



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

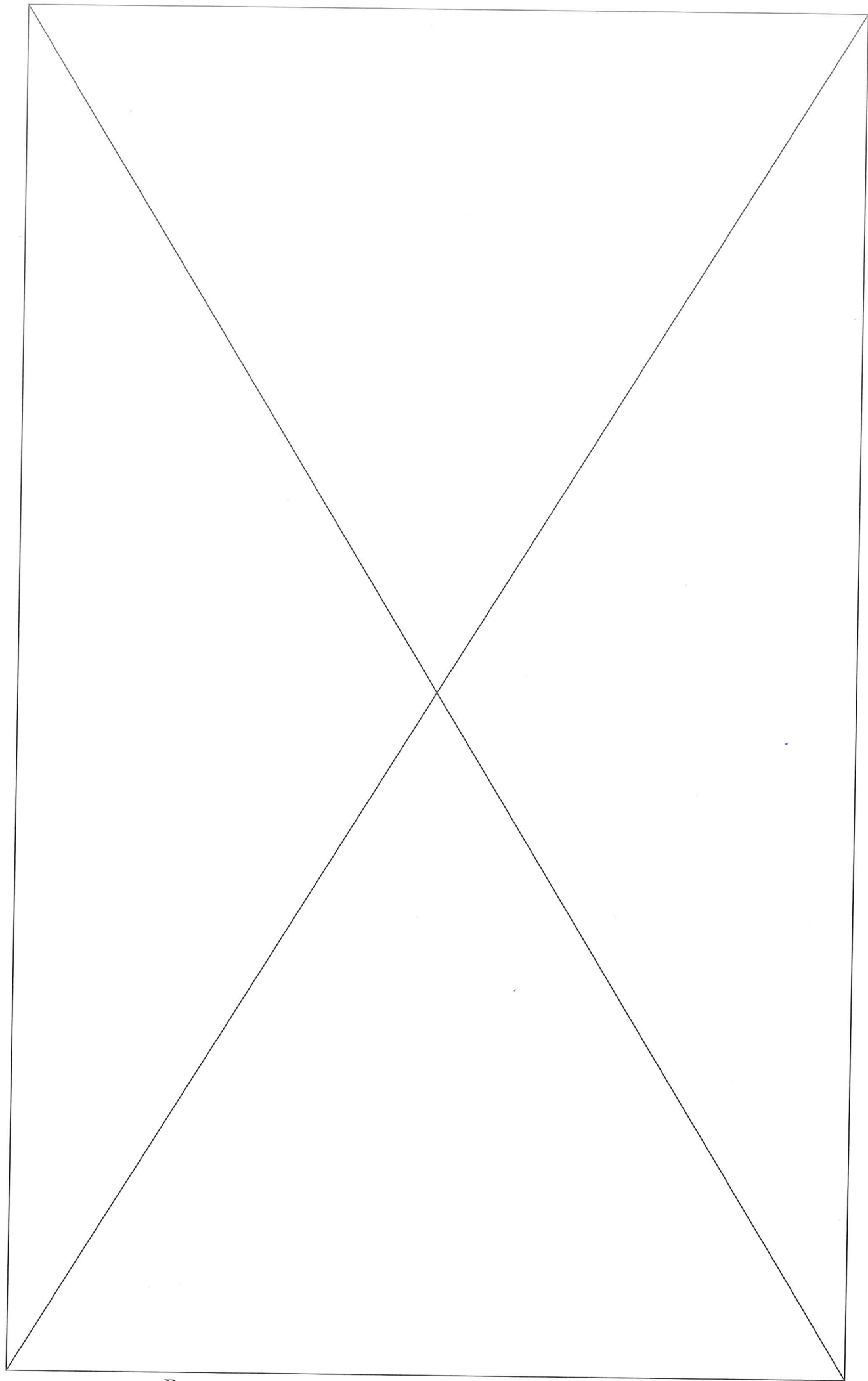
Ярославцевой Анастасии Андреевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

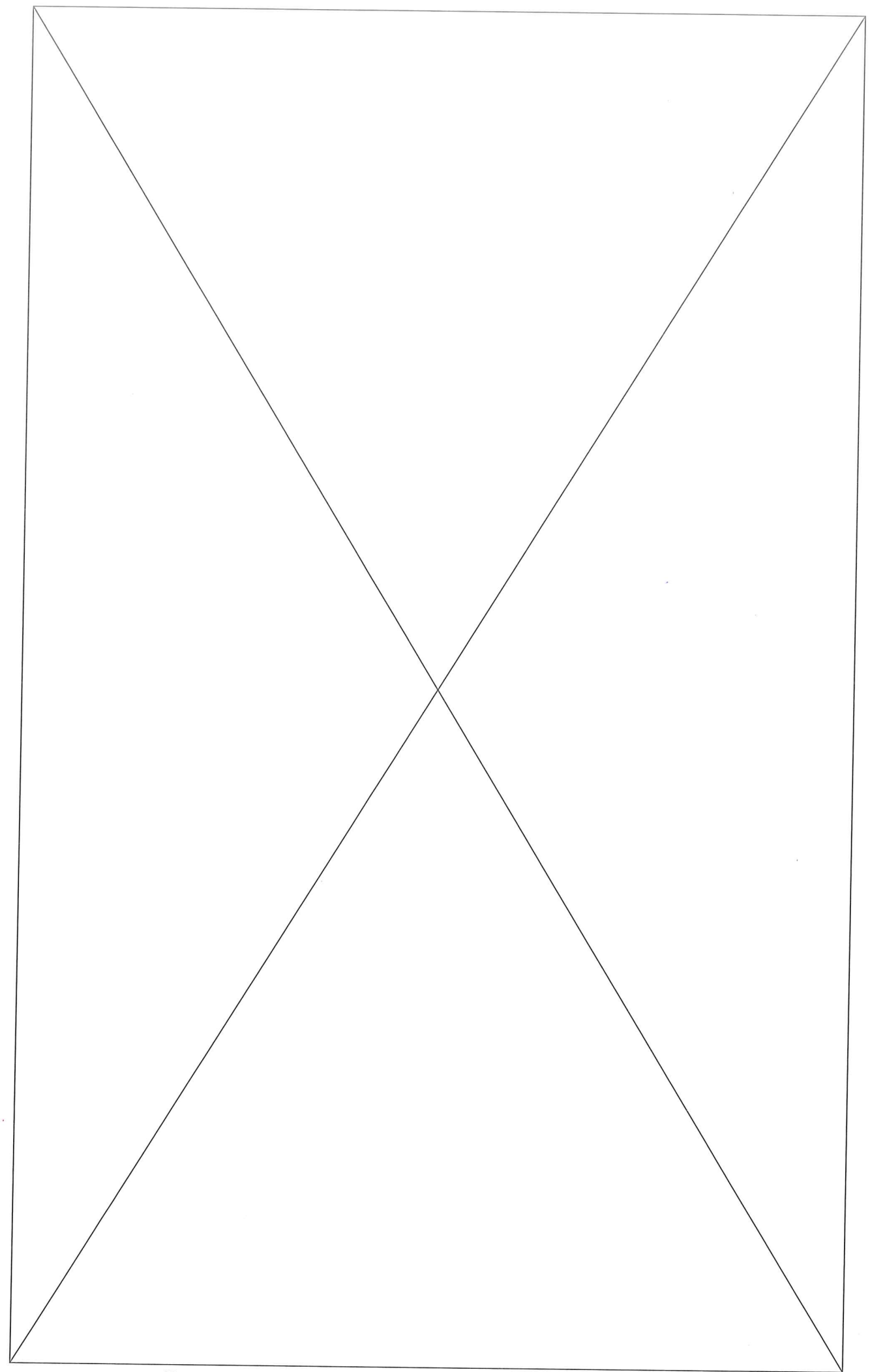
«13» февраля 2026 года

Подпись участника

[Подпись]

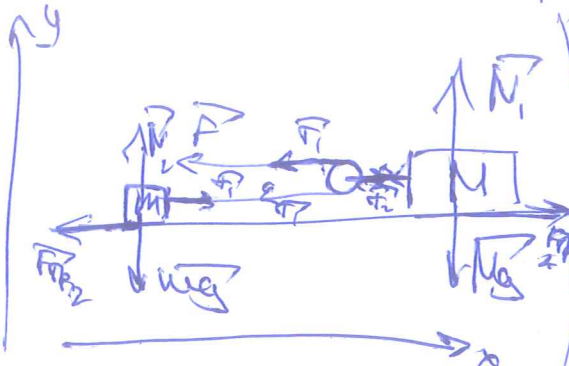


Выполнять задания на титульном листе запрещается!



Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Зерковик



$M = 200$
 $m = 100$
 $\Delta x = 1m$
 $F = 1k$
 $M = 93$
 $g = \frac{10m}{2s^2}$
 $F = ?$

$\Gamma_2 = 2\Gamma_1$
 $\Gamma_1 = F$



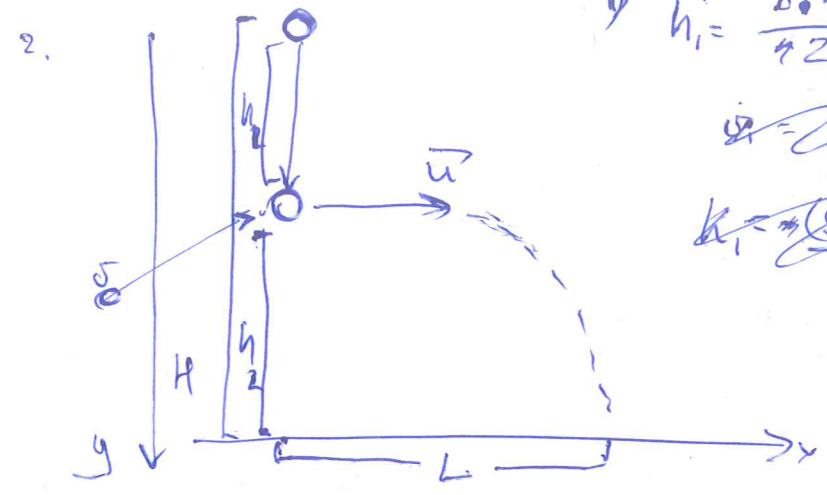
$\Delta x = \frac{aZ^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2\Delta x}{Z^2}$

ОА: $F_1 - F_{f2} = ma$
 ОВ: $N_2 - mg = 0$
 $N_2 = mg$
 $F - \mu mg = ma$

ОГ: $F_{f1} - \Gamma = Ma$
 ОД: $N_1 - Mg = 0$
 $Mg - 2F = Ma$

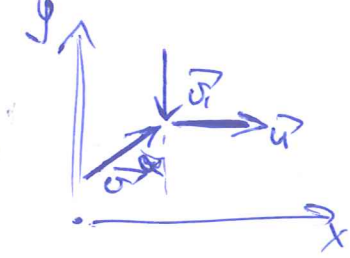
$h_1 = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g}$

$v_1 = 2gt$
 $h_1 = \frac{(2gt)^2}{2g} = 2gt^2$



$\frac{2300}{60} = \frac{230}{6}$
 $\frac{2300}{3600}$

$Mv_1 + mv_1' = Mu$
 ОХ: $Mv_1 \sin \alpha = Mu$
 ОУ: $-Mv_1' + mv_1' \cos \alpha = 0$



$L = 20m$
 $Z = 2c$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$
 $\alpha = 45^\circ$

$\frac{Mv_1}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = Mu$
 $v_1 \cdot \tan \alpha = u \Rightarrow v_1 = \frac{u}{\tan \alpha} = u \cot \alpha$

$L = u \cdot Z \Rightarrow u = \frac{L}{Z}$
 $h_2 = 0 + 0 + \frac{gZ^2}{2}$

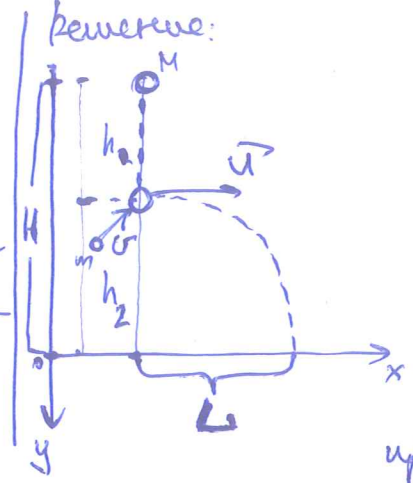
$H = \frac{L^2 \cot^2 \alpha}{2Z^2} + \frac{gZ^2}{2} = \frac{L^2 \cot^2 \alpha}{2Z^2 g} + \frac{gZ^2}{2}$

$= \frac{(20m)^2 \cdot (\cot 45^\circ)^2}{2(2c)^2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} + \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot (2c)^2}{2} = 25m$

Зерковик

Задача 2.

Дано:
 $\alpha = 45^\circ$
 $Z = 2c$
 $L = 20m$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$



Найти:
 $H = ?$

число < массой шарика, справа мы её не умножаем.

Списываем на свободные оси:

$\circ OX: mv_1 \sin \alpha = Mu$
 $\circ OY: Mv_1' = mv_1' \cos \alpha = 0$
 $\circ OZ: Mv_1 = mv_1' \cos \alpha \Rightarrow mv_1' = \frac{Mv_1}{\cos \alpha}$

подставляем в (1): $\frac{Mv_1 \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} = Mu$

$v_1 \tan \alpha = u$
 (3) $v_1 = \frac{u}{\tan \alpha}$

3) ~~...~~
 время удара: $h_2 = \frac{gZ^2}{2}$; $L = uZ \Rightarrow u = \frac{L}{Z}$

подставляем в (3): $v_1 = \frac{L}{Z \tan \alpha}$

4) $H = h_1 + h_2 = \frac{v_1^2}{2g} + \frac{gZ^2}{2} = \frac{L^2}{2Z^2 \tan^2 \alpha} + \frac{gZ^2}{2}$
 $= \frac{(20m)^2}{2(2c)^2 (\tan 45^\circ)^2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} + \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot (2c)^2}{2} = 25m$

Ответ: 25m

35-28-44-45 (4.11)

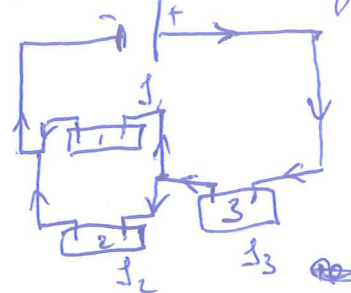
1/2/3/4/5/2
 20/20/10/19/20/15/6
 89
 30706
 20/20/10/19/20/15/6

Исходник

Задача 4.

Дано:
 $m_1 = 660 \text{ мкг}$
 $m_3 = 744 \text{ мкг}$
 $S = 10 \text{ см}^2$
 $k_1 = 3,3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$
 $k_2 = 1,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$
 $k_3 = 9,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$
 $\rho_c = 1,05 \cdot 10^4 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$

Решение:



(1) при параллельном соединении сумма сил тока $I_1 + I_2$ будет равна I_3

по закону сохранения силы тока

$$(1) I_1 + I_2 = I_3$$

$$(2) m_1 = I_1 k_1 Z \Rightarrow I_1 = \frac{m_1}{k_1 Z}$$

$$(3) m_2 = I_2 k_2 Z \Rightarrow I_2 = \frac{m_2}{k_2 Z}$$

$$(4) m_3 = I_3 k_3 Z \Rightarrow I_3 = \frac{m_3}{k_3 Z}$$

в (1):

$$\frac{m_1}{k_1 Z} + \frac{m_2}{k_2 Z} = \frac{m_3}{k_3 Z}$$

$$m_2 = \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) k_2$$

$$3) h = \frac{V_0}{S}; V = \frac{m_2}{\rho_c} \Rightarrow h = \frac{m_2}{\rho_c S}$$

$$h = \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) \frac{k_2}{\rho_c S} = \left(\frac{744 \text{ мкг}}{9,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}} - \frac{660 \text{ мкг}}{3,3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}} \right) \cdot \frac{1,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}}{1,05 \cdot 10^4 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \text{ см}^2}$$

$$\frac{1}{10 \text{ см}^2} = \frac{440}{857} \text{ мкм}$$

Ответ: ~~240 мкм~~ **440 мкм**

Исходник

Дано:
 $V = 50 \text{ мВ}$
 $T_0 = 300 \text{ К}$
 $\varphi_0 = 4,5\%$
 $t = 100 \text{ с}$
 $R = 80 \text{ Ом}$
 $U = 100 \text{ В}$
 $\eta = 80\%$
 $Z = 2300 \text{ с}$
 $\rho_{\text{желе}} = 2000 \text{ кг/м}^3$
 $T_0 = 300 \text{ К}$

S-h как Менделеев - мен.

$$\rho_{\text{желе}} = \frac{m}{V} R T$$

$$\rho_{\text{желе}} = \varphi_0 \cdot \rho_{\text{желе}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_{\text{желе}}} \cdot 100\%$$

$$(2) \rho_{\text{желе}} = \frac{m}{V} R T$$

$$(1) \rho_{\text{желе}} = \rho_0 + \frac{m}{V}$$

Самый быстрый - Менделеев.

