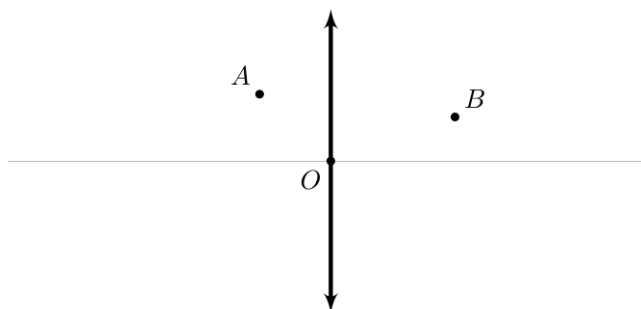


ВсОШ, 2022/23, региональный этап, 9 класс, теоретический тур

Всероссийская олимпиада школьников по физике [Условия и ответы](#)

Задача 1 Выцветшие фокусы линзы

В архиве Снеллиуса нашли рукопись с оптической схемой. От времени чернила выцвели и остались видны только две точки, лежащие на луче, прошедшем сквозь линзу, сама линза и главная оптическая ось. Точечный источник находился на главной оптической оси на двойном фокусном расстоянии от линзы. По имеющимся данным восстановите положение фокусов линзы.

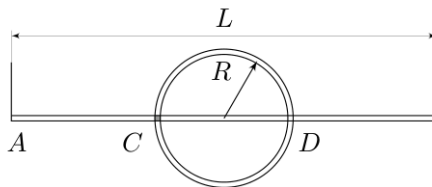


Ответ

Отражаем точку B относительно плоскости линзы в точку B' ; прямая AB' пересекает главную оптическую ось в точке X — на двойном фокусе. Середина отрезка OX — первый фокус, второй фокус симметричен ему относительно плоскости линзы.

Задача 2 Частицы в трубах

Первая частица разгоняется с ускорением a в прямой трубе длиной L от ее конца A с нулевой начальной скоростью. Вторая частица движется с постоянной скоростью v в другой трубе, имеющей форму кольца радиуса R и расположенной непосредственно над первой трубой таким образом, что центр кольца совпадает с серединой первой трубы.



В момент пролета первой частицы через точку C , которая расположена под кольцевой трубой, вторая частица оказывается точно над первой. Второе пересечение труб (точку D) частицы тоже пролетают одновременно.

1. Как зависит скорость v от радиуса R ?
2. Чему равна скорость v_1 при $R = L/2$?
3. Чему равна скорость v_2 при $R \ll L$?

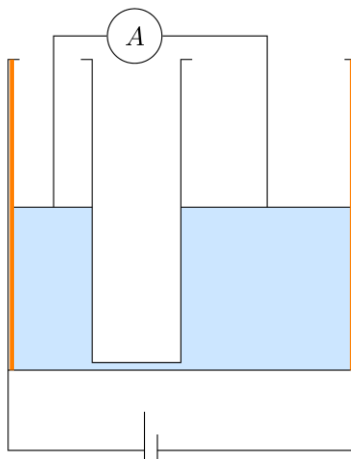
Ответ

$$1) v = \frac{\pi(2N+1)(\sqrt{L+2R} + \sqrt{L-2R})\sqrt{a}}{4}, \text{ где } N \geq 0 - \text{целое}; \quad 2) v_1 = \frac{\pi\sqrt{2L}}{4}(2N+1)\sqrt{a};$$

$$3) v_2 = \frac{\pi\sqrt{L}}{2}(2N+1)\sqrt{a}.$$

Задача 3 Гидростатический реостат

В боковые непроводящие стенки вертикальных сообщающихся сосудов (площади сечения сосудов $S = 100 \text{ см}^2$ и $3S$) вмонтированы две одинаковых тонких однородных нихромовых проволоки. Длина проволок равна высоте сосудов. К нижним концам проволок подключена идеальная батарея с напряжением на клеммах $U = 46,2 \text{ В}$. Сосуды имеют высоту $2h_0$ ($h_0 = 50 \text{ см}$). В сосуды до уровня h_0 залита вода, которая накрыта легкими и тонкими проводящими поршнями. Поршни не пропускают воду, имеют контакт с проволоками и могут без трения передвигаться внутри сосудов, не покидая их, благодаря стопорам.



