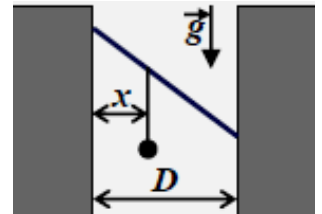


ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «Робофест» по ФИЗИКЕ
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2024 года, ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
БИЛЕТ № 04 (10 классы)

Задание 1:

Вопрос: Однородный стержень длины L подвешен горизонтально на трех одинаковых легких практически нерастяжимых нитях, одна из которых («первая») прикреплена к стержню на расстоянии $L/4$ от его левого конца, вторая прикреплена к середине стержня, а третья – на расстоянии $L/3$ от правого конца. В состоянии равновесия все три нити практически вертикальны. Во сколько раз отличаются силы натяжения третьей и первой нити в этом состоянии?

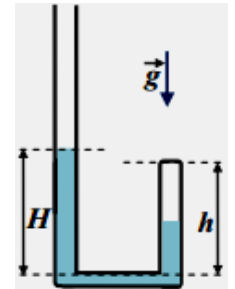
Задача: В зазоре шириной $D = 60$ см между двумя вертикальными поверхностями из твердого пластика «заклинили» однородный металлический стержень длиной $L = 75$ см. К стержню необходимо подвесить на легкой нити груз с массой, равной половине массы стержня. Известно, что деформации стенок зазора и стержня можно считать малыми, а деформации стержня – практически продольными (то есть стержень не изгибается, и сила упругости направлена вдоль его оси). Величина этой силы в $k = 10/3$ раза больше действующей на стержень силы тяжести. Коэффициент трения между концами стержня с стенками зазора можно считать очень близким к 1. На каком расстоянии x от «левой» (по рисунку) стенки зазора должна находиться точка прикрепления нити, чтобы после подвешивания груза стержень удержался в зазоре?



Задание 2:

Вопрос: Цилиндрический сосуд с гладкими вертикальными стенками помещен в камеру, из которой откачан воздух. В сосуде под подвижным поршнем находится 0,01 моля азота при температуре 301 К, и в состоянии равновесия поршень располагается на высоте 25 см над дном сосуда. Найдите массу поршня. Универсальная газовая постоянная $R \approx 8,31$ Дж/(моль·К), ускорение свободного падения $g \approx 10$ м/с².

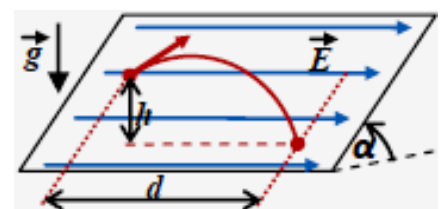
Задача: Гладкая запаянная с одного конца трубка образует два вертикальных «колена», соединенных внизу тонкой перемычкой (см рисунок). В запаянном сверху колене (высотой h) находится некоторое количество газа, в открытое наливают жидкость до определенного уровня. При «начальном» уровне жидкости H_0 газ занимал половину объема запаянного вертикального колена. Когда в открытое колено аккуратно долили жидкости так, что ее уровень в этом колене стал выше на $\frac{3}{4}h$, газ занимал уже только четверть объема запаянного колена. В открытое колено снова долили жидкости, и ее уровень поднялся еще на $0,3 \cdot h$. Какую часть объема запаянного колена занимает газ в этом состоянии?



Задание 3:

Вопрос: Ион с удельным зарядом $z = + 10^5$ Кл/кг движется по гиперболической орбите в поле небольшого шарика с зарядом $q = - 2$ нКл, заряженного равномерно по поверхности. Ион влетел внутрь сферы радиусом 10 см (вокруг центра шарика) со скоростью 8 км/с. Пренебрегая излучением и силами сопротивления, найдите скорость, с которой ион вылетит из этой сферы.

Задача: Плоская поверхность из диэлектрика с $\epsilon \approx 1$ составляет угол $\alpha = \arcsin(0,6) \approx 36,87^\circ$ с горизонтом. У небольшой шайбы коэффициент трения о эту поверхность близок к 1. Если эта шайба начинает скользить по поверхности вверх вдоль линии падения воды со скоростью v_0 , то она остановится на высоте h над точкой старта (по вертикали). Если в области пространства, в которой находится поверхность, создать однородное постоянное электрическое поле, то минимальная величина напряженности поля, при которой покоившаяся шайба придет в движение, равна E_0 . Если постоянное однородное поле с напряженностью E_0 будет направлено горизонтально параллельно поверхности, то при «запуске» шайбы по поверхности со скоростью v_0 существует такое направление начальной скорости, при котором шайба, пройдя по криволинейной траектории без отрыва от поверхности, остановится в точке, смещенной от точки запуска вдоль силовой линии \vec{E} на расстояние d и вниз (по вертикали) на h . Найдите путь шайбы от старта до остановки в этом случае.



Задание 4:

Вопрос: У двух ламп одинаковые номинальные мощности, но при этом номинальное напряжение у первой в два раза больше, чем у второй. Во сколько раз отличаются сопротивления ламп при работе каждой в своем номинальном режиме?

Задача: Школьники решили к праздничному вечеру украсить квадратный зал гирляндами из 140 ламп. По плану нужно было соединить 6 гирлянд: четыре – по 20 ламп – по периметру зала и две – по 30 ламп – по его диагоналям. Питание всех гирлянд нужно было сделать от одного источника, который при любой нагрузке создавал на своих клеммах напряжение $U = 96$ В (по схеме, показанной на рисунке). При этом важно было добиться, чтобы все 140 ламп светили одинаково. В распоряжении школьников было много ламп с одинаковыми КПД и одинаковыми номинальными мощностями, рассчитанных на разные номинальные напряжения, и оказалось, что необходимый набор ламп у них есть. Определите, каковы должны быть номинальные напряжения ламп в этом наборе и сколько ламп каждого типа нужно использовать. Каждая гирлянда состоит из ламп одинакового типа, и в «симметричных» парах гирлянд (2 и 5, 3 и 4) лампы тоже одинаковы. Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