$$Q = U I t = \frac{U^2}{R} t$$

$$Q = \lambda m$$

$$(3) \eta = \frac{Q_{\text{желе}}}{Q_{\text{желе}}} \cdot 100\% = \frac{\lambda m k}{U^2 t} \cdot 100\%$$

$$\eta U^2 t = \lambda m k \Rightarrow m = \frac{\eta U^2 t}{k \cdot 100\%}$$

$$\rho_{\text{желе}} = \rho_0 + \sqrt{\frac{\eta U^2 t}{k \cdot 100\%}} \cdot \frac{6015 \approx 16 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 12}{98 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 2300}$$

$$\frac{83 \cdot 5}{4,5 \cdot 5} + \frac{91}{570} = \frac{91}{50} + \frac{0,83 \cdot 300}{4,5 \cdot 50} = \frac{91}{50} \cdot \left(1 + \frac{6,3 \cdot 300}{9,45} \right)$$



$$\Delta x = + \Delta x_2 + \Delta x_1$$

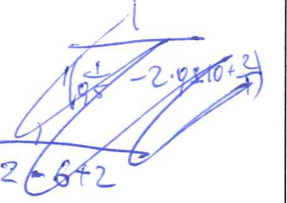
$$M \cdot g - 2F = Ma_1 \Rightarrow a_1 = Mg - \frac{2F}{M}$$

$$F - mg = ma_2 \Rightarrow a_2 = \frac{F}{m} - Mg$$

$$\frac{\Delta x}{t^2} = \frac{F}{m} - Mg - Mg + \frac{2F}{M}$$

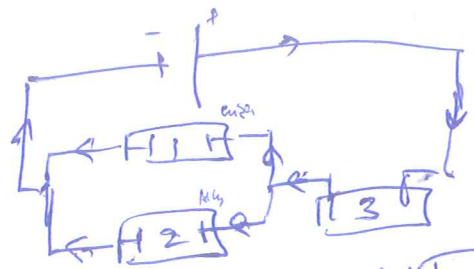
$$F \left(\frac{1}{m} - 2Mg + \frac{2}{M} \right) = \frac{\Delta x}{t^2}$$

$$F = \frac{\Delta x}{t^2 \left(\frac{1}{m} - 2Mg + \frac{2}{M} \right)}$$



Черновик

4.



$$m_1 = I_1 k_1 Z \Rightarrow I_1 = \frac{m_1}{k_1 Z_1}$$

$$m_2 = I_2 k_2 Z \Rightarrow I_2 = \frac{m_2}{k_2 Z_2}$$

$$m_3 = I_3 k_3 Z \Rightarrow I_3 = \frac{m_3}{k_3 Z_3}$$

$$I_1 + I_2 = I_3$$

$$\frac{m_1}{k_1 Z_1} + \frac{m_2}{k_2 Z_2} = \frac{m_3}{k_3 Z_3}$$

$$m_2 = \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) \cdot k_2$$

$I_{max} = 9000 \text{ A}$
 $660 \text{ cm} = 966 \text{ r}$

$$m = I k Z$$

$$\left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1} \right) \frac{k_2}{\rho_e S} = 110 \text{ cm}^2 = 110 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$m_1 = 660 \text{ mg} = 966 \text{ r} = 966 \text{ kg} \cdot 10^{-3}$$

$$m_3 = 0,744 \text{ кг} \cdot 10^{-3}$$

$$\left(\frac{0,744 \cdot 10^{-3}}{9,3 \cdot 10^{-5}} - \frac{0,66 \cdot 10^{-3}}{3,3 \cdot 10^{-4}} \right) \cdot \frac{1,1 \cdot 10^{-2}}{1,05 \cdot 10^4 \cdot 110 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\left(\frac{0,744 \cdot 10^5}{9,3} - \frac{0,66 \cdot 10^4}{3,3} \right) \cdot \frac{1,1}{1,05 \cdot 10^6}$$

$$\left(\frac{744 \cdot 10^2}{9,3} - \frac{66 \cdot 10^2}{3,3} \right) \cdot \frac{1,1}{1,05 \cdot 10^6}$$

$$(80 - 20) \cdot \frac{1,1}{1,05 \cdot 10^4}$$

$$\frac{60 \cdot 1,1}{1,05 \cdot 10^4} = \frac{60 \cdot 1,1}{105 \cdot 10^2} = \frac{2 \cdot 11}{35 \cdot 100}$$

$$\frac{2 \cdot 11}{35 \cdot 50} \cdot 100 \cdot 10 \cdot 10$$

$$\frac{2200}{35} = \frac{440}{7} \approx 62,85 \text{ m}$$

Черновик

35-28-44-45
(4.1)

Задача 3.

