



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Скатын Иван Александрович**

Класс: 11

Технический балл: **83**

Дата проведения: 26 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9935148

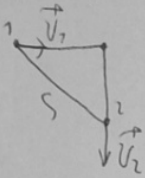
	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>15</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	83
Вопрос	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>5</i>	

Условие
N 1.2.1

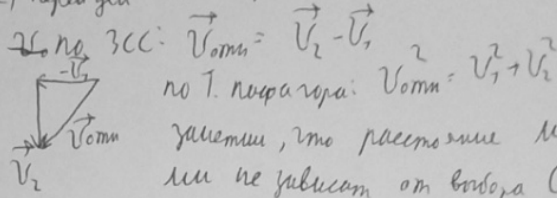
Дано:
 $\tau = 10^2$
 $S = 100 \text{ м}$
 $V_2 = 10 \text{ м/с}$
 $S_2 = 200 \text{ м}$
 $V_1 = ?$

Ищем:

1) С.О. Земли:

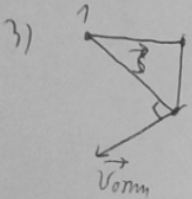


2) перейдем в С.О. первого автомобиля:



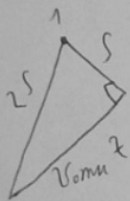
по 1. координата: $V_{omni} = V_1 + V_2$

замечим, что расстояние между автомобилями не зависит от выбора С.О.



относительно автомобиля 1 автомобиль 2 движется по прямой а. S - минимальное расстояние $\rightarrow S \perp V_{omni}$

4) пусть прошло время τ :



где этого а-ка по м. на спутника:

$$(S + S_2)^2 = S^2 + (V_{omni} \tau)^2$$

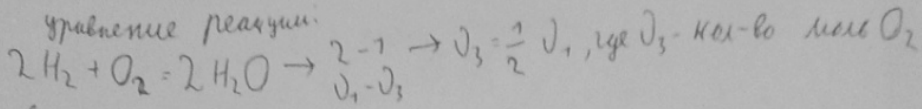
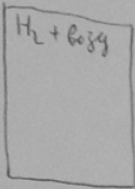
$$3S^2 = V_{omni}^2 \tau^2$$

$$\frac{3S^2}{\tau^2} = V_1^2 + V_2^2 \rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{3S^2}{\tau^2} - V_2^2} = \sqrt{\frac{3 \cdot 100 \cdot 100}{100} - 100} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

Ответ: $V_1 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$

Методы

1) смесь в паровом состоянии:



вступивших в реакцию

по закону сохранения массы вещества: $\mu_n \nu_n = \mu_1 \nu_1 + \frac{\nu_1}{2} \mu_3$

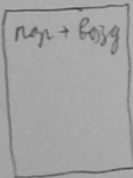
где $\mu_n = 18 \text{ г/моль}$, $\mu_1 = 2 \text{ г/моль}$, $\mu_3 = 16 \text{ г/моль}$

2) проверим, хватает ли нам кислорода:

$k \cdot \mu_2 \cdot \nu_2 = \nu_4 \cdot \mu_3$, где $\mu_2 = 29 \text{ г/моль}$, ν_4 - кол-во O_2 в смеси

$$\nu_4 = \frac{k \nu_2 \cdot \mu_2}{\mu_3} = \frac{9,23 \cdot 29}{16} = \frac{667}{1600} \approx \frac{25}{1000} \rightarrow 25 \text{ г, хватает.}$$

3) смесь в конечном состоянии:



при вторичном образовании водяной пары кол-вом моль ν_n по уравнению клей-клайперона:

$$p_n V = \nu_n RT$$

$$\varphi = \frac{p_n}{p_H} = \frac{\nu_n RT}{V p_H} = \frac{RT}{V p_H} \cdot \frac{(\mu_1 \nu_1 + \frac{\nu_1}{2} \cdot \mu_3)^{100\%}}{\mu_n} = \frac{1,277475}{2330000} \cdot 100\%$$

