



0 155904 820008

15-59-04-82  
(65.26)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "ломоносов"

по физике

Попова Даниила Владиславовича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«27» февраля 2020года

Подпись участника

ДТ-

Числовик.

1. Ради колебаний определите положение тела и его  
свойства в ходе колебаний.

Колебания, которые происходят по закону /косинусу/ (то есть по закону гармонической функции), называются гармоническими.  $\pm$

Гармоническое колебание для координатного тела:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ либо } x = A \sin(\omega t + \varphi_0), \text{ где} +$$

$$\text{Универсальный закон: } x = A \cos(\omega t + \varphi_0) + B \sin(\omega t + \varphi_0).$$

$A$ -длина хода колебаний - максимальное отклонение тела от положения равновесия.  $\varphi_0$  - начальная фаза колебаний определяет начальное положение системы.

(Например, скорость и ускорение тела). Возвращаясь к задаче, которая возникла при движении тела в положение равновесия, можем напомнить по гармоническому закону.

Решение:

По условию стол гладкий  $\Rightarrow$  трение отсутствует  $\Rightarrow$  выполняются законы сохранения энергии и импульса. (+ удар об стенку). Тело тело массой  $m$



двигается со скоростью  $u_0$ . Накрашиваем обе части.

По ЗСИ:  $m u_0 = M u_1 - m u_2$ ; т.к. неизвесто тело массой  $m$  после удара движется вправо. ( $u_1, u_2$  - скорости снарядов после удара).

$$n = \frac{M}{m} \Rightarrow M = m n \quad \text{ЗСИ: } \frac{m u_0^2}{2} = \frac{m u_1^2}{2} + \frac{m u_2^2}{2} \quad (\text{получим})$$

на 2-ю строку уравнения не успевает сработать  $\Rightarrow 1x = 0 \Rightarrow W_{\text{тр}} = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} m u_0 = m n u_1 - m u_2 \\ m u_0^2 = m n u_1^2 + m u_2^2 \end{cases} \quad \text{На 2-ю строку сократим, т.к. } m \neq 0.$$

$$\begin{cases} u_0 = n u_1 - u_2 \\ n^2 u_1^2 - 2 n u_1 u_2 + u_2^2 = u_1^2 + u_2^2 \end{cases}$$

$$n^2 u_1^2 - u_1^2 = 2 n u_1 u_2$$

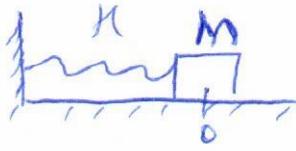
$$u_1^2(n-1) = 2 n u_1 u_2$$

$$u_1 = \frac{2 u_2}{n-1} \quad (1)$$

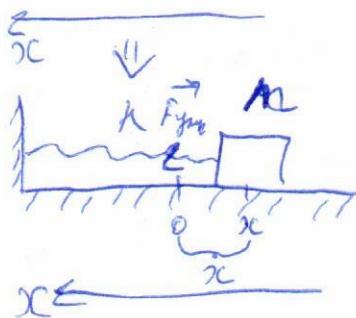
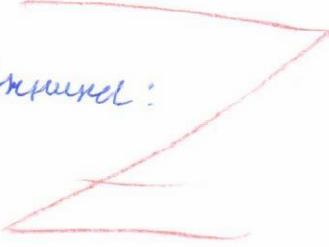
На 1-ю строку можно сократить  $n \neq 0; u_1 \neq 0$

Скорость тела массой  $m$  после удара постоянна, и к отсчету введен трение  $\Rightarrow$  вспомогательная вдоль оси  $x$  с действует.  $\Rightarrow u_2 = \text{const.}$

Период колебаний для пружинного маятника:



$$\mu=0 \Rightarrow F_{\text{тр}}=0$$



II-ой закон Ньютона в проекции

$$-ma_x = Kx \quad ; \quad F_{\text{прн}} = Kx \text{ (нормальну} \\ ma_x + Kx = 0 \quad F_{\text{над)}}.$$

Как известно:  $\ddot{x} = a_x \Rightarrow$

$$\Rightarrow \ddot{x} + \frac{K}{m} x = 0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{K}{m} \quad ; \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

дифференц. урн.  
дифференц. урн.

