

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

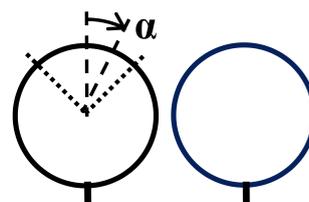
11 класс, 2020 год

Билет 8

Задание 1

ВОПРОС. Опишите особенности силы трения покоя и силы трения скольжения.

ЗАДАЧА. Два тонких кольца одинакового радиуса установили так, что их плоскости вертикальны. Одно кольцо гладкое, а у второго в верхней трети коэффициент трения изменяется по закону $\mu = \operatorname{tg} \alpha$, где α — угол поворота от верхней точки кольца, а на остальной части кольца $\mu = 1$. Маленькая муфта с отверстием, диаметр которого чуть больше диаметра кольца, поочерёдно запускается из верхних точек колец с одинаковой начальной скоростью $v_0 = \sqrt{\frac{gR}{3}}$ (где R — радиус кольца, а g — ускорение свободного падения). При каком одинаковом значении угла поворота сила, с которой муфта давит на кольцо, окажется одинакова для обоих колец (по величине и направлению)?

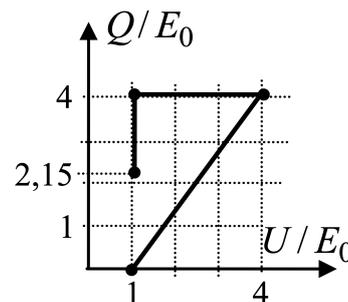


$$0 = v$$

Задание 2

ВОПРОС. Какие значения может принимать молярная теплоёмкость идеального газа? Приведите примеры (не менее трёх) процессов с известной Вам теплоёмкостью.

ЗАДАЧА. Рабочее тело тепловой машины — постоянное количество гелия. На диаграмме в координатах «внутренняя энергия — количество теплоты, с которым гелий обменялся с окружающими телами» показан один цикл рабочего тела. Здесь E_0 — некоторое количество энергии, а конечное значение $\frac{Q_K}{E_0} = \frac{4}{3} [3 - \ln 4] \approx 2,15$. Найти КПД цикла. Во сколько раз максимальное давление в цикле больше минимального? Уравнение адиабаты для одноатомного идеального газа $PV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$.

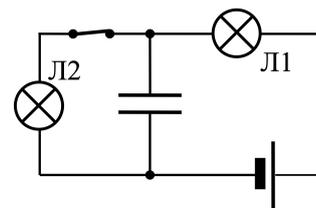


$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{зат}}} = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}}$$

Задание 3

ВОПРОС. Что такое ёмкость конденсатора? От каких характеристик конденсатора она зависит? Как вычислить энергию электрического поля в конденсаторе?

ЗАДАЧА. В схеме, показанной на рисунке, при замкнутом ключе обе лампы светились, потребляя одинаковую мощность. После размыкания ключа лампа Л1 вспыхнула и перегорела, причём заряд конденсатора успел вырасти ровно в два раза по сравнению с его величиной при замкнутом ключе. Найдите заряд конденсатора, накопленный до размыкания ключа. Какая энергия выделилась в Л1 после размыкания ключа? Величину сопротивления ламп можно считать примерно постоянной. Сопротивление Л1 равно внутреннему сопротивлению источника, ЭДС батареи равна $\mathcal{E} = 36$ В, ёмкость конденсатора $C = 400$ мкФ.



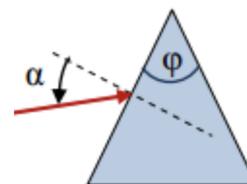
$$q = \frac{C\mathcal{E}}{2} = 4,8 \text{ мКл}; Q_1 = \frac{1}{2} C \mathcal{E}^2 = 43,2 \text{ мДж}$$

Задание 4

ВОПРОС. В чём состоит приближение геометрической оптики?

□

ЗАДАЧА. Призма сделана из стекла с показателем преломления $n = 1,5$. Преломляющий угол при вершине призмы $\varphi = 45^\circ$. Тонкий луч света падает на одну из боковых граней. При каких значениях угла падения луча α преломлённый луч, попав на вторую боковую грань, не выйдет из неё?



$$\alpha > \arcsin \left(\sin \varphi \sqrt{n^2 - 1} - \cos \varphi \right) \approx 4,8^\circ$$