



13-92-68-08

(52.1)

13-92-68-08

(52.1)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Высокие технологии
профиль олимпиады

Дороница Арсения Марковича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+ 1 лист
Оформ

Дата
«14» марта 2025 года

Подпись участника

Задача 1газообразные бинарные соединения C — вода, т.к. +18

$$M(H_2O) = (16 + 1 \cdot 2)_{\text{г/моль}} = 18 \text{ г/моль.}$$

Значит, если в реакции $A \rightarrow B + C$,

если масса уменьшается на 2,5% то это значит,

$$\text{что } M(A) = \frac{M_{H_2O}}{2,5\%} \cdot x \text{ — где } x \text{ — число}$$

выделившихся молекул воды. если выделилась одна,

$$M(A) = \frac{18 \text{ г/моль}}{2,5\%} = 720 \text{ г/моль} \quad \text{+958}$$

~~нагревание в водородом, если протекает
полное восстановление~~

$$\text{пусть } A \text{ — } \text{Na}_x \text{Mo}_y \text{O}_z \text{H}_2. \quad ?$$

z для равенства зарядов будет

$$\frac{x + 6y + z}{2}$$

$$M = 23x + 96y + 16 \cdot \frac{x + 6y + z}{2} + 2$$

органоводород к-та K_2MoO_4

Задача 2

н 1

8 разных размеров означает 8 возможных состояний, значит одна МП хранит

$$\log_2 8 = 3 \text{ бита информации.}$$

н 2

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V_{\text{алмаза}} = \frac{200 \text{ мг}}{3,52 \text{ г/см}^3} = \frac{0,22}{3,52 \text{ г/см}^3} = \frac{2}{35} \text{ см}^3 \approx 0,0571 \text{ см}^3.$$

пусть рассматриваемый алмаз имеет форму куба. параллелепипеда имеющего тогда, при длине стороны ~~нанометра~~ такое строение, что во всех трёх измерениях вдоль соответствующих тр рёбер нанометра одинаковое число микрогостей

тогда, при $N =$ числу МП вдоль ~~ка~~ 1 ребра

$$V = \cancel{7 \text{ мкм} + 460 \text{ нм} + 4} \cdot 7 \text{ мкм} \cdot \cancel{4} \cdot (460 \text{ нм})^2 \cdot N^3$$

$$\text{тогда } N = \sqrt[3]{\frac{0,0571 \text{ см}^3 \cdot 0,01^3}{7 \text{ мкм} \cdot 10^{-6} \cdot 460 \text{ нм} \cdot 10^{-9} \cdot 460 \text{ нм} \cdot 10^{-9}}} =$$

$$= 6462 \text{ штук.}$$

общее же число МП будет равно

$$6462^3 = 2,698 \cdot 10^{11}, \text{ а зная что}$$

каждая кодирует 3 бита, общая информация будет

$$\frac{3}{\text{бит}} \cdot 2,698 \cdot 10^{11} = 8,095 \cdot 10^{11} \text{ бит} =$$

$$= \frac{8,095 \cdot 10^{11} \text{ бит}}{8 \cdot 1024^3} \text{ ГБ} = 94,238 \text{ ГБ}$$

5 баллов

Задачи 3

$$v1 \quad F = G \frac{M_3 \cdot m}{(R+h)^2}$$

$$F = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2} \cdot \frac{6,0 \cdot 10^{24}}{\left(\left(6400 + 500\right) \cdot 1000\right)^2} = 8,44 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$? \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m \cdot r}{2F}} = 2\pi \sqrt{\frac{6900 \text{ км} \cdot 1000}{8,44 \text{ Н}}} =$$

$$= 5687,77 \text{ с}$$

v3

радиосигнал распространяется со скоростью света.

$$t_{\text{сигнал}} = \frac{500 \text{ км} \cdot 1000}{2,998 \cdot 10^8} = 1,668 \cdot 10^{-3} \text{ с} \quad 1$$

v2

$$t = 2\pi r$$

$$S = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi \cdot (6400 + 500 \text{ км})^3$$

$$10 \text{ мин} = 360^\circ \cdot \frac{10 \text{ мин}}{60 \cdot 24 \cdot 12} = 5^\circ$$

Значит необходимо $36 \frac{360^\circ}{5^\circ} = 72$ спутника на одну орбиту.

