

РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО/МЕЖЛИЦЕЙСКОГО ЭТАПА
РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ПО ФИЗИКЕ

11 КЛАСС

1. С открытого балкона упал камешек. Определите количество этажей в доме, если самый верхний этаж он пролетел за время t_1 , а самый нижний – за t_2 .

Примечание: Этажи по высоте считать одинаковыми и не учитывать сопротивление воздуха.

Возможное решение:

Пусть количество этажей в доме N , высота одного этажа - h . Рассмотрим движение камешка на трех участках: AB – одного самого верхнего этажа, AC – высота дома без этажа и AD – высоты дома H (см. рис. 1).

Начальная скорость камешка на всех участках $v_0 = 0$, его движение равноускоренное с ускорением g . Поэтому уравнение движения запишем в виде:

$$h = \frac{gt_1^2}{2},$$

$$(N - 1)h = \frac{g(t - t_2)^2}{2}$$

$$Nh = \frac{gt^2}{2}.$$

Произведя математически действия, получим: $2t_2t = t_1^2 + t_2^2$. Отсюда время падения камешка $t = \frac{t_1^2 + t_2^2}{2t_2}$

Подставив время падения t , высоту этажа h из первого уравнения в третье получим искомое количество этажей: $N = \left(\frac{t_1^2 + t_2^2}{2t_1t_2}\right)^2$.

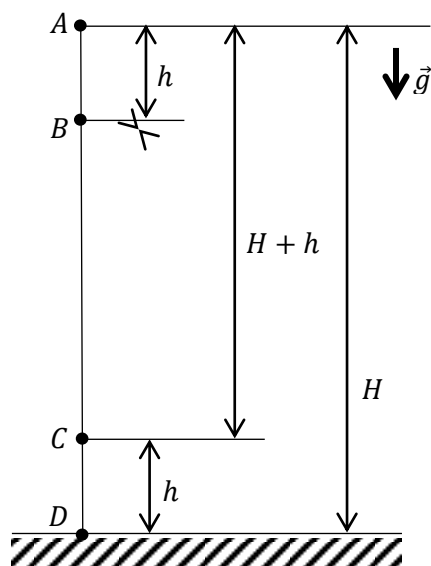


Рисунок 1

№ п/п		Баллы	всего
1.	Наличие рисунка со всеми необходимыми обозначениями	1	10
2.	Записано уравнение движения на участке равном высоте одного этажа	1	

3.	Записано уравнение движения на участке равном высоте без одного этажа	2	
4.	Записано уравнение движения на участке равном высоте всего дома	2	
5.	Определено время	2	
6.	Получен правильный ответ	1	
7.	Комментарии (пояснения к решению)	1	

2. Изготовили два контура - квадратный и круговой, из двух одинаковых проводников. Оба контура помещены в одной плоскости в изменяющемся во времени однородном магнитном поле. В круговом контуре индуцируется постоянный ток силой $I_1 = 0,41$ А. Найти силу тока в квадратном контуре.

Возможное решение:

Сила тока в первом контуре $I_1 = \frac{\varepsilon_1}{R}$, во втором - $I_2 = \frac{\varepsilon_2}{R}$, где ε_1 и ε_2 – возникающие в контурах ЭДС индукции, R – сопротивление каждого из них.

Отношение силы токов $\frac{I_2}{I_1} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$. ЭДС $\varepsilon_1 = -\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t}$ и $\varepsilon_2 = -\frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t}$ определяется скоростями изменения магнитных потоков $\Phi_1 = BS_1 \cos \alpha$ и $\Phi_2 = BS_2 \cos \alpha$ через площади S_1 и S_2 , ограниченных соответствующими контурами. Здесь B – индукция магнитной поля, α – угол между вектором \vec{B} и нормалью к плоскости каждого контура.

С учетом этих соотношений получаем $\frac{I_2}{I_1} = \frac{S_2}{S_1}$. Площадь $S_1 = \pi r^2$, где r – радиус кругового контура. Его длина $L = 2\pi r$. Тогда $S_1 = \frac{L^2}{4\pi}$.

Площадь $S_2 = (\frac{1}{4}L)^2 = \frac{L^2}{16}$. Значит, отношение сил токов $\frac{I_2}{I_1} = \frac{\pi}{4}$. Отсюда $I_2 = I_1 \frac{\pi}{4} = 0,39$ мА.

