



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 1

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Кашкарова Александра Евгеньевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

14-38 Работу сдать  
Галашкина О.В. ОФ -

Дата  
«05» марта 2023 года

Подпись участника  
ЖК



48-57-39-40  
(47.5)

11	1	20	20	18	8	20	5	86

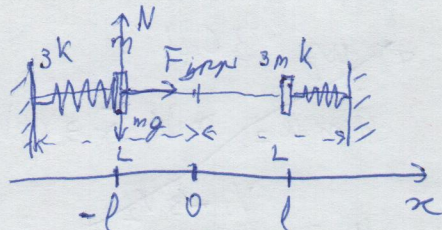
всемогущий  
МЕСТЬ  
Не знаю  
Китин Лодка  
Танкисты

н.ч. 2:1

числовик

Дано:  
 $L = 20 \text{ см}$   
 $k_1 = 3k$   
 $m_1 = m$   
 $k_2 = k$   
 $m_2 = 3m$   
 $l = 10 \text{ см}$   
A - ?

1) т.к. на оси  $x$  на грузы действует лишь  $F_{упр}$ ; а  $mg$  и  $N$  не совершают работы, ведь перпенд. тр-рису, то колебания гармонические, и следуя из сведений о пак. погон. можно предположить, что



$x_1 = -l \cos\left(\frac{2\pi}{T_1} t\right)$        $T_1 = 2\sqrt{\frac{m}{3k}}$

$x_2 = l \cos\left(\frac{2\pi}{T_2} t\right)$        $T_2 = 2\sqrt{\frac{3m}{k}}$

Z

2) в момент столкновения:

$x_1 = x_2$

$x - l \cos\left(\frac{6\pi}{T_0} t_0\right) = l \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t_0\right)$

$-\cos\left(\frac{6\pi}{T_0} t_0\right) = \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t_0\right)$

$\cos\left(\pi - \frac{6\pi}{T_0} t_0\right) = \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t_0\right)$

$\pi - \frac{6\pi}{T_0} t_0 = \frac{2\pi}{T_0} t_0$

$\pi = \frac{8\pi}{T_0} t_0$

$\frac{t_0}{T_0} = \frac{1}{8}$

$x_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} l$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow T_2 = T_0$   
 $T_1 = \frac{T_0}{3}$

Z

3) найдем скор-ти в этот момент с пак.

Закон сохранения энергии

~~$m \frac{3kl^2}{2} = \frac{3kl^2}{4} + \frac{mv_1^2}{2}$~~

~~$\frac{kl^2}{2} = \frac{k\left(\frac{\sqrt{2}}{2}l\right)^2}{2} + \frac{3mv_2^2}{2}$~~

~~$\frac{3kl^2}{4} = \frac{mv_1^2}{2}$~~

~~$\frac{kl^2}{4} + \frac{k\sqrt{2}l^2}{2} = \frac{3mv_2^2}{2}$~~

~~$v_1 = \sqrt{\frac{3kl^2}{2m}}$~~

~~$v_2 = \sqrt{\frac{kl^2}{m} + \frac{2}{3}\left(\frac{2\sqrt{2}}{4} - \frac{1}{4}\right)}$~~

Продолжение на след. листе

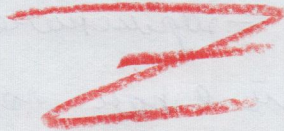


Истовик

4) из 3CU

$$4m u = m v_1 + 3m v_2$$

$$u = \frac{v_1 - 3v_2}{4} =$$



4) из 3CU

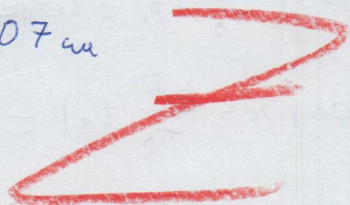
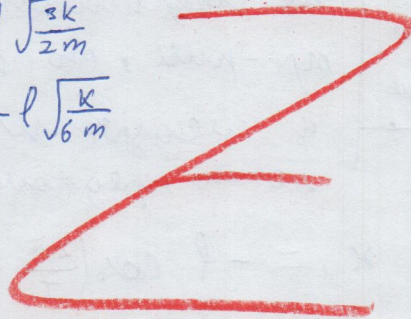
$$4m u_x = m v_{1x} + 3m v_{2x}$$

$$u_x = \frac{1}{4} (v \sqrt{\frac{3k}{2m}} - 3 \sqrt{\frac{k}{6m}}) = 0$$

5) тогда новые колебания начнутся с места столкновения, и это положение дает амплитуды; тогда  $A = x_1 =$

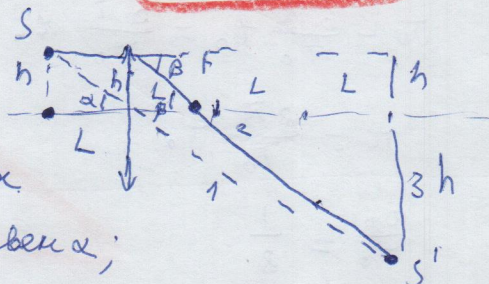
$$= \frac{\sqrt{2}}{2} l = \frac{10\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{2} = \sqrt{50} \approx 7,07 \text{ см}$$

Отв: 7,07 см  
и 4.5.1



Дано:  
 $L = 80 \text{ см}$   
 $\Gamma = 3$   
 $D = ?$

1) Пусть угол между ГО и лучом прох. через центр равен  $\alpha$ ;



тогда  $\tan \alpha = \frac{h}{L}$ ; и здесь луч 1 движется

так же как и до этого; тогда если  $h$  - высота  $S$ ; то  $3h$  - высота  $S'$  (ведь

$\Gamma = 3$ ) и  $L_1 = L$ ; а  $L_2 = 3L$ ; из подобия  $\Delta$

2) луч 2 после преломления идет под углом  $\beta = \beta$ ; где  $\tan \beta = \frac{3h}{3L}$  и пересекает  $F$ , ведь он  $\perp \Gamma$  пов - ти линзы; тогда

$\tan \beta = \frac{h}{F}$        $\frac{h}{F} = \frac{4h}{3L}$        $F = \frac{3}{4} L$

Проект. см на см. линзе



48-57-39-40  
(47.5)

Чистовик

3) тогда  $\sqrt{D} = \frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{3}{4}L} = \frac{1}{60\text{см}} = \frac{1}{0,6\text{м}} = \frac{1}{3} \text{ дптр}$

$= 1 \frac{1}{3} \text{ дптр} \approx 1,33 \text{ дптр}$

Отв:  ~~$1 \frac{1}{3}$  дптр~~  
 $\approx 5.3.1$

Доно:

$d = 2a = 4,5\text{см}$

$F = a$

$R_{\text{min}} = ?$

1) ~~чтобы~~  
чтобы свет распространялся

во всех направлениях

нужно, чтобы свет распространялся у ~~от~~ краёв линзы

проходили так, как

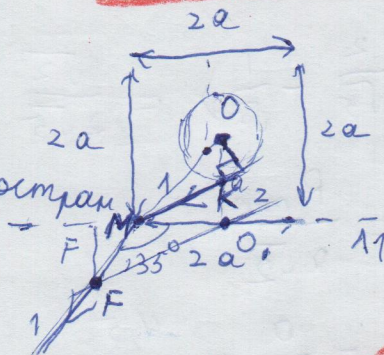
показано на рисунке (по условию  $135^\circ$  из симметрии)

3) т.к. (1) || (2);

