

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2014 год

Билет 3 (Уфа)

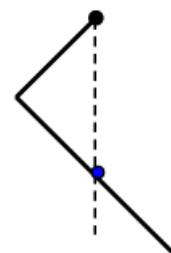
Каждое из четырёх заданий содержит вопрос (5 баллов) и задачу (20 баллов).

Задание 1

ВОПРОС. Сила и момент силы. Условия равновесия твердого тела.

Ответ должен содержать: описание понятия о силах как о величинах, характеризующих взаимодействие тел, определение силы в механике, определение момента силы, определение состояния равновесия твердого тела и формулировку условий равновесия твердого тела.

ЗАДАЧА. «Уголок» массой $m = 60$ г, изготовленный из однородной проволоки, имеет два перпендикулярных «плеча» с длинами $l_1 = a = 20$ см и $l_2 = 2a$. Он повешен за конец короткого плеча на шарнирном подвесе (который позволяет ему свободно вращаться в вертикальной плоскости) и опирается серединой длинного плеча на гладкий горизонтальный гвоздь, расположенный на одной вертикали с подвесом (см. рисунок). Найти величину силы, с которой уголок действует на подвес. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с².



$$F \approx 0,65 \sqrt{\frac{21}{10}} \text{ Н}$$

Задание 2

ВОПРОС. Количество теплоты. Теплоёмкость. Теплоёмкость одноатомного идеального газа в изопроцессах.

Ответ должен содержать: описание понятия о количестве теплоты как форме энергии, определение количества теплоты, определение теплоёмкости системы, классификацию изопроцессов, производимых над идеальным газом и формулы для теплоёмкости идеального газа в этих процессах.

ЗАДАЧА. Один моль гелия, занимавший объём $V = 10$ л, нагрели в процессе, в котором его теплоёмкость равнялась $c_\mu = 2,3R$ ($R = 8,31$ Дж/(моль · К) — универсальная газовая постоянная). При этом давление гелия увеличилось на 0,2%. На сколько см³ изменился объём гелия в этом процессе?

$$\Delta V = \frac{d}{\Delta p} \Delta p = \Delta V$$

Задание 3

ВОПРОС. Работа и мощность тока. Закон Джоуля — Ленца.

Ответ должен содержать: краткое описание примеров физических явлений, в которых проявляется энергетическое действие тока, с объяснением физических механизмов этого действия, объяснение связи выделяющейся энергии с работой электростатических сил и работой источников тока, формулировку закона Джоуля-Ленца с указанием смысла всех входящих в нее величин.

ЗАДАЧА. Лампы накаливания обычно являются *нелинейными* элементами электрических цепей — ток в них не пропорционален напряжению. Допустим, у нас есть набор ламп, для которых связь тока и напряжения дается формулой

$$I(U) = I_0 \sqrt{\frac{U}{U_0}},$$

где значения I_0 и U_0 соответствуют номинальному режиму. Кроме того, мы можем использовать набор одинаковых батарей с ЭДС $\mathcal{E} = U_0$. Если подключить одну лампу к одной батарее, то на лампе будет выделяться мощность $P = \frac{27}{64} P_0$ (P_0 — номинальная мощность). Из какого *минимального* количества последовательно соединённых ламп надо составить гирлянду, чтобы при подключении её к некоторому количеству последовательно соединённых батарей все лампы гирлянды работали в точности в номинальном режиме? Сколько батарей нужно будет для этого использовать?

5 ламп; 12 батарей

Задание 4

ВОПРОС. Тонкие линзы. Построение изображения в собирающих линзах. Формула линзы.

Ответ должен содержать: определение линзы как оптического устройства, краткую классификацию линз, подробное описание приближения тонкой линзы (с указанием его связи с параксиальным приближением), описание хода характерных лучей, используемых для построения изображений для случая собирающей линзы, запись формулы линзы с описанием входящих в неё величин.

ЗАДАЧА. Оптическая система состоит из двух собирающих линз с фокусными расстояниями $F_1 = F$, $F_2 = F/2$. Главные оптические оси линз совмещены. Точечный источник света расположен на расстоянии $d_1 = 3F/2$ перед первой линзой, а его изображение — на расстоянии $f_2 = F/3$ за второй линзой. На каком расстоянии L друг от друга находятся линзы?

$L = 7F$