0 650693 190009

65-06-93-19
(46.2)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

+1 лист

Вариант 4

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по высоким технологиям
профиль олимпиады

Зарецковой Эмилии Алексеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«13» марта 2026 года

Подпись участника

65-06-93-19
(46.2)

Задача 1

чистовик

0.5

Найду производительность налива емкости:

$p = \frac{V}{t} = \frac{100}{25} = 72$ (л/мин).

Но если заполнять долго открытое отверстие, то

сольется из емкости: $V' = V + \Delta V$, где ΔV приходит объем из отверстия.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
0.5	2	12	2	2	5	5	8	6	4	7	0	47,5

66

См. далее

Чистовик

Задача 5. разделю участок м-РНК на триплеты:

1) AGU GAU CCA CGU GCU UUA AAG (с РНК)

Ser Asp Pro ~~Ala~~Arg Ala Leu Lys — что получено на РНК надо переворачивать

осн. к-та

Т.е. пепт. ~~N Ser-Asp-Pro-Arg-Ala-Leu-Lys C~~ — т.к. РНК и ДНК антипараллельны

N-конец Lys-Leu-Ala-Arg-Pro-Asp-Ser — C-кон.

2) Заряд у каждой аминокислоты: Ser 0 (R есть -OH гр, но она влияет незначит. степень)

Asp −1 (R есть COOH)

Pro 0 (R- алифатический)

Arg +1 (если учитывать протонирование 1 азота из 3-х в составе хвоста Ak)

Ala 0 (в R алифатика)

Leu 0 (в R алифат. хвост)

Lys +1 (на конце в R есть NH_2 гр.)

(NH и C концы, нейтрализуют друг друга)

Значит суммарный заряд: +1 (относительно с погрешностью)

Задача 7

1) Выделяется газ H_2 $n(H_2) = \frac{7,95}{22,4} = 0,355$ (моль). Me = металл

При этом растворяются оба Me (нет тв. остатка)

~~Пусть в составе сплава входят металлы A и B, тогда~~

При сгорании образовались оксиды, приведённые

$n(O) = \frac{17,18-12,5}{16} = 0,355$ (моль)

Т.к. $n(H_2)$ и $n(O)$ совпадают, то ~~эти~~ металлы переходят в одинаковые степени ок-ия в каждом эксперименте (при расчёте на 1 eq металлов)

Т.к. металлы проявляют амфотерные св-ва, то из III периода подходит Al +

А из IV подходящий пример — Zn. +

Пусть в смеси x моль Al и y моль Zn, значит составим ур-ия:

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

65-06-93-19 (46.2)

$$\begin{cases} \frac{3}{2}x + \overset{\text{искомых}}{y} = 0{,}35 \\ 27x + 65y = 12{,}5 \end{cases}$$

($\frac{3}{2}$ и 1 коэф. из ур-ий реакций с переходом у Al на 3ē, водорода на 2ē и у Zn на 2ē ⇒ у x коэф $\frac{3}{2}$, а у y $\frac{2}{2} = 1$.)

$x = 0{,}15$ моль +

$y = 0{,}13$ моль +

$x, y > 0$ ⇒ мое предположение подходит.

2) $m(Al) = 27 \cdot 0{,}15 = 4{,}05$ (г)

$m(Zn) = 65 \cdot 0{,}13 = 8{,}45$ (г)

$\boxed{\text{* если нужно р-ие на 1-й стр. черновика}}$

$\omega(Al) = \frac{4{,}05}{12{,}5} \cdot 100\% = 32{,}4\%$ +

$\omega(Zn) = \frac{8{,}45}{12{,}5} \cdot 100\% = 67{,}6\%$ +

+ 5 Ив

Задача 8

1) $3Co_2(CO)_8 \to 2Co_3O_4 + 16CO$ +

$Fe(CO)_5 \to Fe + 5CO$ +

$SmCl_3 + 3Na \xrightarrow{t} Sm + 3NaCl$ +

$MgCl_2 + 2FeCl_3 + 8NaOH \xrightarrow{t} MgFe_2O_4 + 4H_2O + 8NaCl$ +

8

На всякий случай обоснование для р-ии 3:
магнитные св-ва проявляются у в-в, когда у них ~~тоже~~ в простых частицах есть неспаренные ē. В случае самария (0) это верно, а также, по крайней мере ранее точно, Na металлический исп. как восст. для получения металлов I группы.