Ответ: $\varphi = \frac{12,77475}{23300} \%$

Угол отклонения
N 3.8.2 (m, g, m, sec)

$$w = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$4\pi^2 f^2 = \frac{k_1 L^3 - 2k_2 q^2}{mL^3}$$

$m_1 \cdot p_1 =$ (2.46.60)

$7k_1 \cdot m_2 \cdot v_2 = 22.75 \cdot 10^{-3} \cdot v_4$ $\frac{0.5}{0.1}$

2) $2m_1 + 0 = 2m_1 \cdot 0$

$2 - 1 \quad v_1 + 2v_3$ $\frac{0.5}{0.1} = v$

$v_1 - v_3 \quad v_3 = \frac{v_4}{2} = v$

$5 \cdot v_4$

$$k_1 = \frac{4\pi^2 f^2 mL^3 + 2k_2 q^2}{L^3} = \frac{4 \cdot 3.14^2 \cdot 7.47^2 \cdot 0.725 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot (10^{-6})^2}{L^3}$$

$$= \frac{0.5 \cdot 10^{-2} \cdot 3.14^2 \cdot 7.47^2 + 18 \cdot 10^{-3}}{0.725} = \frac{0.725}{10^{-4} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-4} \cdot (3.14 \cdot 10^7)^2 + 18 \cdot 10^{-7}} \cdot 10^3$$

$$= \frac{46758 \cdot 10^{-7} + 18}{0.725} = \frac{23079 \cdot 10^{-7} + 18}{0.725} = \frac{18 + 0.0023079}{0.725} = \frac{18.0023079}{0.725}$$

$v_1 \cdot m_1 = v_1 + \frac{v_4}{2}$

$v_1 = 30 \frac{v_4}{2 \cdot m_1}$

$5 \cdot 46^2 \cdot 10^{-2} + 79$

$\frac{46}{x66}$

$40 \cdot 46$

$+ 1660$

$1660 + 246$

1906

$\frac{1906}{442}$

$k m_2 = m_3 \cdot m_4 \cdot v_4$

$7 \cdot 46^2 \cdot 10^{-2} + 79$

$\frac{7 \cdot 46^2}{15}$

354

1465

$\times 837$

$\frac{77}{7465}$

$+ 4395$

17720

$\frac{17720}{72} = 246.11$

$(40+6) \cdot 40$

$1600 + 240$

$(70+9) \cdot 3560 + 27$

$249300 + 27$

$\frac{249300}{1000} = 249.3$

$U_1 \cdot m_1 = U_4 \cdot m_4$

$U_4 = \frac{U_1 \cdot m_1}{m_4} = \frac{0.5 \cdot 3 \cdot \frac{29}{76}}{\frac{29}{76} \cdot \frac{23}{100}}$

$m_1 v_1 = m_1 v_1 + U_4 m_4$

$v_1 = \frac{m_1 v_1 + U_4 m_4}{m_1}$

(4)

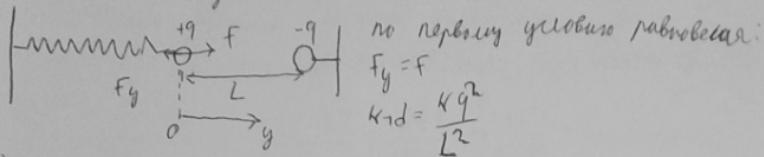
Условие

№ 3.8.2

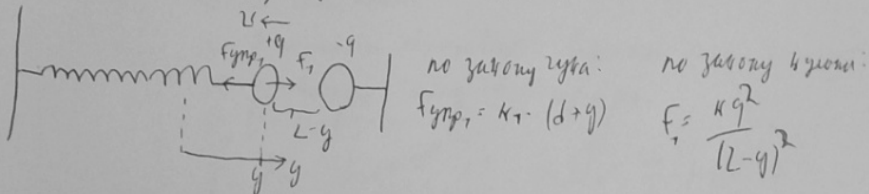
Дано: 1) нить d-паралельная горизонтальной пружине, k_1 - жесткость пружины.

