

Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2015 год

Билет 8 (Москва)

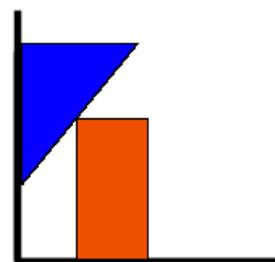
Каждое из четырёх заданий содержит вопрос (5 баллов) и задачу (20 баллов). Для получения диплома нужно было набрать от 74 баллов.

Задание 1

ВОПРОС. Кубик лежит на ровной поверхности, угол наклона которой к горизонту плавно увеличивают. При какой величине коэффициента трения кубик начнёт «кувыркаться», но ещё не начнёт скользить?

$$\Gamma = \sigma \sin \alpha < \mu$$

ЗАДАЧА. Клин с углом α при вершине может скользить без трения по вертикальным направляющим и опирается на брусок, стоящий на горизонтальной поверхности. Масса бруска в $n = 2$ раза больше массы клина, высота бруска во столько же раз больше его ширины, коэффициент трения между бруском и поверхностью $\mu = 2/3$. При каких α брусок может покоиться?



$$\alpha > \arctan \frac{\mu + n}{2} = 45^\circ$$

Задание 2

ВОПРОС. В цилиндрическом сосуде под поршнем находился водяной пар с температурой 100°C и давлением $0,5$ атм. Объём пара изотермически уменьшили втрое. Каким стало его давление?

$$1 \text{ атм}$$

ЗАДАЧА. Герметичный гладкий вертикальный цилиндр сечением S разделён на две части тяжёлым теплоизолирующим подвижным поршнем массы M . Под поршнем находится гелий, начальное давление которого равно p , а над поршнем — насыщенный водяной пар с температурой T . Гелий медленно нагревают, а температуру пара поддерживают постоянной. Во сколько раз отличается количество теплоты, отведённое от пара, от количества теплоты, сообщённого гелию? Молярную массу μ и удельную теплоту парообразования λ воды, а также универсальную газовую постоянную R и ускорение свободного падения g считать известными.

$$\left(\frac{S^d}{b^d M} - 1 \right) \frac{\lambda \mu g}{n \lambda \gamma} = \frac{v \mathcal{O}}{v \mathcal{O}}$$

Задание 3

ВОПРОС. Объясните, почему закон движения при малых колебаниях тела вокруг положения устойчивого равновесия часто с хорошей точностью является гармоническим (то есть описывается функциями синуса или косинуса).

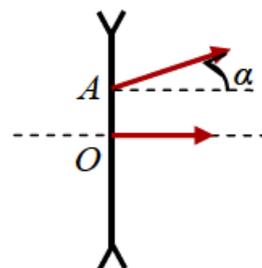
ЗАДАЧА. Два маленьких шарика с зарядами $+q$ каждый надеты на непроводящий вертикальный стержень. Нижний шарик закреплён, а верхний может свободно скользить по стержню. Расстояние между шариками в положении равновесия равно L . Найдите период малых колебаний верхнего шарика. Трением пренебречь. Ускорение свободного падения g .

$$\frac{6}{\sqrt{10}} \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Задание 4

ВОПРОС. Опишите способ построения продолжения произвольного параксиального луча, падающего на поверхность тонкой рассеивающей линзы (в любой точке под любым углом).

ЗАДАЧА. Точечный источник света находится перед рассеивающей линзой. Луч от этого источника, падающий на линзу в точке O , идёт после линзы вдоль её главной оптической оси. Луч, падающий на линзу в точке A (расстояние $OA = l = 2$ см), выходит из линзы под углом $\alpha = 6^\circ$ к оптической оси. Фокусное расстояние линзы $F = 25$ см. На каком расстоянии от линзы находится источник?



$$x = \frac{l - v}{l} F = \frac{l - v}{l} F = v$$