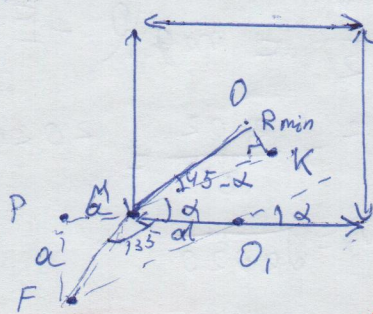
то  $\triangle FOO_1 \sim \triangle MKO$

~~$\frac{FO_1}{MK} = \frac{MO}{OF}$ ;  $\triangle MKO$   $MF = a\sqrt{2}$  из геом;  $MO = a\sqrt{2}$ ;~~

~~$\frac{FO_1}{a} = \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}$~~



2) если начертить луч параллельный 1 пролог. через центр. линзы; то точкой их пересечения является точка на фронт. плоск;  $\angle(F; \Delta 1) = F$  распр. от неё до ~~из~~ линзы - F



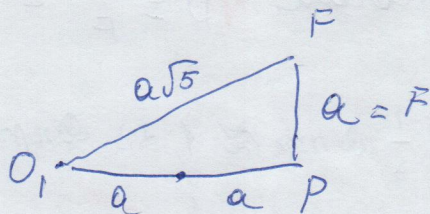


В  $\triangle PO_1F$  и  $\triangle MO_1K$  — на ~~находим~~ ~~находим~~;

$$\sin \angle \alpha = \frac{a}{\sqrt{5}}$$

$$\sin \angle OMK = \frac{R_{min}}{a\sqrt{2}}$$

$$\angle OMK = 45 - \alpha$$



$$\sin(45 - \alpha) = \sin 45 \cdot \cos \alpha - \cos 45 \cdot \sin \alpha =$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} \left( \frac{2}{\sqrt{5}} - \frac{1}{\sqrt{5}} \right) = \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{5}}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{5}} = \frac{R_{min}}{a\sqrt{2}}$$

$$R_{min} = \frac{a}{\sqrt{5}} = \frac{4,5}{\sqrt{5}} \approx 1,01 \text{ см}$$

Отв:  $R_{min} = 1,01 \text{ см}$   
и 3.91

Дано

$$R = 1 \text{ м}$$

$$r = 0,25 \text{ м}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$E = 10^{+3} \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

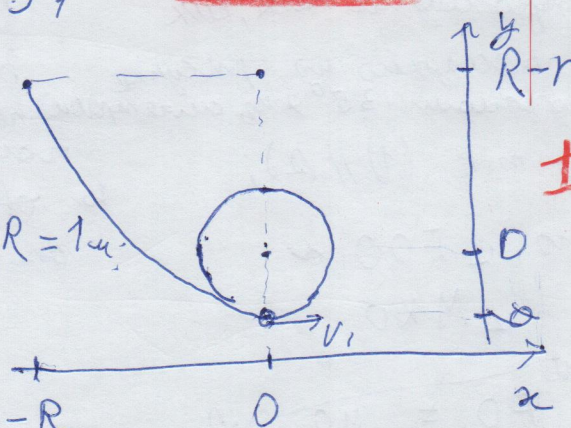
$$q = 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$v_{max} = ?$$

1) найти

скор - мб

в конце пути с  $R = 1 \text{ м}$ ;  
через 3 С МЭ



$$\frac{m v_1^2}{2} + 0 - mg r = mg(R-r) + ERq$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = mgR + ERq = 10^{-2} + 10^3 \cdot 10^{-6} = 0,011$$

$$v_1^2 = \frac{2,02}{10^{-3}} = 2020$$

$$v_1 = \sqrt{2020}$$

$$v_1^2 = \frac{0,022}{10^{-3}} =$$

$$v_1 = \sqrt{22} \pm$$

Учетовик



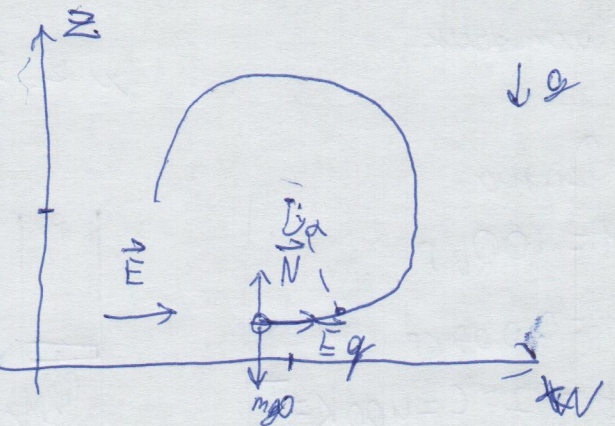
48-57-39-40  
(47,5)

2) м.к.  $\vec{N} \perp \vec{v}$ ;

$\vec{R}$   $\alpha$  по при

$$\vec{R} = m\vec{g} + \vec{E}q \perp \vec{v}$$

скорость будет макс;  
весь заряд  $\vec{a}_r \uparrow \vec{v}$



$$\vec{R} = 10^{-3} \cdot 10 + 10^3 \cdot 10^{-6} = 10^{-2} + 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{-2}$$

W:  $F_w = Eq = 10^{-3}$

Z:  $F_z = mg = 10^{-2}$

полюс, тогда  $\vec{v}$  даю перп. F;

минус, тогда  $\frac{W}{Z} = \frac{F_w}{F_z} = \frac{1}{10}$

~~$$100 \frac{W^2}{Z^2} + Z^2 = 0,25^2$$~~

~~$$Z^2 = \frac{1}{404 \cdot 101 \cdot 16}$$~~

~~$$Z = \frac{1}{\sqrt{404}} ; \frac{1}{4} \sqrt{\frac{1}{101}}$$~~

3) тогда  $u_3$  3 CM  $\Rightarrow$

~~$$\frac{m v_1^2}{2} + mg(r-z) = \frac{m v_{max}^2}{2} + mg(r-z) + EqR$$~~

м.к.  $\frac{W}{Z} = \frac{1}{10}$ ; но  $\frac{W}{R} \approx \frac{1}{10}$  весь  $\alpha$ -мел.

~~$$\frac{m v_1^2}{2} - mgr = \frac{m v_{max}^2}{2} - mgr + Eq \frac{R}{10}$$~~

~~$$v_{max}^2 = v_1^2 + \frac{EqR}{5m} = 22 + \frac{10^3 \cdot 10^{-6} \cdot 8}{4 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} =$$~~

~~$$= 22,05$$~~

Омв:  $v_{max} = \sqrt{22,05}$   $\uparrow$  м/сек



Чистовик

х з. 9.1



Дано:

$M = 100 \text{ кг}$

$m = 0,009 \text{ кг}$

$t = 127^\circ\text{C} = 400 \text{ K} = T$

$h = ?$

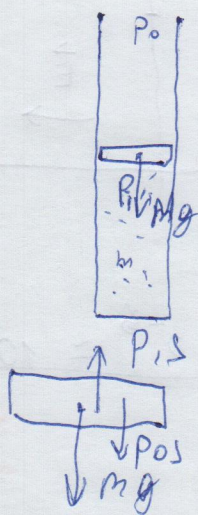
$P_H = 2,5 \cdot 10^5$

$P_0 = 10^5$

$\mu = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$R = 3,8 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



1) рассмотрим груз  $Mg$ ; тогда он будет в равновесии, т.к.

$P_0 S + Mg = P_i S$

$P_i = P_0 + \frac{Mg}{S} = 10^5 +$

$+ \frac{10^2 \cdot 10}{10^{-2}} = 2 \cdot 10^5$

2) т.к.  $P_i < P_H$ ; то ~~воздух~~

пар испарится полностью, и  $m_H = m$ , тогда

~~из з-на Менг. Клапейрона~~

$P_i S h = \frac{m}{\mu} R T$

$h = \frac{m \cdot R T}{\mu \cdot S P_i} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \cdot 3,8 \cdot 400}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2} =$

$= \frac{8,3 \cdot 100}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^5 \cdot 2} = \frac{8,3 \cdot 100}{1000} = 0,83 \text{ м}$

Днев: 83 см.

