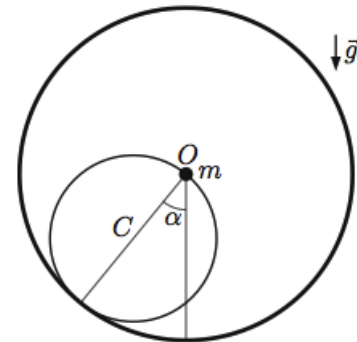


Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, заключительный этап, 2018/19 год

ЗАДАЧА 1. Внутри закреплённого цилиндра радиуса R , ось O которого горизонтальна, помещают легкий цилиндр вдвое меньшего радиуса. Ось C меньшего цилиндра также горизонтальна. На поверхности меньшего цилиндра закреплено маленькое тело массы m . Меньший цилиндр удерживают так, что тело находится на оси большего цилиндра, а плоскость OC (в которой лежат оси обоих цилиндров) составляет угол α с вертикалью (рис.).



1) Меньший цилиндр отпускают и он начинает катиться по внутренней поверхности большего без проскальзывания. Определите ускорение тела сразу после начала движения.

2) Определите ускорение и скорость тела в момент времени, когда плоскость OC вертикальна. Считайте, что до этого момента движение шло без проскальзывания.

3) Определите минимальное значение коэффициента трения между цилиндрами μ , при котором возможно движение без проскальзывания до момента, когда плоскость OC займёт положение симметричное начальному по отношению к вертикали.

4) Определите скорость тела в момент начала проскальзывания, если коэффициент трения между цилиндрами задан и равен μ .

$$\frac{g^{n+1} \wedge}{\sigma \text{ uis } y \delta \pi \zeta} \sqrt{} = a \text{ (} \text{) } \text{; } \text{oc } \text{g} \text{t} = \text{mim} \text{ (} \text{) } \text{: } \text{oc} \text{ uis } y \delta \pi \zeta \wedge = a \text{ (} \text{) } \text{: } \text{oc} \text{ uis } \delta = v \text{ (} \text{) } \text{1}$$

ЗАДАЧА 2. В двух одинаковых сосудах с поршнем при одинаковых давлении p_A и температуре T_A находятся одинаковые смеси равных масс m жидкой и твердой фаз вещества X . При этом плотность твердой фазы на 20 % больше плотности вещества жидкой фазы ρ_X . Не изменяя внешнего давления, к первому сосуду медленно подводят известное количество теплоты Q_1 . В этом процессе масса твердой фазы уменьшается вдвое. Затем, обеспечив надежную теплоизоляцию сосуда, немного увеличивают внешнее давление. Обозначим это состояние «B».

Внешние воздействия на второй сосуд проводят в обратном порядке: сначала увеличивают давление, а затем, поддерживая его постоянным, подводят необходимое для перевода в то же состояние B количество теплоты Q_2 .

1. Какое количество теплоты больше, Q_1 или Q_2 ?
2. Определите давление p_B в состоянии B .
3. Определите температуру T_B в состоянии B .

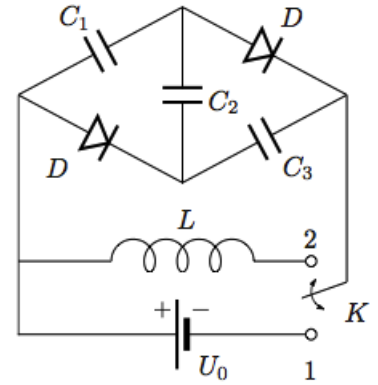
Этот же эксперимент с двумя сосудами был проведен со смесями равных масс m жидкой и твердой фаз другого вещества Y , у которого в начальном состоянии C плотность твердой фазы на 20% меньше плотности жидкой фазы ρ_Y . Оказалось, что для изобарического плавления половины твердой фазы Y при переходе из состояния (p_C, T_C) потребовалось подвести количество теплоты Q_3 , а для перехода в конечное состояние D во втором сосуде — количество теплоты Q_4 .

4. Какое количество теплоты больше, Q_3 или Q_4 ?

- Определите давление p_D в состоянии D .
- Определите температуру T_D в состоянии D .

$$\frac{\partial \rho_L}{\partial t} = \alpha_L \left(\frac{u}{(v \partial - \varepsilon \partial) \lambda \sigma_8} + \rho d = \alpha d : v \partial < \varepsilon \partial : \frac{1}{\varepsilon \partial} v_L = \alpha_L \left(\frac{u}{(v \partial - \varepsilon \partial) \lambda \sigma_{21}} + v d = \alpha d : \varepsilon \partial > v \partial \right)$$

ЗАДАЧА 3. Электрическая схема состоит из трех конденсаторов C_1, C_2, C_3 одинаковой емкости C , катушки с индуктивностью L , двух идеальных диодов, источника постоянного напряжения U_0 , ключа K (рис.). Первоначально перед замыканием ключа конденсаторы не заряжены. Затем ключ переводят в положение 1, и, после установления равновесия, переключают в положение 2.



