

64-20-00-18
(177.1)



Олимпиада ПБГ
2016

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 9

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьёвы горы!

по Физике

Ильина Максима Владимировна

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

+1 лист
Лист
+1 лист
Лист

Дата
«22» марта 2016 года

Подпись участника
Ильина

64-20-00-18
(177.1)

Метович.

Задача 1:

Вопрос:

Дано:

$$v_1 = 4 \text{ км/ч} \quad S_1 = \frac{S}{2}$$

$$v_2 = 8 \text{ км/ч} \quad S_2 = \frac{S}{2}$$

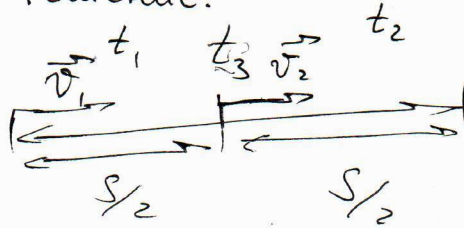
t_3 - разговор; $t_3 = \frac{1}{4} t_{\Sigma}$
с приемлем

t_{Σ} - общее время

S - длина пути от школы до дома

Вер = ?

Решение:



t_1 - время на первой половине пути до остановки.

t_2 - время на второй половине пути после остановки.

$$t_{\Sigma} = t_1 + t_2 + t_3$$

$$t_1 = \frac{S}{2v_1}$$

$$t_2 = \frac{S}{2v_2}$$

$$t_3 = \frac{1}{4} t_{\Sigma}$$

$$t_{\Sigma} = \frac{S}{2v_1} + \frac{S}{2v_2} + \frac{1}{4} t_{\Sigma}$$

$$\frac{3}{4} t_{\Sigma} = \frac{v_2 S + v_1 S}{2v_1 v_2}$$

$$t_{\Sigma} = \frac{4S(v_2 + v_1)}{6v_1 v_2}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t_{\Sigma}} = \frac{S \cdot 6v_1 v_2}{4S(v_2 + v_1)} = \frac{3v_1 v_2}{2(v_2 + v_1)} = \frac{96}{24} = 4 \text{ (км/ч)}$$

Ответ: 4 км/ч. (+)

1

2			
4	5		18
3	7		17
2	4	14	
1	7	18	

сумма: 90 (делится на 3)

(Нормаль)

(Нормаль)

Источники

Задача 1:

Задача:

Дано:

$$T = 2 \text{ мин}$$

$$t_1 = 3 \text{ мин}$$

$$v_1 > v_2$$

$$t_2 = ?$$

Решение:

$$v_1 = \frac{S}{T} \quad (\text{по условию})$$

$$\frac{S}{v_1 - v_2} = t_1 \quad (\text{т.к. связано, что}$$

первый обогнал второго каждые 3 мин (t_1), тогда их скорость сближения $v_1 - v_2$, потому что они движутся в одну сторону, а если пересечь в систему отсчёта, связанную с первым, то тогда, чтобы обогнать второго на круг он должен пробежать весь круг со скоростью за время t_1 .)

$$t_2 = \frac{S}{v_1 + v_2} \quad (\text{т.к. они движутся из}$$

одного и того же места в разные стороны, но ~~их v_1 если пересечь в систему отсчёта, связанную с первым, то его скорость и скорость сближения (если один стоит, то другой движется на него со скоростью $v_1 + v_2$) равна $v_1 + v_2$).~~

Решим получившуюся систему:

$$\begin{cases} v_1 = \frac{S}{T} \\ \frac{S}{v_1 - v_2} = t_1 \\ \frac{S}{v_1 + v_2} = t_2 \end{cases}$$

$$\text{Или } S = T v_1$$

$$\frac{T v_1}{v_1 - v_2} = t_1$$

$$T v_1 = t_1 v_1 - t_1 v_2$$

$$t_1 v_1 - T v_1 = t_1 v_2$$

$$v_2 = \frac{v_1 (t_1 - T)}{t_1}$$

(2)

