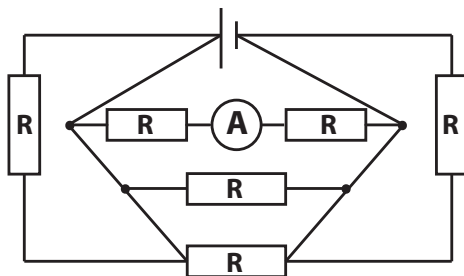


# 64-я олимпиада школьников Эстонии по физике

28-е января 2017-го года. Районный тур

Задачи гимназии (10 - 12 класс)

1. (ВОЛЬТМЕТР) В приведённой на рисунке электрической схеме идеальный амперметр показывает силу тока  $I$ . Амперметр заменяют идеальным вольтметром. Каково показание вольтметра? Сопротивления всех резисторов равны  $R$ . (6 б.)



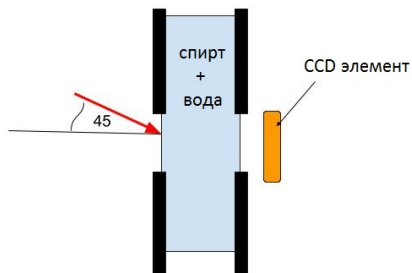
2. (ТОРМОЖЕНИЕ) Две машины едут друг за другом со скоростями  $v = 50$  км/ч. Первая машина резко тормозит, при виде чего водитель задней машины также резко тормозит. Тормоза передней машины срабатывают в тот же момент, что и зажигаются тормозные фары. У водителя заднего автомобиля уходит между загоранием тормозных фар переднего автомобиля и срабатыванием собственных тормозов время  $t = 1,5$  с. Коэффициент трения дорожного покрытия равен  $\mu = 1$ , а ускорение свободного падения  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>.

a) Каково должно быть расстояние между автомобилями во время езды, чтобы не произошло столкновение?

b) Если расстояние между автомобилями перед торможением  $l = 5$  м, то какова скорость автомобилей относительно друг друга в момент столкновения? (8 б.)

3. (МАЯТНИК) Маятник, состоящий из нити и груза, колеблется таким образом, что максимальный угол отклонения нити от вертикальной оси составляет  $\alpha = 60^\circ$ . Во сколько раз в ходе колебания различаются наибольшее и наименьшее натяжение в нити? (8 б.)

4. (СПИРТОВЫЙ ЗАВОД) На спиртовом заводе измеряют содержание спирта в смеси воды и спирта при помощи устройства на рисунке. Смесь находится в канале шириной  $d = 1$  см. На какое расстояние сместится место нахождения луча на фоточувствительном элементе, если смесь с содержанием спирта 40 % заменить на смесь с содержанием спирта 85 %? Можно полагать, что коэффициент

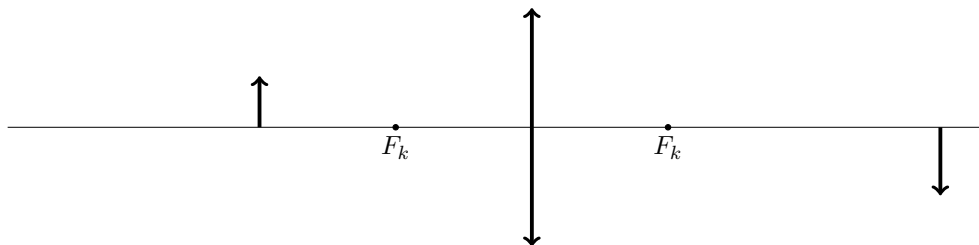


преломления смеси  $n_{\text{смесь}}$  является линейной комбинацией коэффициентов преломления воды и спирта

$$n_{\text{смесь}} = X n_{\text{спирт}} + (1 - X) n_{\text{вода}},$$

где  $X$  — доля спирта в смеси в промежутке от 0 до 1,  $n_{\text{спирт}} = 1,3615$  и  $n_{\text{вода}} = 1,3330$ . (8 б.)

5. (ОТСУТСТВУЮЩАЯ ЛИНЗА) Свет, исходящий от предмета, проходит сперва через вогнутую линзу, а после этого через выпуклую. На рисунке показаны положения предмета, выпуклой линзы и образуемого в итоге изображения, а также фокусы выпуклой линзы  $F_k$ . Постройте положения вогнутой линзы и её фокуса  $F_n$  со стороны предмета. (8 б.)

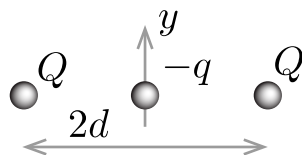


6. (ЦИЛИНДР В ХОЛОДИЛЬНИКЕ) В закрытом цилиндре с внутренним радиусом  $R$  и высотой  $h$  находится жидкость, которая занимает под собой некоторую часть  $k$  внутреннего объёма цилиндра. Цилиндр находится изначально при комнатной температуре  $T_1$ . Цилиндр помещают в морозильную камеру, имеющую постоянную температура  $T_2$ , которая ниже температуры плавления вещества в цилиндре. Известно, что вещество, находящееся в цилиндре, имеет в жидком состоянии плотность  $\rho_0$ , а в твёрдом состоянии плотность  $\lambda \rho_0$ . Найдите, во сколько раз увеличится давление воздуха в цилиндре в сравнении с изначальным после замерзания жидкости. Полагайте, что при замерзании жидкости размеры цилиндра не изменятся. (8 б.)

