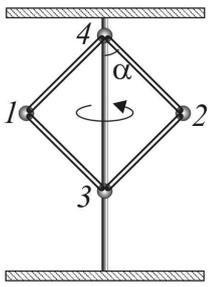
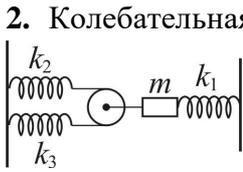


Олимпиада «Ломоносов 2020-2021» по физике



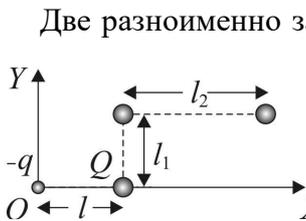
1. Три груза массой m каждый шарнирно соединены невесомыми стержнями длиной $l = 0,2$ м (см. рисунок) с закреплённым на вертикальном стержне грузом 4. Груз 3 может скользить по центральному гладкому стержню без трения. Система была приведена во вращение вокруг вертикали, совпадающей с осью центрального стержня. Какую работу A при этом совершили, если при вращении стержни отклонились на угол $\alpha = 45^\circ$. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с², размерами грузов можно пренебречь. Ответ приведите в джоулях, округлив до сотых.



2. Колебательная система состоит из груза массой m , лежащего на гладкой горизонтальной плоскости, невесомого гладкого блока, двух невесомых, нерастяжимых нитей и трёх невесомых пружин жёсткостью $k_1 = 2/3$ Н/см, $k_2 = 1/2$ Н/см и $k_3 = 1$ Н/см, соответственно, соединённых так, как показано на рисунке. Центр масс груза лежит на одной горизонтали с прикреплённой к нему нитью и осью пружины k_1 .

В положении равновесия все пружины растянуты. Считая, что нити все время остаются натянутыми, определите круговую частоту ω малых гармонических колебаний груза. Ответ приведите в рад/с, округлив до целых.

3. В полностью заполненном баллоне объёмом $V_0 = 5$ л помещается $m_0 = 2,5$ кг сжиженного пропана (C_3H_8). Если часть пропана из баллона выпустить наружу, то в нем будут находиться в равновесии жидкий пропан и его насыщенный пар. Найдите массу m_1 пропана, находящегося в баллоне в газообразном состоянии, когда из этого баллона выпущено α (%) первоначально находившегося пропана, если температуру пропана поддерживают постоянной и равной $t = 17^\circ C$. Давление насыщенных паров пропана при этой температуре $p = 0,8$ МПа. Молярная масса пропана $\mu = 44$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Ответ приведите в граммах, округлив до целых.



4. Две разноименно заряженные частицы находятся на оси OX декартовой системы координат на расстоянии $l = 3$ см друг от друга. Удерживая одну частицу неподвижной, вторую частицу переместили в направлении оси OY на расстояние $l_1 = 4$ см. При этом была совершена работа A_1 . Какую работу A_2 понадобится совершить, чтобы после этого передвинуть вторую частицу на расстояние $l_2 = 2$ см в направлении оси OX ? Ответ приведите в миллиджоулях, округлив до сотых.

5. На горизонтальном дне аквариума лежит плоское зеркало. Человек, наклонившийся над водой и смотрящий вертикально вниз, видит изображение своего глаза в зеркале на расстоянии $l = 50$ см. Определите толщину слоя H воды в аквариуме, если глаз расположен на расстоянии $h =$ см от её поверхности. Показатель преломления воды считайте равным $n = 4/3$. Учтите, что для малых значений аргумента φ , заданного в радианах, можно считать, что $\text{tg } \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$. Ответ приведите в сантиметрах, округлив до десятых.