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

2) рассмотрим равновесие нити:

шарики $+q$ и $-q$ притягиваются. по закону Кулона: $F = \frac{kq^2}{L^2}$ пружина растянута на d . по закону Гука: $F_y = k_1 d$ 

3) нить шаров возбуждается в состоянии равновесия:



по 2 ЗН на ось y:

$$F_1 - F_{yпр} = ma_y$$

$$\frac{kq^2}{(L-y)^2} - k_1 d - k_1 y = ma_y$$

$$\frac{kq^2}{L^2 \left(1 - \frac{y}{L}\right)^2} - k_1 d - k_1 y = ma_y, \text{ м.к. } \frac{y^2}{L^2} \ll 1 \rightarrow \left(1 - \frac{y}{L}\right)^{-2} \approx 1 + \frac{2y}{L}$$

$$\frac{2kq^2 y}{L^3} - k_1 y = ma_y$$

$$\frac{kq^2}{L^2 \left(1 - \frac{2y}{L}\right)} - \frac{kq^2}{L^2} - k_1 y = ma_y$$

$$ma_y + k_1 y - \frac{2kq^2 y}{L^3} = 0$$

$$\frac{kq^2}{L^2 \left(1 - \frac{2y}{L}\right)} - \frac{kq^2 \cdot \left(1 - \frac{2y}{L}\right)}{L^2 \left(1 - \frac{2y}{L}\right)} - k_1 y = ma_y$$

$$ma_y + y \left(k_1 - \frac{2kq^2}{L^3} \right) = 0$$

$$a_y + y \left(\frac{k_1}{m} - \frac{2kq^2}{mL^3} \right) = 0$$

$$\frac{kq^2 \cdot \frac{2y}{L}}{L^2 \left(1 - \frac{2y}{L}\right)} - k_1 y = ma_y$$

$$W = \sqrt{\frac{k_1 L^3 - 2kq^2}{mL^3}}$$

}

7.

Ученик

№ 3.8.2 (Проговорите):

$$W = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$4\pi^2 f^2 = \frac{kxL^3 - 249^2}{mL^3}$$

$$kx = \frac{4\pi^2 f^2 \cdot mL^3 + 249^2}{L^3} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,47^2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,725 + 18 \cdot 10^9 \cdot 10^{-12}}{0,725}$$

$$= \frac{(4 \cdot (3,14 \cdot 1,47)^2 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{-9} \cdot 10^{-2} \cdot 0,725 + 18 \cdot 10^3) \cdot 10^3}{725}$$

$$= \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 46758^2 + 18}{725} = \frac{5 \cdot 46758^2 \cdot 10^{-8} + 18}{725} \frac{H}{m} = 287$$

1

F,

k

(L

k

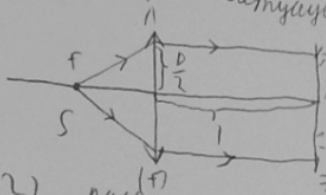
L²

kg

L²(kg²L²kg²L²

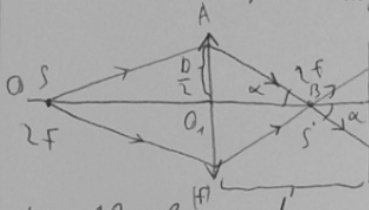
Условие
N 4.7.7

1) параллельный световой пучок:



предмет в бесконечности → все лучи выйдут в параллельных крайних лучах.

