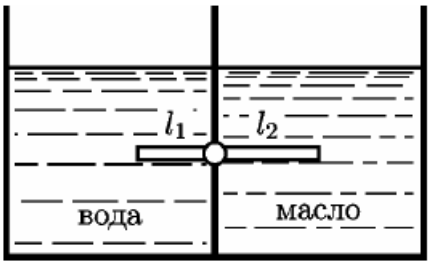
Московская олимпиада школьников по физике

8 класс, второй тур, 2007 год

Задача 1. Два велосипедиста одновременно выезжают навстречу друг другу из деревень Липовка и Дёмушкино, находящихся на расстоянии $L = 10$ км друг от друга. Каждый планирует ехать со скоростью $V = 20$ км/ч и, достигнув противоположной деревни, сразу повернуть обратно. Но на дороге всё время дует ветер, скорость и направление которого постоянны. При движении по ветру скорость увеличивается на столько же, на сколько уменьшается при движении против ветра. Велосипедист, который сначала ехал по ветру, достигнув противоположной деревни, сразу повернул назад, а велосипедист, который сначала ехал против ветра, задержался в противоположной деревне, чтобы отдохнуть, и только потом повернул обратно. Известно, что велосипедисты встречались в точках A и B, находящихся на расстояниях $L_A = 2$ км и $L_B = 6$ км от Липовки. Найдите времена движения t_1 и t_2 из Липовки в Дёмушкино и из Дёмушкино в Липовку. В какой деревне и в течение какого промежутка времени Δt отдыхал велосипедист, ехавший сначала против ветра?

$$t_1 = \frac{L^2}{2VL_B} = 25 \text{ мин};\ t_2 = \frac{L^2}{2V(L-L_B)} = 37{,}5 \text{ мин};\ \Delta t = \frac{L^2(L-L_A-L_B)}{2VL_B(L-L_B)} = 12{,}5 \text{ мин}$$

Задача 2. Плотность масла измеряют в опыте, схема которого показана на рисунке. Сосуд разделён на две части вертикальной перегородкой. В одну часть сосуда налита вода, в другую — масло. В перегородку встроен шарнир, который может вращаться без трения. В шарнир вставлена однородная сосновая линейка, которая находится в равновесии. Длина левой части линейки равна $l_1 = 40$ см, правой — $l_2 = 60$ см. Плотность воды равна $\rho_в = 1000$ кг/м^3, плотность линейки $\rho = 600$ кг/м^3. Чему равна плотность масла $\rho_м$?



$$\rho_м = \rho + (\rho_в - \rho)\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \approx 780 \text{ кг/м}^3$$

Задача 3. Вазон для цветов, стоящий на улице, имеет плоское дно и вертикальные стенки. Толщина слоя земли в вазоне равна $h = 15$ см, а температура земли равна $t = 11\,^\circ$C. На улице похолодало, и пошёл снег. Снежинки состоят изо льда, имеют массу $m = 50$ мг, объём $V = 0{,}5$ см^3 и температуру $t_0 = 0\,^\circ$C. Они падают вертикально с постоянной скоростью $v = 1$ м/с. В объёме воздуха $V_0 = 1$ м^3 находится $N_0 = 100$ снежинок. За какое время τ на земле в вазоне нарастёт слой снега толщиной $H = 10$ см? Считайте, что вся земля в вазоне равномерно пропитывается водой, имеет в любой момент одинаковую температуру во всём объёме и почти не обменивается теплом со стенками вазона и с воздухом. Плотность земли $\rho = 1500$ кг/м^3, удельная теплоёмкость земли $c = 900$ Дж/(кг $\cdot\,^\circ$C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 335$ кДж/кг.

$$\tau = \frac{V_0}{N_0 v}\left(\frac{c\rho ht}{\lambda m} + \frac{H}{V}\right) \approx 55 \text{ мин}$$