Задача 9

В наборе есть Fe^{+2} и Fe^{+3}, за счёт можно провести обр. комплекса с синим цветом.
Fe^{+3} – устойчивая форма железа в р-ре, поэтому при действии на него OX ничего не будет происходить (без выпаривания и т.д.).
NaCoOH позволит отличить Fe^{+2}, переходящего в Fe^{+3} так же в составе кровяной соли, только уже красной.

Для различения $Fe_2(SO_4)_3$ и $NH_4Fe(SO_4)_2$ можно исп. ~~щелочь~~: $RbOH$, вроди соответсвенным условиям доп. выделение газа NH_3 при ~~...~~, будет улавливание в р-ре, и появление резкого запаха. глазами

В этих 2х случаях выпадает осадок $Fe(OH)_3$.

Если суммировать: 1. сначала отделяем Na_2CrO_4 (в этой системе не будет обр. синего цвета)

2. Различаю щелочную кровяную соль, используя хромата.

3. При добавлении щелочи в одной из ост. склянок активно выделение газа, доп. можно исп. водяную баню для более быстрой р-ции. (В идеале нужна универс. индикатор на NH_3)

<u>Р-ции:</u> 1. $3K_4[Fe(CN)_6] + Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow 2KFe[Fe(CN)_6] + 3K_2SO_4$

2. $2K_4[Fe(CN)_6] + 2NH_4Fe(SO_4)_2 \rightarrow 2KFe[Fe(CN)_6] + (NH_4)_2SO_4 + 3K_2SO_4$

<u>Примечание по поводу этих р-ций:</u>

$KFe[Fe(CN)_6]$ действительно образуется на первых порах, + этот комплекс имеет ярко синий. (турнбулева синь / берлинская лазурь)

3. $3K_4[Fe(CN)_6] + Na_2CrO_4 + 4H_2O \rightarrow 3K_3[Fe(CN)_6] + Cr(OH)_3\downarrow + 2NaOH + 3KOH$

Образуется красный р-р, а внизу осадок (из-за действия кр. цвета он будет темным)

4. $Fe_2(SO_4)_3 + 6RbOH \rightarrow 3Rb_2(SO_4) + 2Fe(OH)_3\downarrow$

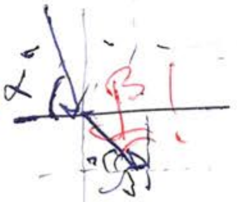
5. $NH_4Fe(SO_4)_2 + 4RbOH \rightarrow NH_3\uparrow + Fe(OH)_3\downarrow + 2Rb_2SO_4 + H_2O$

Выпадение бурого осадка, а в последней р-ции выделение NH_3.

65-06-93-19 (46.2)

Задача 2. чистовик

1) Представлю камень в др. виде.



более плотная среда $n_1 = 1,...$

менее плотная среда – воздух; $n_2 = 1$.

почему это α?

зададим новые углы: $\gamma = 90 - \alpha$

$\delta = 90 - \beta$, тогда

, справедливо, что $\frac{\sin\gamma}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{n_1}$

тогда $\sin\gamma = \frac{\sin\beta}{n_1} = 0{,}2086$.

$\gamma = \arcsin\gamma = 12{,}05^\circ$

$\alpha = 77{,}94^\circ$

1б

2) Случай 2:

, т.к. луч должен идти вдоль границы раздела

Этого можно достичь при ~~меньшем~~ большем угле α,

Зато ~~такое~~ отклонение луча может происходить без значительных потерь,

ведь при еще ~~меньшем~~ большем угле α достигается эффект полного внутреннего отражения.

1б

Задача 4 меньшая

~~т.к.~~ т.к. высота мал. дисков $= 0{,}1h$, то,

$h - 2x = 0{,}8h$ — высота меньшего ~~диска~~ шара.

