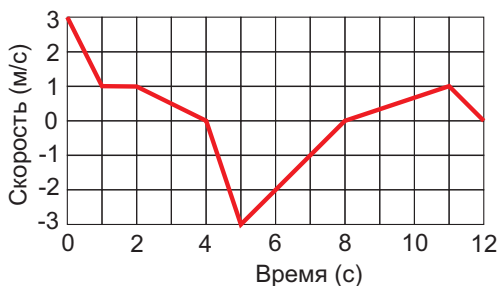


# 58-я олимпиада по физике школьников Эстонии

9 апреля 2011 г. Заключительный тур. Задачи основной школы

1. (*ЛЕСТНИЦА*) Сережа и бабушка Аня поднимались по лестнице. Сережа поднимается по лестнице со скоростью  $v_1$  (этажей в минуту). Как только он поднялся на пятый этаж, он стал спускаться вниз со скоростью  $v_2$ . Сережа и бабушка встретились на втором этаже. На какой этаж поднялся бы Сережа за время, которое понадобилось бы бабушке Ане, чтобы подняться на пятый этаж? Сережа спускается по лестнице в два раза быстрее, чем поднимается. Первый этаж дома находится на поверхности земли. (6 р.)

2. (*ДВИЖЕНИЕ*) На графике изображения зависимость скорости движущегося тела от времени. Чему было равно максимальное расстояние между телом и точкой старта в ходе движения? Как далеко от точки старта было тело в конце рассматриваемого промежутка времени? (6 р.)



3. (*ВОДА*) В открытом термосе находится вода при температуре  $t_0 = 100$  °С. Из этой воды 1% испарился. Оцените, на сколько изменится температура  $t$  оставшейся в термосе воды. Удельная теплоемкость воды  $c_v = 4,2$  кДж/(кг·°С), удельная теплоемкость водяного пара  $c_a = 1,9$  кДж/(кг·°С) и удельная теплота парообразования воды при температуре 100 °С равна  $L = 2,26$  МДж/кг. Предполагайте, что теплопотерь через стенки термоса нет. (6 р.)

4. (*СТЕРЖЕНЬ*) Прямой однородный стержень жестко закреплен с одного конца. Если на свободный конец стержня перпендикулярно ему приложить силу  $F_0$ , стержень переломится в точке крепления. Теперь оба конца в два раза более длинного стержня помещают на опоры, и на середину стержня перпендикулярно ему применяют силу. При какой силе  $F$  и в какой точке в этот раз переломится стержень? (8 р.)

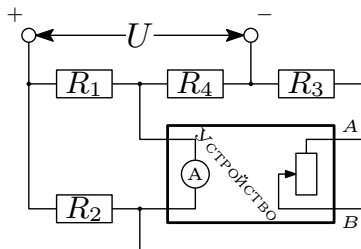
5. (ШАРИК ДЛЯ ПИНГ-ПОНГА) Шарик для пинг-понга диаметром  $d = 30$  мм и массой  $m = 5$  г опустили под воду на глубину  $H = 30$  см. Затем шарик отпустили на этой глубине, и он подпрыгнул на высоту  $h = 10$  см над водой. Какое количество энергии превратилось во внутреннюю энергию из-за трения между шариком и водой? Трением о воздух пренебречь, плотность воды  $\rho_v = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. (8 р.)

6. (МАШИНЫ) На шоссе через каждый  $l = 1$  км находятся светофоры. Красный свет каждого светофора горит  $t = 30$  секунд, затем сразу же загорается зеленый также на  $t = 30$  секунд; затем цикл повторяется. Все машины, движущиеся со скоростью  $v = 40$  км/ч и проезжающие мимо одного из светофоров на зеленый свет, проедут мимо всех остальных светофоров также на зеленый свет. С какими другими скоростями могут ехать машины, чтобы, проехав один из светофоров на зеленый свет, проехать все остальные светофоры также на зеленый? (10 р.)

