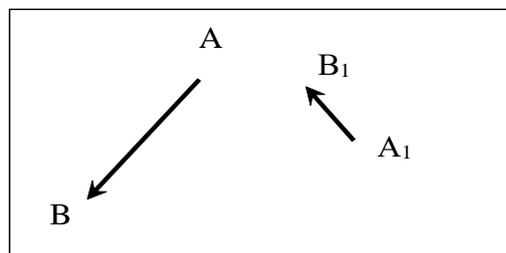


**Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации «Техника и технологии (программирование)»
(общеобразовательный предмет информатика), весна 2021 год**

**11 класс
Вариант 21**

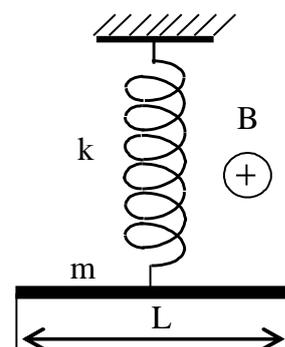
Задача 1 (6 баллов)

На рисунке показаны предмет АВ и его изображение A_1B_1 , полученное с помощью линзы. Определите построением положение линзы и её главной оптической оси.



Задача 2 (8 баллов)

Металлический стержень массы m и длины L подвешен за середину к пружине с коэффициентом упругости k . Стержень совершает вертикальные гармонические колебания с амплитудой A в однородном магнитном поле с индукцией B , направленной перпендикулярно плоскости колебания. Определите максимальную разность потенциалов U , возникающую на концах стержня. Силами трения пренебречь.



Задача 3 (8 баллов)

Камень массой $m = 1$ кг падает без начальной скорости с высоты $h = 5$ м и попадает в ящик с песком массой $M = 5$ кг, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью $v = 6$ м/с. Найдите количество выделившейся при этом теплоты Q .

Задача 4 (8 баллов)

Объем неподвижного тела, имеющего форму куба, равен V_0 . Чему будет равен этот объем для наблюдателя, относительно которого тело движется в направлении одного из своих ребер с релятивистской скоростью, если известно, что площадь поверхности тела уменьшилась в 2 раза вследствие релятивистского сокращения длин?

Задача 5 (8 баллов)

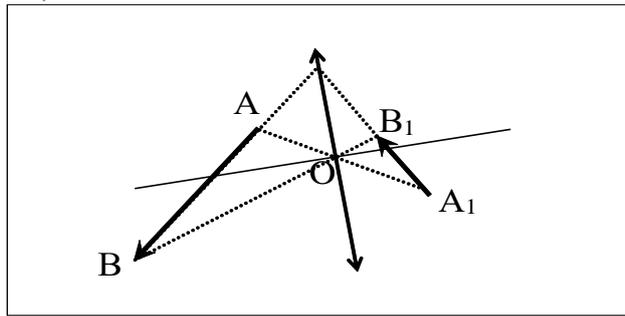
Электрический колебательный контур содержит конденсатор ёмкости C , катушку индуктивности и малое активное сопротивление R . Какую среднюю мощность нужно подводить к контуру, чтобы поддерживать в нем незатухающие колебания с круговой частотой ω и амплитудой напряжения на конденсаторе, равной U_0 . Влиянием сопротивления на частоту колебаний в контуре пренебречь.

Задача 6 (12 баллов)

Два небольших шарика, имеющих одинаковые массы и заряды и находящихся на одной вертикали на высотах h_1 и h_2 , бросили в одну сторону в горизонтальном направлении с одинаковыми скоростями v . Первый шарик коснулся земли на расстоянии L от вертикали бросания. На какой высоте H_2 в этот момент будет находиться второй шарик? Сопротивлением воздуха и влиянием индуцированных на земле зарядов пренебречь.

Решение варианта 21

Задача 1 (6 баллов)



Задача 2 (8 баллов)

$$U = VBL$$

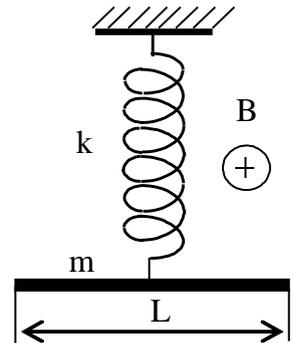
$$V = A\omega$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$U = ABL\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Ответ:

$$U = ABL\sqrt{\frac{k}{m}}$$



Задача 3 (8 баллов)

В соответствии с законом сохранения импульса

$$Mv = (M + m)u, \quad (1) \quad \text{где } u \text{ - скорость ящика с упавшим в него камнем.}$$