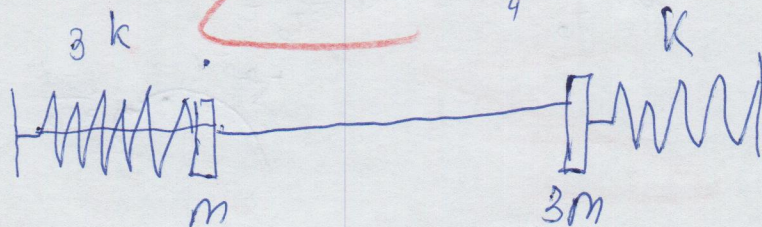
Решение и ответ верные

20 Квартал



через блок

$$t_0 = \frac{T}{2}$$



$$E_{\text{пр}} = \frac{3kl^2}{2}$$

$$l = \frac{l}{2}$$

$$\frac{3kl^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$\sqrt{50} = 7,07$$

$$V_1^2 = \frac{3k}{m} l^2$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot l$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{k}{3m}} l$$

$$V_1 m \neq + V_2 m =$$

$$V_1 m \neq + V_2 m = 4m u$$

$$u = \frac{l \sqrt{\frac{k}{3m}} (3m - 3m)}{4m} = 0$$

$$u = \frac{l \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot m - l \sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot 3m}{4m} = \dots$$

$$A = 0$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{3k}} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{k}}$$

$$3T_1 = T_2 = 3T_0 \quad x_1 = -l \sin\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} t\right)$$

$$x_2 = l \sin\left(\sqrt{\frac{k}{3m}} t\right)$$



$$\frac{3l}{4}$$

$$+ \sin\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} t\right) = - \sin\left(\sqrt{\frac{k}{3m}} t\right)$$

$$\sin\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} t\right) = \sin\left(-\sqrt{\frac{k}{3m}} t\right)$$

$$\sqrt{\frac{3k}{m}} t = \pi + \sqrt{\frac{k}{3m}} t$$

$$\frac{2\sqrt{3}}{3T_0} t = \pi + \frac{2\sqrt{3}}{T_0} t$$



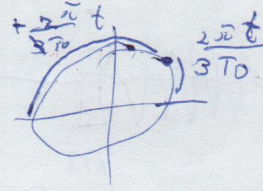
Черновик.  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{3k}}$

$$x_1 = -l \cos \frac{2\pi}{3T_0} t$$

$$\cos \frac{2\pi}{T_0} t = -\cos \frac{2\pi}{3T_0} t$$

$$x_2 = l \cos \frac{2\pi}{3T_0} t$$

$$x_1 =$$



$$V_{1x} = l \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} =$$

$$= l \sqrt{\frac{3k}{2m}}$$

$$\frac{t}{T_0} = \frac{\pi}{4}$$

$$\frac{2\pi t}{3T_0} = \frac{\pi}{4}$$

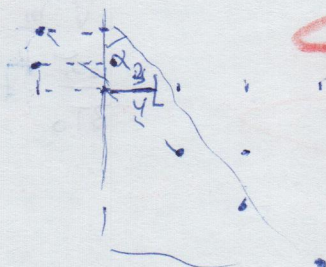
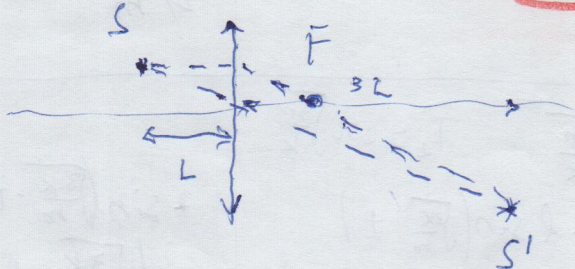
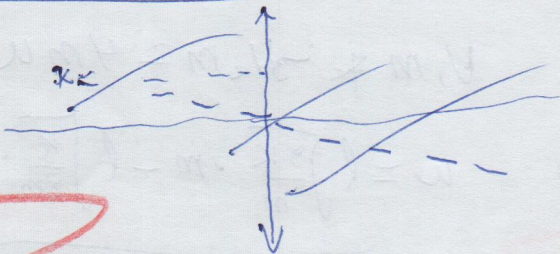
$$\frac{t}{T_0} = \frac{3\pi}{8}$$

