МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Физика**

ФИО участника олимпиады: **Романюк Тимофей Вячеславович**

Класс: 8

Технический балл: **61**

Дата проведения: **25 февраля 2021 года**

ШИФР РАБОТЫ 5014089

	1	2	3	4	∑
Вопрос					*61*
Задача	*25*	*25*	*11*	*0*	

Чистовик.

Задача №1

Дано:

$k_1 = 10 \frac{Н}{м}$

$k_2 = 20 \frac{Н}{м}$

$F = 1Н.$

$\Delta l = 17см.$

Найти:

$k_3 - ?$

Решение:

$F = k\Delta x$

$F = k_1 \cdot \Delta x_1 = 10 \cdot \Delta x_1 = 1Н. \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{10} = 0,1м = 10см.$

$F = k_2 \cdot \Delta x_2 = 20 \cdot \Delta x_2 = 1Н \Rightarrow \Delta x_2 = \frac{1}{20} = \frac{5}{100} = 0,05м =$

$= 5см.$

И при этом $\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = 10 + 5 + \Delta x_3 = 17см. = \Delta l$

Т. е. $\Delta x_3 = 17 - 10 - 5 = 2см.$

$F = k_3 \cdot \Delta x_3 = k_3 \cdot 0,02м = 1Н. \Rightarrow k_3 = \frac{1}{0,02} =$

$= 50 \frac{Н}{м}$

Ответ: ученик получил k_3 равное $50 \frac{Н}{м}$.

Чистовик. Лист 2 из 8

Задача №2

Решение

Дано:

$m = 350$ кг

$t = 36°C$

$t_1 = 76°C$

$t_2 = 6°C$

Найти:

$m_1 - ?$

$m_2 - ?$

$Q_1 = c \cdot m_1 \cdot (76-36) = 4200 \cdot m_1 \cdot 40$

$Q_2 = c \cdot m_2 \cdot (36-6) = 4200 \cdot m_2 \cdot 30$

$Q_1 = 168000 m_1$

$Q_2 = 126000 m_2$

По уравнению теплового баланса $Q_1 = Q_2$

$168000 m_1 = 126000 m_2$

Также $m_1 = m - m_2$. Заменим m_1 на $m - m_2$ в нашем уравнении.

Получаем:

$168000(m - m_2) = 126000 m_2$

$168000 m - 168000 m_2 = 126000 m_2$

$168000 \cdot 350 = 168000 m_2 + 126000 m_2$

$58800000 = 294000 m_2$

$m_2 = 58800000 : 294000 = 200$ кг.

$m_1 = m - m_2 = 350 - 200 = 150$ кг.

Ответ: нужно взять 200 кг холодной воды и 150 кг горячей воды.

Чистовик Лист 3 из 8

Задача №3

Дано:
$R = 20$ Ом
$U = 100$ В
$m = 5$ кг
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

Найти:
$v - ?$

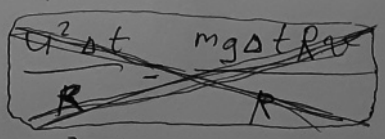
Решение:

Сначала найдём работу тока. Она равна
$A_1 = \frac{U^2}{R} \cdot \Delta t$

Теперь найдём работу по подъёму. Она равна
$A_2 = mgh = m \cdot g \cdot v \cdot \Delta t$

Эти 2-е работы равны. Записываем это и находим v из получившегося уравнения.

$$\frac{U^2}{R} \cdot \Delta t = mgv\Delta t$$



$$\frac{U^2 \Delta t}{R} = mgv\Delta t$$

$$\frac{U^2 \Delta t}{R} : \frac{mg\Delta t}{1} = v$$

$$\frac{U^2 \Delta t}{Rmg\Delta t} = v. \text{ т. е. } v = \frac{U^2}{Rmg} = \frac{100^2}{20 \cdot 5 \cdot 10} = \frac{10000}{1000} = 10 \frac{м}{с}$$

Ответ: Максимальная скорость электромотора с которой он может поднимать этот груз равна $10 \frac{м}{с}$

Черновик. Лист 4 из 8

$2 = \frac{80+k_3}{2} \cdot (80+k_3)$

$2 = \frac{(80+k_3)^2}{2}$

$(80+k_3)^2 = 1$

$80+k_3 = 1$

$k_3 = -80$

$F = kx$ (1)