Отсюда
$$u = \frac{M}{M + m}v$$

$$mgh + \frac{Mv^2}{2} = \frac{M + m}{2}u^2 + Q \quad (2),$$

В соответствии с законом сохранения энергии где Q- выделившаяся теплота.

$$Q = mgh + \frac{mMv^2}{2(m + M)}$$

Из решения (1) и (2) получаем

$$Q = 1 \cdot 10 \cdot 5 + \frac{1 \cdot 5 \cdot 6^2}{2(1 + 5)} = 65 \text{ Дж}$$

Подставляя числовые значения, получим

Ответ:
$$Q = mgh + \frac{mMv^2}{2(m + M)} = 65 \text{ Дж}$$

Задача 4 (8 баллов)

Неподвижный куб. Площадь поверхности куба $S_0 = 6a_0^2$.

Объём куба $V_0 = a_0^3$.

Движущийся куб: $S = 2a_0^2 + 4a_0 \cdot a_0 = 2a_0^2(1 + 2\sqrt{1 - \beta^2})$, где $\beta = \frac{v}{c}$

Объём куба $V = a_0^3 \cdot a = a_0^3 \sqrt{1 - \beta^2} = V_0 \sqrt{1 - \beta^2}$.

Возьмём отношение

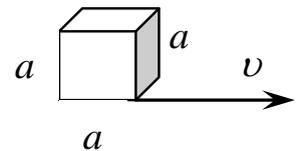
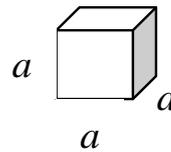
$$\frac{S_0}{S} = \frac{6a_0^2}{2a_0^2(1 + 2\sqrt{1 - \beta^2})} = 2$$

Следовательно,

$$\sqrt{1 - \beta^2} = \frac{1}{4}. \quad \text{Тогда} \quad V = \frac{V_0}{4}.$$

$$\boxed{V = \frac{V_0}{4}}$$

Ответ:



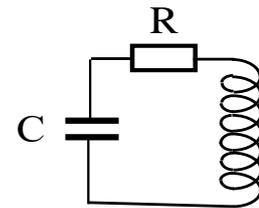
Задача 5 (8 баллов)

$$T = 2\pi\sqrt{LC}, \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \quad \frac{L \cdot I_0^2}{2} = \frac{CU^2}{2};$$

$$I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} = \omega \cdot CU_0$$

$$P_{CP} = \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot R = \frac{\omega^2 \cdot C^2 \cdot U_0^2 \cdot R}{2}$$

$$\boxed{P_{CP} = \frac{\omega^2 \cdot C^2 \cdot U_0^2 \cdot R}{2}}$$

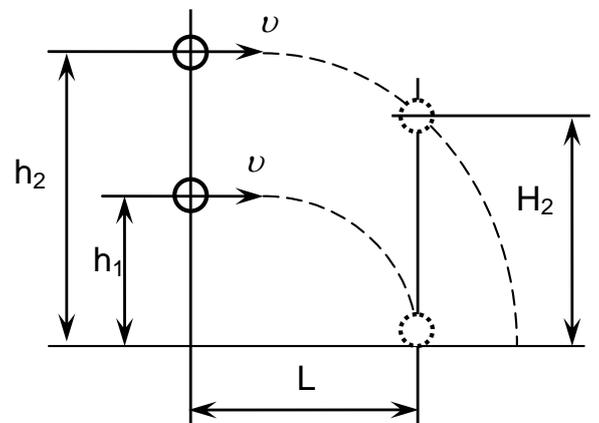


$$\boxed{P_{CP} = \frac{\omega^2 \cdot C^2 \cdot U_0^2 \cdot R}{2}}$$

Ответ:

Задача 6 (12 баллов)

Рассмотрим два заряженных шарика как единую механическую систему. Кулоновское взаимодействие между шариками является внутренним, поэтому оно не влияет на движение центра масс. Единственная внешняя сила, действующая на систему, - сила тяжести, только она и будет определять движение центра масс системы. Так как массы шариков равны, то начальное положение центра масс находится на высоте $(h_1 + h_2)/2$ и его начальная скорость v направлена горизонтально. В дальнейшем центр масс будет двигаться по параболе,



$$\boxed{h = \frac{h_1 + h_2}{2} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{L}{v}\right)^2}$$

характеризуемой уравнением. Поскольку массы шариков одинаковы, то 2-ой шарик должен находиться в этот момент на высоте $H_2 = 2h$.

$$\boxed{H_2 = h_1 + h_2 - g \left(\frac{L}{v}\right)^2}$$

Таким образом,

$$\boxed{H_2 = h_1 + h_2 - g \left(\frac{L}{v}\right)^2}$$

Ответ: