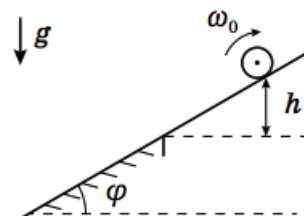


Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, финал, 2017/18 год

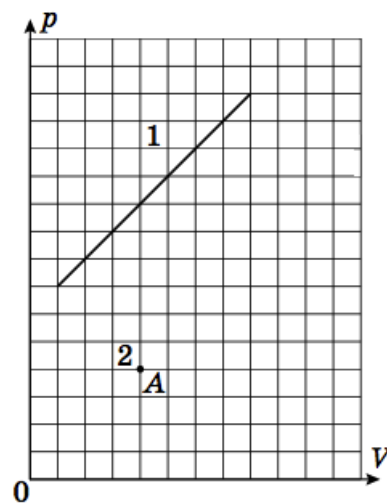
ЗАДАЧА 1. Верхняя часть наклонной плоскости гладкая, нижняя — шероховатая. На верхнюю часть кладут тонкостенную цилиндрическую трубу, вращающуюся вокруг своей оси с угловой скоростью ω_0 , и отпускают. В начальный момент ось цилиндра неподвижна, а линия касания трубы с плоскостью находится на высоте $h = 10$ см над границей раздела гладкого и шероховатого участков. Коэффициент трения между трубой и шероховатой поверхностью $\mu = 0,1$. Радиус цилиндра равен $R = 5$ см. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



- 1) Считайте, что ω_0 велико. При каком угле $\varphi = \varphi_m$ труба вернётся в начальное положение за минимальное время?
- 2) Найдите это минимальное время t_{\min} .
- 3) Пусть $\varphi = \varphi_m$. При каких ω_0 труба вернётся в начальное положение?

$$\varphi_m = 0,05; \quad t_{\min} = 11,3 \text{ с}; \quad \omega_0 \geq \frac{R}{4\sqrt{2}g} = 140 \text{ рад/с}$$

ЗАДАЧА 2. В архиве лорда Кельвина нашли цилиндр с одним молем идеального одноатомного газа. Лорд Кельвин проводил с ним два процесса и изобразил их на pV -диаграмме. Чернила, разумеется, выцвели. От первого процесса уцелела часть графика — отрезок прямой, а от графика второго процесса, как обычно, сохранилась единственная точка A . Из поясняющих записей следовало, что в этих процессах при равных температурах теплоёмкости совпадали. Восстановите график зависимости давления p от объёма V для второго процесса.

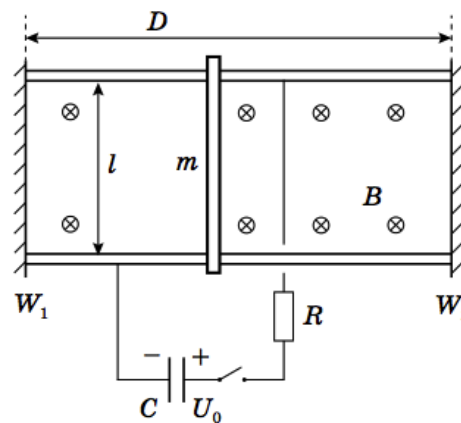


$$\text{отрезок из точки } (2; 3,5) \text{ в точку } (16; 7)$$

ЗАДАЧА 3. В далёком космосе есть планета, состоящая полностью из воды. Известно, что глубоководные обитатели внутри могут обозреть всё пространство вокруг тогда и только тогда, когда находятся на расстоянии не более чем $x = 3000$ км от центра планеты. Местные жители решили запустить спутник. С какой скоростью он должен двигаться на самой низкой возможной орбите? Показатель преломления воды $n = 4/3$, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н · м²/кг². Планета не вращается вокруг своей оси, волн на её поверхности не бывает, воду можно считать несжимаемой.

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} G \rho x} = a$$

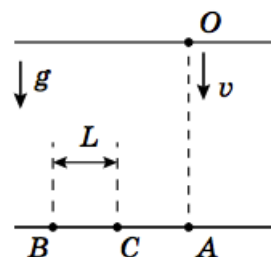
ЗАДАЧА 4. По двум горизонтальным проводящим рельсам может скользить без трения металлическая перемычка массой m (см. рис.). Расстояние между рельсами l . Движение перемычки ограничено двумя непроводящими жёсткими вертикальными стенками W_1 и W_2 , находящимися на расстоянии D друг от друга. К рельсам через ключ K последовательно подключены заряженный до напряжения U_0 конденсатор ёмкости C и резистор сопротивления R . Перпендикулярно плоскости рельсов включено вертикальное однородное магнитное поле с индукцией B , такое, что $m > B^2 l^2 C$ и $DBl \gg RCU_0$. В момент, когда ключ замкнули, перемычка покоилась посередине между стенками. Определите:



- 1) с какой стенкой произойдёт первое столкновение перемычки;
 - 2) скорость v_1 перед первым столкновением;
 - 3) скорость v_n перед n -м столкновением.
- Все столкновения перемычки со стенками абсолютно упругие.

$$u \left(\frac{\partial z l z B + u}{\partial z l z B - u} \right) \tau_a = u_a : \frac{\partial z l z B + u}{l B^0 l C} = \tau_a$$

ЗАДАЧА 5. Из точки O на поверхности воды в реку бросают одинаковые маленькие металлические шарики (см. рис.). Отпущенный без начальной скорости шарик упал на дно в точке B , а шарик, запущенный вертикально вниз с известной скоростью v — в точку C . Расстояние $BC = L$. Найдите горизонтальную составляющую u_x скорости второго шарика при ударе о дно. Считайте, что при движении на шарик со стороны воды действует сила, прямо пропорциональная скорости движения шарика относительно воды и направленная против этой скорости. Скорость течения не зависит от глубины, а дно горизонтально. Силу Архимеда не учитывать.



$$\frac{a}{T^b} = x_n$$