$1 = 10 \cdot x_1 \Rightarrow x_1 = 0{,}1$

$1 = 20 \cdot x_2 \Rightarrow x_2 = \frac{1}{20} = 0{,}05$

$1 = k_3 \cdot x_3$

$0{,}1м = 10см.$

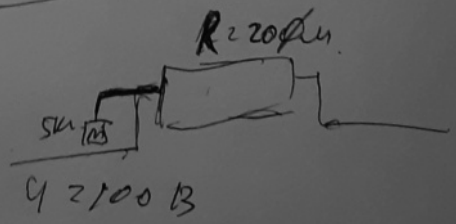
$0{,}05м = 5см.$

$0{,}10 + 0{,}05 = 0{,}15$

$0{,}1 + 0{,}05 = 0{,}15м = 15см. \Rightarrow$

$x_3 = 17 - 15 = 2см \Rightarrow 0{,}02м \Rightarrow \cancel{k_3 = \frac{1}{x_3}}$ $1 = k_3 \cdot x_3 \Rightarrow 1 = k_3 \cdot 0{,}02$

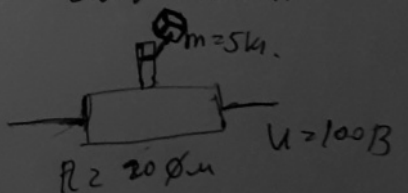
$k_3 = 1 : 0{,}02 = 50 \frac{Н}{м}$



$R = 20м.$ - сопротив.

$U = 100В$ - напряж.

$I = \frac{U}{R} = \frac{100}{20} = 5А$ - сила тока.



$N = F \cdot v$

$N = mg \cdot v = 50 \cdot v$ Вт - мощность

$A_1 = \frac{U^2}{R} \cdot \Delta t$ - работа тока

$A_2 = mgh = m \cdot g \cdot v \cdot \Delta t$ - работа по подъему

$4200 \times 40 = 168000$

$4200 \times 30 = 126000$

$588000000 : 294000 = 200$

$588000000 - 588 = 0$

$168000 \times 350 = 58800000$

$168000 + 126000 = 294000$

$294 \times 2 = 588$

5014089

Чертовик: Лист 5 из 8

$10\Delta x_1 + 20\Delta x_2$

$\Delta x_1 = 2\Delta x_2$

$\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = 2\Delta x_2 + \Delta x_2 + 17 - 1{,}5\Delta x_2 = 3\Delta x_2 + 17 - 1{,}5\Delta x_2$

$\Delta x_1 = \frac{1}{2}\Delta x_2$ $\quad \Delta x_2 = 2\Delta x_1$ $\quad 17 - \Delta x_2 - \Delta x_1 = 17 - 3\Delta x_1 = \Delta x_3$

$\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = \frac{1}{2}\Delta x_2 + \Delta x_2 + (17 - 1{,}5\Delta x_2) = 1{,}5\Delta x_2 + 17 - 1{,}5\Delta x_2 = 17$

$25\Delta x_2 + 17k_3 - 1{,}5\Delta x_2 k_3 - 220$

$\Delta x_2(25 - 1{,}5k_3) + 17k_3 = 2$

$2F = \Delta e(k_1 + k_2 + k_3)$

$2 = 17 \cdot (30 + k_3)$

$2 = 510 + 17k_3$

$17k_3 = -508$

$k_3 = -$

$2F = k_1 \cdot \Delta x_1 + k_2 \cdot \Delta x_2 + k_3 \cdot \Delta x_3$

$2F = k_1 \cdot \Delta x_1 + k_2 \cdot 2\Delta x_1 + k_3 \cdot (17 - 3\Delta x_1)$

$2F = \Delta x_1 (k_1 + k_2 \cdot 2) + 17k_3 - 3\Delta x_1 k_3$

$2F = \Delta x_1 (10 + 40\Delta x_1)$

$2F = \Delta x_1 (10 + 40) + 17k_3 - 3\Delta x_1 k_3$

$2 = 50\Delta x_1 + 17k_3 - 3\Delta x_1 k_3$

$2 = 50\Delta x_1 + k_3(17 - 3\Delta x_1)$

$2 = 50\Delta x_1 + k_3 \Delta x_3 \Rightarrow 50\Delta x_1 + k_3\Delta x_3 - 220$