Листовки

$$\frac{S}{v_1 + v_2} = t_2$$

$$\frac{T v_1}{v_1 + \frac{v_1 (t_1 - T)}{t_1}} = t_2$$

$$\frac{T v_1 t_1}{t_1 v_1 + v_1 (t_1 - T)} = t_2$$

$$\frac{T t_1}{t_1 + t_1 - T} = t_2$$

$$\frac{T t_1}{2 t_1 - T} = t_2$$

$$\frac{6}{4} = t_2$$

$$\frac{3}{2} = t_2 \quad (+)$$

$$t_2 = 1,5 \text{ (мин)}$$

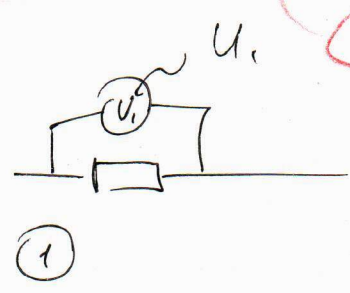
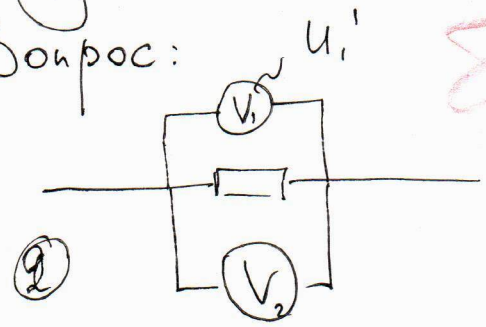
Ответ: 1,5 мин.

3

Задача 3:

Используя

Вопрос:



В первом случае U_1 больше, чем во втором случае U_1' , это значит, что у вольтметров есть собственное сопротивление меньше, чем ∞ (т.е. вольтметры не идеальные)

т.е. если бы они были идеальными, то весь ток шёл бы через резистор и показания вольтметров в первом и втором случаях были бы одинаковыми, но т.к. по условию $U_1 > U_1'$, то часть тока идёт через вольтметры (в первом случае только через V_1 , а во втором через V_1 и V_2 , по этому показания уменьшились).

Ответ: вольтметры не идеальные, через них идёт ток, их сопротивление не бесконечная величина.

(+)

(4)

64-20-00-18
(177.1)

Задача 3:

Источник

Задача:

Дано:

$$I = 160 \text{ мА}$$

$$U_1 = 15,8 \text{ В}$$

$$U_2 = U_3 = 0,04 \text{ В}$$

R_B - сопротивление
всех вольтметров

R_A - сопротивление
всех амперметров

$$R_A = ?$$

$$R_B = ?$$

сопротивление

$$U_{CD} = I R_A$$

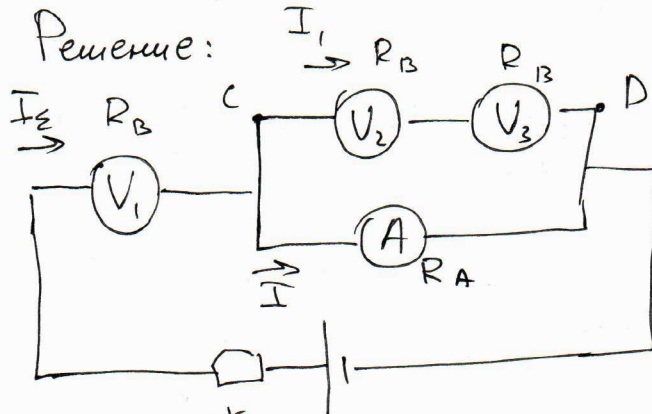
напряжение

$$R_A = \frac{U_{CD}}{I} = \frac{U_2 + U_3}{I} = \frac{0,08}{0,160} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2} \text{ Ом}$$

$U_1 = I_\Sigma R_B$, где I_Σ - ток через первый
вольтметр (одной ток)

$$\begin{cases} I_\Sigma = I_1 + I \\ U_{CD} = I_1 \cdot 2R_B \\ U_1 = I_\Sigma R_B \end{cases}$$

Решение:



$U_{CD} = U_2 + U_3$ (т.к. U_2 и U_3
подключены последовательно)
сопротивление аккумулятора
Разность потенциалов между
точками C и D

$U_{CD} = I_1 \cdot 2R_B$ (т.к. $R_{CD} = R_B + R_B$)
между точками C и D.

