

79-82-80-64
(177.1)



Олимпиада ПБГ
2016

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант Билет №9

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Тюхари Воробьевы горы»

по Физике

Кудванова Влечслава Олеговича

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Дата

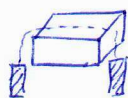
«22» марта 2016 года

Подпись участника

Кудванова

Задание №2

Вопрос:



Это явление диффузии в твердых телах,

?

когда молекулы одного тела проходят сквозь молекулы другого тела. Под действием силы тяжести грузы молекулы мода под пружинкой начинают двигаться быстрее (плавают под), но потом под действием внешней температуры снова застывают.



Задача:

Решение:

$$V = 80 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{л}} = \frac{1}{4} V$$

$$V_{\text{л}} = 20 \text{ см}^3$$

$$t_{\text{л}} = 18^\circ \text{C}$$

$$V_{\text{г.в.}} = ?$$

1) Проверим, хватит ли теплоты добавленной $\frac{3}{4} V$ воды для нагревания льда до 0°C .

$$m_{\text{л}} = 18 \text{ г}; m_{\text{в}} = 60 \text{ г}$$

$$m_{\text{л}} \cdot c_{\text{л}} \cdot 18^\circ \text{C} = m_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}} \cdot 18^\circ \text{C}$$

$$V_{\text{г.в.}} = 60 \text{ см}^3$$

$$18 \text{ г} \cdot 2,1 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 18^\circ \text{C} = 60 \text{ г} \cdot 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 18^\circ \text{C}$$

$$37,8 \text{ Дж} = 252 \text{ Дж}$$

Значит для нагревания льда теплоты воды хватит, для того, чтобы нагрет лед до 0°C . Останется еще $214,2 \text{ Дж}$ теплоты.

2) Теперь нужно найти какое кол-во льда нужно расплавить с помощью $214,2 \text{ Дж}$.

$$m_{\text{л}}' \cdot \lambda_{\text{л}} = 214,2 \text{ Дж}$$

$m_{\text{л}}' \approx 0,6 \text{ г}$ Это значит, что из 18 г льда расплавится только $m_{\text{л}}' = 0,6 \text{ г}$

$$m_{\text{оставшегося льда}} = 18 \text{ г} - 0,6 \text{ г} = 17,4 \text{ г}$$

$$V_{\text{оставшегося льда}} = \frac{17,4 \text{ г}}{\rho_{\text{л}}} = \frac{17,4 \text{ г}}{0,917 \text{ г/см}^3} = 19,3 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{воды в пробирке}} = 60 \text{ см}^3 + \frac{m_{\text{л}}'}{\rho_{\text{л}}} = 60 \text{ см}^3 + 0,6 \text{ см}^3 = 60,6 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{занятой пробирки}} \approx 79,9 \text{ см}^3$$

3) Значит можно долить еще $0,1 \text{ см}^3$ теплой воды

$$m_{\text{в.новой}} = V \cdot \rho_{\text{в}} = 0,1 \text{ см}^3 \cdot 1 \text{ г/см}^3 = 0,1 \text{ г}$$

$$Q_{\text{н.воды}} = 0,1 \text{ г} \cdot 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 18^\circ \text{C}$$

4) Какое кол-во льда сможет растопить теплота долитой воды?

$$Q_{\text{н.в}} = \Delta Q_{\text{л}}$$

$$18 \cdot 0,42 = \Delta m_{\text{л}}' \cdot 334 \frac{\text{Дж}}{\text{г}}$$

$$\frac{7,56 \text{ Дж}}{334 \frac{\text{Дж}}{\text{г}}} = \Delta m_{\text{л}}' \Rightarrow \Delta m_{\text{л}}' = 0,02 \text{ г}$$

$$V_{ост. вода} = \frac{17,4 - 0,02 \text{ т}}{0,9 \text{ т/см}^3} \approx 19,3 \text{ см}^3$$