К поршням с помощью гибких проводов подключен амперметр (длина проводов позволяет поршням свободно перемещаться). Схема установки изображена на рисунке. Когда на маленький поршень кладут непроводящую гирию массой 1 кг , амперметр показывает силу тока $I_1 = 2,31 \text{ А}$. Если же 3 таких гири положить на большой поршень, то амперметр покажет силу тока $I_2 = 2,1 \text{ А}$.

1. Определите сопротивление амперметра R_A , при условии, что соединительные провода и поршни имеют пренебрежимо малое сопротивление.
2. Определите силу тока, который показывает амперметр, когда на поршнях отсутствуют грузы.
3. В каких пределах может меняться сила тока в собранной установке, если в распоряжении имеется широкий выбор грузов?

Можно считать, что соединительная трубка имеет пренебрежимо малое сечение. Проводимость воды также очень мала. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Ответ

$$1) R_A = 1 \text{ Ом}; \quad 2) I_0 = \frac{2I_1I_2}{I_1 + I_2} = 2,2 \text{ А}; \quad 3) \text{от } I_{\min} \approx 1,67 \text{ А до } I_{\max} \approx 3,22 \text{ А}.$$

Задача 4 Что так, что эдак

Ваня и Маша провели 2 эксперимента. В первом — десятилитровую кастрюлю, заполненную наполовину водой комнатной температуры ($t_0 = 20^\circ\text{C}$), грели на плитке мощностью $P = 1,4$ кВт в течение $\tau = 10$ минут. При этом через $\tau_1 = 5$ минут после начала эксперимента в кастрюлю, не снимая ее с плитки, долили некоторое количество воды комнатной температуры, а еще через $\tau_2 = 3$ минуты, также не снимая кастрюлю с плитки, из нее столько же воды отлили.

Во втором эксперименте при тех же начальных условиях отлив и долив поменяли местами, не меняя общее время эксперимента, моменты манипуляций и количество доливаемой и отливаемой воды.

Конечная температура воды в кастрюле в обоих экспериментах совпала.

1. Какой была масса добавляемой в экспериментах воды?
2. Какую температуру имела вода в кастрюле в конце экспериментов?
3. Какого максимального значения достигала температура воды в кастрюле в каждом из проведенных экспериментов?

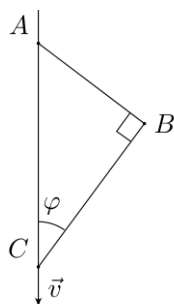
Считайте, что долив и отлив воды происходят очень быстро. Тепловые потери и теплоёмкость кастрюли пренебрежимо малы, а вода в процессе экспериментов не закипала. Удельная теплоёмкость воды $c = 4,2$ кДж/(кг · °C), плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.

Ответ

1) $\Delta m = 3$ кг; 2) $t_k = 48^\circ\text{C}$; 3) в первом эксперименте 48°C (в конце), во втором $t_{\max 2} = 70^\circ\text{C}$ (перед доливом).

Задача 5 Движение по спице

Материальные точки B и C связаны нерастяжимыми нитями AB и BC . Точка C может скользить по неподвижной длинной вертикальной спице, на которой также закреплён конец A нити AB . В момент, показанный на рисунке, нить BC образует угол $\varphi = 30^\circ$ с вертикалью и перпендикулярна нити AB , скорость точки C направлена вниз и равна v , тангенциальное ускорение точки B равно a_τ , и точка B движется в плоскости рисунка. Нити натянуты. Оказалось, что ускорение точки C в рассматриваемый момент равняется нулю.



1. Определите модуль скорости v_B точки B в рассматриваемый момент.
2. Определите длину l_{BC} нити BC .
3. Определите модуль ускорения a_B точки B в рассматриваемый момент.

Ответ

1) $v_B = v \cos \varphi = \frac{v\sqrt{3}}{2}$; 2) $l_{BC} = \frac{v^2 \sin^2 \varphi}{a_\tau} = \frac{v^2}{4a_\tau}$; 3) $a_B = a_\tau \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^6 \varphi} = 2\sqrt{7} a_\tau$.

Источник: Всероссийская олимпиада школьников по физике, 2022/23, региональный этап, 9 класс, теоретический тур — условия, решения. Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.