



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

Усанова Виталия Павловича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

сдано 18:56
М

Дата
«14» марта 2025 года

Подпись участника
И

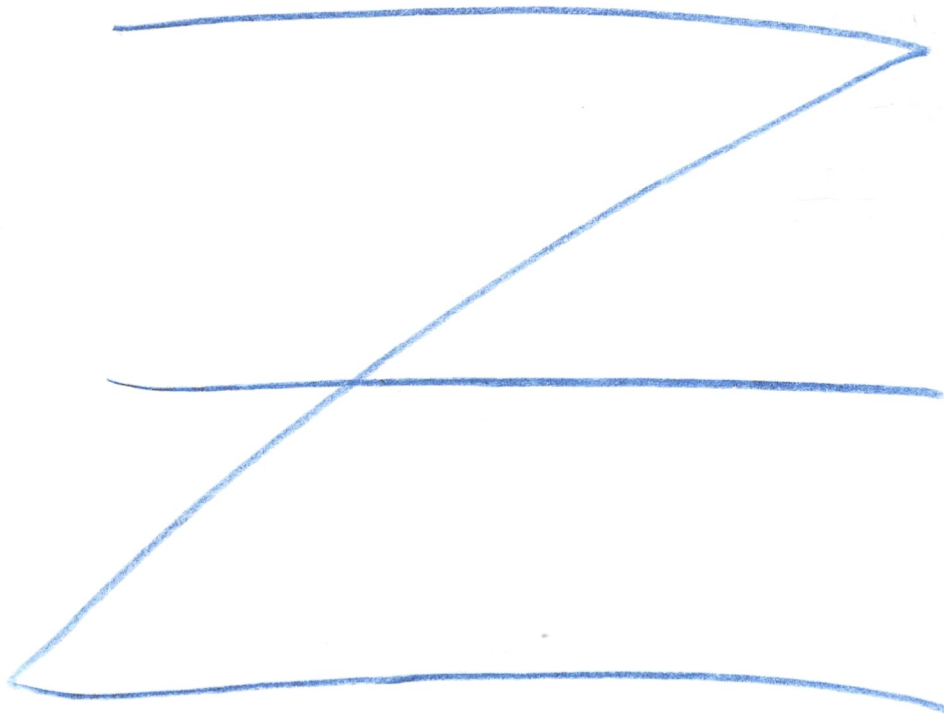
Чистовик

Задача 1

1. Обозначим один металл как X, другой — как Y. Тогда оксид будет иметь формулу $X_4Y_2O_4$, т.к. 4 в 2 раза больше 2 и ~~коэф-~~ коэффициенты у металлов равны. $M(X_4Y_2O_4) = \frac{4M(O)}{\omega(O)} =$
 $= \frac{4 \cdot 16}{0,1975} = 324 \frac{г}{моль}$. $M(X) + M(Y) = 324 - 4 \cdot 16 = 260 \frac{г}{моль}$. Среди металлов

V группы с молярной массой меньше $260 \frac{г}{моль}$ есть V, Nb, Ta и Bi. Т.к. $M(X) + M(Y) = 260 \frac{г}{моль}$, то X и Y — это V и Bi, $51 + 209 = 260 \frac{г}{моль}$. Формула вещества — $BiVO_4$. + 5

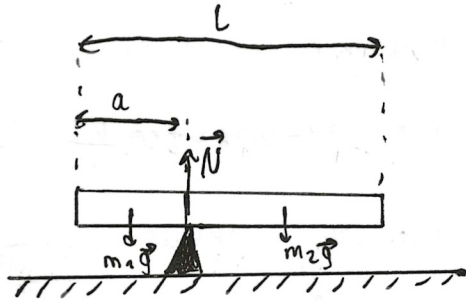
2. Полуреакция: $H_2O - e^- \rightarrow H^+ + OH^-$. Т.к. вода в этой полуреакции окисляется, то она происходит на аноде, т.к. на аноде происходит окисление, а на катоде — восстановление.



Четовик

Задача 2

Обозначим площадь сечения стержня как S . Тогда $m_1 = \rho_1 a S$, $m_2 = \rho_2 S(l-a)$.



