



26-21-71-00
(45.1)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения МОСКВА
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по ФИЗИКЕ
профиль олимпиады

НАУМЕНЯ АНДРЕЯ СТАНИСЛАВОВИЧА
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«05» МАРТА 2023 года

Подпись участника

Аруин

4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5
 92 | 18 | 20 | 20 | 20 | 14

Задача 1.1.

Числовик 1

Будем считать, что Башня состоит из маленьких кубиков со стороной $d\ell$.

Изначально в высоту в Башне было $\frac{H}{d\ell}$ кубиков. Изготавливая

копию, будем делать так, чтобы

каждому кубу ~~его~~ оригинала соответствовала кубик копии.

Тогда длина ребра каждого кубика копии будет равна $\frac{h}{H} d\ell$.

Масса ~~изначально~~ каждого кубика оригинала равна $\frac{M}{n} = \left(\frac{H}{n} d\ell\right)^3 \rho_1$ (n - общее кол-во кубиков).

Масса каждого кубика модели равна $\frac{m}{n} = \left(\frac{h}{H} \cdot d\ell\right)^3 \rho_2$

~~Масса копи~~

$$\frac{m}{M} = \frac{\left(\frac{h}{H} d\ell\right)^3 \rho_2}{(d\ell)^3 \rho_1}$$

$$m = \frac{h^3 \rho_2}{H^3 \rho_1} \cdot M$$

$$m = \frac{h^3 \cdot M}{3H^3} = 26942$$

Ответ: 26942

Знаем, что $3\rho_2 = \rho_1$

Так как $\theta \ll 100^\circ$ - температуры клямки, Чистовик 2
 Будем считать, что мощность
 теплообмена пропорциональна площади
 соприкосновения с окружающей
 средой на каждом маленьком
 участке. Разобьем на такие
 участки квадратной формы со
 стороной d большую кружки
 (площадь её соприкосновения с
 окр. средой). Если разбить
 на 8 одинаковых кружек, то
 если ~~какая-то~~ ~~объём~~ большой кружки V , то
 объём маленькой — $\frac{V}{8}$.

Пусть высота большой кружки — h ,
 а радиус ~~ее~~ внутр. сечения — R .
 Тогда $V = \pi R^2 h$

$\frac{V}{8} = \pi \left(\frac{R}{2}\right)^2 \left(\frac{h}{2}\right)$. В силу подобия
 кружек, ~~то~~ у маленьких
 высота и радиус будут в
 точности в 2 раза меньше, чем
 у большой. Поэтому, чтобы
 кол-во квадратов разбиения было
~~то~~ одинаково во всех кружках,
 в малых длина стороны квадрата
~~будет~~ ~~будет~~ $\frac{d}{2}$.

26-21-71-00
(45.1)

Задача 2.1 продолжение Числелик 3

$$\begin{cases} c m \Delta t = \tau_1 \int dP_i = \tau_1 \int ((dl)^2 \cdot d_i) \\ c \frac{m}{8} \Delta t = \tau_2 \int dP_i = \tau_2 \int \left(\frac{dl}{2}\right)^2 \cdot d_i \end{cases}$$

(c — удельная теплоёмкость газа, dP_i — мощность теплопотери ~~на~~ через i -ый квадратик, d_i — коэфф. пропорциональности для этого квадратика, m — общая масса газа, dP_i — мощность теплопотери через i -ый квадратик когда кружки маленькие; интеграл берём как суммирование по квадратам).

$$\delta = \frac{\tau_1}{\tau_2} \cdot \frac{\int ((dl)^2 \cdot d_i)}{\int \left(\frac{dl}{2}\right)^2 \cdot d_i} = \frac{\tau_1}{\tau_2} \cdot \frac{\int ((dl)^2 \cdot d_i)}{\frac{1}{4} \int ((dl)^2 \cdot d_i)}$$

$$\delta = \frac{\tau_1}{\tau_2} \cdot \frac{1}{\frac{1}{4}}$$

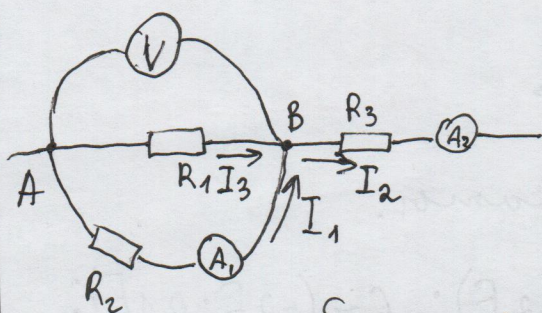
$$2\tau_2 = \tau_1$$

$$\tau_2 = \frac{\tau_1}{2} = 30 \text{ сек.}$$

Ответ: 30 сек.
P.S. т.к. 1°C по сравнению с 100°C — температурой конденсата ~~на~~ ~~мы~~ ~~можем~~ ~~деталь~~ ~~пренебрежение~~