- Чему равны напряжения на конденсаторах U_1, U_2 и U_3 перед переключением ключа в положение 2?
- Чему равно максимальное значение I_D тока через диоды после переключения ключа в положение 2?
- В каких пределах

$$([U_1^{\min}, U_1^{\max}], [U_2^{\min}, U_2^{\max}], [U_3^{\min}, U_3^{\max}])$$

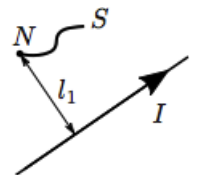
изменяются напряжения на конденсаторах после переключения ключа в положение 2?

- Качественно изобразите график зависимости силы тока I , протекающего через индуктивность, от времени.
 - Чему равен период колебаний T тока I ?
- Активным сопротивлением индуктивности и проводов можно пренебречь.

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial t} = L \left(\varepsilon \left[\frac{0 \Omega}{\sigma \Omega} \right] : \left[\frac{0 \Omega}{\sigma \Omega} \right] : \left[\frac{0 \Omega}{\sigma \Omega} \right] \right) \left(\varepsilon : \sigma \left(\sigma : \sigma \Omega \right) \right)$$

ЗАДАЧА 4. Тонкий, однородный нерастяжимый гибкий шнур длины l изготовлен из ферромагнетика, причем магнитный момент каждого его маленького элемента направлен вдоль шнура.

Один конец шнура удерживают на расстоянии l_1 ($l_1 > l$) от бесконечного прямого провода, по которому течет электрический ток силой I (рис.). Пренебрегая силой тяжести и собственным магнитным полем шнура



- найдите расстояние между концами шнура в состоянии равновесия;
- на каком расстоянии от провода окажется свободный конец шнура?

Указание. Энергия маленького элемента шнура длиной Δl во внешнем магнитном поле с индукцией \vec{B} определяется выражением

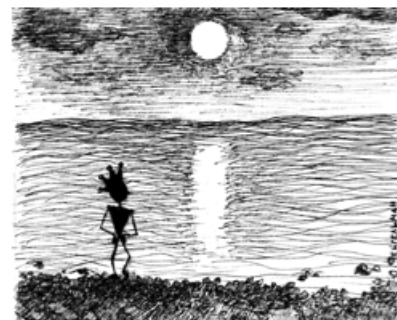
$$\Delta W = -k B \Delta l \cos \varphi,$$

где φ — угол между \vec{B} и направлением шнура, а k — постоянный коэффициент.

$$\frac{\partial \Lambda}{\partial t} = L \left(\varepsilon \left[\frac{0 \Omega}{\sigma \Omega} \right] : \left[\frac{0 \Omega}{\sigma \Omega} \right] : \left[\frac{0 \Omega}{\sigma \Omega} \right] \right) \left(\varepsilon : \sigma \left(\sigma : \sigma \Omega \right) \right)$$

ЗАДАЧА 5. В открытом море вода совсем синяя, как лепестки самых красивых васильков, и прозрачная, как чистое стекло, — но зато и глубоко там! Ни один якорь не достанет до дна; на дно моря пришлось бы поставить одну на другую много-много колоколен, только тогда бы они могли высунуться из воды. На самом дне живут русалки.

Г.Х. Андерсен.



Ясной ночью принц, ростом $H = 1,8$ м, мечтал на берегу спокойного Тихого океана и смотрел на лунную дорожку, которая начиналась от него на расстоянии $D_{\Pi} = 5$ м по горизонтали и имела длину $L_{\Pi} = 50$ м. В это же самое время у берега под водой на глубине H лежала Русалочка, тоже о чем-то мечтающая.

1. На каком расстоянии D_R от себя (тоже по горизонтали) лунную дорожку будет видеть Русалочка?
2. Какой длины L_R будет эта дорожка?

Считайте, что легкий бриз создает мелкую одинаковую рябь по всей поверхности океана. Показатель преломления морской воды $n = 1,35$. Угловым размером Луны можно пренебречь.

Указание.

- Бриз, -а, м. Слабый береговой ветер, дующий днём с моря на сушу, а ночью с суши на море.
- Рябь, -и, ж.
 1. Мелкое волнение водной поверхности. Озеро *подёрнулось рябью*.
 2. Ощущение в глазах пестроты, множества разноцветных точек. *В глазах р.*

С.И. Ожегов и Н.Ю. Шведова
Толковый словарь русского языка

$$D_R = 1,67 \text{ м}; L_R = 0,48 \text{ м}$$