II закон Ньютона: $0 = m_1 \vec{g} + m_2 \vec{g} + \vec{N}$
 $0 = m_1 g + m_2 g - N$
 $N = m_1 g + m_2 g$

III. к. установившееся равновесие, то моменты сил равны.

$$m_1 g \cdot \frac{a}{2} = m_2 g \cdot \frac{l-a}{2}$$

$$\rho_1 a S \cdot g \cdot \frac{a}{2} = \rho_2 S \cdot (l-a) \cdot g \cdot \frac{l-a}{2}$$

$$\rho_1 a^2 = \rho_2 (l-a)^2$$

$$\rho_2 = \rho_1 \cdot \frac{a^2}{(l-a)^2}$$

Ответ: $\rho_2 = \frac{\rho_1 a^2}{(l-a)^2}$.

(8)

Чистовик

Задача 31. Бактерии. $+/-$ 2. Субстрат — ~~глюкоза~~ лактоза, $C_6H_{12}O_6$. $+$ Продукт — молочная кислота. $+$ 4. Данный процесс происходит в клетках мышеч. $+$ 5. Продукт — $C_6H_{12}O_7$. $M(C_6H_{12}O_7) = 180 + 16 = 196 \frac{г}{моль}$

$$V(C_6H_{12}O_7)_{max} = V(C_6H_{12}O_6) = 3 \text{ моль}$$

$$V(C_6H_{12}O_7)_{факт} = \frac{m(C_6H_{12}O_7)}{M(C_6H_{12}O_7)} = \frac{432}{196} = 2,204 \text{ моль}$$

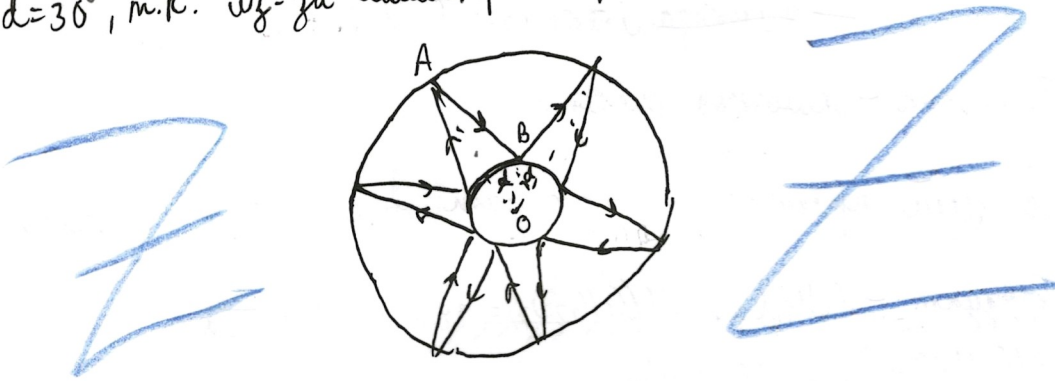
$$\eta_{факт} = \frac{V(C_6H_{12}O_7)_{факт}}{V(C_6H_{12}O_7)_{max}} = \frac{2,204}{3} = 0,7347 = 73,47\%$$

Задача 5

Микстовик

1. Найти угол падения света при его отражении от ~~внутренней~~ и внешней стенок.

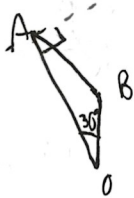
$\angle d = 30^\circ$, т.к. из-за симметрии $12 \angle d = 360^\circ$.



Рассмотрим $\triangle OAB$. По условию $\frac{AO}{BO} = k = 2$. По т. синусов

~~sin~~

нев. сферы



$$\frac{AB}{\sin \angle AOB} = \frac{OB}{\sin \angle OAB} \Rightarrow \sin \angle OAB = \sin \angle AOB$$

По т. косинусов $AB^2 = OB^2 + OA^2 - 2 \cdot OB \cdot$

$$OA \cdot \cos \angle AOB; AB^2 = 5OB^2 - 4OB^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2};$$

$$AB = OB \cdot \sqrt{5 - 2\sqrt{3}}$$

По т. синусов $\frac{AB}{\sin \angle AOB} = \frac{OB}{\sin \angle OAB} \Rightarrow \sin \angle OAB = \frac{OB \sin \angle AOB}{AB} = \frac{\sin 30^\circ}{\sqrt{5 - 2\sqrt{3}}} = \frac{1}{2\sqrt{5 - 2\sqrt{3}}}$

$\angle OAB = \arcsin \frac{1}{2\sqrt{5 - 2\sqrt{3}}} = 23,8^\circ$ — угол падения света на внешнюю

стенку, из-за симметрии он один и тот же. Луч не может выйти из слоя, преломившись, если он ~~будет~~ наклонен в более оптически плотной среде (с большим показателем преломления) и ~~следует~~ угол падения $\leq \frac{1}{n}$.

