

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников**

**11 класс**

Время выполнения работы - 235 минут

**ВАРИАНТ 1**

**11.1.** Установка, стоящая на краю вертикального обрыва, запускает в море маленький мячик со скоростью  $v_0 = 10 \text{ м/с}$  под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонтальной плоскости. Мячик упал в море под углом  $\beta = 60^\circ$  к горизонтальной плоскости. Определите высоту обрыва  $H$  над уровнем моря, расстояние  $L$  по горизонтали от обрыва до точки падения, скорость мяча  $v_k$  при падении, время  $t$  полета шарика. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Силой сопротивления воздуха пренебречь.

**11.2.** В процессе дыхания человека воздух, находящийся в альвеолах легких, из-за испарения воды достигает 100% влажности. Однако измерения относительной влажности выдыхаемого теплого воздуха показывают лишь 80% из-за наличия трахеи и бронхов, в которых испарение воды практически не происходит.

А) Оцените общий объем альвеол у человека (в литрах), если суммарный объем легких и дыхательных путей равен 5 литрам, а влажностью воздуха в дыхательных путях можно пренебречь.

Б) Оцените, сколько воды (в граммах) теряет здоровый человек (с температурой тела  $36,6^\circ\text{C}$ ) за сутки через выдыхаемый воздух, если в окружающей среде температура  $20^\circ\text{C}$  и относительная влажность 50%? Принять, что в покое за 1 минуту легкие человека вентилируют 6 л воздуха, который прогревается до температуры тела. Молярная масса воды 18 г/моль.

**11.3.** На горизонтальной поверхности находится брусок массой  $m = 10 \text{ кг}$ . Коэффициент трения покоя между бруском и поверхностью –  $\mu_1 = 0,5$ , коэффициент трения скольжения –  $\mu_2 = 0,4$ . На брусок в горизонтальном направлении действует сила  $F = 120 \text{ Н}$ . Во сколько раз изменится сила трения, действующая на тело, если горизонтальную силу уменьшить в 6 раз? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

**11.4.** Для отображения сигнала на экране осциллографа используется электронно-лучевая трубка, в которой тонкий пучок электронов отклоняется при его прохождении через плоский конденсатор (пластины конденсатора перпендикулярны плоскости экрана, пучок входит в

конденсатор посередине между пластинами). Пусть  $l$  – длина пластин конденсатора,  $d$  – расстояние между пластинами,  $L$  – расстояние от середины пластин до экрана ( $L \gg l$ ),  $2H$  – размер экрана по горизонтали,

$v_0$  – скорость электронов в пучке,  $m$  и  $e$  – масса и заряд электрона. Луч пробегает с постоянной скоростью по экрану по горизонтальной оси от левого края до правого края за время  $T$  ( $T \gg L/v_0$ ). Определите функцию зависимости разности потенциалов между пластинами  $U$  от времени  $t$  для отображения такого сигнала.

**11.5.** Точечный источник света помещен на расстоянии  $a = 16 \text{ см}$  от собирающей линзы на ее главной оптической оси. Фокусное расстояние линзы равно  $F = 8 \text{ см}$ . Между источником и линзой перпендикулярно главной оптической оси вставлены 2 стеклянные плоскопараллельные пластины толщиной  $d = 4 \text{ см}$  и показателем преломления  $n = 2$  каждая. На какое расстояние сместится изображение источника, если одну из пластин перенести в фокусную плоскость с другой стороны линзы? Указание: используйте параксиальное приближение о малости углов.

**11.2**