(т.к. при параллельной подключении
напряжение одинаковое).

$$\frac{U_{CD}}{U_1} = \frac{I_1 \cdot 2R_B}{I_\Sigma \cdot R_B} = \frac{2I_1}{I_\Sigma}$$

$$I_\Sigma U_{CD} = 2I_1 U_1$$

$$I_\Sigma = \frac{2I_1 U_1}{U_{CD}}$$

$$I_1 + I = \frac{2I_1 U_1}{U_{CD}}$$

$$I_1 U_{CD} + I U_{CD} = 2I_1 U_1$$

$$\frac{I U_{CD}}{2U_1 - U_{CD}} = I_1$$

5

$$U_{\text{ср}} = 2 I R_B$$

Исходные

$$\frac{U_{\text{ср}}}{2 I} = R_B$$

$$R_B = \frac{U_{\text{ср}}(2 U_1 - U_{\text{ср}})}{2 I U_{\text{ср}}} = \frac{2 U_1 - U_{\text{ср}}}{2 I} = \frac{2 \cdot 15,8 - 0,08}{2 \cdot 0,16} =$$

$$= \frac{31,6 - 0,08}{0,32} = \frac{30,8}{0,32} = \frac{3080}{32} \approx 96,2 \text{ Ом}$$

Ответ: $R_A = 0,5 \text{ Ом}$

$R_B = 96,2 \text{ Ом}$.

Задача 2.

Задача:

Дано:

$$V = 80 \text{ см}^3 \quad V_1 = \frac{1}{4}$$

$$t_1 = -18^\circ \text{C}$$

$$t_2 = +18^\circ \text{C}$$

$$c = 4,2 \text{ Дж} / (\text{г} \cdot ^\circ \text{C}) =$$

$$= 4,2 \text{ Дж} / (\text{г} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$c_{\text{л}} = 2,1 \text{ Дж} / (\text{г} \cdot ^\circ \text{C})$$

$$\lambda \approx 334 \text{ Дж} / \text{г}$$

$$\rho_{\text{л}} = 0,92 / \text{см}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1 / \text{см}^3$$

$$V_2 = ? \text{ (объём воды),}$$

$$\text{если } V = V_1 + V_2$$

полностью залить

тогда температура после теплообмена будет $t_3 = 0^\circ \text{C}$,

т.е. лёд останется)

Запишем уравнение теплового баланса.

$$c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_2 - t_3) = c_{\text{л}} m_{\text{л}} (t_3 - t_1) + \lambda m_{\text{л}}$$

$m_{\text{в}}$ - масса воды влитой в сосуд.

$m_{\text{л}}$ - масса растаявшего льда.

Решение:

Сначала узнаем растает ли весь лёд. Если не растает, то весь лёд растает и не замерзнет. Если растает, то весь лёд растает и не замерзнет. Если растает, то весь лёд растает и не замерзнет.

$$Q_1 = c_{\text{л}} m_{\text{л}} \Delta t + \lambda m_{\text{л}} =$$

$$= 2,1 \cdot 18 \cdot 0,9 \cdot 20 + 334 \cdot 0,9 \cdot 20$$

$$Q_2 = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t = 4,2 \cdot 60 \cdot 1 \cdot 18 = 453,6$$

$$m_{\text{в}} = \frac{3}{4} V \rho_{\text{в}} \text{ (заливаем } \frac{3}{4} V)$$

$$m_{\text{л}} = \frac{1}{4} V \rho_{\text{л}}$$

т.е. $Q_1 \gg Q_2$, то лёд почти не растает, если в сосуде

вода. ($334 \cdot 0,9 \cdot 20 > 453,6$)

тогда температура после теплообмена будет $t_3 = 0^\circ \text{C}$, т.е. лёд останется)

Запишем уравнение теплового баланса.

$$c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_2 - t_3) = c_{\text{л}} m_{\text{л}} (t_3 - t_1) + \lambda m_{\text{л}}$$

$m_{\text{в}}$ - масса воды влитой в сосуд.

$m_{\text{л}}$ - масса растаявшего льда.