квадрат умножен на скобки

$$\text{затр. колебаний.} \Rightarrow \text{период } t = \frac{5}{8} T = \frac{5}{8} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} = \frac{5\pi}{4} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

Тело массой  $M$  догоняет тело  $m$ . Тело  $m$  успело пройти путь  $S = \frac{5\pi}{4} \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot u_2$  (предыдущее равномерное движение). Тело массой  $M$  спешка достигло пройденного телом  $m$  пути  $(\frac{5}{8} - \frac{1}{2})T = \frac{5-4}{8}T = \frac{1}{8}T$  после возбуждения вспомогательного удара.

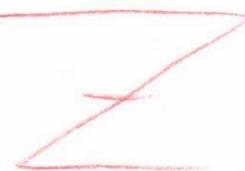
Ч.ЗСУ для спешки тела  $M$ - пружина падает в движущееся колебание.  $\frac{Mu_1^2}{2} = \frac{KA^2}{2} \Rightarrow A = u_1 \sqrt{\frac{M}{K}}$  (и. н. в движущем движении спешка тела равна 0).

$$\dot{x}(0) = u_1 \Rightarrow x = A \sin \omega t ; \quad \dot{u}_0 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = x(\frac{1}{8}T) = u_1 \frac{5\pi}{4} \sqrt{\frac{M}{K}} = u_1 \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{1}{8}T\right)$$

$\Rightarrow t = 0$  время начнем, когда тело  $m$  вернулось вспомогательный удар.

$$u_2 \cdot \frac{5\pi}{4} \sqrt{\frac{M}{K}} = u_1 \cdot \frac{\pi}{2} \quad \Rightarrow \quad u_2 = u_1 \cdot \frac{2}{5}$$



Числовик.

$$\eta_2 \cdot \frac{5\pi}{2} = \frac{2\eta_2}{n-1} \cdot \sqrt{2} \Rightarrow n-1 = \frac{2\sqrt{2} \cdot 2}{5\pi}$$

$$\begin{aligned}\sqrt{2} &\approx 1,41 \\ \pi &\approx 3,14\end{aligned} \quad \Rightarrow$$

$$n = \frac{4\sqrt{2} + 5\pi}{5\pi}$$

$$\Rightarrow n \approx \frac{4 \cdot 1,41}{3,14} + 1 \approx \frac{5,64}{3,14} + 1 \approx 1,36 ;$$

Ответ:  $n = \frac{4\sqrt{2} + 5\pi}{5\pi} ; n \approx 1,36$

в2.

Виды парообразования:

- 1). Регенерация (перевод из твердого состояния в гидробарах, минуя жидкую фазу)
- 2). Испарение - процесс парообразования с поверхности жидкости. (всегда происходит).
- 3). Кипение - процесс парообразования, происходящий по всему объему жидкости при температуре кипения. Ракторы, вытекающие из спирок испаряют: температура жидкости, ее под, покрывает поверхности, падение венца над поверхностью.

Кипение происходит в том месте, когда ~~давление~~<sup>динамическое давление</sup> паров жидкости становится равным ~~давлению~~<sup>динамическому</sup> (например, для воды при нормальных условиях при  $t = 100^\circ\text{C}$   $P_{\text{н.н}} = 10^5 \text{ Па} = P_{\text{атм.}}$ ).

- Удивительное парообразование - количество кипения, которое необходимо создавать ~~единиц~~<sup>у</sup> единице массы при этом, чтобы превратить все из жидкости в ~~пар~~<sup>пар</sup>  $T = \text{const}$ . Измеряется в  $\left[ \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \right]$  в  $\text{кг}$ . Обозначается буквой  $L$ .

