



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Казанский национальный исследовательский
технологический университет (Физика)

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 86704 Класс 10

Вариант 1 Дата 20.02.2022

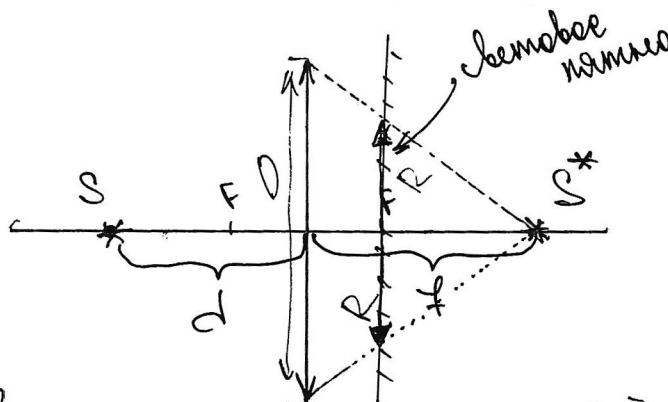


N 6.

F, D

$d > F$

$2R = ?$



Пусть все лучи, исходящие из точки S, собираются в точке S* (если бы экрана не было). Нам известно, что все они собираются в т. S*, которая на расстоянии f от линзы. По ФТЛ:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F}, f > F.$$

Пусть x - расстояние от изображения S в линзе до экрана. Тогда $x = f - F = \frac{Fd}{d-F} - F = \frac{Fd - Fd + F^2}{d-F}$. Нам известно, что из точки продолжения лучей, пр. световое пятно, пересекает экран ГОО в точке S*.

$$\text{Из подобия: } \frac{f}{D} = \frac{x}{2R} \Rightarrow 2R = \frac{x \cdot D}{f} = \frac{F^2}{d-F} \cdot \frac{D(d-F)}{Fd} = \frac{DF}{d}$$

Ответ: диаметр светового пятна равен $\frac{DF}{d}$.

4



ОТРАСЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Площадка написания

Казанский национальный исследовательский
технологический университет (Физика)

Шифр 86704 Класс 10

Вариант 1 Дата 20.02.2022



$$u(V_0 - u) = gH \left[\text{м.к. } V_0^2 > \sqrt{gH}, \text{ м.к. } u(V_0 - u) - V_0^2 \right]$$

Он летит со скоростью

$$u_{1y} = \left| \frac{gH}{V_0 - u} - u \right| \text{ вниз.}$$

$$h = u_{1y} t_{\text{наг}} + \frac{g t_{\text{наг}}^2}{2} \quad | : \frac{g}{2}$$

$$t_{\text{наг}}^2 + \frac{2u_{1y}}{g} t_{\text{наг}} - \frac{2h}{g} = 0.$$

$$t_{\text{наг}} = \frac{2u_{1y}}{2g} \pm \sqrt{\left(\frac{2u_{1y}}{g}\right)^2 \cdot \frac{1}{4} + \frac{2h}{g}}, \text{ м.к. } t_{\text{наг}} > 0, \text{ то}$$

$$t_{\text{наг}} = \left| \frac{gH}{V_0 - u} - u \right| \frac{1}{g} + \sqrt{\left(\frac{gH}{V_0 - u} - u \right)^2 \frac{1}{g^2} + \frac{2h}{g}} \quad \leftarrow \text{Ответ.}$$

$$t_{\text{наг}} = \frac{gH - uV_0 + u^2}{(V_0 - u)g}$$

прогресс. на 4 стр.

