

67-я олимпиада по физике школьников Эстонии

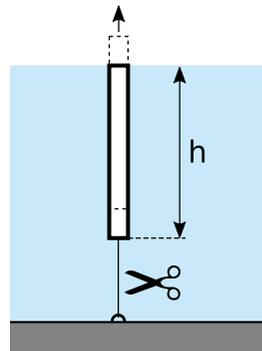
18 января 2020 г. Региональный тур.

Задачи гимназии (10 - 12 класс)

1. (САУНА) Иван и Пётр сидели в сауне, когда Иван подбавил на горячую каменку холодной воды температурой 10°C . Пётр заявил, что таким образом Иван остудит каменку и что вместо холодной воды стоит подбавлять горячую температурой 60°C . Иван же ему ответил, что между холодной и горячей водой в данном случае нет особой разницы (разница в охлаждении каменки меньше 10%). На сколько градусов уменьшится температура каменки в обоих случаях, если на неё подбавить $V = 200\text{ см}^3$ воды? Прав ли Иван? Плотность воды $\rho = 1000\text{ кг/м}^3$, удельная теплоёмкость $c_v = 4200\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ и удельная теплота парообразования $L = 2300\text{ кДж/кг}$. Удельная теплоёмкость камней каменки $c_k = 700\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ и масса $M = 100\text{ кг}$. Можно предполагать, что каменка достаточно горячая, чтобы вода с неё полностью испарялась. (6 б.)

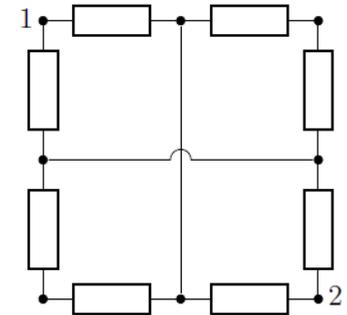
2. (КАРУСЕЛЬ) Костя идёт в парк развлечений и замечает вращающуюся карусель. Карусель представляет собой круглый горизонтальный диск, с краёв которого на цепях свисают пассажиры. Костя замечает, что при вращении карусели на максимальной скорости цепи образуют с вертикалью угол $\theta = 60^\circ$. Найдите линейную скорость пассажиров, когда карусель вращается с максимальной скоростью. Сколько оборотов в минуту делает карусель вращаясь с этой скоростью? Радиус диска карусели $R = 10\text{ м}$, длина цепей $l = 2\text{ м}$, ускорение свободного падения $g = 9,8\text{ м/с}^2$. Вес цепей пренебрежимо мал. (8 б.)

3. (ПРЫГАЮЩИЙ ЦИЛИНДР) Тонкий полый цилиндр прикреплен ниткой ко дну заполненного водой бассейна так, как показано на рисунке. Верхний конец цилиндра дотрагивается до поверхности воды. Нитку перерезают и цилиндр начинает двигаться вверх, выпрыгивая из воды. Какова наибольшая высота от поверхности воды, на которую поднимется нижний конец цилиндра? Предполагайте, что в момент полного выхода цилиндра из воды 50% кинетической



энергии цилиндра теряется из-за взаимодействия цилиндра и поверхности воды. Другими силами сопротивления окружающей среды можно пренебречь. Масса цилиндра $m = 30\text{ г}$, радиус $r = 1\text{ см}$ и высота $h = 0,5\text{ м}$. Плотность воды $\rho_v = 1000\text{ кг/м}^3$. (8 б.)

4. (ЭЛЕКТРОКВАДРАТ) Найдите сопротивление между точками 1 и 2 (см. рисунок). Сопротивление всех резисторов равно R . (8 б.)

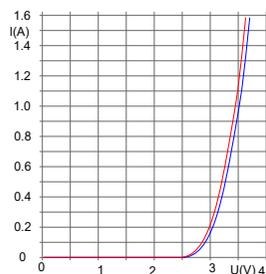


5. (ПЛАНЕР) Планер подняли на высоту $h = 2000\text{ м}$ в безветренную погоду пропеллерным самолётом при помощи буксирного троса, после чего трос отпустили. В результате этого планер начал двигаться в направлении земной поверхности с постоянной скоростью. Какова максимальная дальность полёта планера от точки отпускания вдоль земли? Масса планера вместе с пилотом была $m = 500\text{ кг}$. Перед отпусанием во время горизонтального полёта с постоянной скоростью натяжение буксирного троса было $T = 120\text{ Н}$ (трос также был горизонтален). Ускорение свободного падения $g = 9,8\text{ м/с}^2$. Можно предполагать, что отношение действующих на планер аэродинамической подъёмной силы и силы сопротивления воздуха F_L/F_D одинаково во время буксирования и свободного движения. Аэродинамическая сила подъёма F_L по определению направлена перпендикулярно вектору скорости самолёта по отношению к воздуху, а сила сопротивления воздуха F_D — вдоль. (8 б.)