Задача 3.1

По закону Ома для участка АВ:



$$R_2 = \frac{U}{I_1}$$

По правилу Кирхгофа для узла В:
~~Сумма~~ ~~в~~ ~~узле~~

$$I_1 + I_3 = I_2$$

$$I_3 = I_2 - I_1$$

По закону Ома для АВ:

$$R_1 = \frac{U}{I_3} = \frac{U}{I_2 - I_1}$$

Задача 3.1 продолжение. Чистовик

4

По закону Джоуля-Ленца

$$P_3 = I_2^2 R_3 = I_2^2 R_1 = \frac{I_2^2 \cdot U}{I_2 - I_1} = 17,28 \text{ Вт}$$

Ответ: $P_3 = 17,28 \text{ Вт}$

Задача 4.1.

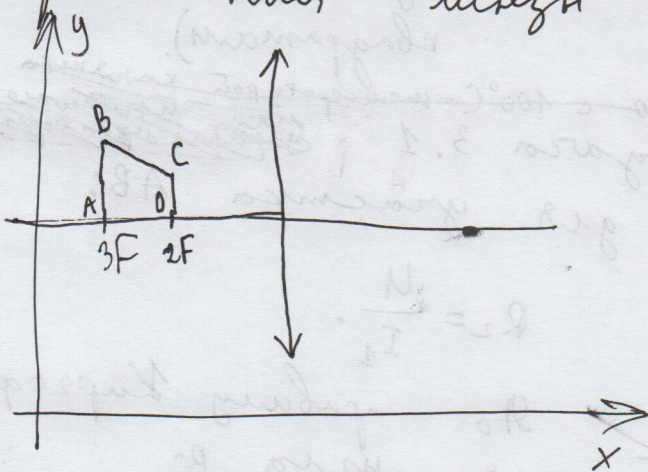
Судя по стрелочке вверху изображения линзы, она собирающая.

Введем систему координат:

ось x вдоль главной опт. оси,ось y вертикально вверх с

началом координат в точке

пересечения линзы и оси.



Изначально координаты:

$$A - (-3F; 0); \quad B - (-3F; 0, 2F); \quad C - (-2F; 0, 1F);$$

$$D - (-2F; 0).$$

~~Задача 5.1~~ Числовик 8

~~$S = 0,5 F \cdot 0,1 F = 0,05 F^2 = 20 \text{ см}^2$~~

~~Ответ: 20 см²~~

~~P.S. В условии не сказано, собирающая ли линза или рассеивающая.~~

~~Судя по рисунку она собирающая, решаем в этом предположении.~~

~~Задача 5.1~~

~~Запишем ЗСЭ. Над пробкой совершается работа со стороны силы тяжести и силы Архимеда. Над водой совершается работа со стороны силы тяжести~~

Запишем ЗСЭ. Преломляемость за счёт действия диссипативных сил. Они меняют кинетическую и/или потенциальную энергию тела, выделяя тепло, если совершают отрицательную работу. И в начале и в конце у системы не было кинетической энергии, поэтому изменение потенциальной энергии по модулю равно количеству выделяемого тепла.

Примем за 0 уровень

Задача 5.1 продолжение Чистовик 9
 кинетическую точку погруженной пробки (воду ниже уровня можно не учитывать).

Запишем равновесие ~~про~~ погруженной пробки:
 $\rho_0 g h_n \pi R^2 = h \pi r^2 \rho g$ (h_n - высота погруженной части пробки)

$$h_n = \frac{h \rho}{\rho_0}$$

Потому пусть потенциальные энергии воды и пробки в начале и в конце $E_{B1}, E_{B2}, E_{П1}, E_{П2}$

$$E_{B2} = \frac{h_n}{2} g \cdot (\rho_0 \cdot h_n (\pi R^2 - \pi r^2))$$

$$V_B = h_n (\pi R^2 - \pi r^2) \quad (V_B - \text{объем воды})$$

$$E_{B1} = \frac{V_B}{2 \pi R^2} \cdot g \cdot (\rho_0 \cdot h_n \cdot (\pi R^2 - \pi r^2))$$

$$E_{П1} = \left(\frac{h}{2} + H + \frac{V_B}{\pi R^2} \right) \cdot g \cdot h \cdot \pi r^2 \cdot \rho$$

