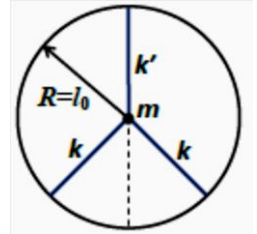


ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ» по ФИЗИКЕ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2024 года
БИЛЕТ № 05 (11 классы)

Задание 1:

Вопрос: Материальная точка массы m может двигаться в плоскости xy в поле сил с потенциальной энергией $U(x,y)=k \cdot (4 \cdot x^2 + y^2)/2$. Каковы возможные частоты ее линейных (происходящих вдоль одной прямой) гармонических колебаний около положения равновесия?

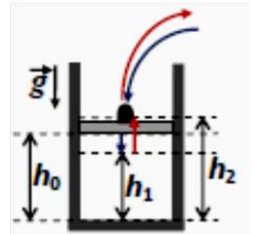
Задача: На гладкой горизонтальной поверхности неподвижно закреплено кольцо, к трем точкам которого прикреплены концы трех упругих резинок, вторые концы которых прикреплены к одной небольшой шайбе с массой $m = 250$ г. Длина всех трех резинок в ненапряженном состоянии одинакова и в точности равна радиусу кольца. В положении равновесия шайбы две резинки – с одинаковыми коэффициентами жесткости $k = 1$ Н/м взаимно перпендикулярны (см. рисунок), а третья – с $k' = 8$ Н/м – ориентирована вдоль биссектрисы угла между ними. Шайбу отвели на расстояние $s = 1,2$ см от этого положения и отпустили без начальной скорости. Оказалось, что шайба поехала по прямой и вернулась в положение равновесия за время t . Найти все возможные значения t и скорости шайбы в этот момент времени. Отметим, что s намного меньше радиуса кольца.



Задание 2:

Вопрос: Какую работу нужно совершить при адиабатическом сжатии одного моля кислорода с начальной температурой 301 К для увеличения его давления на 0,7 %?

Задача: В цилиндрическом сосуде с гладкими теплоизолирующими вертикальными стенками под горизонтальным теплоизолирующим поршнем находится воздух. Изначально поршень находится в равновесии, и расстояние между нижней поверхностью поршня и дном сосуда равно $h_0 = 30$ см. На поршень аккуратно поставили небольшую гирьку, и поршень начал опускаться. В тот момент, когда он достиг наинизшего положения на высоте $h_1 = 29$ см над дном сосуда, гирьку так же аккуратно убрали. До какой максимальной высоты h_2 поднимется поршень после этого? Вязкостью воздуха можно пренебречь, воздух можно считать двухатомным идеальным газом, происходящие с ним процессы – квазиравновесными, а изменениями внешнего атмосферного давления можно пренебречь.

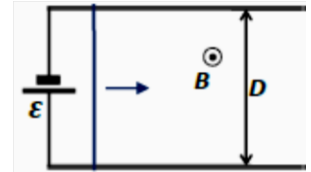


Математическая подсказка: При $|\alpha| \lesssim 1$ и $\varepsilon \ll 1$ с ошибкой порядка $|\varepsilon|^3$ справедлива приближенная формула $(1 + \varepsilon)^\alpha \approx 1 + \alpha \cdot \varepsilon + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2} \varepsilon^2$.

Задание 3:

Вопрос: Проводящий стержень длины L вращается с постоянной угловой скоростью ω в однородном магнитном поле с индукцией B вокруг оси, параллельной полю, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Чему равна разность потенциалов на концах стержня?

Задача: В установке «рельсотрон» в качестве «снаряда» используется металлическая перемычка, которая может скользить, двигаясь поступательно, по двум очень длинным гладким горизонтальным параллельным рельсам. Сначала перемычку удерживают вблизи одной пары их концов, к которым подключают источник постоянного напряжения. В области пространства, в которой проходят рельсы, включают вертикальное постоянное однородное магнитное поле, и перемычку аккуратно освобождают. В первой серии опытов рельсы поддерживались в сверхпроводящем состоянии, а суммарное сопротивление контура, по которому протекал ток (состоящее из сопротивления перемычки, внутреннего сопротивления источника и сопротивления контактов), было примерно постоянно и равно $R_0 \approx 0,8$ Ом. При этом оказалось, что перемычка разгоняется до 95 % от максимально возможной (для этой установки), пройдя путь $s_0 = 80$ м. Во второй серии опытов сверхпроводящие рельсы заменили на рельсы с «погонным» сопротивлением $\rho = 5$ мОм/м. Какой путь теперь потребуется перемычке для достижения той же скорости? Считайте, что сила сопротивления воздуха отсутствует, сумма сопротивления перемычки, внутреннего сопротивления источника и сопротивления контактов не изменилась, длина начального участка рельсов (от края до линии старта перемычки) пренебрежимо мала по сравнению с s_0 .



Задание 4:

Вопрос: В чем состоит приближение тонкой линзы?

Задача: При помощи тонкой линзы на экране создано изображение пламени свечи, расположенного на главной оптической оси линзы. При этом поперечное увеличение изображения было равно $|\Gamma| = 0,4$. Не двигая свечу, линзу переместили на расстояние $s = 70$ см вдоль ГОО. После перемещения и подбора положения экрана поперечное увеличение стало равно $|\Gamma'| = 2,5$. Найдите оптическую силу линзы.