Опять $V_{ост. вода} \approx 19,3 \text{ см}^3$

Объем оставшейся воды в пробирке не изменился значит доливает воду больше нигде

$$V_{д.в.} = 60 \text{ см}^3 + 0,1 \text{ см}^3 = 60,1 \text{ см}^3$$

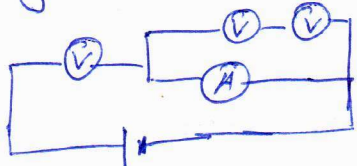
Ответ: $V_{д.в.} = 60,1 \text{ см}^3$

Задача 103

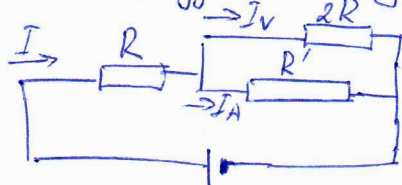
Вопрос: Т.к. U на вольтметре $U = I \cdot R$ R -сопротивление вольтметра, то при параллельном подключении общее сопротивление на этом участке цепи $\frac{R}{2}$ (их общее сопротивление уменьшилось)

$$U' = I \cdot \frac{R}{2}$$

Задача:



1) Т.к. вольтметры имеют одинаковые сопротивления, то эту схему можно преобразовать в схему следующего вида



R -сопротивление V
 R' -сопротивление A

1) $U = (I_A + I_V) \cdot R = 15,8 \text{ В}$

3) $U_V = I_V \cdot 2R$

5) $R' = \frac{U_A}{I_A} = \frac{0,08 \text{ В}}{0,16 \text{ А}} =$

2) $U_V = U_A = U_2 + U_3 = 0,08 \text{ В}$

4) $U_A = I_A \cdot R'$

$= 0,5 \text{ Ом}$

6) $I_A \cdot R + I_V \cdot R = 15,8 \text{ В}$

7) $U_V = 31,6 \text{ В} - 2I_A \cdot R$

$I_V \cdot R = 15,8 \text{ В} - I_A \cdot R$

$0,08 \text{ В} = 31,6 \text{ В} - 0,32 \text{ А} \cdot R$

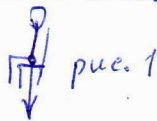
$0,32 \text{ А} \cdot R = 31,52 \text{ В}$

$R = 98,5 \text{ Ом}$

Ответ: R вольтметра = $98,5 \text{ Ом}$; R амперметра = $0,5 \text{ Ом}$

Задание 104 (центр масс - центр тяжести)

Вопрос: Если, вставая со стула, держать спину ровно, то центр массы будет находиться в самой дальней точке и по этому потребуется приложить больше усилий в рычаге мышц ног, чтобы подняться.



Когда мы наклоняемся вперед центр массы человека будет смещён в сторону и по этому будет легче встать. (+)

Задача:

Дано:

$m_1 = 100\text{г}$

$M = 200\text{г}$

$m_2 = 50\text{г}$

Решение:

1) Определим на какой "буквенной" клетке должна стоять пешка

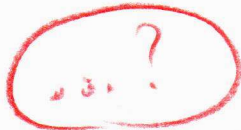
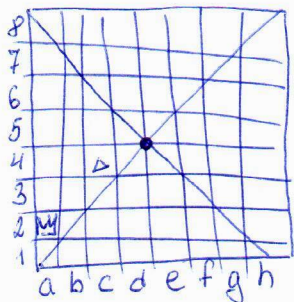


масса доски слева - $M_1 = \frac{M}{8} \cdot 2,5$

масса доски справа - $M_2 = \frac{M}{8} \cdot 6,5$

~~$(M_1 + m_1) \cdot g \cdot \frac{2,5}{8} = (M_2 + m_2) \cdot g \cdot \frac{6,5}{8}$~~
 ~~$(M_1 + m_1) \cdot 2,5 = (M_2 + m_2) \cdot 6,5$~~

1) Центр тяжести четырехугольника определяется проведением диагоналей. Значит центр тяжести шахматной доски стоит на пересечении её диагоналей, т.е. в центре доски.



