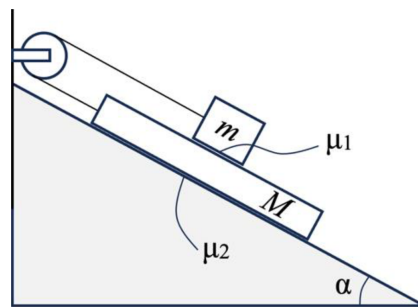


Олимпиада «Ломоносов» по физике

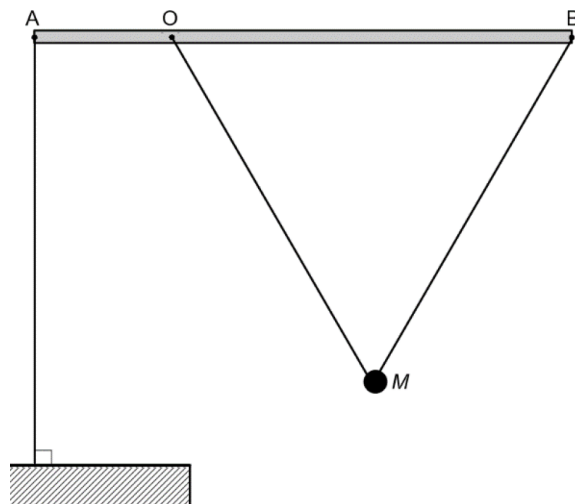
10 класс, 2024 год

1. Через легкий блок, прикрепленный к вертикальной стене, переброшена невесомая нерастяжимая нить. Один конец нити прикреплен к доске массой M , лежащей на наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Другой конец нити прикреплен к бруску массой $m = \frac{M}{9}$, который расположен на доске (см. рисунок). Определите модуль ускорения a , с которым будет двигаться доска, если коэффициент трения между бруском и доской $\mu_1 = 0,5$, а коэффициент трения между доской и опорой $\mu_2 = 0,3$. Участки нити между телами и блоком расположены в одной вертикальной плоскости параллельно наклонной плоскости. Трение в блоке отсутствует. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.



$$\frac{2^2}{3^2} \cdot \frac{1}{9} \cdot 0,3 \approx \frac{2^2}{3^2} \cdot \frac{1}{9} \cdot (g \cdot \sin \alpha - \mu) = v \cdot \cos \alpha \left(\mu_1 + \mu_2 \frac{m+M}{m} \right) - v \cdot \sin \alpha \cdot \frac{m+M}{m-M} = v$$

2. Однородный твердый стержень AB массой m , может свободно вращаться вокруг закрепленной оси, проходящей через точку O , перпендикулярно плоскости чертежа (см. рис.). Точка O делит стержень в отношении $1 : 3$, считая от левого края. Вертикальная нить, прикрепленная к левому краю стержня A и неподвижной опоре, удерживает стержень в горизонтальном положении. Шарик массой $M = 6m$, подвешен на двух нитях, прикрепленных к оси вращения O и правому краю B стержня так, что центр шарика и точки крепления нитей образуют правильный треугольник. Система находится в равновесии. Нить, соединяющую шарик и ось вращения пережигают, шарик начинает совершать колебания в той же вертикальной плоскости, в которой он находился в состоянии равновесия. Найдите отношение максимальной силы натяжения вертикальной нити $(T_A)_{\max}$ в процессе колебаний, к силе натяжения T_a этой нити в состоянии равновесия (до пережигания). Нити считать невесомыми и нерастяжимыми, размером шарика и сопротивлением воздуха пренебречь. Числовой ответ округлить до десятых долей.

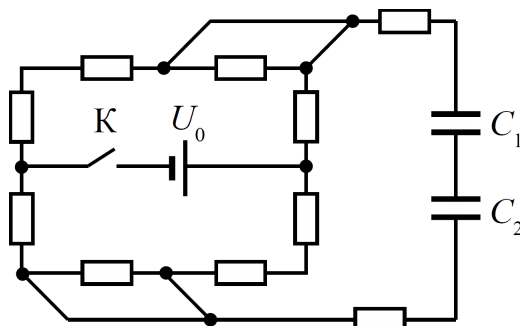


$$T_{\text{max}} \approx \frac{10}{(3-1)^2} = \frac{10}{4} = 2.5$$

3. 2 моль идеального одноатомного газа переводят из некоторого начального состояния в некоторое конечное состояние сначала изобарно, затем изохорно, и при этом к газу необходимо подвести количество теплоты Q . Минимальная температура газа при проведении этих двух процессов равна $T_{\text{min}} = 200$ К. Если же перевести газ из того же начального в то же конечное состояние, сжав его адиабатически и уменьшив при этом его объём в 10 раз, то внешним силам придётся совершить работу равную по модулю $A = 40$ кДж. Найдите количество теплоты Q .

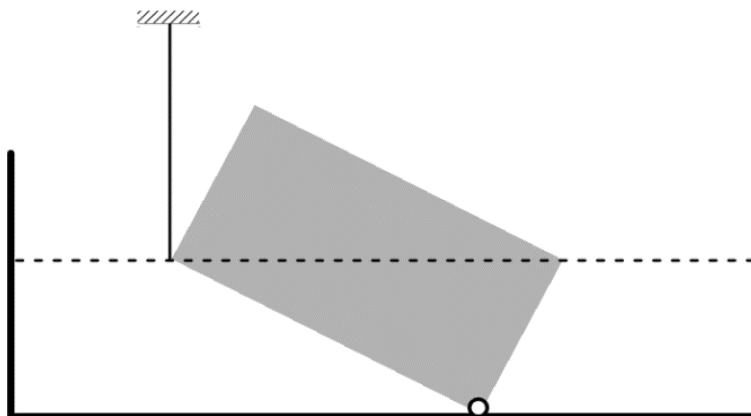
$$Q = 10084 \text{ Дж}$$

4. В схеме, представленной на рисунке, идеальный источник имеет напряжение $U_0 = 5$ В. Сопротивления всех резисторов одинаковы, сопротивлением проводов можно пренебречь. Ёмкости конденсаторов $C_1 = 4$ нФ и $C_2 = 6$ нФ. Найти энергию электрического поля в конденсаторе C_1 через длительное время после замыкания ключа K . До замыкания ключа конденсаторы C_1 и C_2 были не заряжены.



$$W = \frac{1}{2} \left(\frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} \right) U_0^2 = 2 \text{ нДж}$$

5. Однородная алюминиевая деталь имеет форму прямоугольного параллелепипеда со сторонами, относящимися как $1 : 1 : \sqrt{15}$. Одно из её меньших рёбер шарнирно прикреплено к плоскому дну достаточно большой кюветы. С помощью вертикальной нити, прикреплённой к другому ребру, деталь удерживается в равновесии так, что диагональное сечение детали остается горизонтальным (пунктирная прямая на рисунке). В кювету начинают медленно наливать масло. Определить отношение силы натяжения нити в момент, когда свободная поверхность масла достигла указанного пунктиром на рисунке уровня горизонтального сечения, и силы натяжения нити в сухой кювете. Считать плотность масла в три раза меньшей плотности алюминия, нить — невесомой и нерастяжимой. Пренебречь объёмом шарнира и трением в нём.



$$\frac{6}{8} = \frac{\rho_L}{L}$$