$\sin \angle OAB \leq \frac{1}{n}; \frac{1}{2\sqrt{5 - 2\sqrt{3}}} \leq \frac{1}{n} \Rightarrow n \geq 2\sqrt{5 - 2\sqrt{3}} \Rightarrow n_{\min} = 2\sqrt{5 - 2\sqrt{3}} = 2,479$ (+)

2. В этом случае $\sin \angle OAB = \frac{1}{n_{\min}}$, где $n_{\min} = \frac{n}{n_{\text{возд}}} \Rightarrow$

$n_{\min} = n_{\text{возд}} \cdot 2\sqrt{5 - 2\sqrt{3}} = 1,33 \cdot 2\sqrt{5 - 2\sqrt{3}} = 3,297$ (+)

Ответ: 1) 2,479; 2) 3,297. +

Задача 6

Чистовик

$$1. \nu(\text{KMnO}_4) = \frac{m(\text{KMnO}_4)}{M(\text{KMnO}_4)} = \frac{3}{39+55+4 \cdot 16} = 1,899 \cdot 10^{-2} \text{ моль} \approx 2 \cdot 10^{-2} \text{ моль}$$

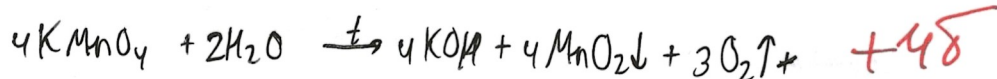
$$c(\text{KMnO}_4) = \frac{\nu(\text{KMnO}_4)}{V_{\text{р-р}}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0,5} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ М} \quad +25$$

$$\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{10}{64+96+5 \cdot 18} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ моль}$$

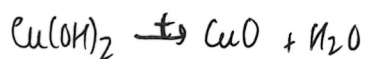
$$c(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{V_{\text{р-р}}} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{0,5} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ М} \quad +25$$

Мольное соотношение компонентов в растворе: $\nu(\text{KMnO}_4) : \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 1:2$. +25

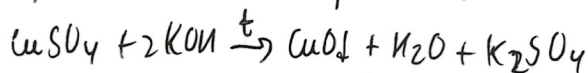
2. При нагревании перманганата калия происходит окисление воды. Т.е. реакция среды не сильно кислая, при небольшом изменении pH вследствие гидролиза Cu^{2+} , но продуктов восстановления KMnO_4 будет MnO_2 .



Раствор подщелачивается вследствие образования OH^- .



При нагревании раствора CuSO_4 происходит реакция:



4. Твёрдая смесь состоит из MnO_2 и CuO , т.е. именно они окисляются. Суммарная реакция: $4\text{KMnO}_4 + 2\text{CuSO}_4 \xrightarrow{t} 2\text{CuO}\downarrow + 4\text{MnO}_2\downarrow + 3\text{O}_2\uparrow + 2\text{K}_2\text{SO}_4$.

MnO_2 образуется в 2 раза больше, чем CuO , по кол-ву веществ, т.е. KMnO_4 взят в недостатке и поэтому не весь CuSO_4 будет в растворе.

Задача 8

Чистые

Введём обозначения для аллелей. Назовём генов и форма тела как у диких свинок — доминантные признаки.

A — есть пятаки

a — нет пятаков

B — форма тела как у диких свинок

b — форма тела как у домашних свинок

Генотип местных свинок — AABBB

Генотип привезённых свинок — aabb

~~14 поросят — AABBB AaBB~~ Генотип родителей — AaBb

Р₁ AABBB × aabb

G₁ (AB) (ab)

F₁ AaBb

↑
родители

P₂ AaBb × AaBb

G₂ (AB) (ab) (AB) (ab)
(aB) (Ab) (aB) (Ab)

F₂ AABBB }
AABBB } 14 поросят
AaBB }
AABb }

aaBB — 4 поросят

aaBB } — 1 поросёнок
aaBB }

AaBB } — 1 поросёнок
AaBB }

Чистовик

Задача 8

Гаметы АВ и аВ образуется вследствие кроссинговера, их поровну. Гамет АВ и аВ тоже поровну.