2) параллельный световой пучок:



по формуле тонкой линзы:

$$\frac{d}{2} \frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{F}$$

учтем и будем по формуле. Тогда $f = 2F$

т.к. AO_1 - высота и медиана в $\triangle AOB \rightarrow \triangle AOB$ - равнобедр. $\rightarrow \angle AOB_1 = \angle ABO_1 = \alpha$

$$\tan \alpha = \frac{D/2}{2F} = \frac{D}{4F}, \quad \tan \alpha = \frac{d}{2} \rightarrow \frac{D}{4F} = \frac{d}{2-4F}$$

$$2D - 4DF = 4dF$$

$$2D = 4F(d+F)$$

$$F = \frac{2D}{4(d+F)} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 8}{4 \cdot (5+3)} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ м}$$

ответ: $F = 2,5 \text{ м}$

Учебник

Вопросы.

→ № 1.2.7

1) Скорость - векторная величина, характеризующая, на сколько сильно изменился путь, $\left[\frac{m}{s} \right]$ производная от пути. Скорость зависит от С.О., скорость - относительная величина

$$2) \vec{v}_{abc} = \vec{v}_{omn} + \vec{v}_{opr}$$

\vec{v}_{abc} - абсолютная скорость (относ НСО)

\vec{v}_{omn} - относит. скорость (относ ПСО)

\vec{v}_{opr} - переносная скорость (~~относ~~ скорость ПСО в НСО)

№ 3.82

1) напряженность \vec{E} - физ. величина, равная по модулю силе, на которую действует на заряд в поле. Направлена по касательной к силовым линиям. $\left[\frac{H}{A} \right]$

2) Принцип суперпозиции n полей:

$$\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n, \text{ где } \vec{E}_\Sigma - \text{ суммарная напряженность от } n \text{ полей. } \vec{E}_{1,2,\dots,n} -$$

~~напряженность~~ напряженности полей с 1 по n .

$$\varphi_\Sigma = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n, \text{ где } \varphi_\Sigma - \text{ суммарный потенциал в точке. } \varphi_{1,2,\dots,n} -$$

потенциалы полей с 1 по n в этой же точке.

№ 2.8.7

1) Виды парообразования:

а) испарение - происходит постоянно. Только с поверхности жидкости.

б) кипение - происходит при температуре, равной температуре кипения (она зависит от внешнего давления). Происходит по всей объему жидкости

2) удельная теплота парообразования L - кол-во теплоты, которое надо подвести / которое выделится при превращении 1 кг жидкости / пара в пар / жидкость

$$\left[\frac{Dm}{kg} \right]$$

6

Условие.

Н. Вязович (неодоминантно)

№ 4.1.1

1) ~~оригинал~~ размещение F -моща, в которой реализуется все u и, u ~~указанное~~ ~~на~~ ~~рисунке~~. ~~Контроль~~ по обе стороны от u и u

2) ~~оригинал~~ или ~~отрицательная~~ сила $(D = \frac{\oplus}{\ominus} \frac{1}{F})$ - ~~моща~~ ~~распределенная~~ или ~~собирающая~~ ~~моща~~ ~~и~~ ~~у~~ ~~гнет~~.

Уравнение Лагранжа.