Черновик

Задание №1

ОЛИМПИАДА

ПВТ

2016

Вопрос: S -путь от школы до дома.

t -всё время движения

$$S = v \cdot t \Rightarrow t = \frac{S}{v}$$

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

$$\frac{S}{v} + \frac{S}{2v} = \frac{3}{4} t \quad | \cdot 4$$

$$\frac{S}{2} + \frac{S}{v} = 3t \quad | \cdot v$$

$$\frac{3}{4} S = 3t$$

$$t = \frac{S}{4}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{\text{весь путь}}{\text{всё время}} = \frac{S}{t}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{\frac{S}{4}} = 4 \text{ км/ч}$$

Ответ: $v_{\text{ср}} = 4 \text{ км/ч}$

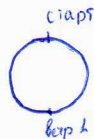
Задача:

$T = 2 \text{ мин}$

$t_1 = 3 \text{ мин}$

1) Пусть S - длина круга, тогда v_1 и v_2 - скорости первого и второго бегуна соответственно.

$$v_1 = \frac{S}{T} \Rightarrow S = v_1 \cdot T \quad (1)$$



Т.к. первый бегун каждые 3 мин обгонял второго, то

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{1}$ (за 3 мин первый бегун пробежал круг, а ещё за 1 мин половину круга и встретил второго бегуна, значит за 3 мин второй бегун пробежал $\frac{1}{2} S$)

$$v_2 \cdot t_1 = \frac{1}{2} S$$

$$S = v_1 \cdot 120 \text{ сек} \quad (2)$$

$$S = 2v_2 \cdot 180 \text{ сек} \quad (3)$$

$$120v_1 = 360v_2$$

$$v_1 = 3v_2 \quad (4)$$

2) Когда первый бегун развернется: $S = 4v_2 \cdot \Delta t \quad (5)$

$$(5), (3) \rightarrow 2 \cdot 3v_2 \cdot \Delta t = 2v_2 \cdot 180 \text{ сек}$$

$$2 \cdot 3 \cdot \Delta t = 180$$

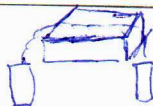
$$\Delta t = 180 \text{ сек}$$

$$\Delta t = 90 \text{ сек}$$

Ответ: Они встретятся через $\Delta t = 90 \text{ сек} = 1,5 \text{ мин}$

Задание №2

Вопрос: Возможно это явление



диффузии твердых тел! ~~Возможно~~

Задача:

Дано:

$V = 80 \text{ см}^3$

$V_л = \frac{1}{4} V$

$t_л = -18^\circ \text{C}$

$t_в = +18^\circ \text{C}$

$c_в = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

Решение:



1) Проверим хватит ли теплоты $\frac{3}{4} V$ воды, для того, чтобы расплавить лёд.

$m_л = \rho_л \cdot \frac{1}{4} V = 0,9 \text{ г/см}^3 \cdot 20 \text{ см}^3 = 18 \text{ г}$

$m_в = \rho_в \cdot \frac{3}{4} V = 1 \text{ г/см}^3 \cdot 60 \text{ см}^3 = 60 \text{ г}$

$Q_{л1} + Q_{л2} = Q_в \quad (1) \quad Q_{л1} = m_л \cdot c_л \cdot 18^\circ \text{C} \quad (2)$

$Q_{л2} = m_л \cdot \lambda \quad (3)$

$Q_в = m_в \cdot c_в \cdot 18^\circ \text{C} \quad (4)$

$m_л \cdot c_л \cdot 18^\circ \text{C} + m_л \cdot \lambda = m_в \cdot c_в \cdot 18^\circ \text{C}$

$18 \text{ г} \cdot 21 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 18^\circ \text{C} + 18 \text{ г} \cdot 334 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 60 \text{ г} \cdot 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 18^\circ \text{C}$

$21 \cdot 18 \text{ Дж} + 334 \text{ Дж} = 60 \cdot 4,2 \text{ Дж}$

$U = I \cdot \frac{R}{2}$

$U = I \cdot R$

1) Проверим хватит ли теплоты $\frac{3}{4} V$ воды, для того, чтобы нагреть лёд до 0°C

$m_л = 18 \text{ г}; m_в = 60 \text{ г}$

$m_л \cdot c_л \cdot 18^\circ \text{C} = m_в \cdot c_в \cdot 18^\circ \text{C}$

$18 \text{ г} \cdot 21 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 60 \text{ г} \cdot 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$