$$E_{П2} = \frac{h}{2} \cdot g \cdot h \cdot \pi r^2 \cdot \rho$$

$$Q = E_{П1} + E_{B1} - E_{П2} - E_{B2} = \left(H + \frac{V_B}{\pi R^2} \right) g h \pi r^2 \rho -$$

$$- \left(\frac{h_n}{2} - \frac{h_n (\pi R^2 - \pi r^2)}{2 \pi R^2} \right) \cdot g \cdot \rho_0 \cdot h_n \cdot (\pi R^2 - \pi r^2) =$$

$$= \left(\left(H + \frac{h g (\pi R^2 - \pi r^2)}{\rho_0 \pi R^2} \right) r^2 - \frac{h g r^2}{\rho_0 \cdot 2 R^2} \cdot \cancel{\pi} \cdot \cancel{h} \cdot \cancel{g} \cdot (R^2 - r^2) \right) \cdot \pi g \rho r^2$$

$$= \left(\left(H + \frac{\rho}{\rho_0} h - \frac{\rho}{\rho_0} \cdot \frac{r^2}{R^2} h \right) r^2 - \frac{\rho}{\rho_0} \cdot h \cdot \frac{1}{2} \cdot r^2 + \frac{\rho}{\rho_0} \cdot \frac{r^4}{R^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot h \right) \cdot g \cdot h =$$

$$= \left(H r^2 + \frac{\rho h r^2}{2 \rho_0} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \right) \cdot g \cdot h =$$

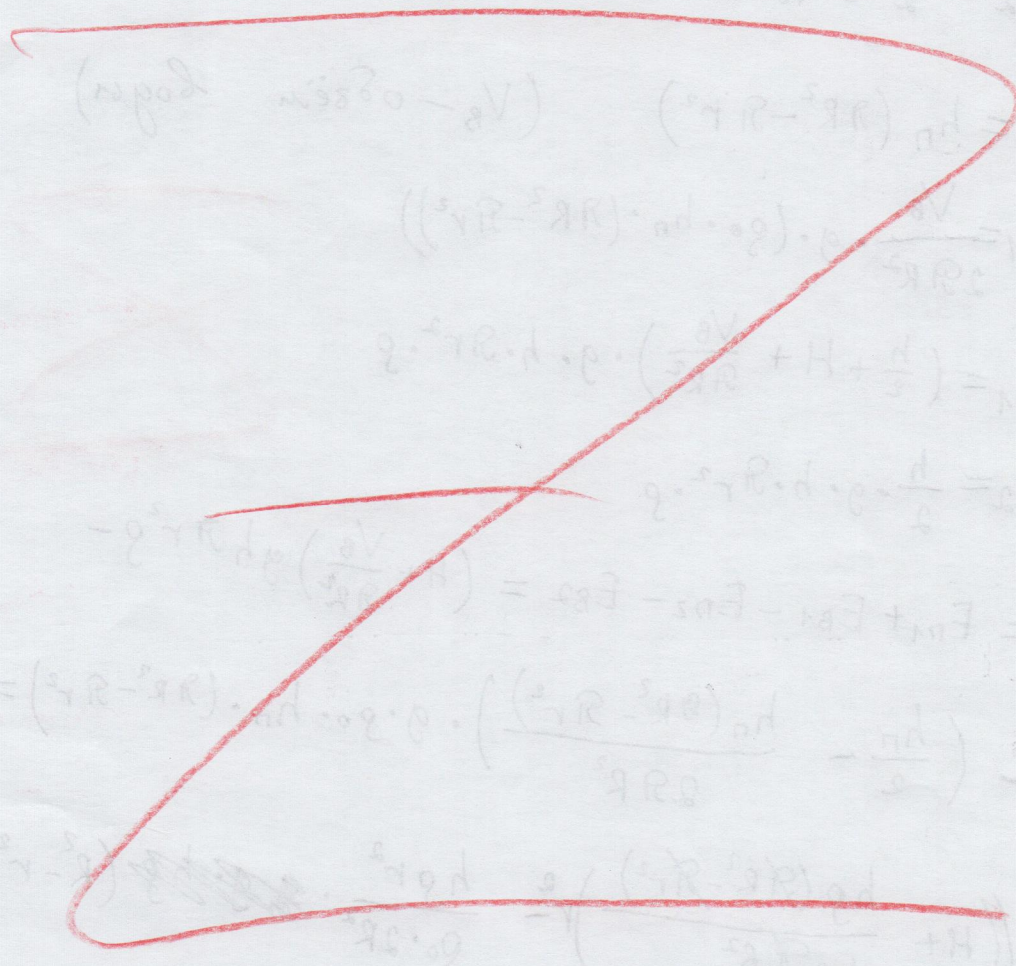
$$= \left(20 \cdot 25 + \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 25}{2} \left(1 - \frac{25}{2500} \right) \right) \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 0,4 \cdot 0,02 =$$