$y = 0{,}6d$, значит

~~Нужный~~ Реальный в формуле: $\pi \frac{d^2}{4} \cdot h - 2 \cdot \pi \frac{y^2}{4} \cdot x$

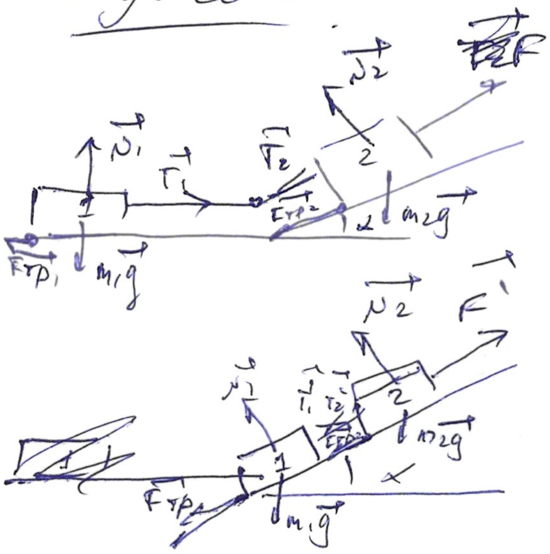
$= \frac{\pi d^2 h}{4} - \frac{\pi y^2 x}{2} = \frac{\pi d^2 h}{4} - \frac{2\pi \cdot 0{,}36d^2 \cdot 0{,}1h}{4} =$

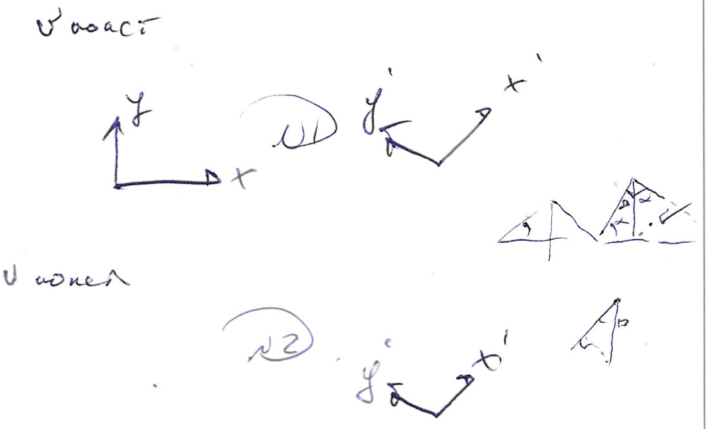
$= \frac{\pi d^2 h}{4}\left(1 - 2 \cdot 0{,}36 \cdot 0{,}1\right) = \frac{0{,}928\,\pi d^2 h}{4}$.

65-06-93-19 (46.2)

Задача 3

Черновик





Запишу II закон Ньютона для случая №1

$v = const \Rightarrow a = 0$

Для гр. 1 Ox: $m_1 0 = T_1 - F_{тр\,1}$

Oy: $0 = N_1 - mg$.

Подразумевается, что груз прос легкий и прочный, то

$T_1 = T_2 = T = const$ (легкая ≡ невесомая)
гр. 1 груз 2.

и

$a_1 = a_2 = a = const$ (прочная ≡ нерастяжимая)
гр. 1 гр. 2.

$F_{тр} = \mu N$, значит

гр. 1: Oy: $N_1 = m_1 g$

Ox: $T = F_{тр\,1} = \mu m_1 g$

Аналогично для гр. 2: Ox': $0 = T_2 - F_{тр\,2} - m_2 g\sin\alpha$ $\Leftrightarrow$ ~~$T = \mu m_2 g\cos\alpha$~~

Oy': $0 = N_2 - m_2 g\cdot\cos\alpha$

~~$T = \mu m_2 g\cos\alpha$~~

$T = m_2 g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$.

Для случая 2:

груз 1. Ox': $T_1' = F_{тр} + m_1 g\sin\alpha$ $\Rightarrow T_1' = m_1 g$

Oy': $N_1' = m_1 g\cos\alpha$

Получаю новую систему: $\begin{cases} T = \mu m_1 g \\ T = m_2 g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) \end{cases}$, т.о.

$\mu m_1 g = m_2 g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$.

~~$\mu = \frac{\dots}{m_1 - m_2\cos\alpha}$~~ $\mu m_1 - m_2\cos\alpha\,\mu = m_2\sin\alpha$

$\mu = \frac{m_2\sin\alpha}{m_1 - m_2\cos\alpha} = \frac{100\cdot 1/2}{200 - 100\cdot\sqrt{3}/2} = 0{,}44$

1) Закону II з. Ньютона для каждого из ~~случаев~~ участвыи, для каждого груза

С учетом того, что нить легкий и прочный, следует

$T_1 = T_2 = T = const$ (легкий ≡ невесомой) — концы каждого из гр.