6

$$m_{b_1} = m_b + m_2, \text{ где } m_b = \frac{3}{4} V \rho_b, \text{ а}$$

m_2 - это масса воды, которая заняла пустой объём, который возмещает масса тающего льда. †

$$m_2 = \rho_b V$$

$$V_n = \frac{m_1}{\rho_n} \quad \frac{V_n}{V_b} = \frac{\rho_b}{\rho_n}$$

$$9 V_n = 10 V_b$$

т.е. $\frac{1}{10} V_n$, где $V_n = \frac{m_1}{\rho_n}$ заняла вода

массой m_2

$$c_b \left(\rho_b \frac{3}{4} V + \rho_b \frac{1}{10} \cdot \frac{m_1}{\rho_n} \right) (t_2 - t_3) = c_n m_n (t_5 - t_1) + \lambda m_1$$

$$4,2 \left(60 + \frac{m_1 \cdot 1}{9} \right) \cdot 18 = 2,1 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 18 + 334 m_1$$

$$453,6 + 8,4 m_1 = 334 m_1 + 680,4$$

$$385,6 = 335,6 m_1$$

$$m_1 \approx 11,4$$

$$V_n = \frac{11,4}{0,9} \approx 12,7 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$V_2 = V_n + \frac{3}{4} V = 12,7 + 60 = 72,7 \text{ (м}^3\text{)}$$

Ответ: 72,7 м³. †

7

Задача 4

8

Задача 4:

Задача.

Дано:

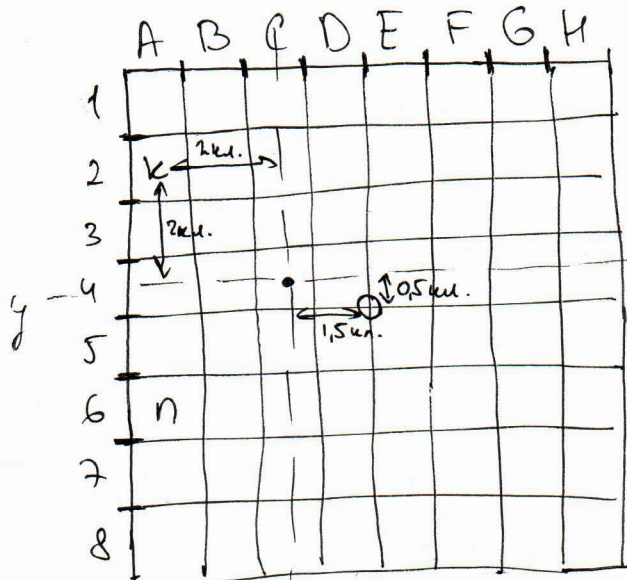
$M = 200 \text{ г}$

$m_1 = 100 \text{ г}$

$m_2 = 50 \text{ г}$

клетка ?

Решение:



- K - король
- - упирается шерсень
- O - центр масс доски.
- P - пешка

Проведём две оси x и y и запишем правило моментов на эти оси относительно точки, где упирается шерсень, параллельно перенесё чх на ось.

$x: m_1 g \cdot 2 = 0,5 \cdot M g + k$

$2000 = 1000 + k$

$1000 = k$

, где $k_1 = m_2 g l_1$

$y: k + 2 m_1 g = 1,5 M g$

$k + 2000 = 3000$

$k = 1000$

, где $k = m_2 g l_2$

И.и. $k_1 = k$, то $l_2 = l_1$ (тог клетка, где

стоит пешка находится равноудалена от осей.)

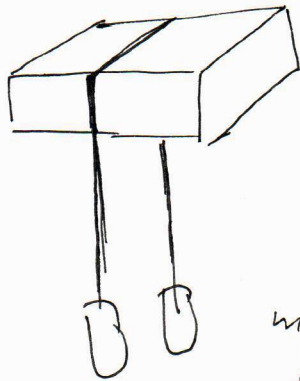
$m_2 g = 500$, тогда $l_1 = l_2 = 2$ (клетки)

Но ещё мы знаем, что на оси x пешка стоит по одну сторону с центром масс доски, а на оси y пешка стоит по одну сторону с королём, тогда пешка стоит на А В. Ответ: А В.

Истовые

Задача 2:

Вопрос:



Проволка пошла лёд из-за тяжести грузов будет тереться

об выступы лежащего льда (возникнет сила трения)

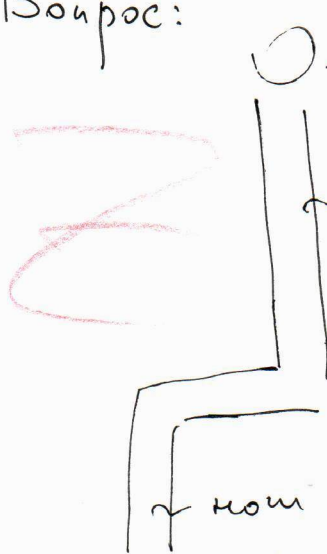
Лёд рядом с проволокой из-за трения будет нагреваться и

растает, а так как на улице мороз, то он замёрзнет над проволокой.



