

Всероссийская олимпиада школьников по физике

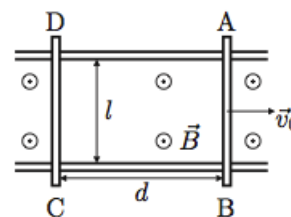
11 класс, финал, 2011/12 год

ЗАДАЧА 1. Бумажный пакет с мукой падает без начальной скорости с высоты $h = 4$ см на чашку пружинных весов. Стрелка весов отклонилась до отметки $m_1 = 6$ кг и, после того как колебания прекратились, стала показывать массу $m_0 = 2$ кг. Жёсткость пружины $k = 1,5$ кН/м. Найти массу M чашки.

Примечание. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².

$$m_1 g = m_0 g + \frac{(m_1 - m_0)g^2}{k} = Mg$$

ЗАДАЧА 2. По двум параллельным горизонтальным направляющим (рис.), расположенным на расстоянии l друг от друга, могут перемещаться без трения два металлических стержня АВ и CD, имеющие массу m и электрическое сопротивление R каждый. Однородное магнитное поле индукции B направлено перпендикулярно плоскости направляющих. В начальный момент времени стержни расположены на расстоянии d друг от друга и перпендикулярны направляющим. Стержень CD неподвижен, а стержню АВ сообщена скорость v_0 , параллельная направляющим, в направлении от CD.



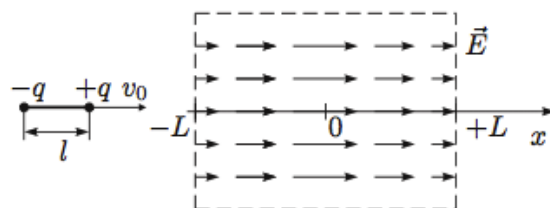
1) На каком расстоянии друг от друга будут находиться стержни через большой промежуток времени?

2) Сколько теплоты выделится в этой системе через большой промежуток времени?

Сопротивлением направляющих можно пренебречь.

$$\frac{v}{v_0} = \frac{1}{1 + \frac{2Bl^2}{Rm}} = \frac{Rm}{Rm + 2Bl^2}$$

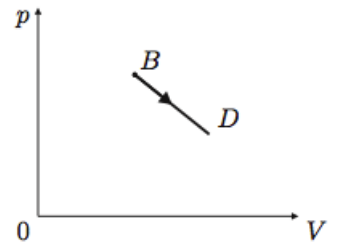
ЗАДАЧА 3. Диполь представляет собой два точечных заряда $+q$ и $-q$, закреплённых на расстоянии l друг от друга. Масса диполя m . Диполь ориентирован вдоль оси x и влетает со скоростью v_0 в область длиной $2L \gg l$ (рис.). В этой области вектор напряжённости электрического поля \vec{E} везде направлен вдоль оси x , а его модуль изменяется по закону $E(x) = E_0 \left(1 - \frac{x^2}{L^2}\right)$. Найдите зависимость силы F , действующей на диполь, от его координаты x , максимальную скорость диполя, а также время пролёта области $2L$. Считайте, что ориентация диполя в пространстве не меняется.



Примечание. Такое электрическое поле можно создать между пластинами плоского конденсатора с помощью распределённого объёмного заряда.

$$F = qE_0 \left(1 - \frac{x^2}{L^2}\right) = m \frac{dv}{dt} = m v \frac{dv}{dx} = m \frac{v^2}{2} \frac{d}{dx} \left(1 - \frac{x^2}{L^2}\right) = -\frac{m v^2 x}{L^2}$$

ЗАДАЧА 4. Один моль идеального многоатомного газа переводят из состояния B , в котором температура равна $t_B = 217^\circ\text{C}$, в состояние D так, что давление линейно зависит от объёма, температура монотонно убывает, а к газу на протяжении всего процесса подводят тепло (рис.). Найдите максимально возможную работу A_m , которую может совершить этот газ в таком процессе.



$$A_m = 13 \frac{86}{81} \approx 13.7 \text{ Дж}$$

ЗАДАЧА 5. Говорят, что в архиве Снеллиуса нашли рукопись, в которой обсуждалось, как может идти луч через систему из N одинаковых линз, оптические центры которых лежат на окружности, а их плоскости перпендикулярны этой окружности и проходят через её центр. От времени чернила выцвели, и на схеме остались видны только следы от плоскостей двух соседних линз и фокус одной из них (рисунок слева). Из текста следовало, что луч, преломляясь в каждой из линз, идёт по сторонам правильного N -угольника. Вид линзы и её диаметр D приведены на рисунке справа.



- 1) Какие это могли быть линзы — собирающие или рассеивающие?
 - Построением (с помощью циркуля и линейки без делений) восстановите:
 - 2) положение ещё двух линз (слева и справа от изображённых на рисунке плоскостей линз);
 - 3) возможные положения оптических центров четырёх получившихся линз;
 - 4) возможный ход луча через эти линзы.
- Ответ обоснуйте.