



96-27-91-67

(52.1)

96-27-91-67

(52.1)



**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

Кириоса Алексея Игоревича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

сдано: 19209
Кириос

Дата
«14» МАРТА 2025 года

Подпись участника
Кириос

Чистовик

Задача 1

+18

Очевидно, что С — H_2O ($M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$); В — соединение Мо и О; при нагревании В в атмосфере водорода образуется Мо.

Значит $\omega_B(O) = 0,318$, $\omega_B(Mo) = 1 - 0,318 = 0,682$.

Пусть В — MoO_x .

$$x = \frac{M(B)\omega(O)}{M(O)} = \frac{M(Mo)\omega(O)}{\omega(Mo)M(O)} \approx 2,8$$

Значит В — $MoO_{2,8}$ или Mo_5O_{14}

+25

Пусть А — $Mo_5O_{14}(H_2O)_n$

$$n = \frac{M(A)\omega(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{M(Mo_5O_{14})\omega(H_2O)}{\omega(Mo_5O_{14})M(H_2O)} = \frac{704 \text{ г/моль} \cdot 0,025}{0,975 \cdot 18 \text{ г/моль}} \approx 1$$

Значит А — $Mo_5O_{14}(H_2O)$ или $Mo_5O_{15}H_2$

+28

Ответ:

А: $Mo_5O_{15}H_2$

В: Mo_5O_{14}

С: H_2O

$I_0 =$

$$1) \log_2 8 = 3 \text{ бит}$$

Задача 2

2) Найдём средний объём, который приходится на одну МП:

$$V_0 = 1 \text{ мкм} \cdot 460 \text{ нм} \cdot 460 \text{ нм} = 0,2116 \text{ мкм}^3$$

Найдём число МП:

$$N = \frac{V}{V_0} = \frac{m}{\rho V_0} = \frac{0,2 \text{ г}}{3,5 \text{ г/см}^3 \cdot 0,2116 \cdot 10^{-12} \text{ см}^3} \approx 2,7 \cdot 10^{11}$$

$$I = N I_0 = 2,7 \cdot 10^{11} \cdot 3 \text{ бит} = 8,1 \cdot 10^{11} \text{ бит} = 94,3 \text{ Тб}$$

Ответ:

1) $I_0 = 3 \text{ бит}$

2) $I = 94,3 \text{ Тб}$

Задача 3

Чистовик

$$1) F = G \frac{mM_3}{(R+h)^2}, \text{ где } m - \text{масса спутника.}$$

$F = ma$, где a — центростремительное ускорение спутника.

$$\text{Значит } a = \frac{GM_3}{(R+h)^2}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{R+h}{a}} = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM_3}} = 2\pi \sqrt{\frac{(6,4 \cdot 10^6 \text{ м} + 5 \cdot 10^5 \text{ м})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}} = 5690 \text{ с} = 94,8 \text{ мин}$$

$$2) N = \frac{T}{\tau} = \frac{94,8 \text{ мин}}{10 \text{ мин}} = 9,48 \approx 10 \text{ (округляем в большую сторону)}$$

$$3) t_{\text{сигнала}} = \frac{h}{c} = \frac{5 \cdot 10^5 \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \approx 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

Ответ:

$$1) T = 94,8 \text{ мин}$$

$$2) N = 10$$

$$3) t_{\text{сигнала}} = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

Задача 4

Пусть хлорид X — XCl_n

$$M(X) = \frac{nM(Cl)}{\omega(Cl)} - nM(Cl)$$

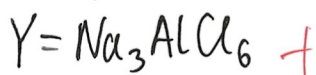
Найдем $M(X)$ для разных n :

n	1	2	3	4	5	6	7	8
$M(X)$	9	18	27	36	45	54	63	72
X	Be	?	Al	?	~Sc	Mn	~Cu	Ge

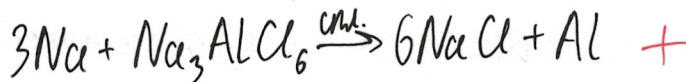
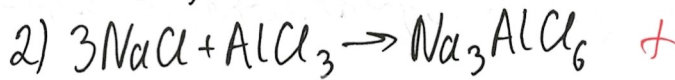
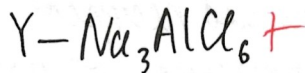
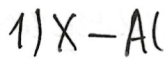
Подходит только Al. ↓

Пусть Y — $AlCl_3 \cdot nNaCl$

$$n = \frac{M(NaCl)}{M(AlCl_3)} = \frac{M(Al)\omega(NaCl)}{\omega(Al)M(NaCl)} = 3$$



Ответ:



Задача 5

1) $P = 0,989^{N(c)} = 0,989^{2n} = 0,8$

$n = \frac{1}{2} \ln_{0,989} 0,8 \approx 10$ +

2) $P_1 = 0,989^{19} \cdot 0,011 \cdot 20 = 0,178$

Ответ:

1) $n = 10$

2) $P_1 = 17,8\%$

Задача 7

По закону Менделеева-Клайперона: $p_{Ar} V_{Ar} = \nu_{Ar} RT \Rightarrow$ +

$\Rightarrow p_{Ar} = \frac{\nu_{Ar} RT}{V_{Ar}} = \frac{m_{Ar} RT}{M_{Ar} V_{Ar}}$

$m_{Ar} = m_{He} = m$; $p_{Ar} = p_{He} = p$. +

$\frac{m RT}{M_{Ar} V_{Ar}} = \frac{m RT}{M_{He} (V - V_{Ar})} \Leftrightarrow M_{Ar} V_{Ar} = M_{He} V - M_{He} V_{Ar}$

$V_{Ar} = \frac{M_{He} V}{M_{Ar} + M_{He}} = \frac{4 \text{ г/моль} \cdot 1,331 \text{ л}}{4 \text{ г/моль} + 40 \text{ г/моль}} = 0,121 \text{ л}$ + 58

$p = \frac{m RT}{M_{Ar} V_{Ar}} = \frac{0,198 \text{ г} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}}{40 \text{ г/моль} \cdot 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3} \approx 101,2 \text{ кПа}$ + 28

Ответ:

1) $V_{Ar} = 0,121 \text{ л}$

2) $p_{He} = 101,2 \text{ кПа}$

Задача 8

1) В течение первых 10 лет численность росла, так как в Планице, возможно, не было серьёзных конкурентов и

Чистовик

овцебыков. Это есть не было существ с покорными экологическими нишами. Овцебыки получили χ большое число ресурсов (территориальных, пищевых и т.д.) и, следовательно, возможность роста численности.

Затем произошло резкое изменение условий окружающей среды, они сместились из зоны ~~отт~~ оптимальна ~~в зону~~ к зоне pessimala. Популяция в целом не была к ~~этим~~ ним приспособлена, и это привело к ~~он~~ резкому снижению численности.

У оставшихся особей в результате мутаций или появления новых комбинаций генов сформировались новые фенотипы, обеспечивающие устойчивость к изменившимся условиям среды χ . Особи с данными фенотипами получили преимущество в борьбе за существование и данные признаки закрепились естественным отбором.

2) Я считаю, что генофонд сократился из-за "эффекта бутылочного горлышка" ("эффекта основателя"). Популяция Б произошла от маленького числа особей с маленьким генофондом. Гены овцебыков, не переживших засуху, ушли из генофонда.

3) Популяция Б более устойчива к болезням, по той же причине (Во время засухи отбор шел по устойчивости к засухе, а не к болезням). Из того, что в первые годы в Панацеи численность овцебыков росла, можно сделать вывод, что они не сталкивались с новыми болезнями и устойчивости к ним не выработали.

4) * f (какой-то генотип) — частота какого-то генотипа.

A — ген серой окраски (его частота p)

a — ген белой окраски (его частота q)

Пусть A гомозиготирует над a. Aa — серая окраска с

Чистовик

Делим пятнами.

$$f(AA) \approx \frac{999}{1000} = 0,999$$

$$f(Aa) \approx \frac{1}{1000} = 0,001$$

По закону Харди-Вайнберга: $f(AA) = p^2 \Rightarrow p = \sqrt{f(AA)} = 0,9995$ Тогда $f(Aa) = 2pq = 2p(1-p) = 0,0009995 \approx 0,001$ (совпадает) $f(aa) = q^2 = (1-p)^2 = 2,5 \cdot 10^{-7} \Rightarrow$ на всю популяцию приходится $32 \cdot 10^6 \cdot f(aa) = 8$ белых особей (тоже совпадает).

Популяция близка к идеальной (абсолютно идеальных популяций не существует).

Задача 10

$$1) m = m_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{t_{1/2}}} \Leftrightarrow \frac{t}{t_{1/2}} = \log_2 \frac{m_0}{m} \Leftrightarrow t = t_{1/2} \log_2 \frac{m_0}{m}$$

$$t = 5,27 \text{ ЛЕТ} \log_2 \frac{25 \text{ мг}}{21,21 \text{ мг}} = 1,25 \text{ ЛЕТ} = 15 \text{ мес.}$$

+ 38

Задача 12

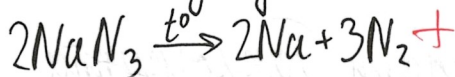
$$V(Z) = \frac{V(Z)}{V_m} = \frac{0,517 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} \approx 0,023 \text{ моль}$$

$$\cancel{M(Z)} M(Z) = \frac{m(Z)}{V(Z)} = \frac{1 \text{ г} - 0,354 \text{ г}}{0,023 \text{ моль}} \approx 28 \text{ г/моль}$$

 $Z - N_2$ или CO , или C_2H_4

$$V(Na) = \frac{m(Na)}{M(Na)} = \frac{0,354 \text{ г}}{23 \text{ г/моль}} \approx 0,015 \text{ моль}$$

$$V(Na) : V(Z) = 2 : 3$$

 N_2 — погрешит: $Z - N_2$ $M - NaN_3$

$$V(e^-) = \frac{N(e^-)}{N_A} = 4,85 \text{ моль}$$

$$\text{Число } e^- \text{ на формульную единицу } n(e^-) = \frac{4,85 \text{ моль}}{10 \text{ г}} M(X) = 0,485 \frac{\text{моль}}{\text{г}} M(X)$$

Задача 11

Чистовик

1) $3 \cdot 4 = 12$ пятиугольных гранейКаждое ребро принадлежит двум ~~многоугольным~~ граням, значит $E = \frac{2024 \cdot 6 + 12 \cdot 5}{2} = 6068, 5$ 6102

$$V - E + F = 2 \Rightarrow V = E + 2 - F = 6068, 5 + 2 - 2036 = 4068$$

Задача 6

Да, флуоресценция будет наблюдаться, так как GFP флуоресцирует при освещении его излучением синей области спектра. $\pm$

Задача 9

1) Мальчик: R1a1a (Y-ДНК), R1a1a (мтДНК)
 Девочка: R1a1a (мтДНК)

2) * t — время в поколениях

$$v = \frac{N}{2t} = \frac{N}{2} = \frac{10^{-8} \cdot 3,2 \cdot 10^9}{2} = 16$$

$$v_r = 0,15$$

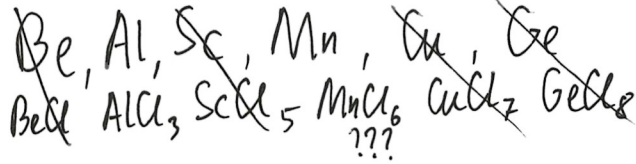
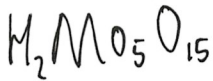
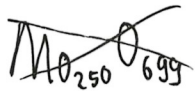
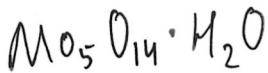
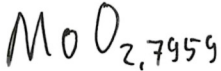
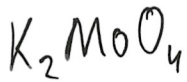
$$n = \frac{0,15 \cdot 3,2 \cdot 10^9}{16} = 3 \cdot 10^7$$

$$3) t = \frac{N}{2v_r} = \frac{3}{2 \cdot 0,15} = 10 \text{ (пок)}$$

$$t = 10 \cdot 25 \text{ лет} = 250 \text{ лет}$$

4) Да, есть. Емплотип по мтДНК совпадает. Емплотип по Y-ДНК современных жителей поселения (Г) произошел от гаплогруппы раскопанных (А).

ЧЕРНОВИК



$$F = G \frac{Mm}{(R+h)^2} = ma$$

3-0.2041

1.5
 $1.5 \cdot 1 = 0.0205$

250

$$T = \frac{L}{v} = \frac{h}{c}$$

~~1000~~



$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{2\pi}{T}$$

$$\alpha = \frac{\omega R}{v} = \frac{v^2}{R}$$

$v = R\omega$

$$T = \frac{L}{v} = \frac{2\pi}{\omega}$$



$$m = m_0 0.5^{\frac{T}{T_2}}$$

0.00. 3+(3+1)
 0.5.0.0.0
 0.0.0.0
 $S =$

4.85 mol/h



$$v = \frac{10}{m}$$

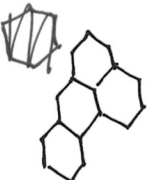
$$n_0 + n_0 + d + n_0 + 2d$$

$$n_n = n_0 + nd$$

$$Ne^- = 0.485 M$$

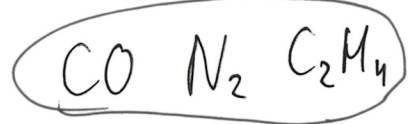
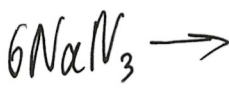
$$v_{ГАЗА} = 0.023 = \frac{0.646}{M}$$

$$M_{ГАЗА} = 28$$



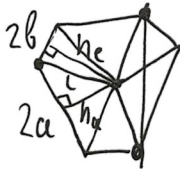
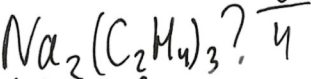
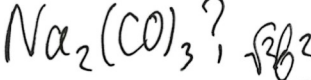
17

$$S = \frac{2n_0 + nd}{2(n+1)}$$



$$3 \cdot 2(3-2) + 1$$

$$v_{Na} = \frac{0.354}{23} = 0.0154$$



$$\sqrt{3}L$$

$$3L^2 = L^2 + L^2 + L^2$$

$$3L^2 = 4a^2 + 4b^2 + 4ab$$



$$\frac{1.51 \cdot \sqrt{3}L}{2} = \frac{3\sqrt{3}L^2}{4} = \sqrt{3}(a^2 + b^2 + ab)$$

$$2ab\sqrt{3}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{4}(a^2 + b^2 + ab)$$