

Код участника ФИЗ 11-11

Всероссийская олимпиада школьников
муниципальный этап

Физика

(предмет)

Олимпиадная работа

обучающегося 11-Б класса

МБОУ «Лицей №24»

Бурлакова Константина

(ФИО полностью)

14.01.2009

(дата рождения участника)

Дунайцева Валентина Алексеевна

ФИО (полностью) ПРЕПОДАВАТЕЛЯ, подготовившего к ВсОШ

в случае отсутствия педагога - писать «самоподготовка»

2025 год

Бланк ответов

1	2	3	4	5	Σ
10	6	0	10	10	36



Класс

1 1

Аудитория

1 0 2

Название предмета

Ф И З И К А

Дата проведения
(дд-мм-гг)

2 1 - 1 1 - 2 5

Лист №

1

из 7

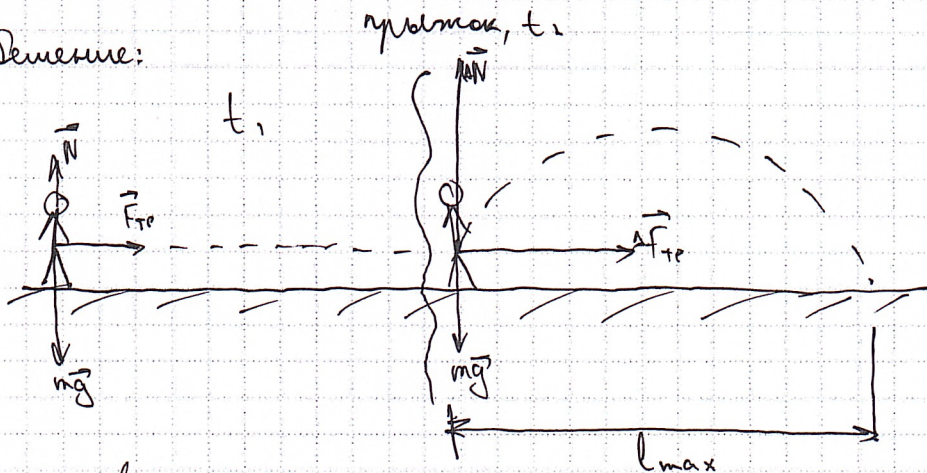
(листов всего)

Шифр

Ф И З 1 1 - 1 1

Дано:
 $t = 1,2 \text{ c}$
 $t_1 > t_2$
 $\mu = 0,5$
 $h = 0,8 \text{ m}$
 $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 $l_{\text{max}} = ?$

Решение:



108

1) Рассмотрим движение спортсмена до прыжка (каким из законов Ньютона):
 $\begin{cases} F_{\text{тр}} = ma_1 \\ N - mg = 0 \end{cases}$, где a_1 - ускорение спортсмена во время разбега.

Чтобы спортсмен смог преодолеть во время прыжка наибольшее расстояние, необходимо, чтобы его ускорение во время разбега было максимальным и $F_{\text{тр}}$ была максимальна: $F_{\text{тр}} = \mu N$

$$\mu mg = ma_1; \quad a_1 = \mu g$$

За время t_1 спортсмен приобретает скорость v_{1x} , равную:

$v_{1x} = a_1 t_1$. Необходимо, чтобы скорость v_{1x} была максимальной, поэтому примем $t_1 \approx t$.

$$v_{1x} = \mu g t$$

2) После того, как спортсмен оттолкнулся от земли, траектория его движения является параболой.

то вертикали движение равнозамедленное до высоты h , затем равноускоренное с ускорением g .

Бланк ответов



Класс

11

Аудитория

102

Название предмета

Физика

Дата проведения
(дд-мм-гг)

21 - 11 - 25

Лист №

2

из 7

(листов всего)

Шифр

Физ11-11

При этом $h = \frac{v_y^2}{2g} \Rightarrow v_y = \sqrt{2gh}$; $v_y = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2} \cdot 0,8 м} = 4 \frac{м}{с}$

Время всего полета равно: $t_0 = \frac{2v_y}{g}$; $t_0 = 2 \sqrt{\frac{2h}{g}}$;

$t_0 = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8 м}{10 \frac{м}{с^2}}} = 0,8 с.$

По горизонтали движение равномерное: $l_{max} = v_x \cdot t_0$ (1)

$v_x = v_{1x} + a_2 \cdot t_2$, где a_2 - ускорение спортсмена по горизонтали во время отталкивания.