Задача 4

№1 судя по описанию, речь идёт про сложения.
проверим это для Al в ~~NaAlCl_4~~ Na_3AlCl_6 :

$$\text{Al в } \text{Na}_3\text{AlCl}_6 = \frac{27 \text{ г/моль}}{(27 + 23 \cdot 3 + 39,5 \cdot 6) \text{ г/моль}} = 8,74\% \quad \text{— подходит}$$

$$\text{Al в } \text{AlCl}_3 = \frac{27 \text{ г/моль}}{(27 + 39,5) \text{ г/моль}} = 20,22\% \quad \text{— подходит.}$$

Значит $X - \text{Al}$ +
 $Y - \text{Na}_3\text{AlCl}_6$ +
хлорид — AlCl_3

№2



6

Задача 5

№1

~~для n звеньев в вероятность не учесть~~

~~13C составляет 100% — 1,1% — 1,1²% —
— 1,1³% ... — 1,1²ⁿ%, т.к. цена~~

~~будет содержать 2n атомов углерода.~~

~~найдем n~~

Продолжение
далее

~~Задача 5 продолжение~~

вероятность отдельного углерода быть ^{12}C 98,9%,
значит

число молекул углерода в полициклическом = $n \cdot 2$

значит ~~средняя~~ вероятность полимера
содержать только ^{12}C составляет
 $0,989^{2n}$.

мы знаем что доля молекул только из ^{12}C 80%,
значит $0,989^{2n} = 0,8$

$$2n = \log_{0,989}(0,8)$$

$$2n = 20,174$$

$$n = \frac{20,174}{2}$$

$$n = 10,087$$

число звеньев не может быть
дробным, так что приблизительно
равно 10.

