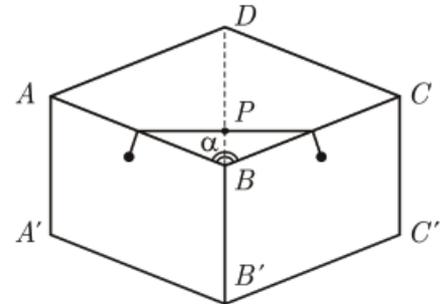


Московская олимпиада школьников по физике

11 класс, первый тур, 2018 год

ЗАДАЧА 1. На подставку в форме прямой четырёхугольной призмы (в основании ромб $ABCD$, $\angle ABC = \alpha$, боковые грани — прямоугольники) кладут два маленьких груза, связанных тонкой невесомой натянутой нитью, и отпускают их. Трения нет. Массы грузов одинаковы. Середина нити (точка P) движется по диагонали DB . Грузы движутся по прямым линиям симметрично относительно плоскости $BB'D'D$. Найдите модули ускорений грузов и модуль ускорения середины нити. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



$$\frac{g}{3} \sin \alpha = v = v$$

ЗАДАЧА 2. Цикл Стирлинга состоит из двух изохор и двух изотерм. Для увеличения КПД этого цикла используют регенератор — тепловой резервуар, которому рабочее тело (идеальный газ) отдаёт некоторое количество теплоты Q^* при изохорном охлаждении, и от которого получает такое же количество теплоты Q^* при изохорном нагревании. Эффективность регенератора характеризуется коэффициентом $k = Q^*/Q_V$, где Q_V — полное количество теплоты, получаемое рабочим телом на участке изохорного нагревания. КПД цикла зависит от коэффициента регенерации k .

Пусть КПД некоторого цикла Стирлинга с регенерацией изменяется от минимально возможного значения $1/6$ до максимально возможного значения $1/3$ в зависимости от коэффициента k .

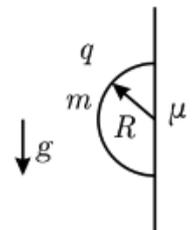
1) Во сколько раз максимальная температура газа в течение этого цикла больше минимальной температуры?

2) Определите КПД этого цикла при коэффициенте регенерации $k = 1/2$ (при тех же температурах нагревателя и холодильника).

Ответы должны быть даны в виде чисел.

$$1) \text{ в } 1,5 \text{ раза; } 2) \frac{6}{5}$$

ЗАДАЧА 3. Однородную полусферу радиусом R и массой m , равномерно заряженную по поверхности зарядом q , приложили основанием к вертикальной протяжённой металлической плоской стене (см. рисунок). Заряды по сфере не перераспределяются.



1) С какой силой полусфера притягивается к стене?

2) При каком коэффициенте трения μ между стеной и полусферой она будет покоиться, «прилипнув» к стене?

3) При каких значениях массы полусферы при заданном коэффициенте трения $\mu < 1$ полусфера будет скользить вниз вдоль стены, не отрываясь от неё? Центр масс однородной полусферы находится на расстоянии $R/2$ от центра её основания.

$$1) F = \frac{8\pi R^2 q^2}{2} ; 2) \mu < \frac{2}{3} ; 3) m < \frac{8\pi R^2 q^2}{2} < \mu$$

ЗАДАЧА 4. Два длинных коаксиальных цилиндра расположены внутри катушки, создающей в них однородное магнитное поле с индукцией B , направленное вдоль оси системы. К цилиндрам приложено электрическое напряжение, благодаря чему между ними возникает электрическое поле напряжённостью E , направленное от внешнего цилиндра к внутреннему вдоль их радиусов. Внутренний цилиндр разогрет и испускает электроны. Начальные скорости электронов можно считать малыми. Найдите максимальное расстояние между цилиндрами, при котором ещё возможно протекание электрического тока между ними. Расстояние между цилиндрами значительно меньше их радиусов. Масса электрона m , заряд электрона e .

$$\frac{eE^2}{4\pi m c} = \chi_{\text{випр}}$$

ЗАДАЧА 5. Школьник Вася пошёл в комнату смеха и обнаружил там большое круглое вогнутое зеркало, стоящее на полу и закреплённое так, что центр зеркала находился на уровне $H = 1,5$ м над полом, а ось симметрии зеркала была горизонтальной. Насмеявшись вдоволь, Вася заметил, что его изображение в зеркале при определённых расстояниях до него либо сильно расплывается, либо получается нечётким, и он не может себя разглядеть. Для того чтобы исследовать это явление, Вася начал приближаться к зеркалу, идя издалека вдоль его оптической оси и наблюдая при этом за изображениями своих глаз. Оцените, в каком диапазоне расстояний от глаз до центра отражающей поверхности зеркала школьник мог видеть чёткое изображение своих глаз. Диаметр зеркала $2H = 3$ м, радиус кривизны отражающей поверхности $R = 15$ м, расстояние от пола до глаз у Васи $h = H = 1,5$ м. Наименьшее расстояние, с которого Вася может рассматривать что-либо в подробностях (например, читать условие этой задачи), равно $a = 0,2$ м. Будем также считать для упрощения задачи, что бесконечно удалённые от глаз объекты Вася может разглядеть вне зависимости от их размеров.

$$\infty \text{ от } m \text{ и } 1,5 \text{ м} \text{ и } m \text{ и } 2 \text{ от } m \text{ и } 1,0 \text{ м}$$