3) 3. Ньютона: $\Delta F_{тр} = m a_2$, где $\Delta F_{тр} = \mu \Delta N$ - сила трения в момент прыжка.

$\mu \Delta N = m a_2$ (2)

3. Ньютона в импульсной форме по вертикали:

$m v_y = \Delta N \cdot t_2 \Rightarrow \Delta N = \frac{m v_y}{t_2}$

Подставим в (2)

$\frac{\mu m v_y}{t_2} = m a_2$; $a_2 t_2 = \mu v_y$.

4) Вернемся к (1)

$l_{max} = (v_{1x} + \mu v_y) t_0 = (\mu g t + \mu v_y) t_0 = \mu (v_y + g t) t_0$

$l_{max} = 0,5 \left(4 \frac{м}{с} + 10 \frac{м}{с^2} \cdot 1,2 с \right) \cdot 0,8 с = 6,4 м$

Ответ: $l_{max} = 6,4 м$.

Бланк ответов



Класс

11

Аудитория

102

Название предмета

Физика

Дата проведения
(дд-мм-гг)

21 - 11 - 25

Лист №

3

из

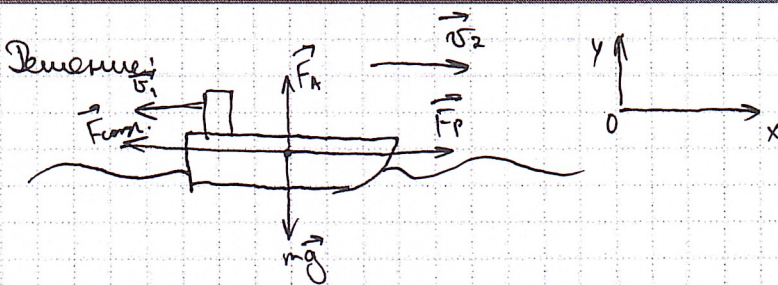
7

(листов всего)

Шифр

Физ111-11

Дано:
 $U_1 = 20 \frac{m}{c}$
 $S = 0,005 m^2$
 $F_{сопр.} = k U^2$
 $k = 6 \frac{kg}{m}$



$U_2 = ?$

1) Сделаем рисунок, рассмотрим силы, действующие на лодку.

Из Ньютона: $\vec{F}_p + \vec{F}_{сопр.} = 0$, т.к. движение равномерное.

$$Ox: F_p - F_{сопр.} = 0$$

$$F_p = F_{сопр.} \quad (1)$$

2) По определению реактивная сила равна: $F_p = \frac{\Delta m \cdot U_1}{\Delta t}$,
 где Δm - масса выбрасываемой воды за время Δt .

$$F_p = \frac{\Delta m \cdot U_1}{\Delta t} = \frac{U_1}{\Delta t} \cdot \rho \cdot \Delta V = \frac{U_1}{\Delta t} \cdot \rho \cdot S \cdot \Delta l = \rho S \cdot U_1^2$$

3) $F_{сопр.} = k U^2$; в нашем случае $F_{сопр.} = k U_2^2$

подставим найденные значения для $F_{сопр.}$ и F_p в (1)

$$\rho S U_1^2 = k U_2^2 \Rightarrow U_2 = U_1 \sqrt{\frac{\rho S}{k}}$$

$$U_2 = 20 \frac{m}{c} \cdot \sqrt{\frac{1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,005 m^2}{6 \frac{kg}{m}}} \approx 18,26 \frac{m}{c}$$

Ответ: $U_2 = 18,26 \frac{m}{c}$

65

Бланк ответов



Класс

11

Аудитория

102

Название предмета

Физика

Дата проведения
(дд-мм-гг)

21-11-25

Лист №

4

из

7

(листов всего)