7. (ДВА ШАРИКА И ПРУЖИНА) В разные концы пружины прикреплены маленькие шарики, масса одного из которых  $M$ , а масса другого неизвестна. Всю систему начинают вращать таким образом, что расстояние шарика неизвестной массы до центра вращения равно первоначальной длине пружины. Каков период вращения системы, если жёсткость пружины равна  $k$ ? Массой пружины по сравнению с массами шариков можно пренебречь. (10 б.)

8. (СТАЛЬНОЙ СОСУД) Внутренний диаметр сферического стального сосуда равен  $d = 0,5$  м, а масса равна  $m = 25$  кг. Максимально сколько литров газа (при расчёте на нормальное давление) можно было бы хранить в таком сосуде под высоким давлением? Плотность стали равна  $\rho = 7,9$  г/см<sup>3</sup>, а максимальная допустимая сила натяжения на единицу площади составляет  $\sigma = 450$  МН/м<sup>2</sup>. Нормальное давление  $p_0 = 101,3$  кПа. (10 б.)

9. (ЗАРЯДЫ) Два шара, каждый с зарядом  $Q$ , фиксированы неподвижно так, что расстояние между их центрами составляет  $2d$ . Точно посередине между этими шариками помещают третий шар с зарядом  $-q$  и массой  $m$ , причём он может двигаться только вдоль оси  $y$  (см. рисунок). Найдите период  $T$  малых колебаний этого третьего шара вдоль оси  $y$ . (10 б.)



10. (ГАЗОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ) Полусферическую палатку радиусом  $R = 4$  м и тепловой проводимостью стенок  $U = 3$  Вт/(м<sup>2</sup> · К) отапливают газовым обдувателем. При сгорании единицы массы газа выделяется  $D = 2,25$  единиц массы воды. Удельная теплота горения газа  $k = 40$  МДж/кг. Температура воздуха на улице составляет  $T_0 = -10$  °С, а влажность воздуха  $\eta_0 = 50$  %. Какими должны быть мощность газового отопления  $P$  и объём вентиляции воздуха в палатке в единицу времени  $Q$ , чтобы поддерживать в палатке температуру  $T_1 = 15$  °С и влажность воздуха  $\eta_1 = 80$  %? Какая часть мощности отопления уходит на нагрев вентилируемого воздуха, и сколько раз за один час в палатке меняется воздух?

Плотность воздуха  $\rho_B = 1,2$  кг/м<sup>3</sup> и теплоёмкость  $c_B = 1,0$  кДж/(кг · К). При температуре  $T_0 = -10$  °С в единицу объёма воздуха помещается максимально  $G_0 = 2,3$  г/м<sup>3</sup> водяного пара, а при температуре  $T_1 = 15$  °С — соответственно  $G_1 = 12,8$  г/м<sup>3</sup>. Полагать, что тепловые потери через пол палатки отсутствуют. (12 б.)

Е1. (ПОСТОЯННАЯ МАЯТНИКА) Известно, что период колебания маятника  $T$  выражается в виде  $T = \alpha\sqrt{l}$ , где  $l$  — длина маятника. Определите значение коэффициента  $\alpha$ , используя графическое представление своих результатов измерений. (10 б.)

Оборудование: штатив, нить, груз, линейка, секундомер, миллиметровая бумага.

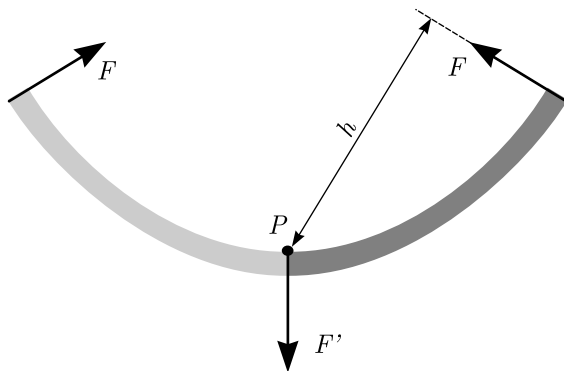
**Е2. (СПАГЕТТИ)** Если согнутую спагетти разделить мысленно на две части, то эти две части будут действовать друг на друга с моментом силы  $T$ , зависящим от радиуса искривления спагетти  $R$  в точке разделения этих мысленных частей. Аналог закона Гука можно записать в виде формулы

$$T = k/R,$$

где  $k$  — коэффициент пропорциональности, который зависит от материала спагетти и её толщины. Найдите коэффициент  $k$  для данной вам спагетти. (12 б.)

*Оборудование:* несколько соломинок спагетти, два спичечных коробка, две линейки известной массы ( $m = \dots$ ).

*Подсказка:* если спагетти согнуть при помощи трёх сил так, как показано на рисунке, то правая сила  $F$  воздействует на правую половину спагетти с моментом силы  $Fh$  относительно точки  $P$ , который уравнивается моментом силы  $T = k/R$ , где  $R$  — радиус кривизны спагетти в точке  $P$ . Для нахождения радиуса кривизны в точке  $P$  полагайте упрощённо, что спагетти принимает форму дуги окружности.



*Можно решать все предложенные задачи. В зачёт идут 5 теоретических и 1 экспериментальная задача, набравшие наибольшее количество баллов. При решении экспериментальной задачи можно пользоваться лишь указанным в задаче оборудованием. Нахождение погрешности не требуется.*

*Время решения 5 часов.*

*Задачи и решения олимпиады по физике находятся в интернете по адресу*

*<http://efo.fyysika.ee>*

*<http://www.teaduskool.ut.ee/olumpiaadid/fuusikaolumpiaad>*

5. (ОТСУТСТВУЮЩАЯ ЛИНЗА - дополнительный листок)

