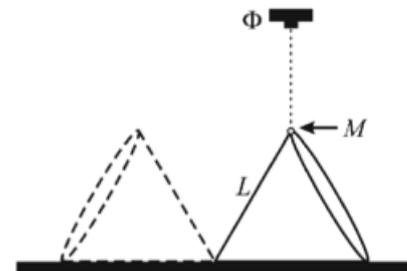


Московская олимпиада школьников по физике

11 класс, второй тур, 2017 год

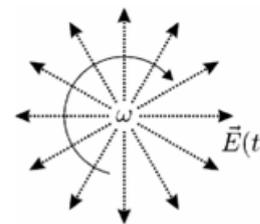
ЗАДАЧА 1. Прямой круговой конус с образующей длиной $L = 13$ см и диаметром основания $D = 10$ см катится по горизонтальной поверхности, не проскальзывая (см. рис.). Центр основания конуса движется с постоянной по модулю скоростью, а максимально возможная скорость точки, лежащей на поверхности этого конуса, может быть равна $V = 1$ м/с. На одну из точек, расположенных на границе основания и боковой поверхности конуса, нанесена очень маленькая метка M . Над конусом неподвижно закреплён фотоаппарат Φ , объектив которого расположен горизонтально.



В момент, когда метка находилась в своём наивысшем положении и строго под объективом фотоаппарата, был сделан фотоснимок. Через какое минимальное время после этого можно при помощи того же неподвижного фотоаппарата сделать точно такую же фотографию?

$$\tau \approx \frac{2L}{v} \approx \frac{2 \cdot 13 \text{ см}}{1 \text{ м/с}} = 0,26 \text{ с}$$

ЗАДАЧА 2. Одинаковые пылинки, имеющие заряд $q = 1$ пКл, массу $m = 1$ мг и летящие с одинаковой начальной скоростью \vec{V} , модуль которой равен 2 м/с, попадают на некоторое время в область, в которой создано электрическое поле. Модуль напряжённости этого поля не меняется со временем и равен $E = 10$ кВ/см, а вектор напряжённости вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 2$ рад/с в одной плоскости с векторами скоростей частиц (см. рисунок).



1) С какой максимальной по модулю скоростью u могут вылетать некоторые пылинки из области действия электрического поля?

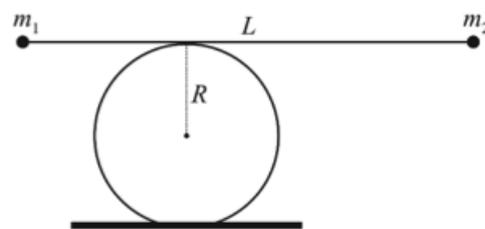
2) Какого наибольшего значения может достигать угол β между вектором конечной скорости и начальным направлением движения (угол отклонения) некоторых пылинок, если время их пребывания в поле равно $\tau = 0,25$ с?

3) До какого значения τ_0 надо изменить длительность пребывания некоторых пылинок в данном поле для того, чтобы наибольший угол их отклонения достиг своего максимально возможного значения? Чему равен максимально возможный угол отклонения β_0 ?

Взаимодействие пылинок друг с другом и влияние на них других сил пренебрежимо мало.

$$u = \sqrt{v^2 + E^2 \tau^2} = \sqrt{2^2 + 10^2 \cdot 0,25^2} = \sqrt{4 + 6,25} = \sqrt{10,25} \approx 3,2 \text{ м/с}$$

ЗАДАЧА 3. Два маленьких шарика массами m_1 и m_2 закреплены на концах тонкого жёсткого очень лёгкого стержня длиной L . Этот стержень покоится на поверхности шероховатого горизонтального неподвижно закреплённого цилиндра радиусом R . В положении равновесия стержень горизонтален и перпендикулярен оси цилиндра (на рисунке показан вид со стороны торца цилиндра). Стержень поворачивают на малый угол таким образом, что он движется относительно цилиндра без проскальзывания, и отпускают. После этого начинаются колебания, в процессе которых стержень катается по поверхности цилиндра также без проскальзывания, а шарики движутся в плоскости рисунка. Чему равен период этих колебаний? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

