

## Олимпиада «Покори Воробьёвы горы!» по физике

10–11 классы, 2015 год

## Билет 9 (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. На некотором участке пути тела результирующая сила, действующая на него, пропорциональна расстоянию до края этого участка (и направлена к этому краю). Какими функциями описывается закон движения тела на этом участке?

Ссылка на рисунок

ЗАДАЧА. Вертикальное колено изогнутой под прямым углом гладкой трубки постоянного сечения заполнено жидкостью, которую можно считать практически идеальной. Высота этого колена равна  $L$  (и она заметно больше поперечного размера трубки), а переливание её в горизонтальное колено не допускается благодаря удерживаемой неподвижно лёгкой пробке. В некоторый момент пробку аккуратно отпускают. За какое время после этого пробка вылетит из трубки? Длина горизонтального колена равна  $3L/2$ , поверхностное натяжение не учитывать.



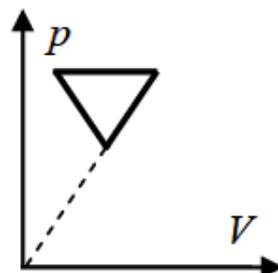
$$\frac{b}{T} \wedge \frac{c}{T+x} = ?$$

## Задание 2

ВОПРОС. Чему может быть равен КПД тепловой машины при заданном соотношении температур нагревателя и холодильника?

$$\frac{nT}{xT} - 1 \gg u$$

ЗАДАЧА. На рисунке в координатах  $p$ – $V$  представлен цикл одноатомного идеального газа, являющегося рабочим телом тепловой машины. Диаграмма цикла имеет вид равнобедренного треугольника, основание которого параллельно оси объёмов, а продолжение одной из сторон проходит через начало координат. Известно, что при изобарном расширении абсолютная температура газа возрастает в  $n = 2$  раза. Найти КПД этого цикла.



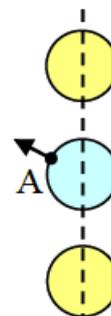
$$\eta_{01} = \frac{u_{01}}{T-u} = u$$

### Задание 3

ВОПРОС. Напряжённость статического электрического поля вблизи поверхности Земли около составляет 100 В/м. Чему равна разность потенциалов между концами металлического шеста высотой 2,5 м, установленного вертикально?

$$0 = \Omega$$

ЗАДАЧА. Три шара радиуса  $a = 40$  см расположены так, что их центры находятся на одной прямой на расстоянии  $3a = 120$  см друг от друга. Крайние шары — непроводящие, и по поверхности каждого из них равномерно распределён заряд  $q = 1$  мкКл. Средний шар — проводящий, и его заряд равен  $-2q = -2$  мкКл. От точки  $A$  на поверхности среднего шара оторвался без начальной скорости ион с удельным зарядом  $\beta = 2,5 \cdot 10^6$  Кл/кг и удалился на большое расстояние от шаров. До какой скорости он при этом разогнался? Излучением пренебречь. Константа в законе Кулона  $k = 9 \cdot 10^9$  Н · м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.



$$v/\text{км/с} \approx \sqrt{\frac{3kq\beta}{8\pi\epsilon_0}} \Lambda = a$$

### Задание 4

ВОПРОС. Чему может быть равно увеличение (отношение размера изображения к размеру предмета), даваемое тонкой собирающей линзой?

$$\left. \begin{array}{l} f < v \text{ и т.д.} \\ f > v \text{ и т.д.} \end{array} \right\} \left( \frac{f-v}{f} \right) = (v) \text{ и т.д.}$$

ЗАДАЧА. Тонкая линза, используемая в качестве лупы, дает на поверхности стола чёткое изображение нити лампы, висящей под высоким потолком комнаты, если линза находится на расстоянии  $l = 6$  см. С каким увеличением будет наблюдаться текст на лежащей на столе странице, если глаз наблюдателя будет находиться на расстоянии  $L = 30$  см от рассматриваемого изображения?

$$9 = \frac{l}{L} + 1 = 1$$