5



ЗСД:

$$\frac{m V_{1y}^2}{2} + \frac{m V_{2y}^2}{2} = \frac{m U_{1y}^2}{2} + \frac{m U_{2y}^2}{2}$$

$$\begin{cases} V_{1y}^2 + V_{2y}^2 = U_{1y}^2 + U_{2y}^2 \\ V_{1y} + V_{2y} = U_{1y} + U_{2y} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{1y}^2 - U_{1y}^2 = U_{2y}^2 - V_{2y}^2 \\ V_{1y} - U_{1y} = U_{2y} - V_{2y} \end{cases}$$

~~$V_{1y} + U_{1y}$~~ Разделим уравнения друг на друга
 $(V_{2y} \neq U_{2y}, V_{1y} \neq U_{1y}, \text{ т.к. удар не произошёл})$

получим:

$$V_{1y} + U_{1y} = V_{2y} + U_{2y}$$

$$\begin{cases} V_{1y} + V_{2y} = U_{1y} + U_{2y} \\ V_{1y} + U_{1y} = V_{2y} + U_{2y} \end{cases}$$

вычитая, получим: $V_{1y} + V_{2y} - V_{1y} - U_{1y} = U_{1y} + U_{2y} - V_{2y} - U_{2y}$
 $V_{2y} - U_{1y} = U_{1y} - V_{2y}$

$U_{1y} = V_{2y}$ считывая, получим:

$$U_{2y} = V_{1y}$$

МОДУЛЬ СКОРОСТИ НЕ МЕНЯЕТСЯ.

получается, после удара марки об ракетостоя, обмениваясь скоростью.
 (аналогичный результат, если скорости противоположны).
 Так как первый марки находится в состоянии покоя
 второй марки, то после удара его скорость не может быть направлена вверх. Значит она направлена вниз и равна

$$U_{1y} = U - \frac{gH}{V_0 - U}, \text{ если } UV_0 > U^2 + gH$$

$$U_{1y} = \frac{gH}{V_0 - U} - U, \text{ если } gH + U^2 > UV_0$$

$$U_{1y} = \frac{|UV_0 - U^2 - gH|}{V_0 - U} \text{ высота столкновения } h = \frac{2V_0H(V_0 - U) - gH^2}{2(V_0 - U)^2}$$

~~Время падения найдем из уравнения $H = \frac{V_1 + V_2}{2} t$.~~
~~Найдем знак $(U(V_0 - U) - gH)$.~~
 ~~$H = \frac{U_{1y} + U_{1k}}{2} t$~~



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc) \quad E = mc^2 \quad \text{H-C-H}$$

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика



Площадка написания

Казанский национальный исследовательский технологический университет (Физика)

Шифр 86704 Класс 10

Вариант 1 Дата 20.02.2022

N2.

$$\begin{aligned} a &= 1 \text{ м} \\ M &= 1000 \text{ кг} \\ \Delta h &= 1 \text{ мм} \\ T &= 300 \text{ К} \\ R &= 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \\ \varepsilon &= 5 \cdot 10^{10} \text{ Па} \\ \mu &= 4 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \\ M_{\text{He}} &= m = ? \end{aligned}$$

Решение:

$$\varepsilon = \frac{\Delta V}{V \cdot \rho} - \text{формула, в которой считается считается значением определено.}$$

$$\text{Что в кошке спрое: } V = a^3,$$

$$\Delta V = \Delta h \cdot a^2 \Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta h}{a}.$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{\rho \cdot a} \Rightarrow \rho = \frac{\Delta h}{\varepsilon \cdot a} \text{ давление, которое должно оказываться на воду, чтобы она стала на } \Delta h \cdot a^2.$$

это давление оказывает на воду газ.