$37,8 \text{ Дж} = 252 \text{ Дж}$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 18 \\ \hline 168 \\ 210 \\ \hline 378 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 18 \\ \hline 168 \\ 210 \\ \hline 378 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ \times 4,2 \\ \hline 120 \\ 240 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 252 \\ - 37 \\ \hline 215 \\ - 0,8 \\ \hline 214,2 \end{array}$$

Значит для нагревания льда теплоты воды хватает. Останется еще $214,2 \text{ Дж}$. 2) Теперь нужно найти какое кол-во льда можно расплавить $214,2 \text{ Дж}$.

$m_л' \approx 0,604 \text{ г}$

$m_л' \cdot \lambda = 214,2 \text{ Дж}$

$m_л' = \frac{214,2 \text{ Дж}}{334 \frac{\text{Дж}}{\text{г}}}$

Это означает, что из 18 г льда расплавится только $m_л' \approx 0,604 \text{ г} \approx 0,6 \text{ г}$

$$\begin{array}{r} 214,2 \\ - 200,4 \\ \hline 138,0 \\ - 133,6 \\ \hline 4,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1334 \\ 106040 \end{array}$$

$m_{\text{оставшаяся льда}} = 18 \text{ г} - 0,604 \text{ г} = 17,396 \text{ г} \approx 17,4 \text{ г}$

$V_{\text{оставшаяся льда}} = \frac{m_{\text{ост. льда}}}{\rho_л} = \frac{17,4 \text{ г}}{0,9 \text{ г/см}^3} \approx 19,3 \text{ см}^3$

$V_в = 60 \text{ см}^3 + \frac{m_л'}{\rho_в} = 60 \text{ см}^3 + \frac{0,6 \text{ г}}{1 \text{ г/см}^3} = 60,6 \text{ см}^3$

$V_{\text{занятой пробирки}} \approx 79,9 \text{ см}^3$

Значит можно долить еще $0,1 \text{ см}^3$ теплой воды при температуре $+18^\circ \text{C}$

79-82-80-64
(177.1)

18
0,42
36
72 Г
Олимпиада ЦВГ
2016

$$m_{\text{кв.ой}} = V \cdot \rho = 0,1 \text{ см}^3 \cdot 1 \text{ г/см}^3 = 0,1 \text{ г}$$

$$Q_{\text{н.в}} = 0,1 \cdot 4,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 18^\circ \text{C}$$

$$Q_{\text{н.в}} = \Delta Q_1$$

$$18 \cdot 0,42 = \Delta m_1' \cdot 334 \frac{\text{Дж}}{\text{г}}$$

$$7,56 \text{ Дж} = \Delta m_1' \cdot 334 \frac{\text{Дж}}{\text{г}}$$

$$\Delta m_1' = \frac{7,56}{334} \text{ г}$$

$$\Delta m_1' \approx 0,02 \text{ г}$$

$$V_{\Delta m_1'} = \frac{0,02 \text{ г}}{\rho} = 0,02 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{ост. льда}} = \frac{17,4 \text{ г} - 0,02 \text{ г}}{0,9 \text{ г/см}^3} = \frac{17,38 \text{ г}}{0,9 \text{ г/см}^3}$$

$$\text{Получить } 19,3 \text{ см}^3$$

Объём оставшегося льда в пробирке практически не изменился значит и доливает воды больше не нужно.

$$\text{Объём доливаемой воды } V_{\text{д.в}} = 60 \text{ см}^3 + 0,1 \text{ см}^3 = 60,1 \text{ см}^3$$

$$\text{Ответ: } V_{\text{д.в}} = 60,1 \text{ см}^3$$

$$\begin{array}{r} 910 \\ - 7,56 \\ \hline 838 \\ - 81 \\ \hline 28 \\ - 210 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17,38 \\ - 1738 \\ \hline 80 \\ 838 \\ - 81 \\ \hline 28 \\ - 210 \\ \hline 10 \end{array}$$

Задача №3

Вопрос: Так $U = I \cdot R$, то при подключении второго такого же вольтметра параллельно первому, то их общее сопротивление уменьшится