$a_1 = a_2 = a = const$ (прочный ≡ нерастяжимая)

Случай 1

$v = const \Rightarrow a = 0$

Для гр 1 $\begin{cases} Ox: 0 = T - F_{тр_1} \\ Oy: 0 = N_1 - m_1 g \end{cases}$

$F_{тр_i} = \mu N_i \Rightarrow T = \mu m_1 g$, как решение системы, (1)

Для гр 2: $\begin{cases} Ox': 0 = F - T - m_2 g \sin\alpha - F_{тр_2} \\ Oy': 0 = N_2 - m_2 g \cos\alpha \end{cases}$

$T = F - m_2 g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$ (2)

Случай 2:

Для гр 1: $\begin{cases} Ox': 0 = T' - F_{тр_1} - m_1 g \sin\alpha \\ Oy': 0 = N_1' - m_1 g \cos\alpha \end{cases}$

$T' = m_1 g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$. (3)

Для гр 2: $\begin{cases} Ox': 0 = 2F - T' - m_2 g \sin\alpha - F_{тр_2} \\ Oy': 0 = N_2 - m_2 g \cos\alpha \end{cases}$

$T' = 2F - m_2 g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$. (4)

Составлю новую систему из случаев 1 и 2 соответственно (ур-ия (1-2)) (ур-ия 3-4)

$\begin{cases} \mu m_1 g = F - m_2 g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \\ m_1 g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) = 2F - m_2 g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \end{cases}$

Черновик

$$\begin{cases} F = g(\mu m_1 + m_2(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)) \\ F = \dfrac{g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)(m_1+m_2)}{2} \end{cases}, \text{ тогда}$$

$$\mu m_1 + m_2(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = \frac{(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)(m_1+m_2)}{2}.$$

~~$\mu(2m_1 + 2m_2\cos\alpha - \cos\alpha) + 2m_2\sin\alpha =$~~

$$2\mu(m_1 + m_2\cos\alpha) + 2m_2\sin\alpha = \sin\alpha(m_1+m_2) + \cos\alpha(m_1+m_2)\mu.$$

$$\mu = \frac{\sin\alpha(m_1+m_2) - 2m_2\sin\alpha}{2m_1 + 2m_2\cos\alpha - \cos\alpha(m_1+m_2)} = \frac{\frac{1}{2}(200+100) - 2\cdot 100\cdot\frac{1}{2}}{2\cdot 200 + 2\cdot 100\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}(200+100)}$$

$$\mu = 0{,}1595$$ +

г) ~~Сравню ур-ие (1) и~~

Из ур-ия (1) $T = \mu m_1 g = 0{,}1595\cdot 200\cdot 10 = 319$ (Н).

из ур-ия (3): $T' = m_1 g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha) = 200\cdot 10\cdot(0{,}1595\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2})$

$= 1276$ (Н). +

Соответсвенно $T < T'$.

$\Delta T \approx 957$ (Н)

Задача 10

1) Можно решить „в лоб":

n	число каналов
1	5
2	$5\cdot 2$
3	$5\cdot 2\cdot 2$
⋮	
9	$5\cdot 2\cdot(9-1)$
⋮	
k	$5\cdot 2\cdot(k-1)$

$n_9 = 5\cdot 2\cdot 8 = 80.$

2) $d_1 = 1200$ ~~км~~

Значит:

Иисович

Номер п	d канал
1	1200
2	$\frac{1200}{\sqrt{2}}$
3	$\frac{1200}{(\sqrt{2})^2}$
…	…
m	$\frac{1200}{(\sqrt{2})^{m-1}}$

Т.к задано, что $d_m = 20$, то

$$\frac{1200}{(\sqrt{2})^{m-1}} = 20 \text{ (как и рейтинг серий)}$$

$m = 12{,}81\ldots$ Нужно округлить в большую сторону $\Rightarrow$

+2

$m = 13$

$\cancel{((m-1)\log_{\sqrt{2}}\sqrt{2} = \log_{\sqrt{2}}20}$

$$m = \cancel{\frac{1}{\log_{\sqrt{2}}20} - 1}$$

в др. вид

$$20(\sqrt{2})^{m-1} = 1200$$

$$\sqrt{2}^{\,m-1} = \frac{1200}{20}$$

$$(m-1)\log_{\sqrt{2}}\sqrt{2} = \log_{\sqrt{2}}60$$

$$m = \log_{\sqrt{2}}60 + 1 = 12{,}81\ldots$$

3) $V_{канал} = \pi r_n^2 \cdot l_n = \pi \frac{d_n^2}{4} l_n$.

