}}{m_{e^-}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,33 \cdot 10^6 \text{ В} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} = 5,34 \cdot 10^8 \text{ м/с} > c!$

$$\textcircled{3} E = h\nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{E} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{?}$$

15

### Задача №11

① Т.к. центры 5-ти граней лежат в вершинах усеченного тетраэдра, усеченный тетраэдр имеет 6 вершин, то всего **6 пятиугольных граней**.

Раз всего 6 пятиугольных и 2024 шестиугольных грани, то суммарно в фигуру входит 2030 граней.

Всего вершин будет:  $2024 \cdot 6 + 5 \cdot 6 = 12174$ . Однако мы знаем, что каждая вершина принадлежит одновременно 3-м граням, т.е. общее число вершин:  $\frac{12174}{3} = \boxed{4058}$  - общее число вершин

1.5

② Тогда, пусть  $n_1 = x \Rightarrow n_2 = 39 - x$ . Тогда  $4058 = 4x^2 - 8(39 - x)^2$ .

находим  $x = 33$

$$\boxed{n_1 = 33}$$

$$\boxed{n_2 = 6}$$

(т.к. 1 атом углерода можно присоединить за вершину, мы в полном праве применить эту формулу)

4



т.к.  $n_1 = 33$  - это 33 ширины  $x$

$n_2 = 6$  - это 6 ширины  $x$

$$x = \cos 30^\circ \cdot 0,402 = 0,2425 \text{ нм}$$

тогда, длины ребер:  $33 \cdot 0,2425 \text{ нм} = \boxed{8 \text{ нм}}$  - усеченный

$6 \cdot 0,2425 \text{ нм} = \boxed{1,455 \text{ нм}}$  - отсеченный

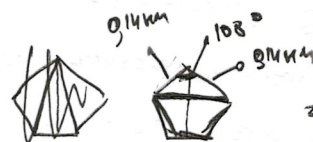
38

(Задача №1, прог.)

4) найдем  $\Sigma$  площадь поверхности всех граней фигуры:

$$S_{\text{поверх}} = S_{\text{поверх}} \text{ (основание)} + S_{\text{поверх}} \text{ (боковые грани)}$$

$$S_{\text{поверх}} \text{ (основание)}$$



$$S_{\text{поверх}} \text{ (боковые грани)}$$

$$= (0.14 \text{ мм})^2 \cdot \cos 54^\circ =$$

$$= 1.5206 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2 +$$

$$+ \sin 72^\circ \cdot 0.14 \text{ мм} \cdot$$



$$\left( \frac{0.14 \text{ мм} + (0.14 + 0.14 \cdot \cos 72^\circ \cdot 2)}{2} \right) \cdot$$

$$= 2.44 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$$

$$S_{\text{поверх}} = 3.9611 \cdot 10^{-20}$$

тогда, общая площадь поверхности фигуры:  $2024 \cdot 3.9611 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2 + 6.3 \cdot 3.9611 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$

$$= 1.0328 \cdot 10^{-16} \text{ м}^2 \quad \text{т.к. мы должны округить значение до 4 знаков}$$

предположить, что искомое значение - площадь поверхности сферы  $S_{\text{сфера}}$

$$\text{т.к. } S_{\text{поверх}} = \frac{4}{3} \pi r^2, \quad r_{\text{сф.}} = \sqrt{\frac{3}{4} S_{\text{поверх}} \cdot \pi^{-1}} = 4.96551 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$\text{или } 4.96551 \text{ нм. тогда, } d_{\text{сф.}} = 2r = 9.931 \cdot 10^{-9} \text{ м или } 9.931 \text{ нм}$$

эта сфера - максимально возможная, т.к. в большей сфере будет

большая площадь поверхности, а зная, что она полностью не

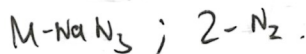
войдет в "сферу" фигуры

28

ЗАДАЧА N12

В существующем не очень много ионно-содержащих веществ, которые при нагревании разлагаются со взрывом и выделением натрия (или его оксида) и азота!  
~~то есть~~ одно из возможных веществ -  $\text{NaN}_3$ . т.ч.  $\omega(\text{Na}) = 0,354$ ,

проверим для азота:  $\omega(\text{Na}) = \frac{23}{23+14 \cdot 3} = 0,3538$  - сходится!



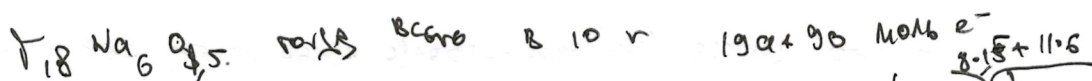
т.ч. в  $\text{N}_2$  2-соединения всего имеет, а в  $\text{NaN}_3$  3-соединения всего имеет, то соединение всего X имеет брутто-формулу



Всего в данном веществе  $(17+1) \cdot 9 + 66 + 84$  электронов т.ч. 1 моль в.в.а

рассчитаем, сколько в данном  $\text{N}_2$  моль электронов:  $\frac{2,91 \cdot 10^{24}}{N_A} = 4,832$  моль  $e^-$  на 10 г.