Дано:

$$V = 50 \text{ мЗ}$$

$$T_0 = 300 \text{ К}$$

$$\varphi_0 = 41,5\%$$

$$t = 100^\circ \text{C}$$

$$R = 80 \text{ (Ом)}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$\eta = 80\%$$

$$T = 2300 \text{ C}$$

$$\rho_{\text{желез}} = 210 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda = 2,3 \frac{\text{Вт} \cdot \text{см}}{\text{с} \cdot \text{град}}$$

$$\mu = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$k = 8,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Решение:

1) $\rho_{\text{желез}} = ?$

Решение:

$$(1) \rho_{\text{желез}} = \rho_0 + \frac{m}{V}$$

(2) Закон Кельвина-Винжевского:

$$\rho = \frac{m}{V} k T_0 \Rightarrow (2) \rho_{\text{желез}} = \frac{m_0}{V} k T_0 + \rho_0$$

(3) Закон Штейнхаузера:

$$(3) Q = U I t = \frac{U^2}{R} t$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{желез}}}{Q_{\text{желез}}} \cdot 100\% = \frac{\lambda m}{\frac{U^2}{R} t} \cdot 100\%$$

$$m = \frac{\eta U^2 t}{\lambda \cdot 100\%}$$

$$\rho_{\text{желез}} = \rho_0 + \frac{\eta U^2 t}{V \lambda \cdot 100\%}$$

$$(2) \rho_0 \rho_0 = \frac{\eta U^2 t}{V \lambda \cdot 100\%} k T_0 \cdot 100\%$$

$$\rho_0 = \frac{\eta U^2 t}{V \lambda k \cdot 100\%} \frac{k T_0}{\rho_0}$$

$$\rho_{\text{желез}} = \frac{\eta U^2 t}{V \lambda k \cdot 100\%} \frac{k T_0}{\rho_0} + \frac{\eta U^2 t}{V \lambda k \cdot 100\%}$$

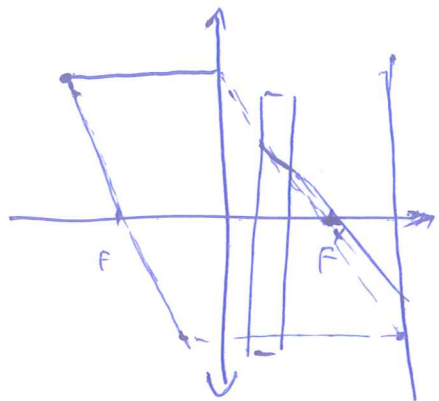
$$= \frac{80\% \cdot (100 \text{ В})^2 \cdot 2300 \text{ C}}{50 \text{ мЗ} \cdot 2300000 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \cdot 80 \text{ (Ом)} \cdot 100\%} \cdot \frac{8,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К} \cdot 100\%}{41,5\%} + \frac{80\% \cdot (100 \text{ В})^2 \cdot 2300 \text{ C}}{50 \text{ мЗ} \cdot 2300000 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \cdot 80 \text{ (Ом)} \cdot 100\%} \approx 12 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

Ответ: $12 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

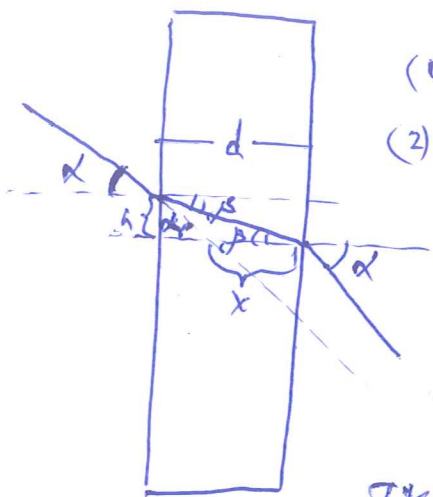
Задача

Задача 5.

