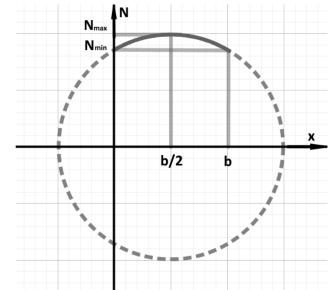


Олимпиада «Высшая проба» по физике

11 класс, 2024 год

1. Майли решает соблюдать диету и регулярно измерять свой вес на обычных весах. Однако её внимание привлекает неожиданная зависимость показаний весов от их расположения в комнате. Оказывается, это связано с неровностью пола. Во время заливки пола в её квартире Майли следила за горизонтальностью только в одном направлении, что привело к интересному эффекту. Пол вдоль любой прямой, перпендикулярной одной паре стен, оказался горизонтальным, а вдоль прямой, перпендикулярной другой паре стен, — произвольной формы. Майли провела серию экспериментов и измерила зависимость показаний весов от положения в двух комнатах, представив результаты на графиках.



1) В первой комнате график зависимости показаний весов N от расстояния x до одной стены представляет собой дугу окружности, см. рис. Диаметр этой окружности на графике вдоль оси x составляет 10 м, а её диаметр вдоль оси N равен 1400 Н. Максимальный вес достигается в центре комнаты. Для упрощения решения задачи считайте известным, что профиль пола в этой комнате является поверхностью цилиндра, а самое низкое место пола находится в центре комнаты.

2) Во второй комнате зависимость показаний весов N от расстояния x до стены комнаты оказалась постоянной и равной N_{\min} .

Определите, для какой комнаты и во сколько раз девочке Майли потребуется больше бетона для выравнивания полов до горизонтального уровня. Максимальные и минимальные показания весов в первой комнате соответственно $N_{\max} = 700$ Н и неизвестное вам N_{\min} . Вдоль оси x длина каждой комнаты $b = 3$ м, ширина обеих комнат также одинакова. Считайте размеры весов и Майли пренебрежимо малыми по сравнению с размерами комнаты.

Итого в первой комнате потребуется больше бетона, чем во второй, в 3,05 раз.

2. Электрическая схема состоит из последовательно соединённых между собой источника с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В, сопротивлением $R = 300$ кОм и конденсатора с плоскими пластинами. Площадь пластин составляет $S = 1,13$ м². Одна из пластин может совершать поступательное периодическое во времени движение от/к противоположной пластине под воздействием проходящей звуковой волны, так что расстояние d между пластинами при определённой интенсивности звука задаётся выражением $d = d_0(1 + \alpha \cos(\omega t))$, где $d_0 = 1$ мм, степень отклонения от равновесного положения пластины $\alpha = 0,1$, ω — циклическая частота звука, t — время. Какое тепло будет выделяться на резисторе, если линейная частота звуковой волны составляет

1. 10 Гц?

2. 10 кГц?

$$(1) P_1 = \frac{\mathcal{E}^2 S^2 \omega^2}{2} \left(\frac{d_0}{2} \right)^2 R = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}; (2) P_2 = \frac{\mathcal{E}^2 S^2 \omega^2}{2} R = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Вт}$$

3. Цикл двигателя состоит из трёх участков. На участке 1–2 теплоёмкость меняется линейно с температурой согласно графику приведённому справа. Эта линейная зависимость пересекает ось ординат в точке C_V , что есть теплоёмкость рабочего газа при постоянном объёме. Температура на этом участке меняется от значения $T_0/4$ до значения $3T_0/4$, где T_0 — точка пересечения линейной зависимости с осью абсцисс. На участке 2–3 происходит изобарный процесс, а на участке 3–1 — изохорный процесс (не показаны на рисунке). Определите КПД данного цикла, если в качестве рабочего газа используется гелий.



$$\eta_{\text{цикл}} = \eta$$

4. На двояко-выпуклую тонкую линзу с показателем преломления материала 1,5 падает параллельно главной оптической оси пучок света. Радиусы кривизны поверхностей линзы равны 500 мм и 600 мм соответственно. Помимо фокуса, где собираются преломлённые линзой лучи, которые ни разу не отразились от внутренних поверхностей линзы, существует дополнительный фокус, где собираются лучи, испытавшие одно внутреннее отражение от одной из поверхностей линзы. Определите расстояние от линзы до точки, где фокусируются эти лучи.

$$\frac{\frac{r_2}{2} - \left(\frac{r_2}{1} + \frac{r_1}{1} \right) n_2}{1} = f$$

5. На теплопроводящей пластине в форме круга закрепили процессор, который в рабочем состоянии выделяет тепло. Для отвода тепла система обдувается воздухом с температурой 25°C . Процессор представляет собой круглую пластинку радиусом $R_4 = 4$ см. Про распределение температур на этой пластинке известно, что на её краю температура равна $T_4 = 40^\circ\text{C}$, на расстоянии $R_3 = 3$ см от центра пластинки температура равна $T_3 = 50^\circ\text{C}$, на расстоянии $R_2 = 2$ см — $T_2 = 60^\circ\text{C}$, на расстоянии $R_1 = 1$ см — $T_1 = 70^\circ\text{C}$. Оцените рассеиваемую мощность и ошибку её измерения, если известно, что теплоотдача пропорциональна разности температур пластины и воздуха. Равномерно нагретая до 70°C пластина рассеивает мощность 16 Вт при температуре воздуха 20°C .

$$P_{\text{min}} = 7,6 \text{ Вт}, P_{\text{max}} = 11,3 \text{ Вт}$$