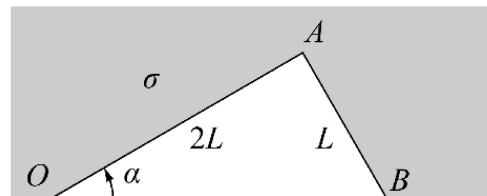


## Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, региональный этап, 2021/22 год

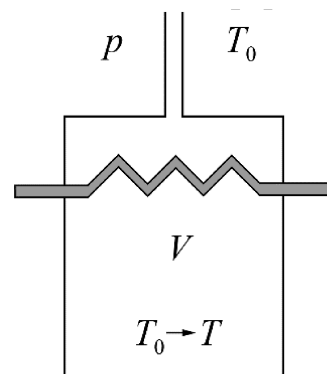
**Задача 1. Треугольник и плёнка.** Лёгкие стержни  $OA$  и  $AB$  соединены шарнирно между собой. Конец  $O$  стержня  $OA$  закреплён шарнирно на гладкой спице, а на конце  $B$  стержня  $AB$  прикреплено с помощью шарнира маленькое колечко массы  $m$ , которое может скользить по спице. Длины стержней различаются в два раза:  $|AB| = L$ ,  $|OA| = 2L$ , все шарниры невесомы. Система снаружи (до закреплённой внешней границы) окружена двусторонней плёнкой с коэффициентом поверхностного натяжения  $\sigma$ . В области между спицей и стержнями плёнки нет. Силу тяжести не учитывайте.



1. Найдите величину угла  $\alpha$  в положении равновесия.
2. Найдите период малых колебаний системы вблизи положения равновесия.

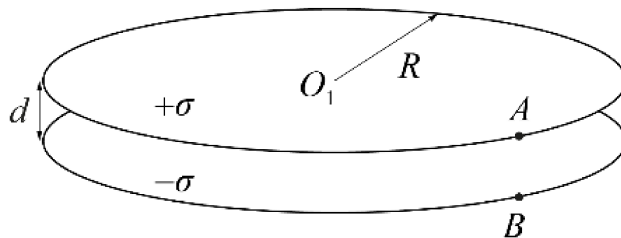
$$\frac{\sigma}{mg} \sqrt{2} \approx 0,67 \approx \frac{1}{1,5} \text{ радиан} = \frac{\pi}{10} \text{ радиан} = \alpha \quad (1)$$

**Задача 2. Охлаждение.** Сосуд объёмом  $V$  с теплообменником внутри сообщается с атмосферой через тонкую длинную трубку. Исходно температура в нём  $T_0$  равна температуре атмосферного воздуха. По теплообменнику прокачивают охлаждающую жидкость до тех пор, пока температура воздуха во всём сосуде не уменьшится до  $T$  ( $T < T_0$ ). Сколько тепла от воздуха передано теплообменнику? Атмосферное давление  $P$ . Поток тепла через стенки сосуда и трубку можно пренебречь. Внутренняя энергия воздуха  $U = 5\nu RT/2$ , где  $\nu$  — число молей,  $T$  — температура, а  $R$  — универсальная газовая постоянная.



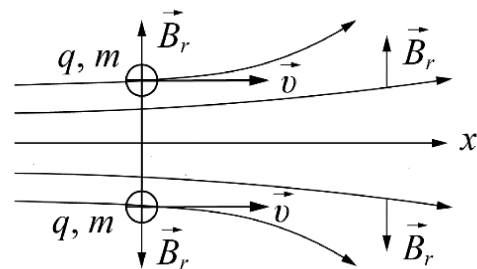
$$\left(1 - \frac{T}{T_0}\right) \nu R T_0 = Q$$

**ЗАДАЧА 3. Плоский конденсатор.** Две круглые непроводящие пластины радиуса  $R$  располагаются параллельно на малом расстоянии  $d \ll R$  друг от друга, образуя плоский конденсатор. Пластины заряжены равномерно с поверхностными плотностями заряда  $+\sigma$  и  $-\sigma$ . Точки  $O_1$  и  $O_2$  — центры пластин. Точки  $A$  и  $B$  находятся на краях пластин. Отрезки  $O_1O_2$  и  $AB$  перпендикулярны плоскостям пластин. Найдите разности потенциалов между парами точек: 1)  $O_1$  и  $O_2$ ; 2)  $A$  и  $B$ ; 3)  $O_1$  и  $A$ .



$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = v \phi - \tau O \phi \quad (\varepsilon : \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \sigma \phi - v \phi \quad (\tau : \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \tau O \phi - \tau O \phi) \quad (1)$$

**ЗАДАЧА 4. Гантель в магнитном поле.** В аксиально-симметричном магнитном поле находится гантель — лёгкий непроводящий стержень с заряженными шариками на концах. Массы и заряды шариков одинаковы и равны  $m$  и  $q$ . Гантель перпендикулярна оси симметрии (оси  $x$ ), а её центр находится на этой оси (см. рис.). Проекция магнитного поля на радиальное (перпендикулярное оси) направление на расстоянии, равном радиусу гантели, везде одинакова и равна  $B_r$ . Осевая компонента поля изменяется вдоль оси. В момент времени  $t_0$  гантели сообщают скорость  $v_0$  вдоль оси  $x$ . Силу тяжести не учитывайте.



1. На какое наибольшее расстояние  $L_{\max}$  от начального положения удаляется центр гантели?
2. Чему равна максимальная окружная (перпендикулярная оси симметрии) скорость вращения шариков гантели в процессе движения?
3. Через какое время после  $t_0$  угловая скорость вращения гантели окажется наибольшей?

$$\dots \tau \tau \tau = u \tau (1 + u \tau) \frac{\partial B_r}{\partial x} = u \tau (\varepsilon : 0 \tau = \text{max} \tau) (\tau : \frac{\partial B_r}{\partial x} = \text{max} \tau) \quad (1)$$

ЗАДАЧА 5. **Круг Снелла.** Говорят, что в архиве Снеллиуса нашли чертёж оптической схемы, на которой были изображены тонкая собирающая линза, круг и его изображение в линзе. От времени чернила выцвели, и на чертеже остались видны лишь круг и его изображение, но известно, что круг целиком располагался в плоскости, проходящей через главную оптическую ось линзы, и что круг и его изображение располагались по разные стороны от плоскости линзы. Пользуясь только циркулем и линейкой без делений, восстановите положения:

1. оптического центра  $O$  линзы;
2. плоскости линзы;
3. фокусов  $F_1$  и  $F_2$  линзы.



□