и 2

$$\text{число атомов углерода} = 10 \cdot 2 = 20$$

$$P = 1,7\% \cdot (98,9\%)^{20-1} =$$

$$= 0,017 \cdot 0,989^{19} = 0,008975 = 0,8975\%$$

Задача 6

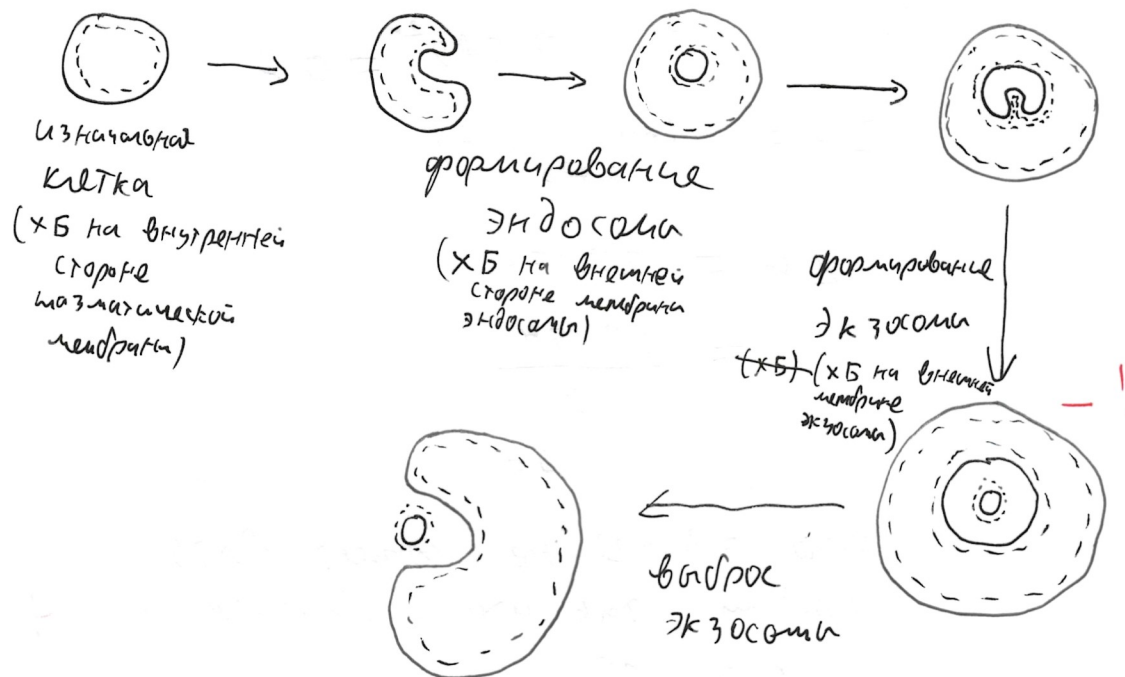
и 1

в экзосомах из среды инкубации после действия из условий задачи

на ~~на~~ внешней поверхности мембраны находится химерный белок.

Наглядно это доказать можно схемой:

путиком показана сторона, содержащая химерный белок:



(ХБ - химерный белок)

на внешней поверхности фибробласта белок А, ~~на~~ на внешней стороне экзосом - анти А.

значит, анти А и белок А свободно взаимодействуют.

Предполагая, что для ~~виз.~~ флуоресценции

БФР необходимо взаимодействие белков и освещение светом длиной волны меньше зелёной области, условия выполняются и флуоресценция наблюдаться будет.

Задача 12 (продолжение)
преобразовав получаем

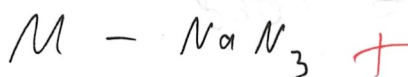
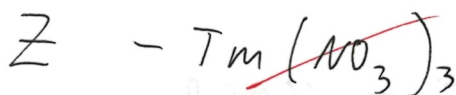
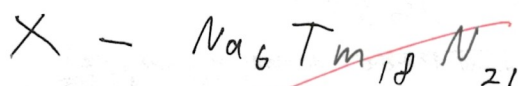
$$y = - \frac{66 + 7x - 1455}{18}$$

подставляя x от нуля добавляя по единице, первое целое число получаем при

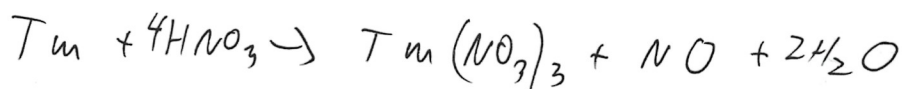
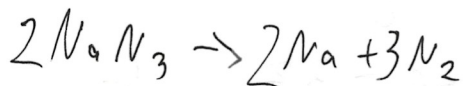
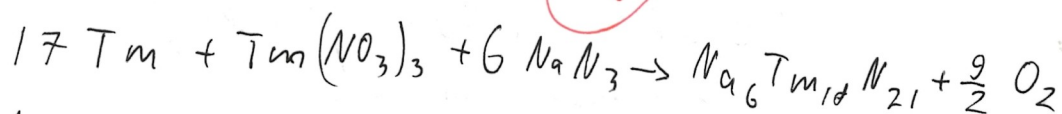
$x = 21$ — число атомов азота

$y = 69$ — атомный номер элемента образующего Y — Tm

с этими значениями, получаем логичный результат:



и 2



Задача 11

~ 7

так как пятиугольные в вершинных
усеченного тетраэдра, таких вершин

будет вершин тетраэдра $\cdot 3 = 4 \cdot 3 = 12$
т.к. на сечение тетраэдра - треугольник

~ 2

$$n_1 + n_2 = 39, \quad n_1 = 39 - n_2$$

$$N = 4n_1^2 - 8n_1$$

$$4(39 - n_2)^2 - 8n_2^2$$

атомов углерода будет

$$(12 + 2024) \cdot \frac{6}{3} \left(\begin{array}{l} \text{число атомов в тетраэдре} \\ \text{и в сечении тетраэдра} \end{array} \right) + \dots$$

$$2024 \cdot \frac{6}{3} + 12 \cdot \frac{5}{3} = 4068.$$

решив уравнение

$$4068 = 4(39 - n_2)^2 - 8n_2^2$$

$$\text{получаем } n_2 = 6,$$

$$\text{значит } n_1 = 39 - 6 = 33.$$

~ 3

~~Задача 6 (продолжение)~~Задача 7 ~~$\nu = \frac{m}{M}$~~

~~$\nu_{Ar} = \frac{m_{Ar}}{M_{Ar}}$~~

$$\nu = \frac{m}{M}; \quad \nu_{Ar} = \frac{0,1982}{40 \text{ г/моль}} = 4,95 \cdot 10^{-3} \text{ моль} +$$

$$\nu_{He} = \frac{0,1982}{2 \text{ г/моль}} = 0,099 \text{ моль} \cdot 0,0495 +$$