на УС ИГ:
(газ занимаем пространство ΔV)

$$p \Delta V = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{p \mu \Delta V}{RT}$$

$$\Delta V = \Delta h \cdot a^2.$$

$$\rho = \frac{\Delta h}{\varepsilon \cdot a}.$$

подставляем $\rho = \frac{\Delta h}{\varepsilon \cdot a}$ находим:

$$m = \frac{\Delta h \cdot \mu \cdot a^2}{\varepsilon \cdot a \cdot RT}$$

то:

$$m = \frac{\Delta h}{\varepsilon \cdot a} \cdot \frac{\mu \cdot \Delta h \cdot a^2}{RT} = \frac{\Delta h^2 \cdot \mu \cdot a}{\varepsilon \cdot R \cdot T} = m$$

$$m \approx 3 \text{ г}$$

4



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Площадка написания

Казанский национальный исследовательский технологический университет (Физика)

Шифр 86704 Класс 10

Вариант 7 Дата 20.02.2022



N4

$$F_{\text{суп}} = kV^2$$

$$a_1, V_1$$

$$V_2$$

$$a_2 = ?$$

До удара елки на мяч: m - масса мяча
 a_1 - полное ускорение до удара
 $a_x = \frac{kV_1^2}{m}$
 $a_y = g$
 $\rightarrow$ из уравнений 2 и 1.

$$a_1 = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = a_1 = \sqrt{\frac{k^2 V_1^4}{m^2} + g^2} \text{ по т. Пифагора.}$$

После удара шар летит вертикально:

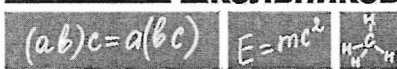
a'_y - ускорение вдоль Oy до удара. a_2 - полное ускорение после удара.
 $ma'_y = ma_2 = mg + kV_2^2$ - 2-й закон Ньютона.
 $a_2 = g + \frac{kV_2^2}{m}$
 $a'_x = 0$ (во втором случае)

$$a_1^2 = \frac{k^2 V_1^4}{m^2} + g^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{a_1^2 - g^2}{V_1^4}} = \frac{k}{m}$$

$$a_2 = g + \frac{V_2^2}{V_1^2} \sqrt{a_1^2 - g^2}$$

Ответ: $a_2 = g + \frac{V_2^2}{V_1^2} \sqrt{a_1^2 - g^2}$

4



Площадка написания

Казанский национальный исследовательский
технологический университет (Физика)

1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 86704 Класс 10

Вариант / Дата 20.02.2022



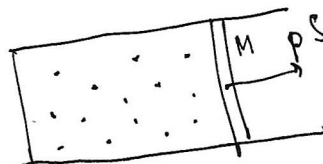
N3

$$\begin{array}{l} M, a, T, \\ U = cT \\ Q = ? \end{array}$$

Решение:

По I началу термодинамики:

$$Q = A_{\text{газа}} + \Delta U.$$



На поршень действует только сила давления газа: $F = pS$, т.к. $a = \text{const}$, то $p = \text{const}$ и процесс изобарный.

$F = Ma = pS$ - второй закон Ньютона для поршня.

$pS = Ma$. $A_{\text{газа}} = p \Delta V = pS \Delta x$ (газ расширяется, т.к. Δx - смещение поршня). Δx - смещение поршня.

$$pS \Delta x = A_{\text{газа}}.$$

$$\Delta x = \frac{aT^2}{2}$$

$$pS \Delta x = pS \frac{aT^2}{2} = \frac{Ma^2 T^2}{2} = A_{\text{газа}}$$

Или можно находить ΔU по газу.

$\Delta U = \nu c \Delta T$. ν - количество молей газа. c - удельная внутренняя энергия для всего газа.

т.к. процесс изобарный, то

$$pS \Delta x = \nu R \Delta T \Rightarrow \nu \Delta T = \frac{pS \Delta x}{R}.$$

$$\Delta U = \nu c \Delta T = \frac{pS \Delta x \cdot c}{R}$$

$$A_{\text{газа}} = \frac{Ma^2 T^2}{2} \quad \& \quad \Delta U = \frac{pS \cdot aT^2 \cdot c}{2R}$$

$$Q = \frac{aT^2}{2} \left(Ma + \frac{pSc}{R} \right).$$

$$pS = Ma \Rightarrow Q = \frac{aT^2}{2} \cdot Ma \left(1 + \frac{c}{R} \right)$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{Ma^2 T^2}{2} \left(1 + \frac{c}{R} \right)$$