$$\frac{1}{T_0} = \frac{1}{8}$$

$$V_{2x} = -l \sqrt{\frac{m}{3k}}$$

$$x_1 = -\cos \frac{2\pi}{T_0} t$$

$$V_{2x} = -l \sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

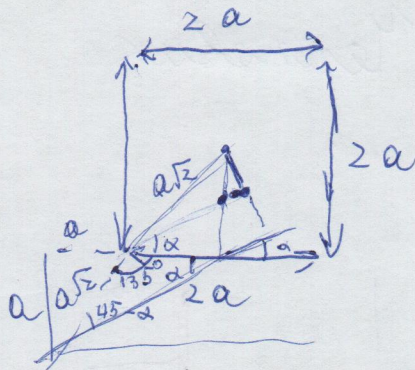


$$\tan \alpha = \frac{3}{4}$$

$$\tan \beta = 1$$



Черновик



14  
14 14,45  
14 16 48  
8 +18  
196 2034 63  
5  
28,9<sup>2</sup> 2023  
89  
89 72.2  
64 81 144  
144 211  
9  
2,9 =

$\sin(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{5}}$

$\sin(45^\circ - \alpha) = \frac{R_m}{a\sqrt{2}}$

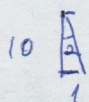
$\frac{90}{89} =$   
 $1 \frac{1}{89}$

$\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{10}}$

$\frac{10089}{1000}$

$\frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{R_m}{a\sqrt{2}}$

$R_m = \frac{a}{\sqrt{5}} = \frac{9}{4\sqrt{5}} = \sqrt{\frac{9^2}{4^2 \cdot 5}} = \sqrt{\frac{81}{80}}$



$a_x =$

1434<sup>2</sup>  
1444<sup>x</sup>  
10<sup>-3</sup> 5776  
-3 25776  
10 5776  
2085136  
1484  
5736

$\frac{mV^2}{2} = E \cdot (R + \frac{r}{10}) + mgR\sqrt{10}$

$10,025 \cdot 10^3 + 0,01 \cdot 1 =$

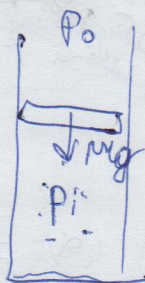
$10,036 \quad 1,025 + 0,01 = 1,035$

$W = \frac{E dx}{r} \quad W = \bar{E}_x$



Черновик

M



$$p_i S = Mg + p_0 S$$

$$p_i = \frac{Mg}{S} + p_0$$

$$= \frac{100 \cdot 10}{10^{-2}} + 10^5 =$$

$$= 2 \cdot 10^5$$

$$\varphi =$$

$$p_i S h = \frac{m}{\mu} R T$$

$$m = \frac{p_i S h \mu}{R T} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-2} \cdot h}{400 \cdot 8,31}$$

$$\frac{127}{273 + 400}$$

$$h = \frac{0,009 \cdot 400 \cdot 8,3}{2 \cdot 10^3} =$$

$$= \frac{0,9 \cdot 4 \cdot 8,3}{2 \cdot 10^3} = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot 8,3}{10^3} =$$

$$= \frac{14,94}{10^3} = 0,01494 \mu =$$

1,8  
8,3  
83  
664  
1494