для неподвижности перегородки давление в частях должно быть равно. +

по закону $PV = \nu RT$, $P = \frac{\nu RT}{V}$

пусть $x = V_{Ar}$, тогда $V_{He} = 1,33 \text{ л} - V_{Ar} = 1,33 \text{ л} - x$.

получаем, что

$$\frac{\nu_{Ar} RT}{x} = \frac{\nu_{He} RT}{1,33 \text{ л} - x}$$
$$\frac{298 \text{ К} \cdot 4,95 \cdot 10^{-3} \text{ моль}}{x} = \frac{0,0495 \cdot 298 \text{ К} \cdot 0,099 \text{ моль}}{1,33 \text{ л} - x}$$

решив уравнение, получим $x = 1,3046 \text{ л}$

продолжение далее

Задача 7 (продолжение)

найдем давление, если бы перегородки не было.

$$pV = \nu RT$$

$$p = \frac{(0,00495 + 0,0495) \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}}{1,331 \text{ л}}$$

$$= 101,185 \text{ кПа}$$

~~Для аргона $V =$~~
 & добавляя перегородку, давление не меняется,
 так что

$$p = \frac{\nu_{Ar} \cdot R \cdot T}{V_{Ar}} ; 101,185 \text{ кПа} = \frac{0,00495 \cdot 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}}{V_{Ar}}$$

$$V_{Ar} = 0,121 \text{ л}$$

$$\nu 2 \quad V_{He} = 1,331 \text{ л} - 0,121 \text{ л} = 1,21 \text{ л}; \quad p = \frac{0,0495 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}}{1,21 \text{ л}} = 101,185 \text{ кПа (мы его уже находили)}$$

Задача 8

$\nu 1$

изоляция популяции А от ~~остат~~ основной
 просто размножалась, что не является именно
 резким изменением, ~~но так как генетическое~~

Резкое потепление и засуха — вызвали
 вымирание и так ~~за~~ назывались "проход
 через бутылочное горлышко". Вероятно
 связано с потерей генов от засухи и
 перетрева от потепления, возможно таяния
 льдов.

размножение на протяжении 10 лет тоже
 изменение не резкое.

$\nu 2$ Упомянут снизился, так как переход сопровождался
 вымиранием в результате которого осталось
 только малая группа 1000 особей самых
 удачливых — стабилизирующий отбор, бутылочное горлышко.

Задача 8 (продолжение)

23

А ~~Х~~ - более устойчива, во-первых она не встречала сильного отбора не связанного с болезнями, то есть имеет в целом большее разнообразие генов, поэтому более вероятно при большом заражении кто-то выживет.

Но следует брать во внимание что Б - в целом более устойчива к навалу клопов, устойчива к болезням своего временного периода и в целом чл популяция больше - что повышает устойчивость.

24

В идеальной популяции не происходит мутаций, ^{и выполняется закон Харди-Вайнберга} ~~а так как закон Харди-Вайнберга~~ не выполняется (предполагая наличие доминирования серого окраса, тогда серо-белый не может взяться из ниоткуда, а наличие - существование белых предполагает фикс. определённого числа серо-белых)

~~но предположим~~

пусть p - частота белого, q - частота серого, тогда

$$p = \frac{1}{1000 \cdot 2} = \frac{1}{2000}$$

$$q = \frac{1999}{2000}$$

$$\left(\frac{1}{2000}\right)^2 + \frac{1999 \cdot 1}{2000^2} + \left(\frac{1999}{2000}\right)^2 = 0,9995 -$$

Закон не выполняется, но так как отклонение от единицы небольшое, можно считать популяцию близкой к идеальной.

Задача 9

~ 1

у обеих детей наследование митохондриальной ДНК по матери, Y-хромосома мальчика от отца.