Поросят с генотипом ААВВ столько же, сколько и с аавв, т.е. 4 поросятка. С генотипом АаВВ в 2 раза больше, чем с ААВВ, т.е. 8 поросят. П.к. гамет АВ и аВ поровну, но пороят с АаВВ и ААВВ поровну, т.е. по 1.

Пусть x - доля гамет АВ, а y - доля гамет аВ. $x+y=0,5$.

Вероятность генотипа ААВВ равна x^2 , а генотипа АаВВ - $2xy$. П.к. генотипа ААВВ в 4 раза больше, чем АаВВ,

то $x^2 = 4 \cdot 2xy$; $x^2 = 8xy$; $y = \frac{1}{8}x$; $x = \frac{8}{9} \cdot 0,5 = \frac{4}{9}$, $y = \frac{1}{9} \cdot 0,5 = \frac{1}{18}$.

Вероятность кроссинговера равна $\frac{4}{0,5} = \frac{1}{9} = 11,11\% \Rightarrow$

$\Rightarrow$ расстояние между генами равно 11,11 сантиморганов. ≈ 11 сантиморганов.

Ответ: ~~11,11 сантиморганов~~ 11 сантиморганов.

Читовик

Задача 4

1. Конденсация происходит на гибридном покрытии.

Т.к. конденсация идёт на поверхности не уже 100 нм, то она может происходить только на поверхности размером $L \times w$. Лента представляет собой прямоугольный параллелепипед $\Rightarrow$ поверхностей $L \times w$ две. К.с. гибридное покрытие занимает только половину длины кристалла, то площадь, на которой конденсируется вода, равна $L \times w$ для одного кристалла. Для N кристаллов общая площадь конденсации воды равна $N \cdot L \cdot w$. Масса 250 мг воды равна 250 г. Площадь, на которой происходит конденсация воды $S = N \cdot L \cdot w = 30 \cdot 30 \cdot 10^{-1} \cdot 350 \cdot 10^{-4} = 3,15 \text{ см}^2$. Время $t =$

$$= \frac{m}{\rho \cdot S} = \frac{250}{8 \cdot 3,15} = 9,92 \text{ с.}$$
2. Площадь поверхности кристалла равна $2 \cdot (L \cdot w + w \cdot d + L \cdot d)$

Для поверхности кристалла, участвующей в конденсации воды, равна $\frac{L \cdot w}{2 \cdot (L \cdot w + w \cdot d + L \cdot d)} = \frac{30 \cdot 350 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot (30 \cdot 350 \cdot 10^{-3} + 350 \cdot 50 \cdot 10^{-6} +$

$$\frac{30 \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot (30 \cdot 350 \cdot 10^{-3} + 350 \cdot 50 \cdot 10^{-6} + 30 \cdot 50 \cdot 10^{-3})} = 0,4369 = 43,69\%$$

Ответ: 1) 9,92 с; 2) 43,69%.

Числовик

Задача 7

1. У этого многогранника $6 \cdot 4 = 24$ грани
 ~~$6 \cdot 4 + 2 = 26$ граней.~~



- 1 тип - параллелепипед, 12 штук
- + 2 тип - прямоугольники, 6 штук
- + 3 тип - прямоугольники, 6 штук
- + 4 тип - маленькие шестиугольники сверху и снизу, 2 штуки, это дырки.

18

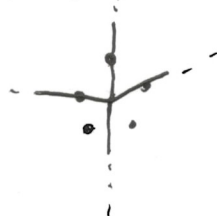
Рёбра - $9 \cdot 6 = 54$.

Вершины - $5 \cdot 6 = 30$.

Получен может быть комбинацией ^{правильно} 20-гранника и правильной шестиугольной призмы. + 0,5

2. В молекуле C_{960} атомов углерода. 38

3. В местах склейки светло-серые многоугольники превращаются в пятиугольники, при вершинах которых на рёбрах, а две - на гранях.

