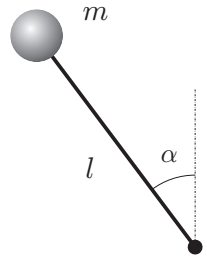


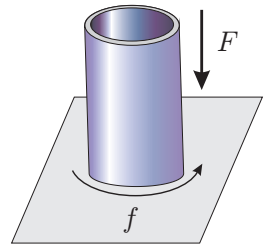
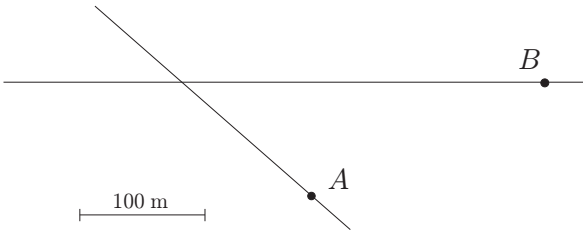
55-я олимпиада по физике школьников Эстонии

19 января 2008 года. Районный тур. Задачи средней школы

1. (МАЯТНИК) Закреплённая с конца палка может вращаться в одной плоскости вокруг горизонтальной оси. К концу палки прикреплён груз массой m . Длина палки l . На крепление палки действует вызванный силой трения тормозящий момент силы M . В каком промежутке углов палка может оставаться в равновесии (см. рисунок)? Учитывать, что $mgl > M$. (6 б.)



2. (МАШИНЫ) Прилагающийся рисунок создан на основе сделанной с высоты вертикально вниз фотографии, на которой запечатлены две машины (обозначены точками A и B), приближающиеся к перекрёстку на скоростях $v_A = 40$ км/ч и $v_B = 60$ км/ч. Используя рисунок и данный на нём масштаб, найдите минимальное расстояние между машинами при их дальнейшем движении. (8 б.)



3. (ТРЕНИЕ) Труба, которая силой F прижата концом к плоской поверхности, вращается с частотой f . Диаметр трубы D и толщина стенки $d \ll D$. Конец трубы перпендикулярен её оси, коэффициент трения между трубой и поверхностью равен μ . Сколько тепловой энергии выделяется за время Δt ? (8 б.)

4. (ЛЕДЯНОЙ ШАРИК) У шарика из льда тонкие стенки, а внутри находится воздух. Изначально ледяной шарик находится в морозильнике при температуре $t_0 = -9$ °С, а давление воздуха

внутри него равно внешнему давлению $p_0 = 10^5$ Па. Шарик достают из холодильника и переносят в комнату, где он начинает нагреваться. Стенка шарика такая тонкая, что максимальное избыточное давление (т.е. разница между внутренним и внешним давлением), которое она может выдержать, составляет $\Delta p = 0,2p_0$. Что произойдёт раньше: начнёт ли шарик таять или разломается из-за избыточного давления? Нагревание шарика можно считать настолько медленным, что в любой момент времени можно считать температуру воздуха внутри него равной температуре внутренней и внешней поверхности стенок. (8 б.)

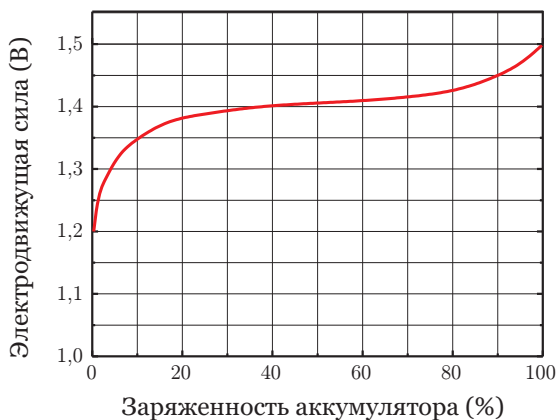
5. (ВОДА ДЛЯ ПОЛИВА) В солнечный летний день на один квадратный метр поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, в секунду в среднем падает $\varepsilon = 0,5$ кДж/(с·м²) энергии. Воду для полива нагревают в полностью заполненном сосуде сферической формы с тонкими стенками, радиус сосуда $R = 0,5$ м. Предположим, что в течение дня сосуд полностью освещён. Температура воды во время восхода Солнца в 4.30 была $t_0 = 16$ °С. Какой будет температура воды во время заката в 22.30? Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С), плотность воды $\rho = 1$ кг/дм³. Предполагать, что сосуд поглощает всю падающую на него солнечную энергию, которая уходит полностью на нагрев воды. Теплообменом между водой и внешней средой пренебречь. (10 б.)