Значит у сына — R1a1a (Y-ДНК) +

~~у дочери неизвестно, так~~

мы не знаем гаплогруппу матери по мтДНК; но если она точно вернее, ~~тогда следует~~ и она у матери не указана, где определена R1a1a.

Если у матери R1a1a, то у дочери и у сына — R1a1a (мтДНК) +

~ 2

$$0,15 =$$

~~Рассчитываем~~

$$t = \text{мут} / \text{ген} \text{ поколения}$$

$$0,15 = \frac{N \cdot 10^{-8}}{2t}, \quad t = 1 \text{ при } t = 1$$

$$N = 0,3 \cdot 10^8$$

~ 3

~~Найдем поколение~~

~~$$0,15 = \frac{0,3 \cdot 10^8}{2t}$$~~

~~$$t = 5000000 \text{ лет}$$~~

~~$$\frac{5000000}{25} = 200000$$~~

$$3 : 0,15 = 20 \text{ поколений. } 20 \cdot 25 = 500 \text{ лет}$$

~ 4 да, так как все люди имеют общего предка.

№ 10Задача 10

~ 1

масса m — время работы масса в годах.

$$\text{тогда } m(t) = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$21,27 = 25 \cdot 2^{-\frac{t}{5,27 \text{ лет}}}$$

решив уравнение получаем

$$t = 7,25 \text{ лет}$$

$$7,25 \text{ лет} \cdot 12 = 15 \text{ месяцев.}$$

+35

~ 2

$$1,33 \text{ МВ} = 1330000 \text{ В}$$

$$\epsilon = \cancel{I \cdot t} \cdot qU$$

$$\epsilon = e (\text{элементарный заряд}) \cdot 1330000 \text{ В} =$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1330000 \text{ В} =$$

$$= 2,128 \cdot 10^{-13} \text{ Дж.}$$

$$\epsilon_k = \frac{m_e \cdot v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{\epsilon_k \cdot 2}{m_e}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2,128 \cdot 10^{-13} \cdot 2}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} = 683880331,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\epsilon_k = \epsilon - \text{работа выхода} = 2,128 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} - 1,33 \text{ МэВ} \cdot$$

$$10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,128 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} - 2,128 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

$$\epsilon_k = \frac{m_e \cdot v^2}{2}; v = \sqrt{\frac{\epsilon_k \cdot 2}{m_e}} = \sqrt{\frac{2,128 \cdot 10^{-13} \cdot 2}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} =$$

$$683880331,4 \text{ м/с.}$$

$$\text{и } \lambda_5 = \frac{h}{v \cdot m_e}$$

энергия фотонов и электронов равна, значит $k = \frac{2\pi r}{\lambda_e} = 1$

Задача 12

27

$$\text{в } 102 \quad \frac{2,91 \cdot 10^{24}}{N_A} = \frac{1455}{301} \approx 4,834 \text{ моль электронов}$$

$$M = \underbrace{A}_{\text{число протонов}} - \underbrace{N}_{\text{число нейтронов}}$$

$p =$ числ электронов

$$\text{в } M \text{ в } Na = \frac{0,3542}{12} = 35,4\%$$

при 1 атоме натрия $M = 232 \text{ моль} : 35,4\% =$
 $= 652 \text{ моль, что соответствует}$

азиду натрия, также это подтверждает

$$M(Z) = \left(\frac{0,5171}{22,41 \text{ моль}} \right)^{-1} \cdot (12 - 0,3542) = 28 - \text{азот,}$$

выделяющийся при разложении.

X может содержать только ~~нехл~~ Y,
 азот, натрий и возможно кислород. ~~и водород.~~

~~число электронов должно быть целочисленным,~~
~~а наименьшая молярная масса X~~

~~при которой это достигается составляет~~

это возможно если их 1455 моль на
 $10 \cdot 301 = 3010 \text{ грамм.}$

допустим в X $7z + 7$ атомов образующих Y,

6 атомов натрия и x атомов азота. тогда, если

в атоме Y y электронов, получаем

$$1455 = 18y + 6 \cdot 11 + 7x$$

~~азота может быть от 6 до 7~~