положим, оксид имеет состав  $\text{Y}_2\text{O}_3$  или  $\text{YO}_{1,5}$



моларная масса  $189 + 23 \cdot 6 + 15 \cdot 6 = 351$  г/моль

$\frac{10}{351} \cdot (189 + 90) = 4,832$  моль  $e^-$  на Al:

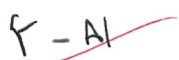
$\frac{19 \cdot 9 + 90}{189 + 23 \cdot 6 + 15 \cdot 6} = 4,82$  моль

получили!

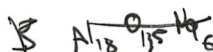
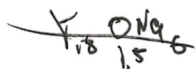
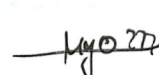
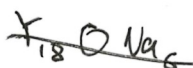
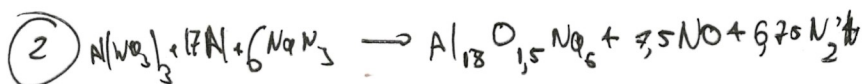
$\text{YO}_{1,5}$  при переборе различных значений, отлично получается

алюминий

$\frac{10}{19 \cdot 27 + 23 \cdot 6 + 3 \cdot 16} \cdot (19 \cdot 13 + 90) = 4,82$  моль



расщ



ЗАДАЧА №3

$$\textcircled{1} F = G \cdot \frac{m_{\text{сп.}} \cdot M_3}{(R_3 + h)^2}, \text{ т.к. } F = m_{\text{сп.}} \cdot a_y, \text{ то } a_y = G \cdot \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$$

$$\text{т.к. } a_y = \frac{\omega^2}{R_3 + h}, \text{ то } \text{находим } a_y = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{((6400 + 500) \cdot 10^3 \text{ м})^2} =$$

$$= 8,44 \text{ м/с}^2. \text{ В таком случае, т.к. } a = \frac{\omega^2}{R_3 + h}, \omega = \sqrt{a(R_3 + h)}$$

$$= \sqrt{8,44 \text{ м/с}^2 \cdot (6400 + 500) \cdot 10^3 \text{ м}} = 7631 \text{ м/с}$$

$$\text{тогда } T = \frac{(R_3 + h) \cdot 2\pi}{\omega} = \frac{(6400 + 500) \cdot 10^3 \text{ м} \cdot 2\pi}{7631 \text{ м/с}} = \boxed{5681,3 \text{ с}} \quad +5$$

$$\textcircled{2} \text{ т.к. } 1 \text{ час} = 3600 \text{ секунд, то } T_{\text{сп.}} = \frac{5681,3 \text{ с}}{3600 \text{ с/час}} = 1,578 \text{ часов.}$$

$$\text{тогда т.к. } 10 \text{ минут} = \frac{1}{6} \text{ часа, то получим: } 1,578 \cdot 6 \text{ ч} = 9,468 \text{ часов,}$$

т.е.

10 спутников

+15

$$\textcircled{3} \text{ если считать, что радиосигнал распространяется со скоростью света, } T = \frac{h}{c} = \frac{500 \cdot 10^3 \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = \boxed{1,67 \cdot 10^{-3} \text{ с}} \quad +15$$

ЗАДАЧА №5

Флуоресценция будет наблюдаться, т.к. синий свет более активный, чем зеленый, а значит, что процесс флуоресценции возможен.

### Задача №8

1) во-первых потемнение (онцобычам татиса фавеносит фарт из-за  
визитов); во-вторых баска (много кочаго нити) +

2) генотип соматический, т.е. в популяции А были были разные  
и ~~нужно~~ имеют более разнообразие нити, А из 6 были  
нужно от 1000 особей, которые были +

3) популяция А более устойчива к болезням, т.е. опять же  
и нити более разнообразие нити, ~~и нити~~ А знает, +  
и нити устойчивы к более устойчивы и болезням.

### Задача №9

1) мальчики: ~~нужно~~ Р1а1а и мамы от женщины  
и девочки: Р1а1а и мамы от женщины +

2) на все genom было  $\frac{32 \cdot 10^9}{108} \cdot 32$  нити

т.е. количество нити в рамочке  $\frac{32}{0,15} \approx 213$  ?

3) всего было  $\frac{3}{0,15} = 20$  нити.

т.е.  $v = \frac{N}{2f}$ , то  $f = \frac{N}{2v} = \frac{3}{0,15 \cdot 2} = 10$ .

т.е.  $f = 10$  у 10 поколений

+  
но ответ в  
году прощенья

4) было ~~нужно~~ ик нити рамочке и нити мамы по  
своему какое-то время разделись, +