$$\frac{4g^2}{(L-x)^2} - 4_1(d+x) = mg$$

$$\frac{4g^2}{L^2(1-\frac{x}{L})^2} - 4_1d - 4_1x = mg$$

$$\frac{4g^2}{L^2(1-\frac{2x}{L})^2} - 4_1d - 4_1x = mg$$

$$\frac{4g^2}{L^2(1-\frac{2x}{L})^2} - \frac{4g^2}{L^2} - 4_1x = mg$$

$$\frac{4g^2}{L^2(1-\frac{2x}{L})^2} - 4g^2(1-\frac{2x}{L})^2 - 4_1x = mg$$

$$\frac{4g^2 \cdot 2x}{L^2} - 4_1x = mg$$

$$\frac{4g^2}{L^3} \cdot 2x - 4_1x = mg$$

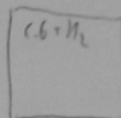
а) $\frac{4g^2}{L^3} \cdot 2x = mg$

2020

$$\frac{4 \cdot 4 \cdot 1^2}{L^3} = 11$$

$$66 \frac{P_2}{L_2}$$

$0,5 \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{5}{2}$



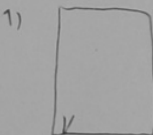
$$\frac{785}{7000} = 0$$

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

$$\frac{500}{9 - 72 \cdot 2 - 1} = 0,05 - x$$

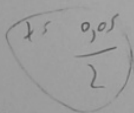
$$U_n P_n V = U_n R T$$

$$\frac{P_n}{P_n} = \frac{U_n R T}{U_n R T}$$



$$\frac{U_n R T}{U_n R T} = \frac{U_n R T}{U_n R T}$$

$$2x = 0,05$$



$$V_1 = 0,05 \text{ м}^3 \text{ воды}$$

$$V_2 = 7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$9,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \text{ керосина}$$

ms

$$0,23 \cdot m_{c.б.} = m_{O_2}$$

$$0,23 \cdot V_1 \cdot \rho_1 = \rho_2 \cdot V_2$$

$$V_2 = 0,23 \cdot 29$$

$$V = \frac{25}{4}$$

$$\rho_{c.б.} V_{c.б.} + \rho_{H_2} V_{H_2} + \rho_{O_2} V_{O_2}$$

$$V_n = \rho_{H_2} 31400 + 374 \cdot 4 \cdot 70 + 374 \cdot 7$$

$$48714 \cdot 37400 + 12560 + 2798$$

$$33878$$

$$+ 12560$$

$$46138$$

$$\begin{array}{r} 374 \\ \times 1147 \\ \hline 46158 \\ \underline{- 186} \\ 075 \\ \underline{- 76} \\ 78 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4725 \\ \times 500 \\ \hline 2362500 \\ \underline{0,5 \cdot 20^2} \\ 100 \end{array}$$

1

Универсальный газовый закон
№ 2.8.7.

Дано:

$$V = 0,7 \text{ м}^3$$

$$\nu_1 = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu_2 = 7 \text{ моль}$$

$$T = 293 \text{ К}$$

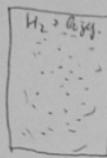
$$P_H = 233011 \text{ Па}$$

$$\kappa = 0,23$$

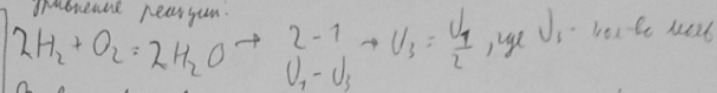
$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Решение:

1) газы в начальной состоянии:



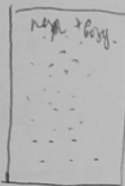
уравнение реакции:



O_2 , вступающих в реакцию.

по закону сохранения массы вещества: $P_H \nu_n = \mu_1 \nu_1 + \frac{\mu_2}{2} \nu_3$

2) газы в конечном состоянии:



при сжатии отрубаемая вода пар хол-вом моль ν_n

по уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$P_H \nu_n = \nu_n R T, \nu_n = \nu$$

$$P_H = \frac{\nu_n R T}{V_H}$$

$$3) \varphi = \frac{P_H}{P_H} = \frac{\nu_n R T}{V_H P_H} = \frac{\nu_n R T}{V P_H}$$

$$\varphi = \frac{R T}{V \cdot P_H} \cdot \frac{\mu_1 \nu_1 + \frac{\mu_2}{2} \nu_3}{\mu_n} = \frac{8,31 \cdot 293}{0,7 \cdot 2330} \cdot \frac{0,5(2+8)}{2+8} = \frac{8,31 \cdot 293 \cdot 5}{233 \cdot 700} = \frac{1465 \cdot 8,31}{233 \cdot 700} =$$

$$= \frac{1465 \cdot 8,31}{233 \cdot 700} = \frac{1277475}{233000}$$

$$\varphi = \frac{1277475}{23300} \%$$

условие равенства давлений или нам (это число не важно):