Задача 4.

Вопрос:



точка опоры

точка опоры

точка опоры

снимая при этом и снимая шпала, центр

массе допустит двигаться параллельно поезда, что

невозможно? Когда снимаю

не снимаю и снимаю шпала, центр

массе движется под

угол. (не параллельно поезду), тогда они поднимаются



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

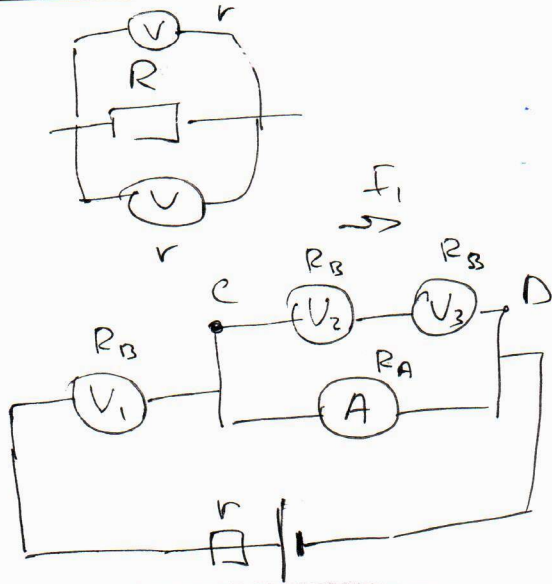


Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

Гернован

Олимпиада ПБГ
2016

64-20-00-18
(177.1)



$$A = I = 160 \text{ mA}$$

$$U_1 = 15,8 \text{ B}$$

$$U_2 = U_3 = 0,04 \text{ B}$$

$$R_A = ?$$

$$R_B = ?$$

$$U_{CD} = U_2 + U_3 = 0,08 \text{ B}$$

$$\begin{cases} U_1 = R_B I_2 \\ U_{CD} = 2R_B \cdot I_1 \\ U_{CD} = R_A I \\ I + I_1 = I_2 \end{cases}$$

$$\frac{U_1}{U_{CD}} = \frac{I_2}{2I_1}$$

$$I_2 = 2I_1 \cdot U_1 / U_{CD}$$

$$I + I_1 = \frac{2I_1 \cdot U_1}{U_{CD}}$$

$$I = \frac{2I_1 \cdot U_1}{U_{CD}} - I_1$$

$$R_A = \frac{U_{CD}}{I}$$

$$I U_{CD} = -I_1 U_{CD} + 2I_1 U_1$$

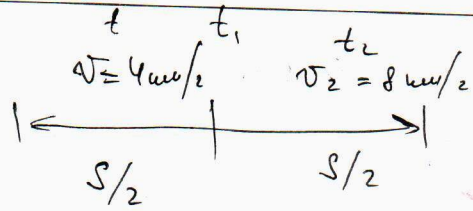
$$R_B = \frac{U_{CD}}{2I_1}$$

$$\frac{I U_{CD}}{2U_1 - U_{CD}} = I_1$$

$$\begin{array}{r|l} 3080 & 32 \\ \hline -288 & 96,2 \\ \hline 200 & \\ -132 & \\ \hline 80 & \end{array}$$

96,2

0,1 $\cdot 10^{-1}$
0,01 $\cdot 10^{-2}$
0,001 $\cdot 10^{-3}$



Пернован

$$t_1 = \frac{1}{4} t_2$$

$$t_2 = t + t_1 + t_2$$

$$t = \frac{S}{2v}$$

$$t_2 = \frac{S}{2v_2}$$

$$t_2 = \frac{S}{2v} + \frac{1}{4} t_2 + \frac{S}{2v_2}$$

$$\frac{3}{4} t_2 = \frac{S}{2v} + \frac{S}{2v_2}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t_2}$$

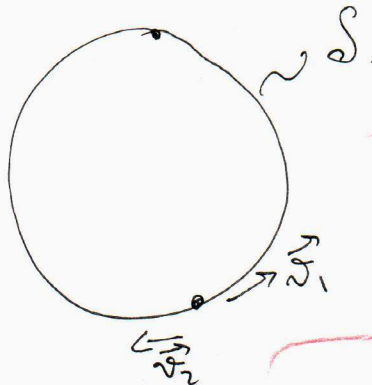
$$T = 2 \text{ мин}$$

$t_1 = 3 \text{ мин}$ обгоняет грузов.

$$t_2 = ?$$

$$\frac{S}{v_1 - v_2} = t_1$$

$$\frac{S}{v_1 + v_2} = t_2$$



гермо ван

$$\frac{v_1 T}{v_1 - v_2} = t_1$$

$$\frac{v_1 T}{v_1 + v_2} = t_2$$

$$\frac{v_1 + v_2}{v_1 - v_2} = \frac{t_1}{t_2}$$

$$v_1 = \frac{S}{2}$$

$$2v_1 = S$$

$$\frac{S}{v_1 - v_2} = 3$$

$$\frac{2v_1}{v_1 - v_2} = 3$$

$$2v_1 = 3v_1 - 3v_2$$

$$v_1 = 3v_2$$

$$\frac{3v_2 + v_2}{3v_2 - v_2} = 2$$

$$2t_2 = t_1$$

$$3 = 2t_2$$

$$t_2 = 1,5 \text{ мин.}$$

$$t_2 = 1,5$$

$$\begin{array}{r} 3855,6 \\ - 3356 \\ \hline 499,6 \\ - 3356 \\ \hline 16400 \end{array} \quad \begin{array}{r} 335,6 \\ 11,54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11,4 \\ \hline 9 \end{array}$$

12

108,66

6

108,7

12,7

$V = 80 \text{ см}^3$ Термован

$t_1 = -18^\circ\text{C}$ $V_1 = \frac{1}{4} V$

$t_2 = +18^\circ\text{C}$

$V_2 = ?$, если $V_1 + V_2 = V$.

$\lambda = 334 \text{ Дж/}^\circ\text{C}$

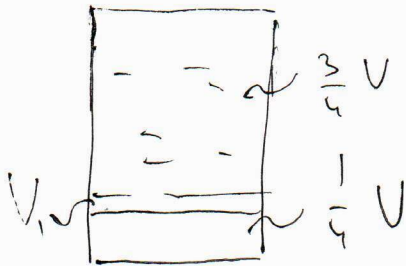
$\rho_1 = 0,92 / \text{см}^3$

$\rho_B = 1,2 / \text{см}^3$

$c_B = 4,2 \text{ Дж/}^\circ\text{C}$ (2 · k) =

= $4,2 \text{ Дж/}^\circ\text{C}$

$c_1 = c_B / 2$



$V_1 = 20 \text{ см}^3$

$V_1 \rho_1 = m_1$

$Q_1 = c_1 m_1 \cdot 18 + \lambda m_1 = 2,1 \cdot 18 \cdot 0,9 \cdot 20 + 334 \cdot 0,9 \cdot 20$

$Q_2 = c_B m_B \cdot 18 = 4,2 \cdot \rho_B \cdot 60 \cdot 1 \cdot 18$

$$\begin{array}{r} \times 60 \\ 18 \\ \hline + 480 \\ 6 \\ \hline 1080 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1080 \\ 4200 \\ \hline + 216000 \\ 432 \\ \hline 453600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 108 \cdot \\ 4,2 \\ \hline + 216 \\ 432 \\ \hline 4536 \end{array}$$

$Q_1 > Q_2$

$c_B m_B \cdot 18 = c_1 m_1 \cdot 18 + \lambda m_1$

$m_1 = \rho_1 V_1$

$m_B = \rho_B V_B$

$\frac{m_1}{m_B}$

$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}$

$V_B = \frac{m_B}{\rho_B}$

$\frac{V_1}{V_B} = \frac{m_1 \rho_B}{\rho_1 m_B} = \frac{\rho_B}{\rho_1}$

$m_B = \rho_B \left(\frac{3}{4} V + \frac{1}{10} V_B \rho_B \right)$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 18 \\ \hline + 144 \\ 18 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 324 \\ 2,1 \\ \hline 324 \\ 648 \\ \hline 680,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4536 \\ - 680 \\ \hline 3856 \\ 3855,6 \end{array}$$

$\frac{V_1}{V_B} = \frac{10}{9} \cdot 334$
 $9V_1 = 10V_B$
 $335,6$

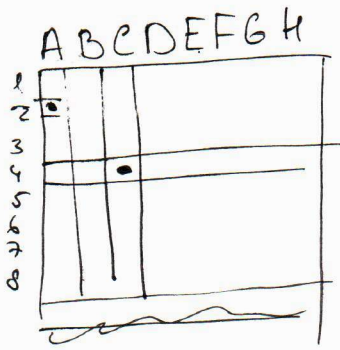
64-20-00-18
(177.1)

$M = 200 \text{ г}$

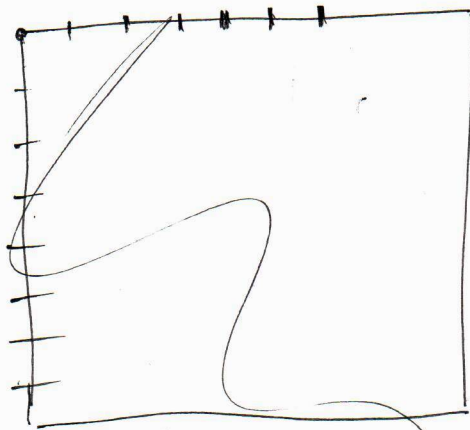
Олимпиада

ПВГ

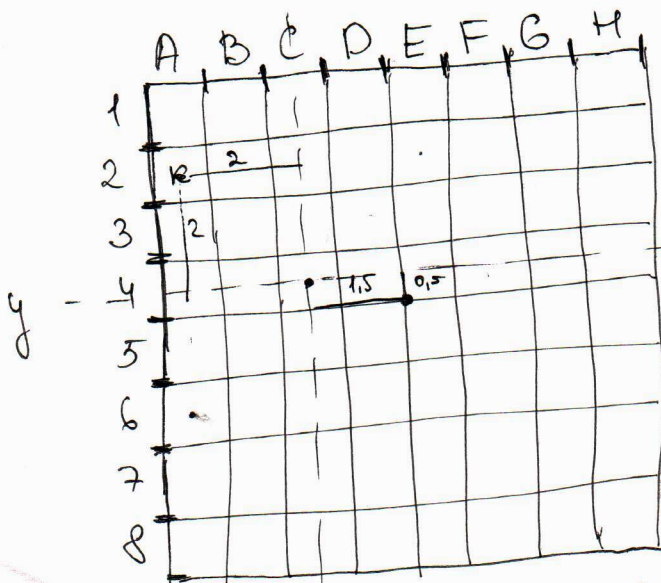
2016



Термометр



x



~~k=2~~

$$m_1 = 100 \text{ г}$$

$$m_2 = 50 \text{ г}$$

$$M = 200 \text{ г}$$

$$x: 2 \cdot 100 = 0,5 \cdot 200 + k$$

$$200 = 100 + k$$

$$100 = k$$

$$y: k + 2 \cdot 100 = 1,5 \cdot 200$$

$$k = 100.$$

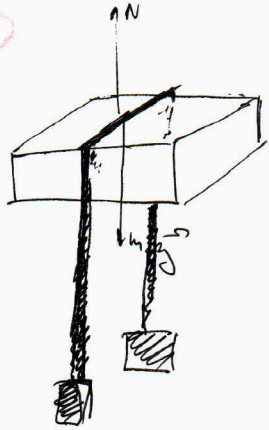
$$k = l \cdot m$$

$$k = l \cdot m$$

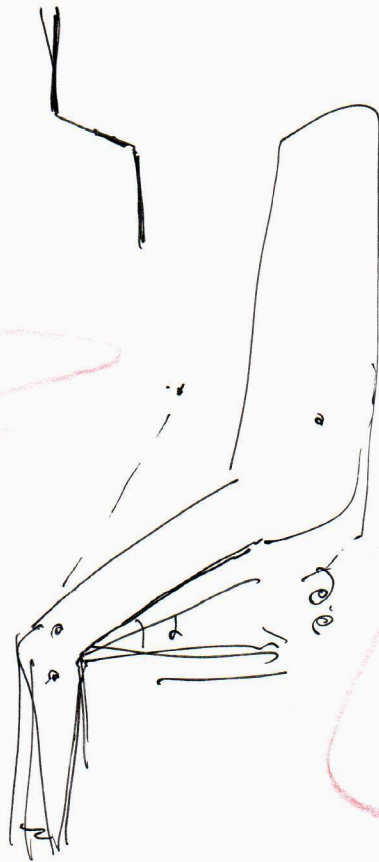
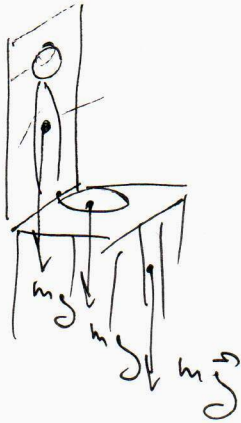
В первый раз и ~~горяче~~ горяче
Второй раз и королью.