$$= (20 \cdot 25 + 10 \cdot 0,99) \cdot 3,14 \cdot 0,08 =$$

$$= 509,9 \cdot 3,14 \cdot 0,08 \approx 128 \text{ Дж}$$

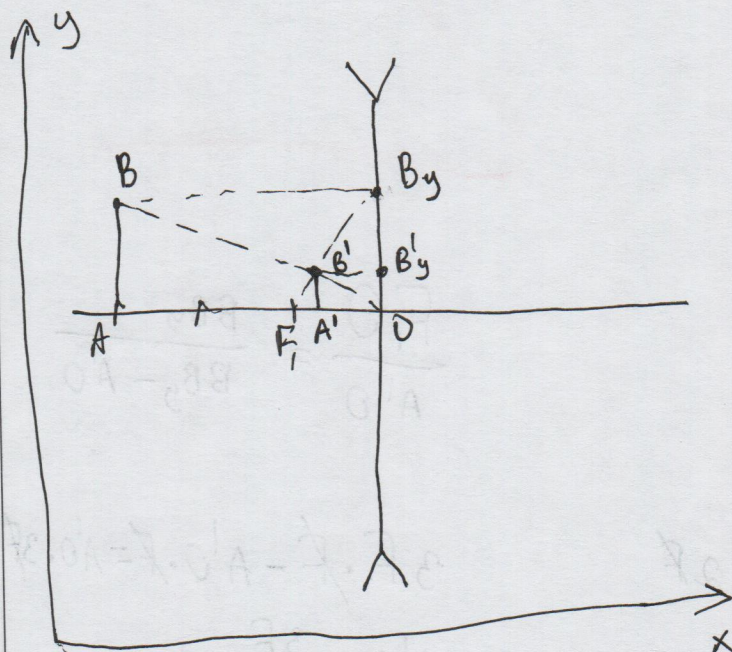
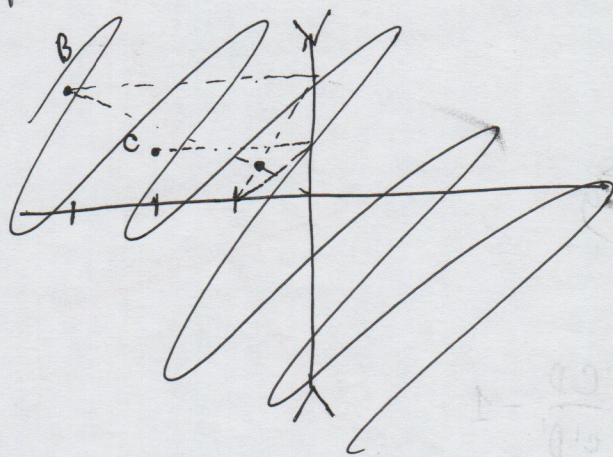
Ответ: 128 Дж.

140
 Ответ 6
 единиц
 и zeros
 не верны



Задача 4 продолжение.
его $S = 0,5F$. $0,1F = 0,05F^2 = 20 \text{ см}^2 +$

Рассмотрим случай, когда линза рассеивающая:

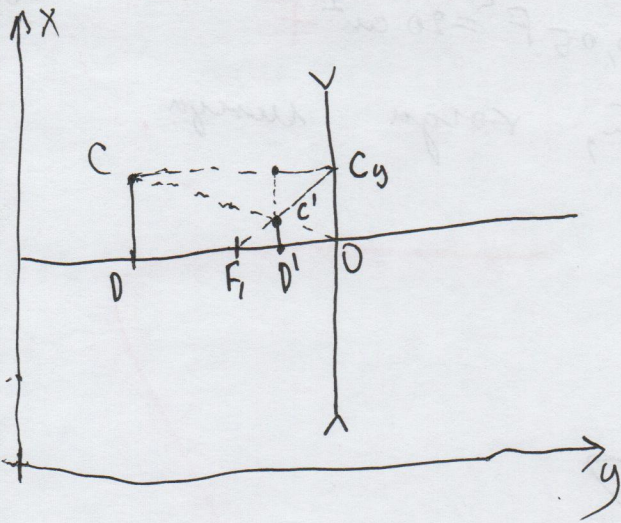


Опять же из подобия:

$$z = \frac{BB_y}{F \cdot O} = \frac{B_y B'_y}{B'_y O} = \frac{AB - A'B'}{A'B'} = \frac{AB}{A'B'} - 1$$

