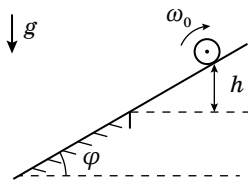


## 11 КЛАСС

## 11.1. Цилиндр на наклонной плоскости

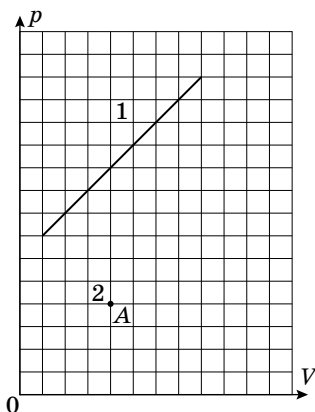
Верхняя часть наклонной плоскости гладкая, нижняя – шероховатая. На верхнюю часть кладут тонкостенную цилиндрическую трубу, вращающуюся вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega_0$ , и отпускают. В начальный момент ось цилиндра неподвижна, а линия касания трубы с плоскостью находится на высоте  $h = 10$  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/с<sup>2</sup>.



1. Считайте, что  $\omega_0$  велико. При каком угле  $\varphi = \varphi_m$  труба вернется в начальное положение за минимальное время.
2. Найдите это минимальное время  $t_{\min}$ .
3. Пусть  $\varphi = \varphi_m$ . При каких  $\omega_0$  труба вернется в начальное положение?

## 11.2. Совпадающие теплоемкости

В архиве лорда Кельвина нашли цилиндр с одним моле 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 теплоемкости совпадали. Восстановите график зависимости давления  $p$  от объема  $V$  для второго процесса.



### 11.3. В пузыре

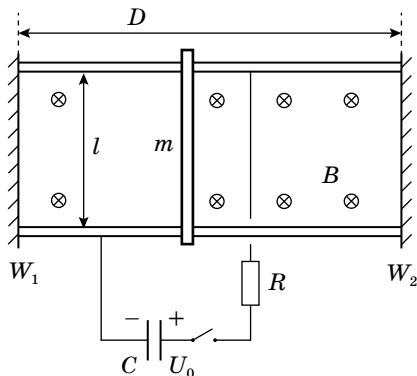
В далёком космосе есть планета, состоящая полностью из воды. Известно, что глубоководные обитатели изнутри могут обозревать все пространство вокруг, тогда и только тогда, когда находятся на расстоянии не более, чем  $x = 3000$  км от центра планеты. Местные жители решили запустить спутник? С какой скоростью он должен двигаться на самой низкой возможной орбите? Показатель преломления воды  $n = 4/3$ , плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, гравитационная постоянная  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Н · м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>. Планета не вращается вокруг своей оси, волн на ее поверхности не бывает, воду можно считать несжимаемой.

### 11.4. Столкновения в магнитном поле

По двум горизонтальным проводящим рельсам может скользить без трения металлическая перемычка массой  $m$  (см. рис). Расстояние между рельсами  $l$ . Движение перемычки ограничено двумя непроводящими жесткими 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 емкости  $C$  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 произойдет первое столкновение перемычки;
2. скорость  $v_1$  перед первым столкновением;
3. скорость  $v_n$  перед  $n$ -ым столкновением.

Все столкновения перемычки со стенками абсолютно упругие.



**11.5. Уронили в речку шарик**

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 скорости второго шарика при ударе о дно  $u_x$ . 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.