~~l=2~~
 $l = 2$

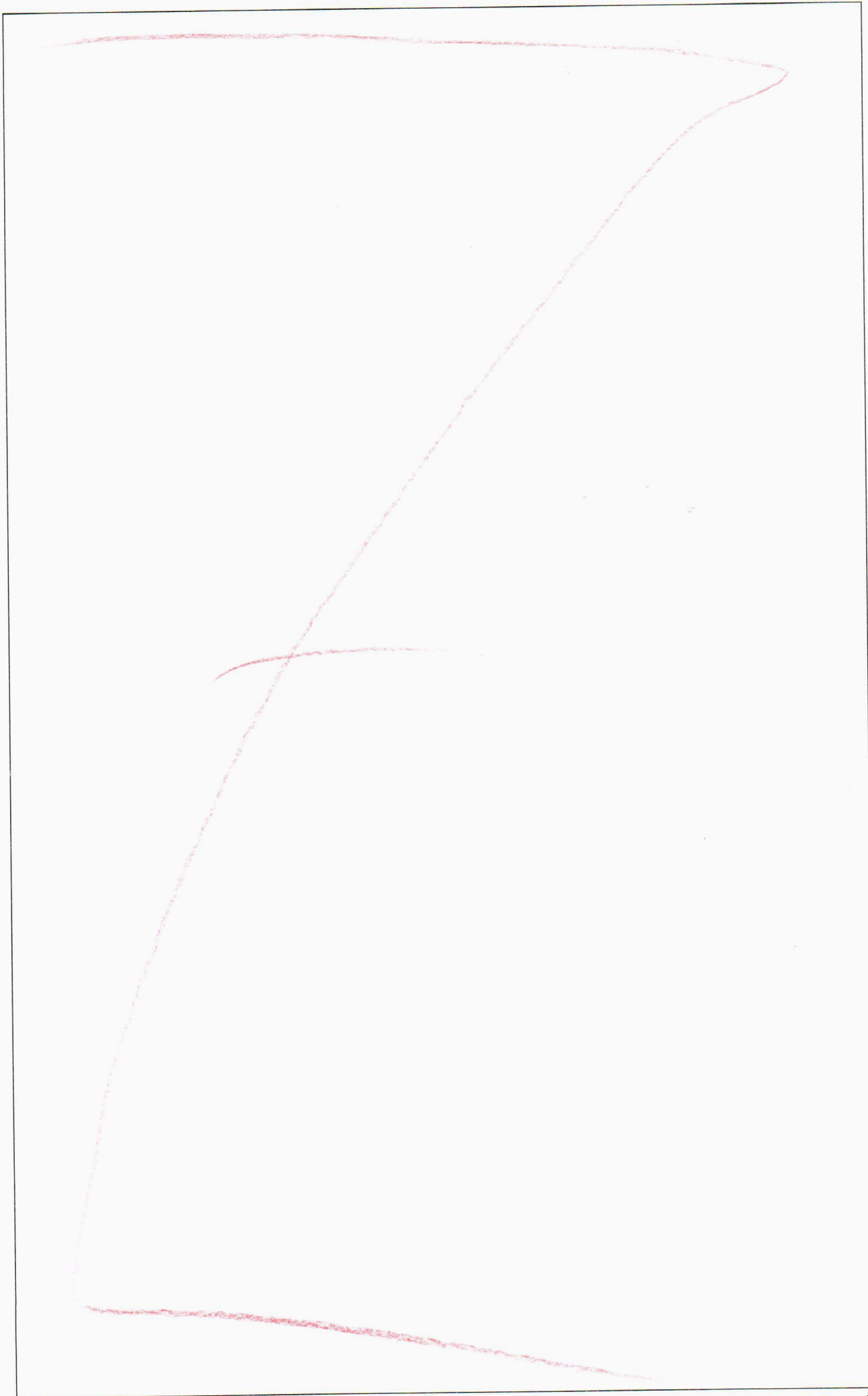
Герноби



mg



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!