Дано: $d = 3 \text{ см}$
 $n = 1,5$
 $n_0 = 1$
 $\lambda = ?$



При прохождении через тонкую пленку происходит интерференция. Вспомогательный путь h как раз и есть разность хода световых лучей.



$$(1) \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d-x}$$

$$(2) \operatorname{tg} \beta = \frac{h}{d}$$

(3) Закон преломления света:

$$n_0 \sin \alpha = n \sin \beta$$

$$n_0 = 1$$

$$\sin \alpha = n \sin \beta$$

Так как углы α и β малы, мы можем заменить \sin , tg на аргументы.

$$\alpha = \frac{h}{d-x} \quad ; \quad \beta = \frac{h}{d} \quad ; \quad \alpha = n \beta$$

$$\frac{h}{d-x} = n \cdot \frac{h}{d}$$

$$dh = nh(d-x)$$

$$nhx = ndh - dh$$

$$nhx = dh(n-1)$$

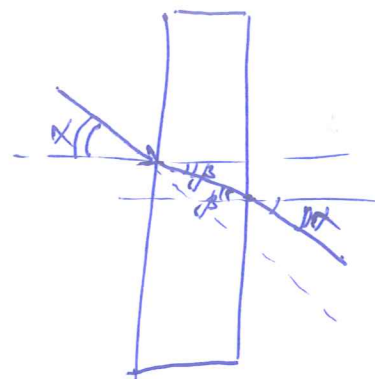
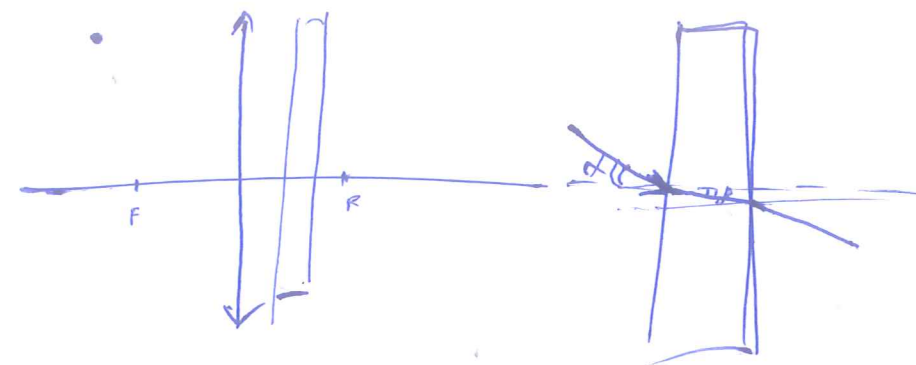
$$\lambda = \frac{d(n-1)}{n} = d \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 3 \text{ см} \cdot \left(1 - \frac{1}{1,5}\right) =$$

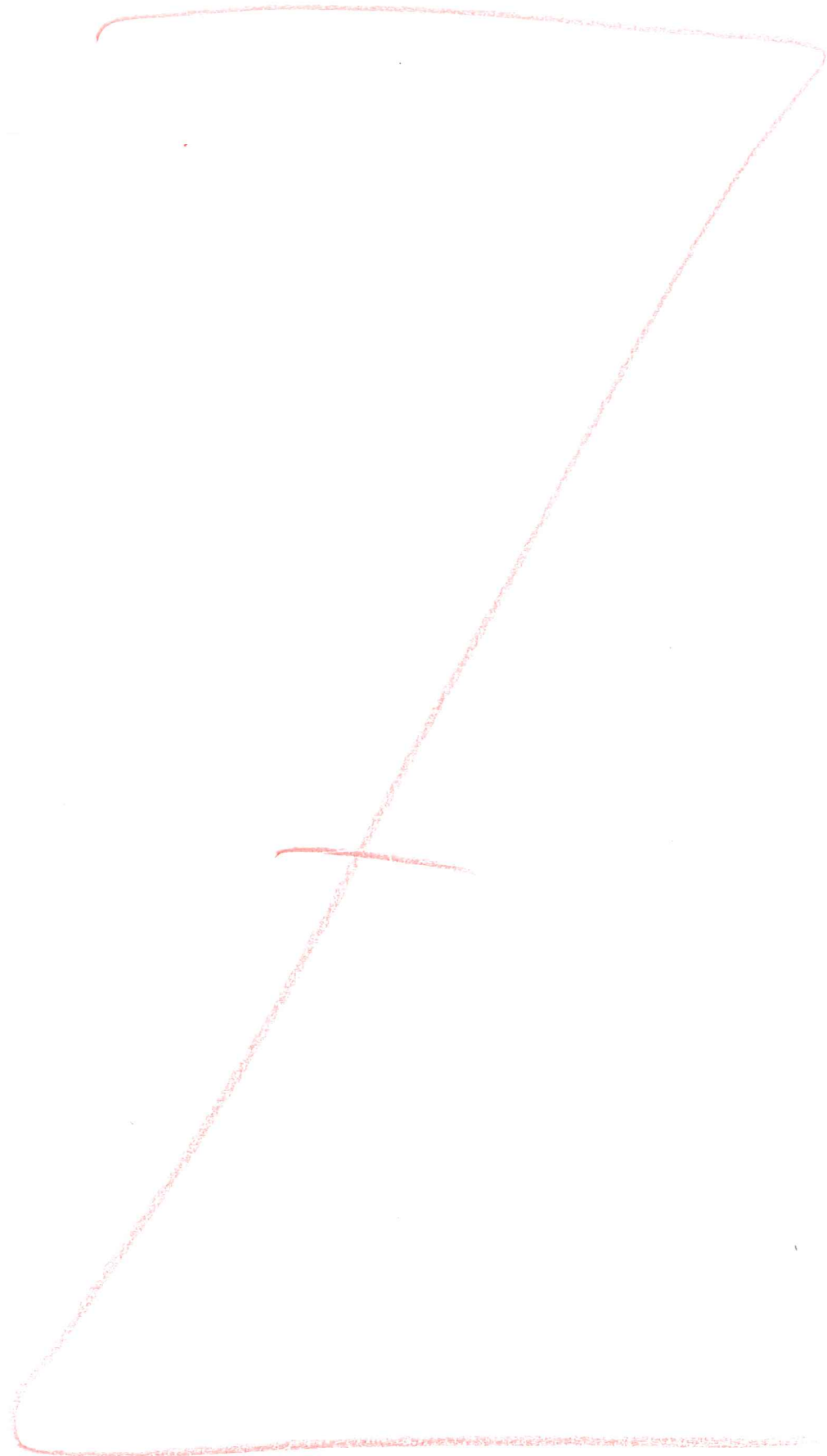
$$= 3 \text{ см} \cdot \frac{1}{3} = 1 \text{ см}$$