$\Delta x_1 = 17 - \Delta x_3 - \Delta x_2$

$\Delta x_2 = 17 - \Delta x_3 - \Delta x_1$

$\Delta x_3 = 17 - \Delta x_1 - \Delta x_2$

$\Delta x_1 = 17 - (17 - \Delta x_1 - \Delta x_2) - (17 - \Delta x_3 - \Delta x_1) =$

$= 17 - 17 + \Delta x_1 + \Delta x_2 - 17 + \Delta x_3 + \Delta x_1 =$

$2\Delta x_1 + 17 - \Delta x_3 - \Delta x_1 + 17 - \Delta x_1 - \Delta x_2 - 17 =$

$= 2\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 - 17$

$\Delta x_1 = 2\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 - 17$

$\Delta x_1 = 2\Delta x_1 + 17 - 17 \Rightarrow \Delta x_1 = \Delta x_1$

$k_3 = X \quad 7X = 17$

$k_2 = 2X \quad X = \frac{17}{7} = 2\frac{3}{7}$

$k_1 = 4X$

$2 = 4X \cdot 10 + 2X \cdot 20 + X \cdot k_3$

$2 = 40X + 40X + X \cdot k_3$

$2 = 80X + k_3 \cdot X$

$2 = X(80 + k_3)$

$2 = 2\Delta x_1 + 17 - \Delta x_3 - \Delta x_1 + 17 - \Delta x_1 - \Delta x_2 - 17 =$

$= 2 - \Delta x_3 - \Delta x_2 + 17$

$-17 + \Delta x_1 + \Delta x_2 - \Delta x_2 + 17 = \Delta x_1$

$-\Delta x_3 - 2\Delta x_1 + 17 = \Delta x_1$

$-\Delta x_3 - 3\Delta x_1 + 17 = 0$

$-\Delta x_3 - 3\Delta x_1 + 17 = 0$

$-\Delta x_3 - 3\Delta x_1 = -17$

$\Delta x_3 = 17 - 3\Delta x_1$

$-17 + 3\Delta x_1 - 3\Delta x_1 = -17$

$\frac{80 + k_3}{2} = X$

Черновик

(2)

$m = 350$ кг
$t = 36°C$
$t_1 = 76°C$
$t_2 = 6°C$
Найти:
m_1 – ?
m_2 – ?

$Q = cm\Delta t$
$m = 350$ кг.
$\Delta t = 36°$

$Q_{пол} = cm(t - t_1)$
$Q_{зат} = cm(t_2 - t)$
$\Downarrow$
$Q_{пол} = 4200 \cdot m_1 (36 - 6)$
$Q_{зат} = 4200 \cdot m_2 (76 - 36)$
$Q_{пол} = 126000 m_1$
$Q_{зат} = 168000 \cdot m_2$

$$\begin{array}{r} 4200 \\ \times\ 30 \\ \hline 126000 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 4200 \\ \times\ 40 \\ \hline 168000 \end{array}$$

$126000 \cdot m_1 = 168000 \cdot m_2$
$126000(m - m_2) = 168000 \cdot m_2$
$126000m - 126000m_2 = 168000m_2$
$126000 \cdot 350 = 294000 m_2$
$44100000 = 294000 m_2$
$m_2 = 44100000 : 294000$
$m_2 = 150$ кг $\Rightarrow m_1 = m - m_2 = 350 - 150 = 200$

$m_1 = m - m_2$

$$\begin{array}{r} 168000 \\ +\ 126000 \\ \hline 294000 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 126000 \\ \times\ 350 \\ \hline 630 \\ +\ 378 \\ \hline 44100000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 44100000 & 294000 \\ -294 & 150 \\ \hline 1470 & \end{array} \qquad \begin{array}{r} 294 \\ \times\ 5 \\ \hline 1470 \end{array}$$

(1)

$F = k\Delta x$; k – коэффициент жесткости
Δx – длина пружины.

