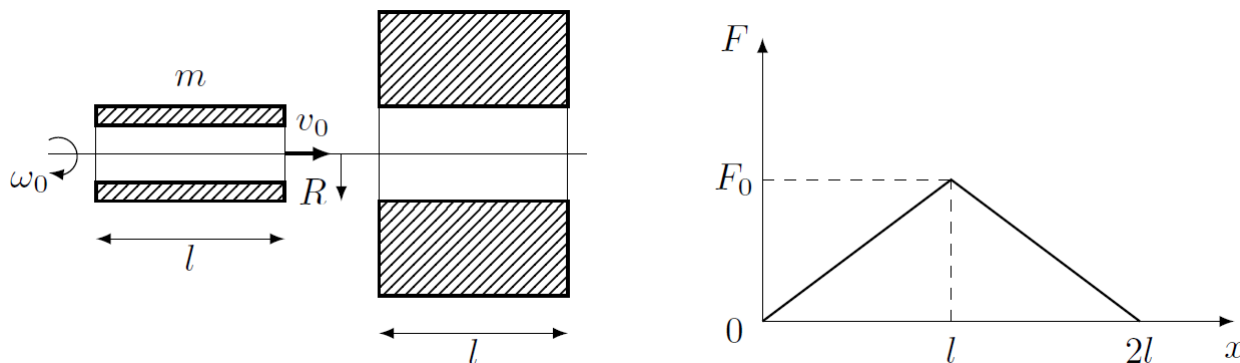


Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, региональный этап, 2022/23 год

ЗАДАЧА 1. Вращающаяся гильза. Тонкостенная цилиндрическая гильза массы m , вращающаяся с угловой скоростью ω_0 вокруг своей оси, влетает со скоростью v_0 в отверстие в стальной плите (рисунок слева). Оси гильзы и отверстия совпадают, внешний радиус гильзы R равен радиусу отверстия, длина гильзы l равна толщине плиты.

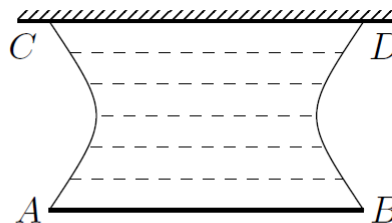
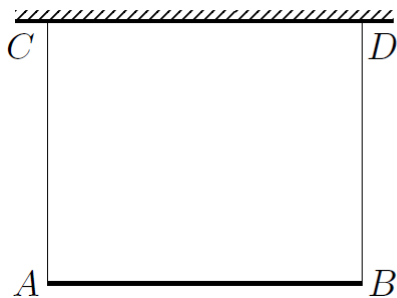
График зависимости силы, которую необходимо прикладывать к невращающейся гильзе, для проталкивания ее через отверстие от величины перемещения представлен на рисунке справа. Максимальное значение силы равно F_0 . Эта сила нужна для преодоления силы сухого трения, причем нормальные силы реакции, действующие на участки поверхности гильзы со стороны стен отверстия, не зависят от скорости и угловой скорости гильзы. Поверхности гильзы и отверстия однородны и одинаковы по всей длине. Координата $x = 0$ отвечает положению гильзы, которая только начала входить в плиту.



1. При каком минимальном значении $v_0 = v_{\min}$ гильза пролетит через отверстие (начальная угловая скорость ω_0 всегда одна и та же)?
2. Чему будет равна при этом (при $v_0 = v_{\min}$) угловая скорость ω_1 вращения гильзы в момент, когда гильза окажется целиком внутри плиты?
3. Через какое время τ от момента влета в отверстие при начальной скорости $v_0 \geq v_{\min}$ гильза окажется внутри плиты целиком?

$$\left(\frac{m \omega_0^2 R^2 + m v_0^2}{2 R l} \right) \text{цсзгв} \frac{m \omega_0^2 R^2}{2 R l} \sqrt{\lambda} = \lambda \left(\frac{m \omega_0^2 R^2}{2 R l} - \frac{m v_0^2}{2 R l} \right) \sqrt{\lambda} + \frac{m v_0^2}{2 R l} \sqrt{\lambda} = \text{цшл} (1)$$

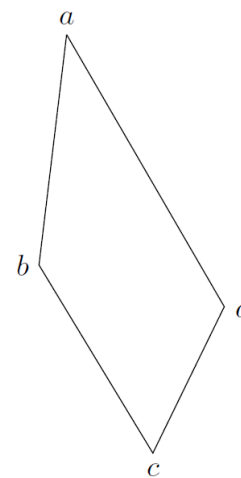
ЗАДАЧА 2. Как измерить поверхностное натяжение? В поле тяжести на двух невесомых нерастяжимых нитях к горизонтальному стержню CD подвешена планка AB массы m длины L . Нити прикреплены к концам планки и располагаются вертикально (рисунок слева). После погружения системы в неизвестную жидкость и последующего извлечения ее из жидкости в пространстве между нитями, планкой и стержнем сформировалась пленка жидкости, а сама система приобрела вид, представленный на рисунке справа. При этом минимальное расстояние между нитями оказалось равным d , а расстояние между планкой и стержнем равным h .



1. Определите коэффициент поверхностного натяжения жидкости σ .
2. Вычислите величину σ при $L = 10$ см, $m = 2$ г, $d = 5$ см, $h = 8,7$ см.

$$\sigma = \frac{mgh}{2L} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 \cdot 8,7 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-1}} = 0,085 \text{ Н/м}$$

ЗАДАЧА 3. Трапеция Лорда Кельвина. В архиве лорда Кельвина была найдена диаграмма циклического процесса, проводимого с постоянным количеством идеального двухатомного газа, представляющая собой в координатах pV трапецию. От времени чернила выцвели и на рисунке, представленном ниже, осталась видна лишь трапеция. Известно, что теплоёмкость в каждом из процессов ab , bc , cd , da была постоянна, причём $C_{bc} = C_{da} > C_{ab} = C_{cd}$. Также известно, что максимальная температура газа в цикле равна $T_1 = 400$ К, а температуры некоторой пары из точек a , b , c , d были одинаковы и равны $T_2 = 200$ К.



1. Пользуясь только циркулем и линейкой без делений, восстановите положения координатных осей pV .

Примечание: Описывать построение параллельных и перпендикулярных прямых, проходящих через заданную точку, деление отрезка пополам и подобные стандартные геометрические процедуры не обязательно.

2. Определите температуры T_a , T_b , T_c , T_d в точках a , b , c , d соответственно.
3. Найдите КПД цикла η .

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{200}{400} = 0,5$$