7. (ЧАЙНИК) Сашин папа купил для кипячения воды в деревенском доме новый электрический чайник. Так как старый чайник (номинальным напряжением 230 В, номинальной мощностью 800 Вт) грел воду очень долго, папа купил чайник мощнее в три раза (230 В, 2400 Вт) в надежде, что в нем такое же количество воды будет согреваться в три раза быстрее. Саша сразу же решил это проверить. К его удивлению, надежды не оправдались. Во сколько раз вода в новом чайнике согревалась быстрее, чем такое же количество воды при такой же температуре в старом чайнике? Известно, что Сашин дом находится на расстоянии  $l = 3$  км от подстанции. Подстанция соединена с домом алюминиевыми проводами площадью сечения  $S = 20$  мм<sup>2</sup>. Удельное сопротивление алюминия  $\rho = 0,028 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ . Напряжение на внешних клеммах подстанции равно  $U_0 = 240$  В. КПД чайников равны. (10 р.)

8. (ОЧКИ) Вова страдает близорукостью и использует очки оптической силой  $D_1 = -4$  дптр. Однажды вместо своих очков он взял бабушкины очки для чтения оптической силой  $D_2 = +4$  дптр. Вова заметил, что через бабушкины очки все кажется еще нечетче, но если их держать на определенном расстоянии от головы, то располагающиеся далеко предметы будут четко видно. Каково максимальное расстояние очков от глаз, при котором Вова еще мог видеть дальние предметы четко? Что было необычным в наблюдаемых через бабушкины очки предметах? При обычном способе носить очки расстояние от глаз до стёкол ничтожно мало. (10 р.)

9. (СХЕМА) В изображенной на рисунке схеме есть устройство, которое автоматически изменяет сопротивление между точками и так, чтобы показание амперметра было равным нулю. Найдите напряжение на резисторе  $R_3$ . Известно, что  $U = 5$  В,  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 1$  кОм,  $R_3 = 100$  кОм,  $R_4 = 4,99$  кОм. (10 р.)



10. (ФОТОГРАФ) Фотограф фотографировал поток воды, ниспадающий с водопада; блестящие в лучах солнца капли получались на фото как вертикальные полоски. Когда фотоаппарат при съемке держали в нормальном положении, все полоски получились длиной в  $l_1 = 120$  пикселей; когда фотоаппарат перевернули "вверх ногами" (т.е. повернули вокруг главной оптической оси на  $180$  градусов), полоски стали длиной в  $l_2 = 200$  пикселей. Какой длины получились полоски, когда фотоаппарат держали в "портретном режиме" (т.е. его повернули вокруг главной оптической оси на  $90$  градусов)? Предполагайте, что выдержка и направление главной оптической оси во всех случаях были одними и теми же. Если из приведенных данных однозначный ответ не получить, приведите все возможные варианты ответа.

*Подсказка.* Основные компоненты фотоаппарата — объектив (линза) и затвор. Объектив создает в плоскости дигитального сенсора (или пленки) изображение фотографируемых предметов. В нерабочем режиме это изображение не попадает на сенсор, так как затвор не дает прошедшему через объектив свету попасть на него. При нажатии на кнопку спуска затвор открывается на короткое время (называемое *выдержкой*): изображение предметов теперь действительно падает на сенсор, и каждый пиксель сенсора измеряет количество попавшей на него за выдержку световой энергии. Обычно затвор представляет собой две "шторки", которые расположены непосредственно перед сенсором и закрывают его. Вначале сенсор скрывает первая шторка, верхний край которой при нажатии кнопки спуска движется сверху вниз с постоянной скоростью  $v$ , открывая сенсор. Выдержку оканчивает вторая шторка, нижний край которой тоже движется сверху вниз с такой же скоростью  $v$ , как и первая шторка. Если выдержка очень короткая, сенсор не успевает полностью открыться: обе шторки движутся сверху вниз одновременно, и сенсор открыт падающему на него свету только в пределах узкой горизонтальной полоски между шторками (и эта полоска движется со скоростью  $v$  сверху вниз). (12 р.)

**Е1.** (ЯБЛОКО) Определите плотность яблока. Оборудование: банка с водой ( $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ), яблоко, измерительная линейка.

**Е2.** (СНЕГ) Определите отношение удельной теплоты плавления снега и удельной теплоемкости воды. Оборудование: калориметр, термометр, измерительная линейка, снег, вода. (12 р.)

*Можно решать все предложенные задачи. В зачет идут 5 теоретических и 1 экспериментальная задачи, получившие наибольшее количество баллов. При решении экспериментальной задачи можно пользоваться лишь указанным в задаче оборудованием. Время решения — 5 часов.*