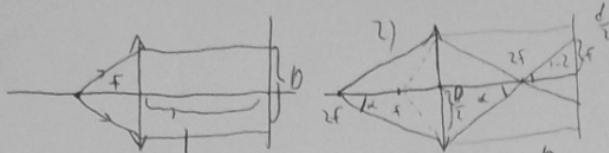
$\kappa \cdot \nu_2 \mu_2 = \nu_4 \mu_3$, где ν_4 - вал-во моль O_2 в этом газе.

$$\nu_4 = \frac{\kappa \nu_2 \mu_2}{\mu_3} = \frac{0,23 \cdot 29}{16} = \frac{23 \cdot 29}{16 \cdot 100} = \frac{667}{1600} > \frac{25}{1000} \rightarrow \text{га, абатман.}$$

$$\text{Ответ: } \varphi = \frac{1277475}{23300} \%$$

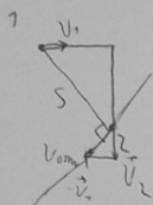
2

Углубит

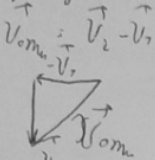


$\gamma = \frac{0.5}{0.7}$
 $+y_2 = \frac{D}{2f}, +y_2 = \frac{d}{1.2f}$

1) диаг:



Нужно же в с.о. Неправильно абстрактно!



$v_{0m} = v_1^2 + v_2^2$

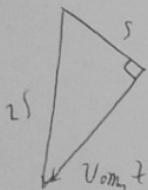
$\frac{D}{4f} = \frac{d}{2f-4f}$

$b \cdot (2f-4f) = d \cdot 4f$

$20f - 40f = d \cdot 4f$

$20f = 4f(d+f)$

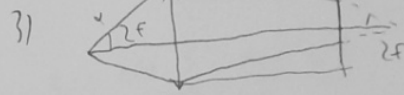
$f = \frac{20f}{4(d+f)} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 8}{4(7+5)} = \frac{70}{5} = 14f$



$(v_{0m})^2 = (2s)^2 - s^2 = 4s^2 - s^2 = 3s^2$
 $3s^2 = v_{0m}^2$
 $3s^2 = (v_1^2 + v_2^2) \cdot 2$

$3 \cdot 700 \cdot 700 = 38 \cdot 10^2 + v_2^2$

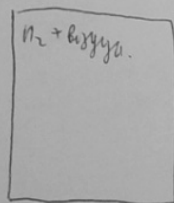
$300 = 100 + v_2^2$
 $v_2^2 = 200 \rightarrow v_2 = \sqrt{200} = 10\sqrt{2}$



$+y_2 = \frac{d}{2f-1}, +y_2 = \frac{D}{2f} = \frac{D}{4f}$

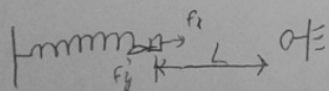
$\frac{d}{4f-2f} = \frac{D}{4f}$

1)



$0.23 \cdot v_{0.8} = v_{0.2}$
 $v_{0.2m} = 0.77 v_{0.8}$
 бег

1) N.P

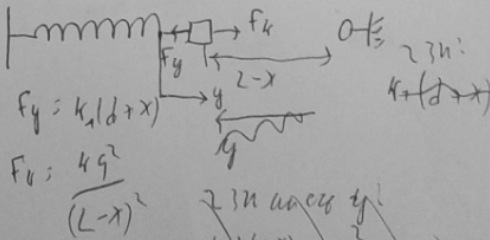


$F_x = F_y$

$\frac{4 \cdot 9^2}{L^2} = k_1 \cdot d$

d - горизонталь
 4 - вертикаль - гн.

2) углы ~~векторов~~ на x и y осях



$F_y = k_1(d+x)$
 $F_x = \frac{4 \cdot 9^2}{(L-x)^2}$

2) N углы ~~векторов~~
 $k_1(d+x) - \frac{4 \cdot 9^2}{(L-x)^2} = \max$
 $N_1(d+x)$

3)

Граничная температура