95

Дано:

$t = 700^{\circ}\text{C}$

$h = 35\text{ см}$

$t = \text{const}$

$\Delta m = 0,7\text{ кг}$

$M = 70\text{ кг}$

$S = 700\text{ см}^2$

$P_0 = 70^5 \text{ Па}$

$\mu = 78^2/\text{моль}$

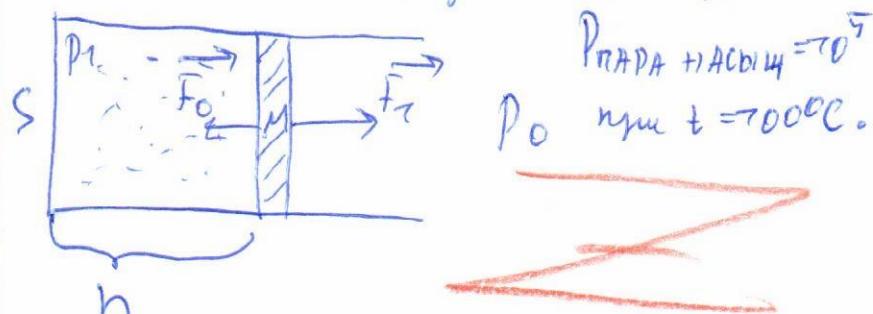
$g = 70\text{ м/с}^2$

$R = 8,3 \text{ дж/(к-моль)}$

$\Delta h = ?$

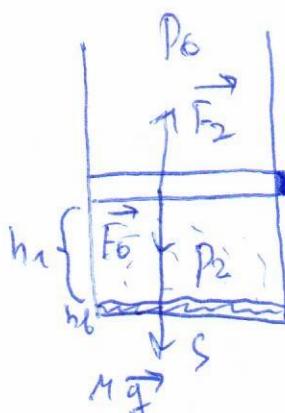
Решение:

I. Погружение (горизонтальное).

 $\mu = 0$  и нормаль падает (по условию). $P_1 = P_{0\text{газ}} + P_{ПАРА}$  (по закону Давыдова). $V_0 = Sh$  - начальный объем.Условие равновесия нормалей:  $P_1 S = P_0 S$ 

$$\text{т. н. } P = \frac{F}{S} \Rightarrow F = PS.$$

II. Погружение (вертикальное).



Условие равновесия перегибов в новом состоянии:

$F_2 + F_0 - Mg = 0$

$Og: P_2 S = P_0 S + Mg$

$$P_0 S = \frac{70^5 \text{ Па} \cdot 700 \text{ см}^2}{700 \cdot 700} = \frac{70^7}{70^4} \text{ Н} = 70^3 \text{ Н} \Rightarrow$$

$Mg = 70 \text{ кг} \cdot 70 \text{ м/с}^2 = 700 \text{ Н}$

$$\Rightarrow P_2 \cdot \frac{700 \text{ см}^2}{700 \cdot 700} = 700 \text{ Н} \Rightarrow P_2 = 7,1 \cdot 70^5 \text{ Па} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  т. н. газы находятся спондекализированы  $\Rightarrow$  они находятся в насыщенным состоянии.  $\Rightarrow P_{ПАРА2} = 70^5 \text{ Па} \Rightarrow P_{возд2} = 70^4 \text{ Па}$

Спондекализирован 7002 барр  $\Rightarrow 7002 = 700 \text{ см}^2 \cdot h_2 \cdot 12/\text{м}^3 \Rightarrow$  $\Rightarrow h_2 = 1 \text{ см} - \text{ уровень воды в новом состоянии.}$ 

Уравнение Клапейрона для воздуха:

$P_{возд} V_0 = VRT ; T = \text{const} \Rightarrow P_{возд} V_0 = P_{возд2} V_1$

$P_{возд2} V_1 = VRT ; V = \text{const} - \text{для воздуха.}$

$$\text{Числовик. } P_{\text{бар}} = \frac{P_{\text{бар}} V_1}{V_0} = \frac{P_{\text{бар}} \cdot 8h_1}{8h} = \frac{P_{\text{бар}} h_1}{h} =$$

$$P_{\text{бар}} = 0,1 P_0$$

$$P_{\text{пар}} + P_0 = P_0 \Rightarrow$$

$$= \frac{0,1 P_0 h_1}{h}$$

$$\Rightarrow P_{\text{пар}} = P_0 \left( 1 - \frac{0,1 h_1}{h} \right) \Rightarrow \text{уравнение пары бар}$$