6. (СТЕКЛЯННЫЙ ШАРИК) Стеклоянный шарик упал вертикально вниз на гладкий горизонтальный пол и разбился на три осколка, которые разлетелись по полу. Событие запечатлели на фотографии (см. рисунок). Изображения осколков оказались вытянутыми, так как выдержка было достаточно долгой. Каким было отношение масс осколков шарика? Силу трения при движении осколков считать пренебрежимо малой. Главная оптическая ось объектива при фотографировании была вертикальной. (10 б.)

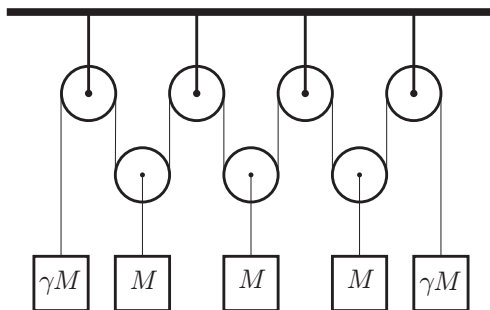


7. (КУБ) Из тонкого непроводящего электричество материала изготовлен куб с длиной ребра a . По кубу распределён электрический заряд равномерной поверхностной плотности σ (поверхностная плотность – заряд на единицу площади). В центре одной грани вырезают маленькое квадратное отверстие размерами $b \times b$ ($b \ll a$). Найти напряжённость электрического поля в центре куба. (10 б.)

8. (ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРА) Электродвижущая сила некоторого аккумулятора по ходу зарядки растёт так, как представлено на рисунке. Там же приведена и электрическая схема, которую Вася хочет использовать для зарядки этого аккумулятора. Напряжение на клеммах источника напряжения 6 В. Внутренним сопротивлением как источника напряжения, так и аккумулятора, можно пренебречь. Каким образом должен Вася выбрать значения сопротивлений R_1 и R_2 , если он хочет, чтобы максимальный ток зарядки не превышал 100 мА, а при полной зарядке аккумулятора ток зарядки был бы равен нулю? (10 б.)



9. (БЛОКИ) Полиспаг состоит из семи блоков (см. рисунок). Массы грузов M и γM показаны на рисунке. С каким ускорением начнут двигаться крайние грузы? Какому условию должна удовлетворять величина γ , чтобы крайние блоки начали падать? Массой блоков и верёвки пренебречь, верёвку считать нерастяжимой. (12 б.)



10. (МУХА) Муха находится в кусочке янтаря, показатель преломления которого равен $n = 1,6$. Один участок поверхности янтаря имеет сферическую форму с радиусом кривизны $r = 3$ мм. Если рассматривать голову мухи сквозь этот участок, то она кажется находящейся на глубине $k = 5$ мм в янтаре. На какой глубине голова мухи на самом деле? Примечание: использовать приближение $\tan \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$, где $\alpha \ll 1$ — маленький угол, измеряемый в радианах. (12 б.)

Е1. (ЖИДКОСТЬ) Определить плотность неизвестной жидкости. Оценить погрешность. Оборудование: линейка, сосуд номер 1 с известной жидкостью (плотность $\rho_1 = 1000$ кг/м³), сосуд номер 2 с известной жидкостью (плотность $\rho_2 = 1060$ кг/м³), сосуд с неизвестной жидкостью, 2 трубочки для питья, ножницы, пластилин. (10 б.)

Е2. (ШПРИЦ) Определить силу трения, действующую на поршень шприца. Оценить погрешность. Оборудование: шприц вместимостью 10 мл, линейка, барометр. (14 б.)

Можно решать все предложенные задачи. В зачёт 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.