(6)



Площадка написания

Казанский национальный исследовательский технологический университет (Физика)

Шифр 86704 Класс 10

Вариант 01 Дата 20.02.2022

Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
5	4	6	4	4	4				

Оценка цифрами

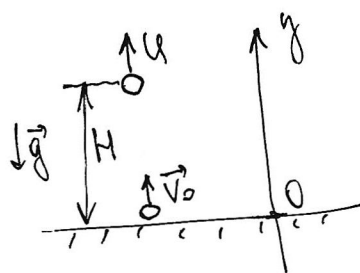
Оценка прописью

Подпись

2	7	Двадцать семь				<i>Физик</i>			
---	---	---------------	--	--	--	--------------	--	--	--

№1.

V_0 , с нав-сти
 u , м
 абсолютно упр.
 удар
 $t_1 = ?$
 $V_0 > \sqrt{gH} > u$



закон движения 1 шарика
 вдоль Oy:

$$y_1(t) = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

закон движения второго шарика
 вдоль Oy:

$$y_2(t) = H + ut - \frac{gt^2}{2}$$

В момент t_{cm} столкновения: $y_1(t_{cm}) = y_2(t_{cm})$
 $V_0 t_{cm} - \frac{gt_{cm}^2}{2} = H + ut_{cm} - \frac{gt_{cm}^2}{2}$

$$(V_0 - u)t_{cm} = H$$

$$t_{cm} = \frac{H}{V_0 - u}$$

то наши время,
 спустя которое шарик
 столкнутся

В этот момент:

$$V_{1y} = V_0 - gt_{cm} = V_0 - \frac{gH}{V_0 - u} \quad \text{— скорость первого шарика в момент столкновения}$$

$$V_{2y} = u - gt_{cm} = u - \frac{gH}{V_0 - u} \quad \text{— скорость второго шарика в момент столкновения}$$

Найдем высоту, на которой шарик столкнулся:
 для этого подставим $t = t_{cm}$ в один из законов движения:

$$y_1(t_{cm}) = \frac{V_0 H}{V_0 - u} - \frac{g H^2}{2(V_0 - u)^2} = \frac{2V_0^2 H - 2V_0 u H - g H^2}{2(V_0 - u)^2}$$

Рассмотрим абсолютно упругий удар двух шариков:
 за время удара взаимным сила толкновения шариков можно пренебречь и выполняем ЗСИ и ЗСЭ.

ЗСИ: $m(V_{1y} + V_{2y}) = m(u_1y + u_2y)$, u_1y, u_2y — скорости с которыми разлетелись 1 и 2 шарик после удара. Стр. 1



N5

$$T_x = 273 \text{ K}$$

$$T_H = 373 \text{ K}$$

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\Gamma = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$m_{\text{зам}} = ?$$

КПД цикла Карно

$$\eta = 1 - \frac{T_x}{T_H}$$

КПД по определению:

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{Q_3} \quad A_{\text{п}} - \text{работа по замкнутому контуру}$$

Q_3 - работа, которую мы делаем, нагревая воду.

$$A_{\text{п}} = \lambda m_{\text{зам}}; \quad Q_3 = \Gamma m.$$

$$\eta = \frac{\lambda m_{\text{зам}}}{\Gamma m} = \frac{T_H - T_x}{T_H}$$

$$m_{\text{зам}} = \frac{\Gamma m}{\lambda} \cdot \frac{T_H - T_x}{T_H}$$

$$= \frac{2,26 \cdot 2 \cdot 10^6}{273 \cdot 3,35 \cdot 10^5} = 0,5 \text{ кг.}$$

$$\frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,2 \cdot 100}{273 \cdot 3,35 \cdot 10^5} =$$

$$m_{\text{зам}} \approx 0,5 \text{ кг}$$

4