Значит $V_{\Sigma g} = V_1 + V_2 \ldots + V_9$.

$$V_{\Sigma g} = \frac{\pi}{4}\left(5\cdot d_1^2 \cdot 10^{-6} \cdot l_1 + 5\cdot 2\cdot \left(\frac{d_1}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}9 l_1 + 5\cdot 2\cdot 2\cdot \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}9^2 l_1 \ldots\right)$$

$\cancel{+5\cdot 2^3 d}$

$\boxed{\begin{aligned} \text{микро} &= 10^{-6} \\ \text{нано} &= 10^{-9} \end{aligned}}$

$$V_{\Sigma g} = \frac{\pi}{4}\left(5 d_1^2 \cdot 10^{-6} l_1 + 5\cdot d_1^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}9\, l_1 + \ldots + 5 d_1^2 \cdot 10^{-6} (0{,}9)^{9-1} l_1\right)$$

$$V_{\Sigma g} = \frac{\pi}{4} 5 d_1^2 \cdot 10^{-6} l_1 \left(1 + 0{,}9 + 0{,}9^2 + \ldots + 0{,}9^8\right)$$

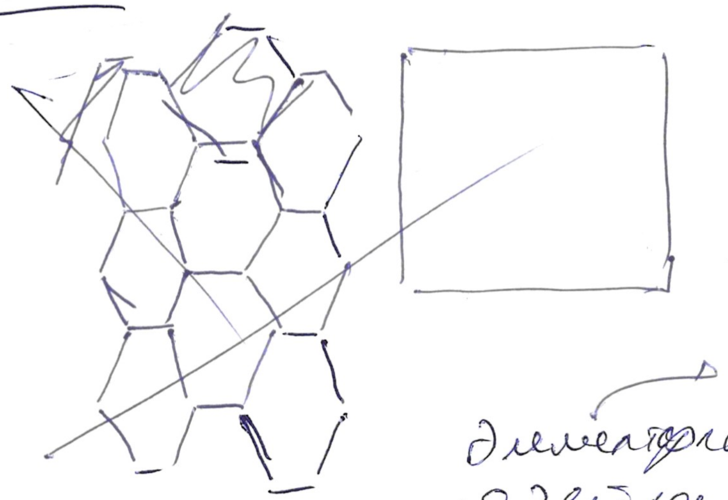
+2

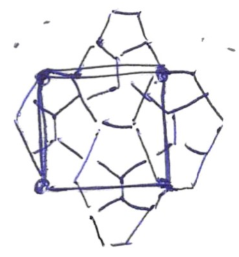
$$V_{\Sigma g} = \frac{\pi}{4}\cdot 5 d_1^2 \cdot 10^{-6} \cdot l_1 \cdot 6{,}126 = \frac{3{,}14}{4}\cdot 5 \cdot (1200)^2 \cdot 10^{-6} \cdot 300 = 10306{,}9 \text{ мкм}^3.$$

a) $S_{канал} = \cancel{\pi R}\, \tau \cdot l_n$, где τ - длина окр.

$\lim\limits_{n\to 9} S_{total} =$

Задача 11 Глестовик

1) 



Элементарная ячейка

2) A: 8 (крайних) + 8 внутри, ~~[illegible]~~ 12 шт.

A и ~~[illegible]~~ их внутри = 4 шт.

ребра: 2 шт + 14 шт внутр. = 16 шт
крайн

A на ячейку: B $\frac{6}{3} + 6 = 8$.

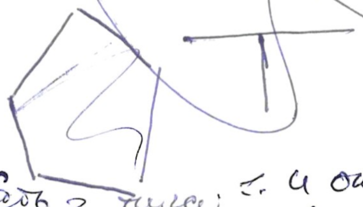
A = 4.