$F = k_1 \cdot \Delta x_1 + k_2 \cdot \Delta x_2 + k_3 \cdot \Delta x_3$
$1Н = 10\frac{Н}{м} \cdot \Delta x_1 + 20\frac{Н}{м} \cdot \Delta x_2 + k_3 \cdot \Delta x_3$
$1 = 10 \cdot (17 - \Delta x_2 - \Delta x_3) + 20 \cdot \Delta x_2 + k_3 \cdot \Delta x_3$
$1 = 170 - 10\Delta x_2 - 10\Delta x_3 + 20\Delta x_2 + k_3 \Delta x_3$
$1 = 170 + 10\Delta x_2 - \Delta x_3(10 - k_3)$
$170 + 10\Delta x_2 - \Delta x_3(10 - k_3) - 1 = 0$

При этом $\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = \Delta l = 17$ см
$\Delta x_1 = 17 - \Delta x_2 - \Delta x_3$
$169 + 10\Delta x_2 - \Delta x_3(10 - k_3)$
$169 + 10\Delta x_2 = \Delta x_3(10 - k_3)$

5014089

Черновик Лист 7 из 8

① Продолжение:

$\Delta X_3 = 17 - \Delta X_2 - \Delta X_1$

Т.к. $k_1 = 10 \frac{Н}{м}$, а $k_2 = 20 \frac{Н}{м}$

То $\Delta X_1 = \frac{1}{2} \Delta X_2$

Т.е. мы получаем: $169 + 10\Delta X_2 = (17 - \Delta X_2 - \Delta X_1)(10 - k_3)$

$169 + 10\Delta X_2 = (17 - \Delta X_2 - \frac{1}{2}\Delta X_2)(10 - k_3)$

$169 + 10\Delta X_2 = (17 - 1{,}5\Delta X_2)(10 - k_3)$

$169 + 10\Delta X_2 = 170 - 17k_3 - 15\Delta X_2 + 1{,}5\Delta X_2 k_3$

$10\Delta X_2 + 15\Delta X_2 + 1{,}5\Delta X_2 k_3 + 17k_3 = 170 - 169$

$25\Delta X_2 + 1{,}5\Delta X_2 k_3 + 17k_3 = 1$

~~$\Delta X_2 (25 + 1{,}5k_3) + 17k_3 = 1$~~

$10 \cdot X = 1{,}5$

$X = \frac{1{,}5}{10} = \frac{15}{100} = \frac{3}{20}$

$\frac{3}{20} \neq 1{,}5$

$2F = k_1 \cdot \Delta x_1 + k_2 \cdot \Delta x_2 + k_3 \cdot \Delta x_3$

$2F = k_1 \cdot \frac{1}{2}\Delta x_2 + k_2 \cdot \Delta x_2 + k_3 \cdot (17 - 1{,}5\Delta x_2)$!

$2F = k_1 \cdot \frac{1}{2}\Delta x_2 + k_2 \cdot \Delta x_2 + 17k_3 - 1{,}5\Delta x_2 k_3$

$2F = \Delta x_2 (\frac{1}{2}k_1 + k_2) + 17k_3 - 1{,}5\Delta x_2 k_3$?

$2F = \Delta x_2 (\frac{1}{2}k_1 + k_2 - 1{,}5k_3) + 17k_3$?

$2 = \Delta x_2 (25) + 17k_3 - 1{,}5\Delta x_2 k_3$

$2 = 25\Delta x_2 + 17k_3 - 1{,}5\Delta x_2 k_3$

$\begin{cases} \Delta x_1 = \frac{1}{2}\Delta x_2 \\ \Delta x_3 = 17 - \Delta x_2 - \frac{1}{2}\Delta x_2 = \\ = 17 - 1{,}5\Delta x_2 \end{cases}$

$\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = 2{,}5\Delta x_2 + 17 - 1{,}5\Delta x_2 =$

$= \underline{1\Delta x_2} + 17$

$\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = \frac{1}{2}\Delta x_2 + \Delta x_2 +$

$+ 17 - 1{,}5\Delta x_2$

5014089

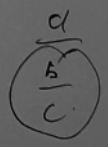
Черновик Лист 8 из 8

$\frac{U^2 \Delta t}{R} = mg v \Delta t$ $x = a \cdot b$

$\frac{x}{b} = a$

$\frac{U^2 \Delta t}{R} : \frac{mg \Delta t}{1} = v$

$\frac{U^2 \Delta t}{Rmg \Delta t} = v \Rightarrow \frac{U^2}{Rmg} = v \Rightarrow \frac{10000}{20 \cdot 5 \cdot 10} = \frac{1000}{100} = 10$



ВТ

$Ом \cdot Кл \cdot \frac{м}{с^2}$

$\frac{11}{5} : \frac{4}{1} = \frac{11 \cdot 1}{5 \cdot 4}$ $\frac{\frac{11}{5}}{4}$