Шифр

ФИЗ11-11

24

Дано:

$\nu = 1 \text{ моль}$

$T_1 = 289 \text{ К}$

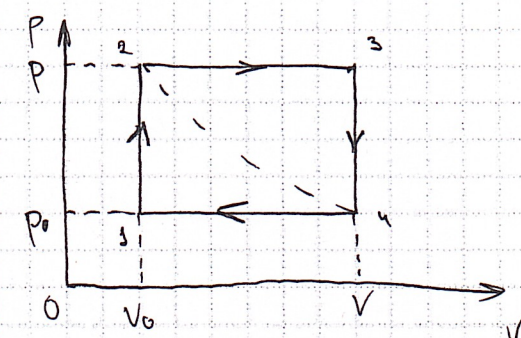
$T_3 = 625 \text{ К}$

$T_2 = T_4$

газ
однородный

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

Решение:



Пусть $p_1 = p_4 = p_0$,

тогда $p_2 = p_3 = p$,

$V_1 = V_2 = V_0$

$V_3 = V_4 = V$

$T_2 = T_4 = T$

A-?

1) Работа газа в замкнутом процессе равна площади фигуры, которая описывает график плавного процесса в координатах p, V :

$$A = (p - p_0)(V - V_0) = pV - pV_0 - p_0V + p_0V_0.$$

Согласно закону Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT_3$;

$$pV_0 = \nu RT_2 = \nu RT; \quad p_0V = \nu RT_4 = \nu RT; \quad p_0V_0 = \nu RT_1.$$

$$\text{Поэтому } A = \nu R(T_3 - T - T + T_1) = \nu R(T_1 + T_3 - 2T). \quad (1)$$

2) Рассмотрим процессы (1-2) и (3-4). Эти процессы являются изотермическими, поэтому для них применим закон Шарля:

$$(1-2): \frac{p}{T} = \frac{p_0}{T_1}; \quad \frac{p}{p_0} = \frac{T}{T_1} \quad (2)$$

$$(3-4): \frac{p_0}{T} = \frac{p}{T_3}; \quad \frac{p}{p_0} = \frac{T_3}{T} \quad (3)$$

Приравняем правые части (2) и (3):

$$\frac{T}{T_1} = \frac{T_3}{T} \Rightarrow T = \sqrt{T_1 T_3}$$

$$A = \nu R(T_1 + T_3 - 2\sqrt{T_1 T_3})$$

10

Бланк ответов



Класс

11

Аудитория

102

Название предмета

Физика

Дата проведения
(дд-мм-гг)

21 - 11 - 25

Лист №

5

Шифр

ФИЗ11-11

$$A = 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (289 \text{ К} + 625 \text{ К} - 2 \cdot \sqrt{289 \text{ К} \cdot 625 \text{ К}}) = 531,84 \text{ Дж}$$

Ответ: $A = 531,84 \text{ Дж}$

25

Дано:

$$m = 0,05 \text{ кг}$$

$$q > 0$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

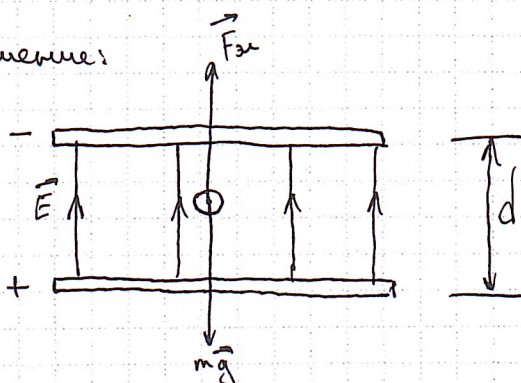
$$d = 0,96 \text{ см}$$

$$U = 5 \text{ кВ}$$

CU

$$5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

Решение:



N-?

1) Рассмотрим силы, действующие на частицу.

т.к. частица находится в покое, то $F_{эл.} = mg$

(сила электрическая сила направлена вверх, т.к. частица заряжена положительно, \vec{E} направлен вертикально вверх (от пластины + к пластине -)).

$$F_{эл.} = qE = q \frac{U}{d}$$

$$q \frac{U}{d} = mg \Rightarrow q = \frac{mg \cdot d}{U}$$

105.