№ п/п		Баллы	всего
1.	Записана сила тока в первом контуре	1	10
2.	Записана сила тока в первом контуре	1	
3.	Записано отношение силы токов	1	
4.	Записан закон Фарадея для электромагнитной индукции в первом контуре	1	

5.	Записан закон Фарадея для электромагнитной индукции во втором контуре	1	
6.	Записаны скоростями изменения магнитных потоков Φ_1, Φ_2 через площади S_1 и S_2 , ограниченных соответствующими контурами.	1	
7.	Получен правильный ответ (формула)	2	
8.	Получен правильный ответ (числовое значение)	1	
9.	Комментарии (пояснения к решению)	1	

3. Стеклянная, запаянная с одного конца трубка открытым концом опущена в сосуд со ртутью. После подъема трубки уровни ртути в сосуде и трубке совпадают. При этом длина части трубки, занятой воздухом, $l = 100$ см. Затем трубку поднимают на 10 см. Какой будет после этого высота уровня ртути в трубке?

Возможное решение:

Так как первоначально уровень ртути в сосуде и трубке совпадают, давление в трубке равно атмосферному. Когда трубку поднимают давление в трубке уменьшается и компенсируется подъемом ртути. Тогда мы можем записать равенство давлений на уровне ртути в сосуде: $\rho g x + P = P_0$, здесь P_0 атмосферное давление, P - давление в трубке, $\rho g x$ давление ртути высотой x . Запишем уравнение закона Бойля-Мариотта для газа внутри трубки:

$$P_0 l S = P(l + \Delta l - x)S, S - \text{площадь трубки.}$$

Решая совместно эти два уравнения получаем результат:

$$x = \frac{P_0 + \rho g(l + \Delta l) - \sqrt{(P_0 + \rho g(l + \Delta l))^2 - 4\rho g \Delta l P_0}}{2\rho g}$$

№ п/п		Баллы	всего
1.	Записано равенство давлений на уровне ртути в сосуде	2	10
2.	Записано уравнение закона Бойля-Мариотта для газа внутри трубки	2	
3.	Получен правильный ответ (формула)	2	
4.	Получен правильный ответ (числовое значение)	2	
5.	Комментарии (пояснения к решению)	2	

4. Сосуд с некоторой массой азота движется со скоростью 100 м/с. Сосуд быстро остановили. Определите максимальное изменение

температуры азота. Удельная теплоемкость азота при постоянном объеме равна $745 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

Возможное решение:

Пусть масса азота в сосуде равна m . Кинетическая энергия азота, движущегося со скоростью v , переходит во внутреннюю энергию

$$\frac{mv^2}{2} = c_V m \Delta T,$$

где ΔT – увеличение температуры азота; c_V – удельная теплоемкость азота.

$$\text{Тогда } \Delta T = \frac{v^2}{2 c_V} = 6,7 \text{ К.}$$

№ п/п		Баллы	всего
1.	Записана кинетическая энергия азота	2	10
2.	Записана внутренняя энергия азота	2	
3.	Записан закон сохранения энергии	2	
4.	Получен правильный ответ (формула)	2	
5.	Получен правильный ответ (числовое значение)	1	
6	Комментарии (пояснения к решению)	1	

5. Тело массой 1 кг, двигалось, не вращаясь перпендикулярно к стенке со скоростью 5 см/с. Испытало абсолютно неупругий удар об очень тяжелую стенку, движущуюся со скоростью 10 см/с. Какое количество тепла выделится при ударе?

Возможное решение:

Так как удар абсолютно неупругий, то после удара стенка и тело будут продолжать движение вместе с одинаковой скоростью v' . В процессе удара механическая энергия системы частично переходит в тепловую, полная энергия системы при этом сохраняется. Обозначая массу стенки через M , можно написать

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{(m+M)v'^2}{2} + E_T \quad (1)$$

E_T - тепловая энергия. В процессе удара остается неизменным и импульс системы. Согласно закону сохранения импульса

$$Mu - mv = (m + M)v' \quad (2)$$

Начальная v' из системы уравнений (1) и (2), получаем

$$E_T = \frac{1}{2} \frac{m(u + v)^2}{1 + m/M}$$

По условию задачи стенка очень тяжелая, т. е. $m/M \gg 1$, и

$$E_T \approx \frac{m(u+v)^2}{2} = 0.01125 \text{ Дж.}$$

№ п/п		Баллы	всего
1.	Записан закон сохранения энергии	2	10
2.	Записан закон сохранения импульса	2	
3.	Получен правильный ответ (формула)	2	
4.	Получен правильный ответ (числовое значение)	2	
5.	Комментарии (пояснения к решению)	2	