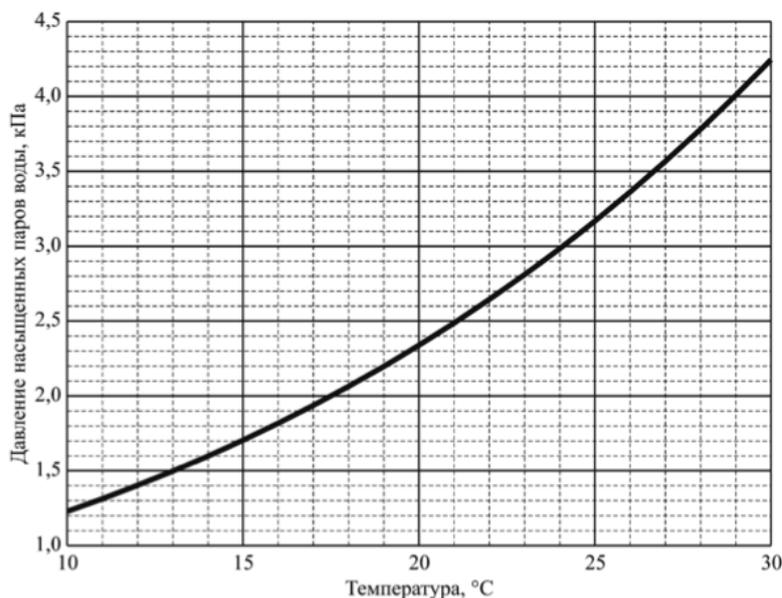


$$\frac{m_1}{m_2} \sqrt{\frac{L}{R}} = J$$

ЗАДАЧА 4. В теплоизолированном цилиндре под не проводящим теплоту поршнем находятся в термодинамически равновесном состоянии аргон и насыщенные пары воды при температуре $T_1 = 302$ К и давлении $p = 2$ атм. Сразу после быстрого увеличения объёма смеси под поршнем в $n = 1,06$ раз температура в цилиндре уменьшается до некоторой величины T_2 , а водяные пары оказываются в термодинамически неравновесном состоянии пересыщения, при котором их давление p_2 становится выше давления насыщенного пара $p_{\text{нас}}(T_2)$ при новой температуре. Со временем часть пара конденсируется, и система вновь приходит в состояние устойчивого термодинамического равновесия.

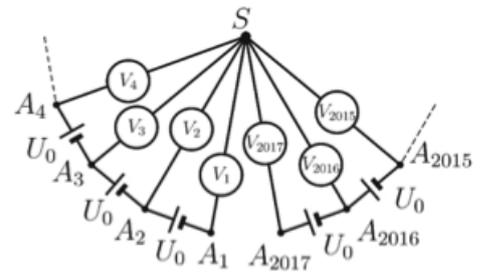
- 1) Найдите температуру T_2 .
- 2) Определите давление p_2 .
- 3) Верно ли, что в новом состоянии устойчивого равновесия температура под поршнем будет отличаться от T_2 менее чем на 1 К?

Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг · К), теплоёмкость одного моля водяного пара при постоянном объёме $C_V = 3R$, удельная теплота испарения воды $L = 2,33 \cdot 10^6$ Дж/кг, молярная масса воды $\mu = 18$ г/моль. График зависимости давления насыщенных паров воды от температуры представлен на рисунке.



$$T_2 = 290 \text{ К}; p_2 = 3,6 \text{ кПа}; J = 1$$

ЗАДАЧА 5. Точки A_1, \dots, A_{2017} — вершины правильного 2017-угольника, точка S — его центр. Между соседними вершинами многоугольника (за исключением 1-й и 2017-й) включены одинаковые идеальные батарейки с напряжением U_0 так, как показано на рисунке. Также между каждой вершиной и точкой S включён вольтметр с соответствующим номером. Все вольтметры одинаковые, в точке S есть электрический контакт.



- 1) На сколько отличаются показания первого и десятого вольтметров?
- 2) Что показывает вольтметр с номером N ?
- 3) Определите номер вольтметра с нулевыми показаниями.

$600\Gamma (\varepsilon :^0\Omega 600\Gamma - N = ^N\Omega (\tau :^0\Omega 6 \text{ вН } (1$
--