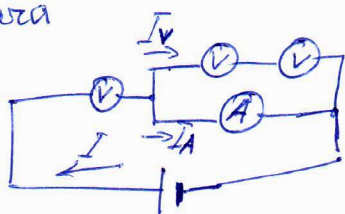
$$\frac{R^2}{2R} = \frac{R}{2}$$

а напряжение на этой участке цепи станет равно

$$U' = I \cdot \frac{R}{2}$$

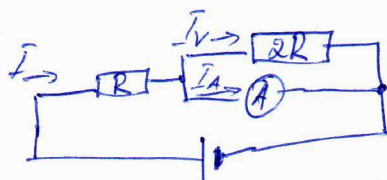
$$I = 0,16 \text{ А}$$

Задача



$$I = I_V + I_A$$

1) Так вольтметры имеют одинаковое сопротивление, то эту схему можно преобразовать в следующий вид заменив V на R



$$2) U \text{ на } R = U = I \cdot R$$

$$15,8 \text{ В} = I \cdot R$$

$$I_A \cdot R' \neq 2 \cdot (15,8 \text{ В} - I_A \cdot R)$$

$$I_A \cdot R' = 31,6 \text{ В} - 2 I_A \cdot R$$

$$I_A \cdot (R' + 2R) = 31,6 \text{ В}$$

$$R' + 2R = \frac{31,6 \text{ В}}{0,16 \text{ А}}$$

$$R' + 2R = 17,5 \text{ Ом}$$

$$I_A \cdot R' = 0,08 \text{ В}$$

$$R' = \frac{0,08 \text{ В}}{0,16 \text{ А}}$$

$$R' = 0,5 \text{ Ом}$$

$$\begin{array}{r} 31,6 \\ - 28,8 \\ \hline 2,8 \\ - 2,56 \\ \hline 0,24 \\ - 0,24 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$0,5 \text{ Ом} + 2R = 17,5 \text{ Ом}$$

$$2R = 17 \text{ Ом}$$

$$R = 8,5 \text{ Ом}$$

Ответ: $R' = 0,5 \text{ Ом}; R = 8,5 \text{ Ом}$

Проверка: $0,08 \text{ В} = I_V \cdot 17 \text{ Ом}$
 $I_V = \frac{0,08}{17} = 0,0047 \text{ А}$

$U = 15,8 \text{ В} = (0,04 + 0,16) \cdot 8,5$
 $U = 15,8$
 $0,16 \cdot 8,5 = 1,36$
 $0,04 \cdot 8,5 = 0,34$
 $1,36 + 0,34 = 1,7$
 $1,7 \cdot 8,5 = 14,45 \neq 15,8$