Ответ: 1 см

20

Задача





35-28-44-45
(9.11)

числовые

Задача 1.

Дано:

$m = 0,5 \text{ кг}$

$M = 2 \text{ м}$

$\Delta x = 1 \text{ м}$

$z = 1 \text{ с}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\mu = 0,3$

$F = ?$

вещице:

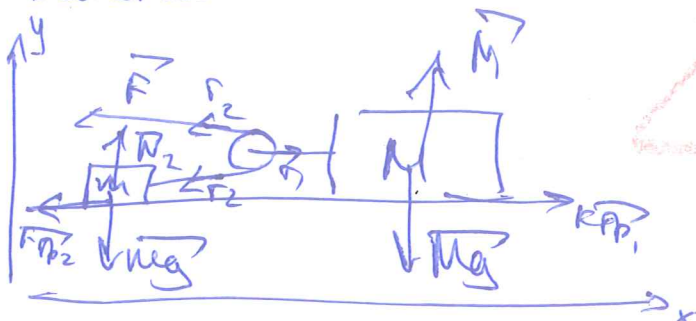


Рис. для решения задачи и ее условия.

$\Rightarrow (1) F = F_2$

(2) $F_1 = 2F_2$

2) Составим зад. з-н Ньютона для каждой из тел.

тело 1: $\begin{cases} \text{ок: } F_{p1} - F_1 = Ma_1 \\ \text{ос: } N_1 - Mg \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{p1} = MN_1; F_1 = 2F_2; F = F \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mu Mg - 2F = Ma_1 \\ a_1 = Mg - \frac{2F}{m} \end{cases}$

тело 2: $\begin{cases} \text{ок: } F_2 - F_{p2} = Ma_2 \\ \text{ос: } N_2 - mg = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F - \mu mg = Ma_2 \\ a_2 = \frac{F}{m} - \mu g \end{cases}$

3): связь ускорений:

$a_0 = a_2 - a_1$

$\frac{2\Delta x}{z^2} = \frac{F}{m} - \mu g - \mu g + \frac{2F}{M} = \frac{F}{m} + \frac{2F}{M} - 2\mu g$

$F \left(\frac{1}{m} + \frac{2}{M} \right) = \frac{2\Delta x}{z^2} + 2\mu g$

$F = \frac{2 \left(\frac{\Delta x}{z^2} + \mu g \right)}{\frac{1}{m} + \frac{2}{M}} = \frac{2 \left(\frac{\Delta x}{z^2} + \mu g \right)}{\frac{1}{m} + \frac{2}{2m}}$

$= \left(\frac{\Delta x}{z^2} + \mu g \right) m = \left(\frac{1 \text{ м}}{(1 \text{ с})^2} + 0,3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) \cdot 0,5 \text{ кг} = 2 \text{ Н}$

Ответ: 2 Н