ребра: $2 \cdot \frac{1}{2} + 14 = 15$ шт.

3) Лист графен построен из одинаковых пятиугольников,
=> $2A + 3B = (5-2) \cdot 180 = 540$.
видов углов

При этом заметим, что A A 2 угла A создают прямую,
=> $A = 90^\circ$ +1
$B = 120^\circ$. ($\frac{360}{3}$)

4) Есть 3 типа ребра: 1. к-рые около ∠A [illegible]
2. которые около ∠B (...)
3. которые около одного ∠B



Есть 2 типа: 1. и около ∠A = [illegible]
2. 1 [illegible] 2-го ∠A.

!!!

Задача 6 шестовик

~~Неудачные~~ Лисохи: 1) негорк (++) ↔ доверк и съедобно ~~съедоб~~/лист; и не верно, съедобно/лет

2) горк. −+

3) горк. −−

Варианты комбинаций генов:

AAAA ①

~~Aa Aa~~ гетеро ② — AAAa, AAaa, Aaaa } горк −+

aaaa ③

1,3 — гомо

Негорк. гомо ① ⇒ $p^4 = 1 - 0{,}9744 = \frac{16}{25}$

$p = \frac{2}{5}$, где p – доминантно "безгорьк." гене. ⇒ q – рецессивн., соотв.

$q = \frac{3}{5}$

По-верк: $p^4 + 4p^3q + 6p^2q^2 + 4pq^3 + q^4 = 1 = (p+q)^4$ – по биному Ньютона

Верно, значит действительно такое распределение в гене.

Отсюда: распространенность:

негорьких ++ : $p^4 = 0{,}0256$.

горькие −+ : $4p^3q + 6p^2q^2 + 4pq^3 = 1 - p^4 - q^4 = 0{,}8448$

горькие −− : $q^4 = 0{,}1296$

Черновик

$Al + NaOH \rightarrow Na[Al(OH)] + H_2$

~~$2Al + 2NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4] \; \frac{3}{2}H_2 + H_2O$~~

$2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$ ✓

$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$ ✓ ~~$2Al + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Al_2O_3$~~

$\frac{3}{2}x$ и $\frac{3}{4}x$

$$\begin{cases} \frac{3}{2}x + y = 0{,}355 \\ 27x + 65y = 12{,}5 \end{cases}$$

$Zn + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$ ✓

$Zn + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow ZnO$ ✓

y

$V_1 = 5 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} l_1 \cdot 10^{-6} + 5 \cdot 2 + {}''$

$6K_4Fe(CN)_6 + 2Na_2CrO_4 + 8H_2O \rightarrow 6K_3Fe(CN)_6 + 2Cr(OH)_3 + 4NaOH + 6KOH$

1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1

Черновик

$S = \pi R^2 = \pi \frac{d^2}{4}$

$V' = V + \Delta V = 100 + \frac{\pi d^2}{4} \cdot h$

$p' = \frac{V}{\tau} = \frac{180}{\tau}$

$p' = 72$

$p = 72 = \frac{100 + \frac{\pi d^2}{4} \cdot h}{\tau}$

Не проверять

α β

α β

α β

1 ~~2~~ 3 4 ~~5~~ 6 7 8 9 10 11 12

1 → 2 16б ; 2б

2 → 3

4 С

$3\,Co_2(CO)_8 \to 2Co_3O_4 + 16CO + C$

№1. (1) $Ox: 0 = T - F_{тр}$ $T = \mu m_1 g$

$Oy: 0 = N - m_1 g$

(2) : $Ox': 0 = F - T - m_2 g \sin\alpha - F_{тр2}$ $T = F - m_2 g \sin\alpha - \mu m_2 g \cos\alpha$

$Oy': 0 = N_2 - m_2 g \cos\alpha$

$\boxed{T = \mu m g; = T = F - m_2 g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha).}$

№2. (1) $Ox': 0 = T' - F_{тр1}' - m_1 g \sin\alpha$ $T' = m_1 g(\mu \cos\alpha + \sin\alpha)$

$Oy': 0 = N_1 - m_1 g \cos\alpha$

(2) $Ox': 0 = 2F - T' - m_2 g \sin\alpha - F_{тр2}'$ $T_1' = 2F - m_2 g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

$Oy': 0 = N_2 - m_2 g \cos\alpha$