1) $U = (I_A + I_V) \cdot R = 15,8 \text{ В}$

2) $U_V = U_A = 0,08 \text{ В}$

3) $U_V = I_V \cdot 2R$

4) $U_A = I_A \cdot R'$

5) $R' = \frac{0,08 \text{ В}}{0,16 \text{ А}} = 0,5 \text{ Ом}$

6) $I_A \cdot R + I_V \cdot R = 15,8 \text{ В}$

7) $I_V \cdot R = 15,8 \text{ В} - I_A \cdot R$

8) $U_V = 31,6 \text{ В} - 2 I_A \cdot R$

$0,08 \text{ В} = 31,6 \text{ В} - 0,32 \text{ А} \cdot R$

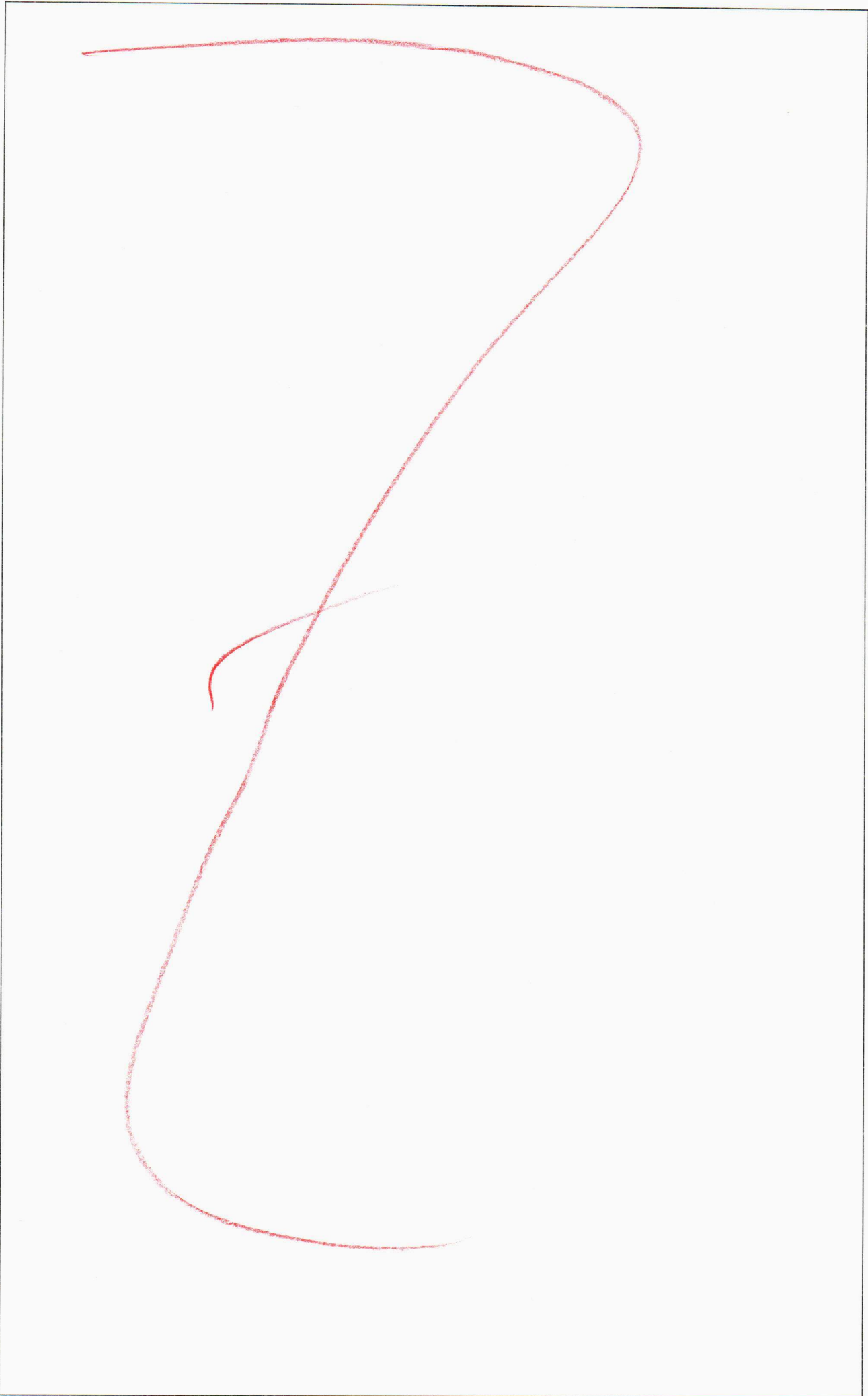
$0,32 \text{ А} \cdot R = \frac{31,6 \text{ В} - 0,08 \text{ В}}{0,32 \text{ А}}$