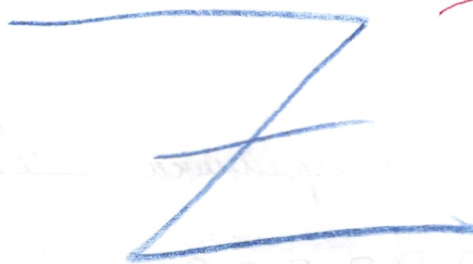


25

Тёмно-серые ^{много} ~~многоугольники~~ остаются ^{если} ~~многоугольниками~~ в местах склейки, если они не около верха или низа. Они не моются.

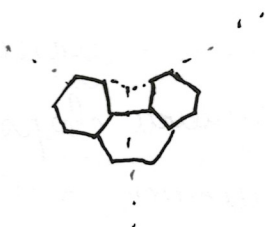
Четовек

Задача 7

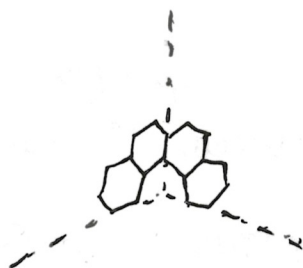


Верхние темно-серые многоугольники ~~пересекать~~ были
многоугольниками ставятся параллельно, а нижние
- пятиугольниками.

Сверху:



Снизу:



Светло-серых многоугольников - 12. + 0.5

Темно-серых многоугольников - 18. -

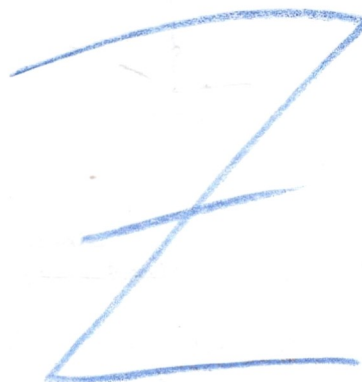
4. Нужно считать только белые шестиугольники. Ис:

 и  - по 11

 - по 41

 - по 13

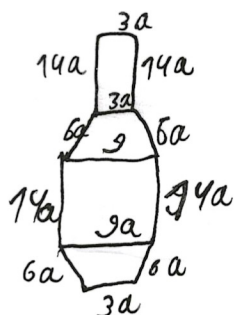
Всего 456, 26



Четовик

Задача 7

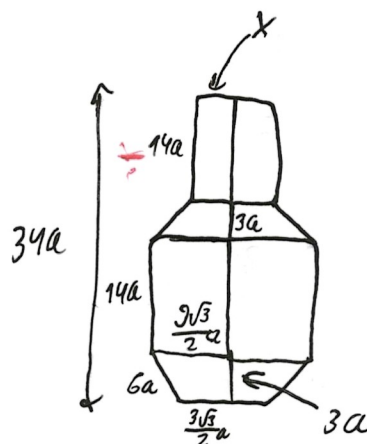
5. Найдём длину ребра a .



Сфера будет проходить через 6 верхних и 6 нижних вершин, т.к. фигура симметрична относительно центра.

Вид сверху:

Проекции:



Высота фигуры — $14a \cdot 2 + 3a \cdot 2 = 34a$

Радиус сферы равен $\sqrt{7^2 a^2 + 3^2 a^2} = a \sqrt{298}$ $\Rightarrow$ диаметр сферы равен

$$a \cdot \frac{\sqrt{298}}{2} = 0,14 \cdot \frac{\sqrt{298}}{2} = 1,208 \text{ км}$$

$$a \cdot 2\sqrt{298} = 0,14 \cdot 2 \cdot \sqrt{298} = 4,839 \text{ км}$$

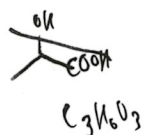
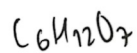


$$x = 3a \sin 60^\circ = \frac{3\sqrt{3}}{2} a$$



28

Черныш



$$12 + 15 \cdot 12 + 16 \cdot 12 + 15 \cdot 6 \cdot 6 + 4 \cdot 12$$



$$- 9 + 4 \cdot \frac{1}{2} = 11$$

3
2
3
2
3
2
3
2
3
2
3
2
3



$$- 16 \cdot \frac{1}{2} + 33 = 41$$



$$- 12 \cdot \frac{1}{2} + 3 = 13$$

