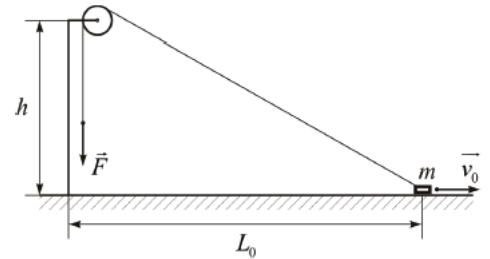


# Олимпиада «Курчатов» по физике

10 класс, 2016 год

1. Маленький брусок массой  $m$  находится на гладкой горизонтальной поверхности на расстоянии  $L_0$  от вертикального столба, на котором на высоте  $h$  на коротком держателе закреплён маленький невесомый блок с неподвижной горизонтальной осью. Невесомая нерастяжимая длинная нить одним концом прикреплена к бруску, перекинута через блок и натянута с постоянной силой  $F$ . Трения в оси блока нет. В начальный момент брусок скользит по поверхности и имеет скорость  $v_0$ , направленную от столба. Каким будет расстояние  $L_1$  от столба до бруска в тот момент, когда брусок на мгновение остановится?



$$\frac{mv_0^2}{2} - \left( \frac{FL_0}{\cos \alpha} + \frac{mgh}{\cos \alpha} \right) = 0$$

2. Астроном-любитель Вася следит за движением двух искусственных спутников Земли, летающих на одной и той же высоте  $h = 300$  км над экватором по круговым орбитам. Спутники пролетают точно над наблюдателем. Вася измеряет периоды движения этих спутников (промежутки времени между последовательными «пролётами» над ним). Оказалось, что эти периоды заметно отличаются. Какова разница этих периодов?

Модуль ускорения свободного падения у поверхности Земли  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>, радиус Земли равен  $R_0 = 6,4 \cdot 10^6$  м.

$$\text{или } \Delta T \approx \frac{2\pi R_0^3}{g} \frac{\Delta g}{g^2} = \Delta T$$

3. У школьника Васи есть много одинаковых медных монет с температурой  $t_0$  и теплоизолированный цилиндрический сосуд с водой, начальная температура которой тоже равна  $t_0$ . Вася по одной опускает монеты в воду, отпуская их без начальной скорости с высоты текущего уровня воды. Площадь дна сосуда  $S$ , начальный уровень воды  $H$ , масса одной монеты  $m$ , удельная теплоёмкость меди  $c$ , плотность меди равна  $\rho$ . Плотность и удельная теплоёмкость воды равны  $\rho_0$  и  $c_0$ . До какой максимальной температуры можно нагреть воду таким способом? Сколько нужно бросить в воду монет, чтобы изменение её температуры было вдвое меньше максимально возможного? При решении задачи считайте, что монеты занимают весь объём ниже определенного уровня, то есть образуют на дне сплошной медный цилиндр (промежутки между монетами можно не учитывать). Теплоёмкостью сосуда можно пренебречь.

$$\frac{mc_0}{HS} \frac{dt}{dt} = N \left( \frac{c}{H\rho} \left( \frac{d}{dt} - 1 \right) + c_0 \right) = 0$$

4. Точечный заряд  $q = 10$  нКл помещён на расстоянии  $L = 1$  м от центра проводящего заземлённого шара радиусом  $R = 20$  см. Найдите заряд шара  $Q$ .

$$\text{или } \tau = b \frac{q}{R} = 0$$

5. Полностью заполненная водой ванна с вертикальными боковыми стенками освобождается от воды через открытое сливное отверстие в её горизонтальном дне за время  $\tau$ . Отверстие расположено в середине дна, и его площадь во много раз меньше площади поперечного сечения ванны. При открытом сливном отверстии вода свободно (без труб) выливается на пол. Если в ванну сначала насыпать до краёв мелкую гальку, а затем заполнить ванну водой, то в этом случае ванна опорожняется за время  $\tau/2$ . При этом камешки гальки не закрывают сливного отверстия! Через какое время опорожнится ванна, если 75% гальки убрать (то есть оставшиеся камушки будут находиться в нижней четверти ванны) и снова заполнить её водой до краёв? Вязкостью воды можно пренебречь. При решении задачи считайте, что камешки гальки уменьшают площадь поперечного сечения ванны, доступную для воды.