непасовщиков. Для сопоставления пары получим:

$$\begin{cases} P_0 \left( 1 - \frac{0,1 h_1}{h} \right) S_h = U RT \\ P_0 S h_1 = \left( U - \frac{1 m}{\mu} \right) RT \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} P_0 S (h - 0,1 h_1) = U RT \\ P_0 S h_1 = P_0 S (h - 0,1 h_1) - \frac{1 m}{\mu} RT \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_0 S h_1 = P_0 S h - 0,1 P_0 S h_1 - \frac{1 m}{\mu} RT$$

$$\cancel{1,1 P_0 S h_1 = P_0 S h - \frac{1 m RT}{\mu}}$$

*в общем виде*  
*лучше ответ*  
*без промежуточных*  
*подсчетов*

$$h_1 = \frac{P_0 S h - \frac{1 m RT}{\mu}}{1,1 S P_0}$$

- линия, которую  
затирают вручную.

138

$$\Rightarrow \Delta h = h - h_6 - h_1 = \boxed{h - \frac{1 m}{P_6 S} - \frac{P_0 S h - \frac{1 m RT}{\mu}}{1,1 S P_0}} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  подставляем значения:

$$\Delta h = 35 \text{ м} - \frac{2002}{1247 \cdot 100^4} - \frac{10^5 \cdot \frac{200}{10^4} \cdot 35 \text{ м} - \frac{100}{78} \cdot 3,3 \cdot 373}{1,1 \cdot 10^5 \cdot \frac{100}{10^4}}$$

$$\approx 34 \text{ м} - \frac{35000 - 78500}{1700} \approx 34 \text{ м} - 75 \text{ м} \approx \boxed{79 \text{ м}}$$

Ответ:  $\Delta h \approx 79 \text{ м}$ ; тогда  $\Delta h \approx 3,2 \text{ м}$  для  $1 \text{ м} = 0,12$ .

для  $1 \text{ м} = 0,12$  не учитываем  $h_6$ ; т.к.  $h_6 \ll h \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta h \approx 35 \text{ м} - \frac{35000}{1700} \text{ м} \approx (35 - 37,8) \text{ м} \approx \boxed{3,2 \text{ м}}$$

*числ. ответа верен*

23. Закон генеромагнитной индукции Фарадея:  
 ЭДС индуцируемая под действием производной магнитного потока от времени, то есть изменение магнитного потока.  $|E_i| = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = |\dot{\Phi}|$  Не читается Эдс синхронизирующая создает такой поток в катушке, чтобы преодолевать изменение магнитного потока, производящего данный катушку (правило Ленца).  $\Rightarrow$  если удовлетворяет ЭДС индукции без учета правила Ленца, то закон Фарадея имеет вид:  $E_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ ; значит-значит, что катушка сопровождается изменением  $\Phi$ .

$\Phi = BS \cos \varphi$ ; - начальный поток через катушку, где  $B$ -модуль индукции магнитного поля;  $S$ -площадь катушки;  $\varphi$ -угол между  $\vec{B}$  и  $\vec{n}$ ;  $\vec{n}$ -нормаль к плоскости катушки.

Дано:

$N=700$

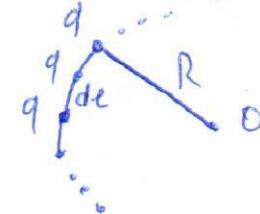
$m=70\text{мг}$

$q=70^{-7}\text{Кл}$

$B_0; n=8\text{ С}^{-1}$

$B_{\min}=?$

Решение:



Чтобы избежать  $B_{\min} \Rightarrow$  граничного, чтобы катушка срабатывала необходимо, чтобы за каждый кадр катушки заряда сдвигалась на  $d\ell$  - расстояние между соседними зарядами.  $\oplus$

Пусть радиус катушки  $R \Rightarrow \Phi_0 = B_0 S ; (\vec{n}; \vec{B}) = 0^\circ \Rightarrow$

$$\Rightarrow \cos 0^\circ = 1 \Rightarrow \Phi_0 = 0; m \cdot n B = 0. \Rightarrow \Delta \Phi = \Phi_f - \Phi_0 = -B_0 S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |E_i| = \frac{B_0 S}{4t} ; 4t - время вспомогательное \Rightarrow |E_i| = \frac{B_0 \cdot \pi R^2}{4t}$$

Переменное магнитное поле порождает вихревое генеромагнитное поле.  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow |E_i| = E_{\text{наг}} \cdot 2\pi R \Rightarrow E_{\text{наг}} = \frac{|E_i|}{2\pi R} = \frac{B_0 \pi R^2}{4t \cdot 2\pi R} = \frac{B_0 R}{24t} \quad \text{④}$$

Начальное магнитное поле постоянное  $B_0 = \text{const} \Rightarrow U = E \cdot t$ .  
 Если  $t$  выбрать за  $t$  кадр сдвигается на  $d\ell \Rightarrow$  за  $8$  кадров он сдвигается на  $8d\ell \Rightarrow U = \frac{8d\ell}{\pi} = 8d\ell = \frac{76\pi R}{\pi} = 8d\ell$  - скорость

шариков. Числовик.

$$F_x = F_{\text{норм.}} \cdot d ; \quad d - \text{бренд введенной пары.}$$

2-ой закон Ньютона в начальной форме для  
1-го шарика:  $\sum F_x = 1P ; 1P = m_1 \alpha$ ; помимо ускорения  
шариков будет сохраняться м. н.  $F_{\text{норм.}} = 0$ .  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow dt \cdot \frac{B_0 F}{2\pi} \cdot d = m_1 \cdot \frac{2\pi R}{N} \Rightarrow B_{\text{нч}} = B_0 \text{ при дальнейшем сокр.} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_{\text{нч}} = \frac{32 \pi m}{d N} = \frac{32 \cdot 3,14 \cdot 70 \cdot 10^{-6} \text{ Т}}{10^{-7} \cdot 700} \approx 32 \cdot 3,14 \cdot \frac{10^5}{10^5} \text{ Т}$$

$$\approx 100,5 \text{ Тл}$$

$$\text{Отвт: } B_{\text{нч}} \approx 100,5 \text{ Тл; } B_{\text{нч}} = \frac{32 \pi m}{d N}$$

$\approx 100,5 \text{ Тл}$

межд - расстояние промежука между, ограниченное  
2-мя сферическими плоскостями. Если получим +  
межд иного чистого радиусов сферических поверхностей,  
ограничивающих её, то такой межд назы-  
вается толстой.

Рефракционное расстояние между - расстояние между  
толкой пересечения лучей, падающих параллельно главной  
оптической оси, и между (для собирающей линзы).  
+  
Небольшое расстояние от толки пересечения падающих лучей,  
падающих параллельно главной оптической оси, до самой  
линзы. (+ для расходящейся линзы).

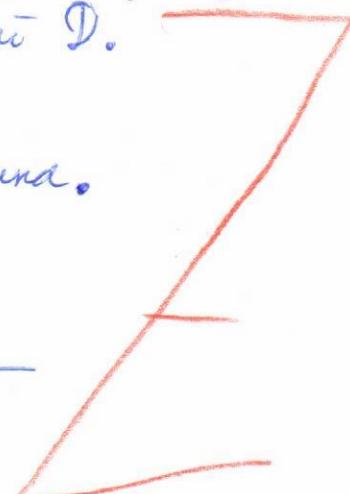
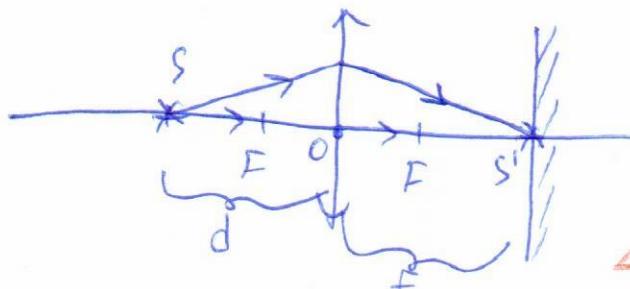
- Главная оптическая ось - прямая, перпендикулярная между  
проходящим через оптический центр линзы.
- Рефракционное расстояние собирающей линзы  $> 0$ , а  
расходящей  $< 0$ . Измеряется в [м] в СИ. Обозначается  
буквой  $F$ .

Оптическая сила линзы - физическая величина, измеряющая  $\frac{1}{F}$ , где  $F$  - фокусное расстояние линзы с учетом зрачка, который определяется тонкой линзой. + Приведена  $f$  [дм] в СИ (в миллиметрах). 3

$[f_{лин}]=[\text{м}^{-1}]$ . Обозначается буквой  $D$ .

$$\begin{array}{|l} \hline D_{\text{дано}}: \\ F = 75 \text{ см} \\ d = 30 \text{ см} \\ L = f \text{ см} \\ h = ? \\ \hline \end{array}$$

Решение:  
I. до передвижения источника.

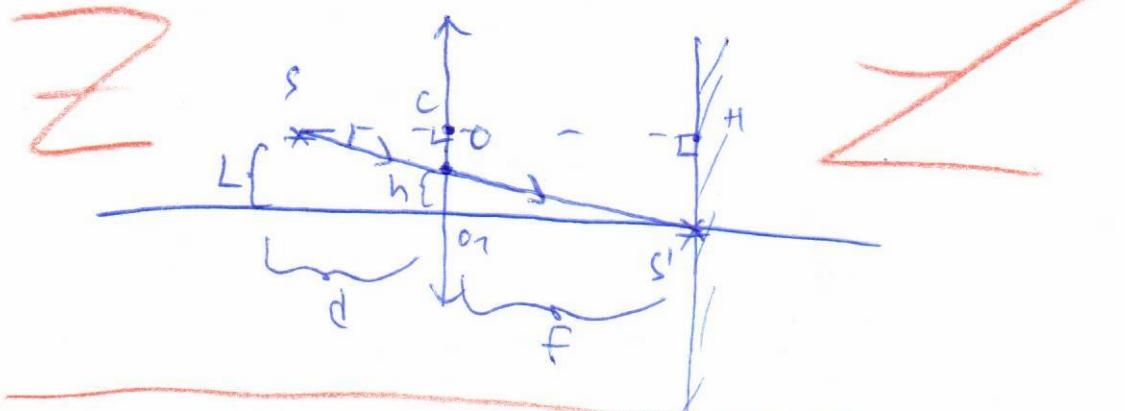


Линза - собирающая (и. к. светло она может даже фокусировать на экране (рассасывающая света можно химическое воздействие)  $\Rightarrow F > 0$ .  
Решение поиска линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{Fd} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d - F} \text{ - находим } (1)$$

От линзы до источника.  $f = \frac{75 \cdot 30}{30 - 75} \text{ см} = \frac{75 \cdot 30}{-25} \text{ см} = 30 \text{ см}$

II. После смещения источника.



При изображении исходных осей в виде прямых линий  $\Rightarrow$  точки  $S$ ,  $O$ ,  $S'$  лежат на одной прямой, где  $S$ -исходная;  $S'$ -его изображение,  $O$ -окончательный центр изображения, т.к. лежит между изображением и исходным.

Графическая форма исходных до изображения не приведена, между ними и экраном вдав падают окончательной оси не сбываются  $\Rightarrow$  получим подобные  $S$ -лии.

$SOSC \sim S'SH$  по 2-му признаку ( $L \perp S'H$ -одна прямая).

