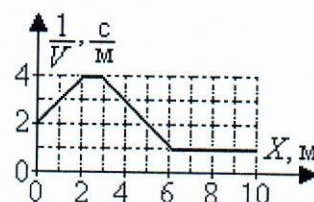


Физика. 10 класс

1. Мысленный эксперимент. На невысокой вышке установлен колокол, по которому отчетливо видно как регулярно с интервалом в одну секунду ударяет молот. Предложите метод, как, наблюдая за ударами по колоколу и слушая его звуки и имея в своем распоряжении *только* рулетку, определить скорость звука в воздухе. Считайте, что вышка установлена на обочине прямой дороги, проходящей по ровной местности.

2. Летящая тарелка стартовала с поверхности земли вертикально вверх с постоянным ускорением a и забыла одного из инопланетян. В течение какого времени t после старта отставшему инопланетянину имеет смысл звать тарелку назад, если скорость звука в воздухе равна C ?

3. Время движения. Тело движется вдоль прямой так, что зависимость его обратной скорости $1/V$ от координаты x показана на графике.

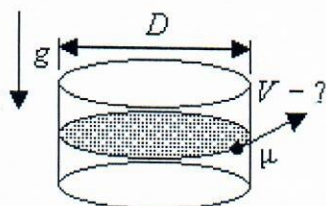


а) За какое время t тело изменяет свою координату от $x = 0$ до $x = 10$ м?

б) За какое время оно проходит первую t_1 , а также и вторую t_2 половину пути?

в) Какую половину пути оно проходит быстрее?

4. Мотоциклетные гонки по вертикальной стене. В аттракционе "мотоциклетные гонки по вертикальной стене" трек представляет собой вертикальную цилиндрическую трубу диаметром $D = 16$ м. С какой минимальной скоростью V должен двигаться мотоциклист по внутренней поверхности трубы в горизонтальной плоскости, чтобы не соскальзывать с трека вниз? Коэффициент трения между колесами мотоцикла и треком $\mu = 0,8$, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², сопротивлением воздуха можно пренебречь.

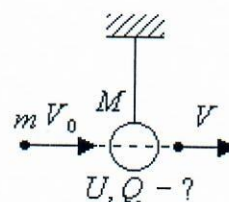


5. Сквозной пробой. Пуля массой $m = 10$ г, летящая с горизонтальной скоростью $V_0 = 800$ м/с, пробивает по центру висящий на нити шар массой $M = 1$ кг и, продолжая двигаться в прежнем направлении, вылетает со скоростью $V = 400$ м/с.

а) Какое количество тепла Q выделилось при пробое?

б) Какую скорость U приобрел шар?

Учтите, что из-за малого времени взаимодействия пули с шаром при пробое можно пренебречь смещением шара и опусканием пули по вертикали.



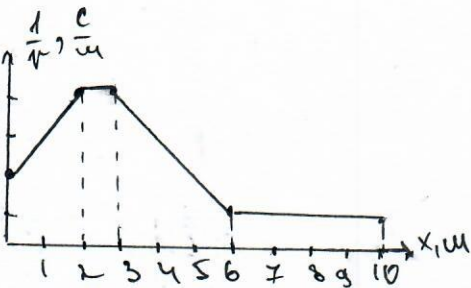
Шифр МЭФ10-2

№3 $\times \frac{1}{N}$

$t = \frac{x}{v} \Rightarrow \sqrt{t}$ — это площадь под графиком

а) $t = \frac{2+4}{2} \cdot 2 + 4 + \frac{4+1}{2} \cdot 3 + 4 = 6 + 4 + 7,5 + 4 = 21,5 \text{ с}$

б) первая половина это от 0 до 6 с



$t_1 = \frac{2+4}{2} \cdot 2 + 4 + \frac{2+4}{2} \cdot 2 = 6 + 4 + 6 = 16 \text{ с}$

$t_2 = t - t_1 = 21,5 - 16 = 5,5 \text{ с}$

в) вторую

Ответ: а) 21,5 с; б) $t_1 = 16 \text{ с}$; $t_2 = 5,5 \text{ с}$; в) вторую

105

Дано:

$m = 10 \text{ т} = 0,01 \text{ кт}$

$v_0 = 800 \text{ м/с}$

$M = 1 \text{ кт}$

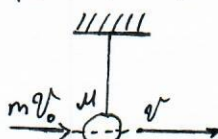
$v = 400 \text{ м/с}$

$Q = ?$

$U = ?$

Решение:

№5



Закон сохранения импульса: $m v_0 = m v + M U$

$U = \frac{m v_0 - m v}{M} = \frac{0,01 \cdot 800 - 0,01 \cdot 400}{1} = 4 \text{ м/с}$

Закон сохранения энергии:

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{M U^2}{2} + Q$

$Q = \frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v^2}{2} - \frac{M U^2}{2} = \frac{1}{2} (m v_0^2 - m v^2 - M U^2) = \frac{1}{2} (0,01 \cdot 800^2 - 0,01 \cdot 400^2 - 1 \cdot 4^2) = \frac{1}{2} (6400 - 1600 - 16) = 2392 \text{ Дж}$

Ответ: а) 2392 Дж; б) $U = 4 \text{ м/с}$

105

№4

Дано:

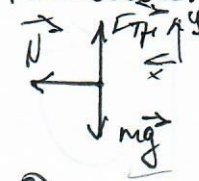
$D = 16 \text{ м}$

$M = 0,8$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$v = ?$

Решение:



На мотоцикли будет действовать $F_{тр}$, уравновешивающая силу тяжести по 2-му 3. Ньютона:

$F_{тр} + m \vec{g} + \vec{N} = m \vec{a}$

$O_y: F_{тр} = m g$

$O_x: N = m a_y$

$a_y = \frac{v^2}{R} \Rightarrow N = \frac{m v^2}{R}$

$F_{тр} = \mu N = \frac{\mu m v^2}{R}; R = \frac{D}{2}$

$$\frac{2m_M v^2}{D} = mg \quad | : m$$

$$\frac{2M v^2}{D} = g$$

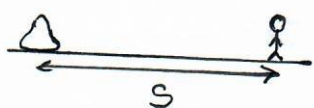
105

$$v = \sqrt{\frac{gD}{2M}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 16}{2 \cdot 0,8}} = \sqrt{100} = 10 \text{ м/с}$$

Ответ: 10 м/с

N1

Когда мы находимся близко к колоколу, то мы видим и слышим удар одновременно, не отходя от колокола. Звук удара будем отставать от видимых ударов, так как скорость звука значительно меньше скорости света. Таким образом если отойти на расстояние при котором запаздывание будем ровно 1 секунду, то будем совпадать со следующими ударами. Скорость звука можно определить измерив расстояние и поделив на 1 с.



$$v = \frac{S}{t} = \frac{S}{1}$$

NS

105

Дано:

Решение:

a
c

За время t тарелка поднимется на высоту $h = \frac{at^2}{2}$
облетит скорость $v = at$

$t = ?$

Если имплантированный фрикнет после этого, то звук будет распространяться по закону: $h = ct$. А тарелка с этого момента будет иметь высоту h_t :

$$h_t = h + vt + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} + at \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{at^2}{2} + at \cdot t + \frac{at^2}{2} = ct \quad | : t$$

$$at^2 + (at - 2c)t - at = 0$$

$$D = (at - 2c)^2 - 4a \cdot at = -3a^2t^2 - 4at + 4c^2 \geq 0$$

$$D = 16a^2c^2 + 4a^2 \cdot 4c^2 = 32a^2c^2$$

50

Второй (муниципальный) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2023-2024 учебный год
10 класс

Шифр МЭФ10-2

$$t = \frac{-4ac \pm ac \cdot 4\sqrt{2}}{2 \cdot 3a^2} = \frac{-2c \pm 2c\sqrt{2}}{3a}$$

$$t \in \left[-\frac{2c + 2c\sqrt{2}}{3a}; \frac{-2c + 2c\sqrt{2}}{3a} \right] \Rightarrow t = \frac{2c(\sqrt{2} - 1)}{3a}$$

$$\text{Ответ: } t = \frac{2c(\sqrt{2} - 1)}{3a}$$

*Второй (муниципальный) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2023-2024 учебный год
10 класс*

Шифр *МЭФ10-2*