2) Заряд кулонки q равен заряду недостающих электронов (по модулю):

$$q = N \cdot e; \quad N = \frac{q}{e} = \frac{mg \cdot d}{eU}$$

$$N = \frac{5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 96 \cdot 10^{-4} \text{ м}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ В}} = 6\,000\,000$$

Ответ: $N = 6\,000\,000$

Бланк ответов



Класс

11

Аудитория

102

Название предмета

Физика

Дата проведения
(дд-мм-гг)

21 - 11 - 25

Лист №

6

из

7

(листов всего)

Шифр

Физ 11 - 11

РЗ

Дано:

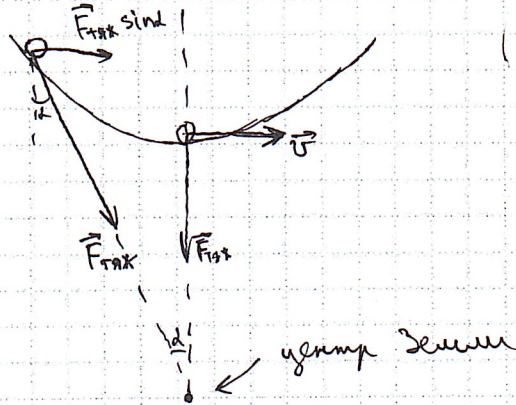
$$R = 6400 \text{ км} =$$

$$= 6400000 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$t = ?$

Решение:



Введём угол α — угол между вертикалью и силой тяжести $F_{Тxx}$. Тогда горизонтальная составляющая силы тяжести равна $F_{Тxx} \sin \alpha$. Путь тела пренебрежем.

1) Мелод абсолютно симметричен, поэтому

$$t = t_1 + t_2 = 2t_1, \text{ где } t_1 - \text{время движения по 1-й половине мелоды}$$

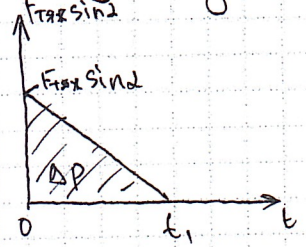
$$t_2 - \text{по 2-й.}$$

Это следует из того, что каретка помещена в вакуум и силы сопротивления отсутствуют.

2) Рассмотрим первую часть пути (от начального положения до минимальной точки):

По мере спуска шарика $F_{Тxx} \sin \alpha$ будет непрерывно уменьшаться.

Каждое изменение импульса шарика за время t_1 запишем:



$$\Delta p = \frac{1}{2} F_{Тxx} \sin \alpha \cdot t_1$$

С другой стороны

$$\Delta p = m \Delta v = m v, \text{ где}$$

v — скорость шарика в минимальной точке

траектории.

$$\frac{1}{2} F_{Тxx} \sin \alpha \cdot t_1 = m v$$

то определим

$$F_{Тxx} = G \frac{M m}{R^2}$$

Бланк ответов



Класс

1 1

Аудитория

1 0 2

Название предмета

Физика

Дата проведения
(дд-мм-гг)

2 1 - 1 1 - 2 5

Лист №

7

Шифр

Физ 11 - 11

$$\frac{1}{2} G \frac{Mm}{R^2} \cdot \sin \alpha \cdot t_1 = mV ; \quad G \frac{M}{R^2} = g$$

$$\frac{1}{2} g \sin \alpha \cdot t_1 = V$$

$$t_1 = \frac{2V}{g \sin \alpha}$$

3) Разберёмся с $\frac{V}{\sin \alpha}$.

$$\frac{mV^2}{2 \sin^2 \alpha} = G \frac{Mm}{R}$$

$$\frac{V}{\sin \alpha} = \sqrt{2gR}$$

$$4) t_1 = \frac{2}{g} \sqrt{2gR} = \sqrt{\frac{8R}{g}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{8 \cdot 6400000 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = 2262,7417 \text{ с}$$

Ответ: $t_1 = 2262,7417 \text{ с}$