$SH \parallel$  падающей окончательной оси  $\Rightarrow SH \perp OC$ ;  $SH \perp S'H$ .  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{SC}{SH} = \frac{OE}{SH} \Rightarrow \frac{d}{d+F} = \frac{L-h}{L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Ld = Ld + LF - h(d+F)$$

$$0 = LF - h(d+F)$$

$$h = \frac{LF}{d+F}; F = \frac{Fd}{d-F} \quad (1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{L \cdot \frac{Fd}{d-F}}{d + \frac{Fd}{d-F}} = \frac{LFd - LF^2}{(d-F)(d^2-Fd+Fd)} = \frac{LFd}{d^2} =$$

$$= \boxed{\frac{LF}{d}} \Rightarrow \text{численно получим: } h = \frac{f_{\text{ре}} \cdot f_{\text{из}}}{300} =$$

$$= 4 \text{ м}$$

15

$$\text{Ответ: } h = \frac{LF}{d}; h = 4 \text{ м.}$$

Черновик:

$$\begin{array}{r} 7,47 \\ \times 4 \\ \hline 5,64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,74 \\ \times 5 \\ \hline 75,70 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5640 \\ -4700 \\ \hline 9300 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7570 \\ \times 3 \\ \hline 4710 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7570 \\ +7570 \\ \hline 15140 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7570 \\ \times 6 \\ \hline 9420 \end{array}$$

$$7700 \cdot 700 = 770000 = 7,7 \cdot 10^5 =$$

$$\frac{\text{площадь}}{C} = B$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 79 \\ \hline 79 \end{array} = 770000 \quad \frac{B}{n} \quad \frac{B}{\frac{n}{C}} = \frac{B}{c}$$

$$1m = DS \cdot hb$$

$$\frac{700}{78} = \frac{50}{9} \cdot 8,3 \cdot 373 \approx$$

$$\frac{1m}{DS} = hb$$

$$\cancel{7}$$

$$\approx \frac{50}{9} \cdot 8 \cdot 370 \approx \frac{370}{150}$$

$$\frac{78500}{18500}$$

$$\begin{array}{r} 350 \\ -785 \\ \hline 765 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 765 \\ -71 \\ \hline 55 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ \times 15 \\ \hline 15 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times 79 \\ \hline 79 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 3,74 \\ \times 32 \\ \hline 628 \\ +942 \\ \hline 9048 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,74 \\ \times 32 \\ \hline 628 \\ 542 \\ \hline 700,48 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 365 \\ \times 190 \\ \hline 18250 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35000 \\ -18250 \\ \hline 16750 \\ -1100 \\ \hline 7700 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 705 \cdot 200 \\ \hline 704 \\ -200 \\ \hline 80 \\ -80 \\ \hline 0 \end{array} \quad 7,7 \cdot 10^5 \cdot \frac{200}{204} =$$

$$= 35000 -$$

$$\begin{array}{r} 6750 \\ -770 \\ \hline 575 \\ -550 \\ \hline 250 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7700 \\ \times 2 \\ \hline 752 \end{array}$$

$$\cancel{Z}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$$35 \text{ кр} - \frac{70^{\circ}}{70^{\circ}} \cdot \frac{200}{70^{\circ}} \cdot 35 - \frac{90^{\circ}}{78} \cdot 8,5 \cdot 373$$

$$1,1 \cdot 70^{\circ} \cdot \frac{200}{70^{\circ}}$$

$$= 35 - \underline{35000}$$

$$\begin{array}{r} 80 \\ \times 720 \\ \hline 7100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 780 \\ + 6 \\ \hline 7080 \\ 780 \\ \hline 15 \\ 900 \\ \hline 726 \end{array}$$

$$35 - \frac{35000}{7100} = 35 -$$

$$\begin{array}{r} 350 \\ \times 21,8 \\ \hline 33 \\ 20 \\ \hline 11 \\ 90 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35,0 \\ - 35,8 \\ \hline 3,2 \end{array}$$

$$\alpha \beta = \frac{n \pi}{2}$$

$$\beta = \frac{n \pi}{\alpha} = \frac{n}{\alpha} \cdot \pi \cdot c \cdot \mu$$