$0,32 \text{ А} \cdot R = 31,52 \text{ В}$

$R = \frac{31,52 \text{ В}}{0,32} = 98,5 \text{ В}$

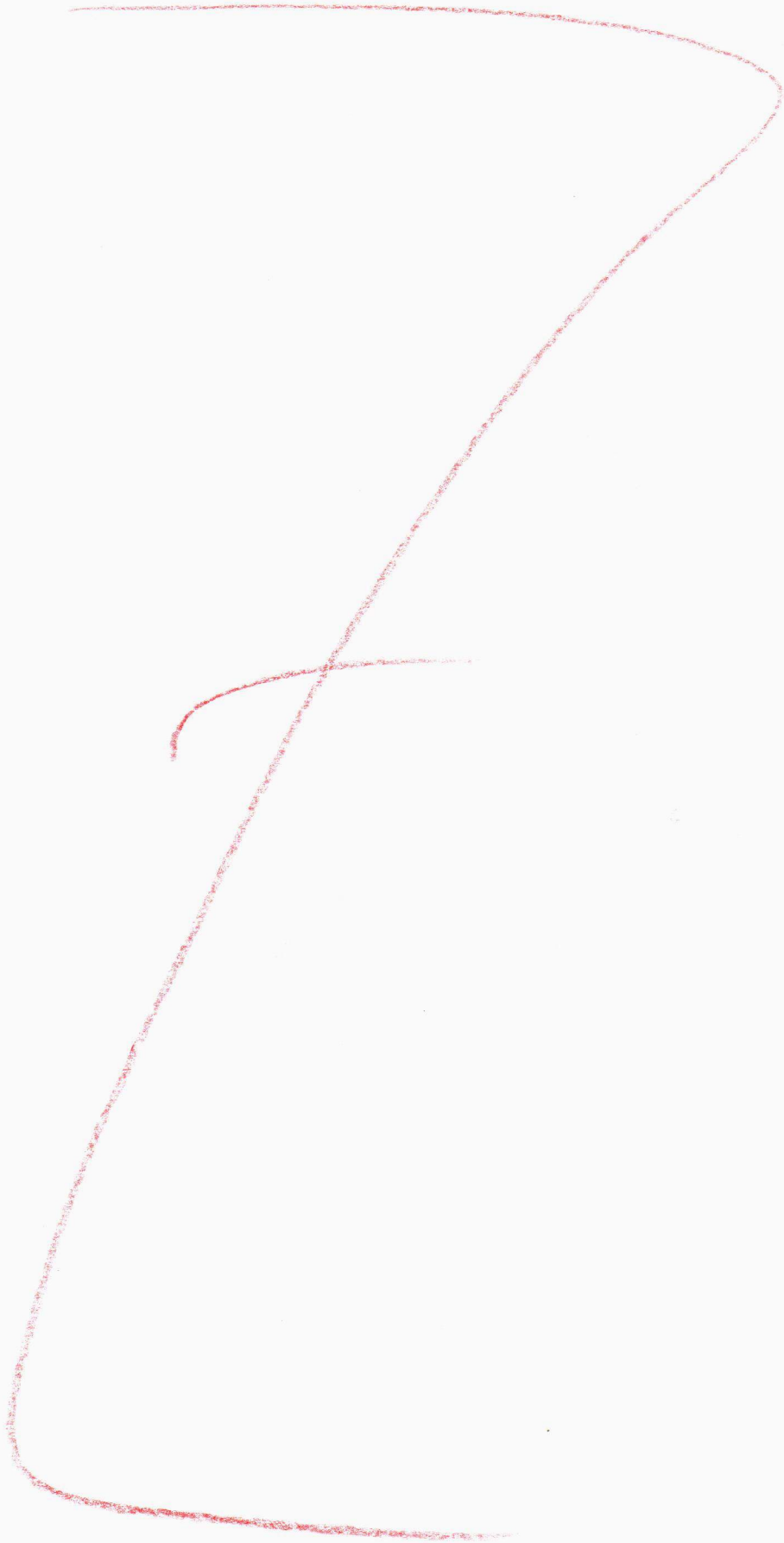
Ответ: $R_V = 98,5 \text{ В}$ $R' = 0,5 \text{ Ом}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

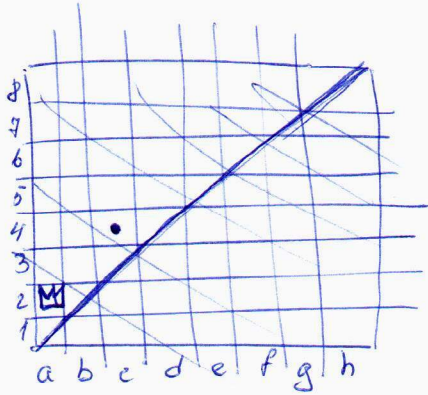


Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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



$M = 200 \text{ г}$