6. (ЧАСЫ) У настенных часов есть минутная и секундная стрелки, которые весят соответственно $m_1 = 5\text{ г}$ и $m_2 = 25\text{ г}$, длины которых соответственно $L_1 = 15\text{ см}$ и $L_2 = 10\text{ см}$ и концы которых закреплены в центре часов. Источник тока часов садится и ровно в шесть часов выдает ток с максимальной силой $I = 1\text{ мА}$ при напряжении $V = 5\text{ В}$. Механическая энергия движения стрелок получается из электрической с коэффициентом полезного действия $\eta = 0,3$. Найдите время, когда часы остановятся, с точностью до минуты. (10 б.)

7. (СНОВА В БАНИЮ!) В парилке сауны температура воздуха составляет $t_0 = 80^\circ\text{C}$, а объём парилки — $V = 10\text{ м}^3$. На каменку подбросили $m = 200\text{ г}$ воды, которая за несколько секунд вся испарилась. На сколько изменилась температура воздуха в парилке? Предполагать, что возникший пар полностью смешался с воздухом в парилке, а давление в парилке оставалось равным внешнему давлению воздуха благодаря движению воздуха через щель под дверью. Давление воздуха $p_0 = 1 \cdot 10^5\text{ Па}$, молярная масса воды $\mu_w = 18\text{ г/моль}$, молярная теплоёмкость воздуха при постоянном объёме $c_a = \frac{5}{3}R$, а молярная теплоёмкость водяного пара при постоянном объёме $c_w = 2R$. (10 б.)

8. (ДИОДЫ) При производстве диодов их параметры колеблются в заметных пределах. Пусть у нас имеются два световых диода, напряжения которых различаются при одинаковом токе на 2%; вольт-амперная характеристика этих диодов приведена на рисунке красной и синей кривой. Диоды питают при помощи источника постоянного тока, исходящий ток которого остаётся постоянно равным $I_0 = 2,7\text{ А}$ до тех пор, пока исходящее напряжение не превышает 4 В. Диоды параллельно присоединяют к клеммам источника тока. На сколько процентов различаются их потребляемые мощности? (10 б.)



9. (ЗАРЯДЫ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ) Область пространства $y \geq f(x)$ заполняет однородное магнитное поле с индукцией B в направлении оси z . Обладающие разными скоростями частицы, носящие положительные и отрицательные заряды, движутся параллельно оси y и входят в магнитное поле в точке $x = y = 0$. Покидая область магнитного поля, вектор скорости всех частиц повернулся на один и тот же угол α по часовой стрелке независимо от заряда, массы и скорости. Набросайте траектории движения частиц и найдите функцию $f(x)$. (12 б.)

10. (ТЕЛЕСКОП) Даны 4 одинаковых тонких выпуклых линзы с фокусными расстояниями f , а также труба длиной $12f$, внутренний диаметр которой совпадает с внешним диаметром линз. Найдите максимальное увеличение телескопа, который можно построить из этих компонентов. Приложите оптическую схему. (12 б.)

Примечание: Телескоп — это оптическое устройство, входящие и выходящие лучи которого параллельные. Увеличением телескопа называют угловое увеличение $\beta = \alpha_2/\alpha_1$, где α_1 — угол, под которым видит наблюдатель предмет без телескопа, а α_2 — угол, под которым видно изображение предмета в телескопе. (Например, в случае двух линз $\beta = f_1/f_2$.)

E1. (ЦЕНТР МАСС) Определите высоту центра масс пластикового стаканчика от поверхности стола. (10 б.)

Оборудование: Пластиковая кофейная чашка, лист бумаги А4, линейка.

E2. (РАБОЧАЯ ТЕМПЕРАТУРА ЛАМПОЧКИ ФОНАРИКА) Определите температуру нити накаливания горящей лампочки карманного фонарика. Температурный коэффициент удельного сопротивления вольфрама $\alpha = 0,0044\text{ 1/К}$. Тепловым расширением нити накаливания пренебречь. (12 б.)

Оборудование: Лампочка карманного фонарика, батарейка, соединительные провода (4 шт.), мультиметр. Примечание: Предполагайте, что для удельного сопротивления выполняется формула $\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$, где t — температура в градусах Цельсия, ρ_0 — удельное сопротивление материала при температуре 0°C , а α — температурный коэффициент удельного сопротивления.

Каждый участник может решать все предложенные задачи. В зачёт идут 5 теоретических и одна экспериментальная задача, набравшие наибольшее количество баллов. При решении экспериментальной задачи можно пользоваться лишь указанным в задаче оборудованием. Оценка погрешности измерения не требуется.
Время решения 5 часов.

Задачи и решения олимпиады по физике находятся по адресу
<http://efo.fyysika.ee>
Присоединяйтесь к нашей страничке в Facebook
www.facebook.com/fyysikaolympiad