$$A'B' = \frac{AB}{4} = 0,05F$$

Задача 4 продолжение 3 Числовик 7



Аналогично

$$2 = \frac{CC_y}{F_1O} = \frac{CD - C'D'}{C'D'} = \frac{CD}{C'D'} - 1$$

$$C'D' = CD : 3 = \frac{1}{30} F$$

Еще:

$$\frac{F_1O}{D'O} = \frac{CC_y}{CC_y - D'O}$$

$$\frac{F_1O}{A'O} = \frac{BB_y}{BB_y - A'O}$$

$$2F \cdot F - D'O \cdot F = D'O \cdot 2F$$

$$3F \cdot F - A'O \cdot F = A'O \cdot 3F$$

$$D'O = \frac{2F}{3}$$

$$A'O = \frac{3F}{4}$$

$$S = \frac{(A'O - D'O)(A'B' + C'D')}{2} = \frac{F^2}{288} = \frac{25}{18} \text{ см}^2 =$$

$$= 1 \frac{7}{18} \text{ см}^2$$

Ответ: 20 см^2 (или $1 \frac{7}{18} \text{ см}^2$ если
масса рассеивающая)

$$\frac{h^3 M}{3 H^3} = \frac{(0,5)^3 \cdot 240 \cdot 10^3}{\cancel{3} \cdot (148,5)^3} = \frac{8 \cdot 10^7 \text{ Черновик}}{297^3}$$

$$148,5 = \frac{297}{2} = (3 \cdot 11)^3$$

$$\frac{h^3 M}{3 H^3} = \frac{\frac{3}{4} \cdot \frac{297^9}{27} \cdot \frac{1}{3}}{\frac{1}{12}} = \frac{1}{12}$$

$$3^3 \cdot 11^3 = 27 \cdot 1331 = 35913$$

$$\frac{81 \cdot 81}{81} = 81$$

$$\frac{648}{81} = 8$$

$$\frac{27561}{81} = 340$$

$$\frac{6561}{3} = 2187$$

$$\frac{19683}{3} = 6561$$

$$\frac{80000000}{19683} = 4064$$

$$1,44 \cdot 12 B \quad \frac{1}{30} + \frac{1}{20} = \frac{19683}{4000}$$

$$\frac{1,44}{12} = \frac{5}{60}$$

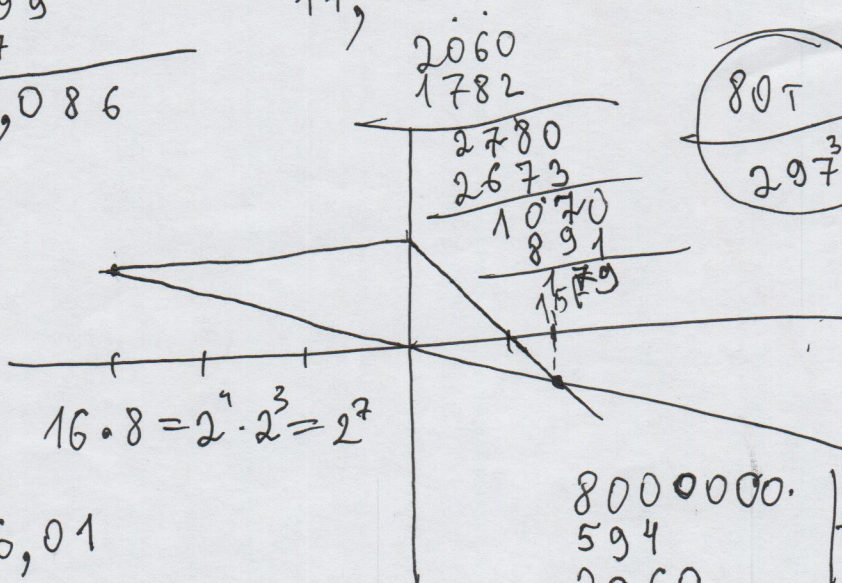
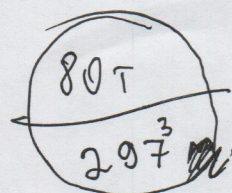
$$\frac{288}{144} = 2$$

$$\frac{17,28}{2060} = 0,0084$$

$$297 =$$

$$= 27 \cdot 11$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 33 \\ 509,9 \\ 3,14 \\ \hline 20996 \\ 5099 \\ \hline 15297 \\ 16,01,086 \end{array}$$



$$16,01$$

$$128$$

$$\begin{array}{r} 8000000. \quad | \quad 297 \\ 594 \\ 2060 \\ 2079 \\ 297 \\ \hline 1782 \end{array}$$