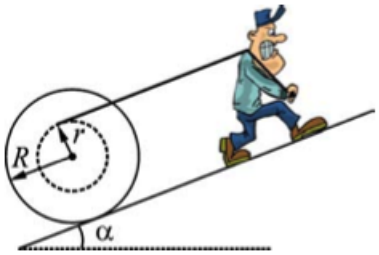
Московская физическая олимпиада

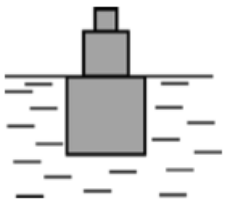
9 класс, второй тур, 2013 год

Задача 1. Рабочий катит катушку с канатом вверх по плоской горке, образующей угол $\alpha \approx 6^\circ$ с горизонтом, одновременно разматывая канат (см. рисунок). Внешний радиус катушки равен $R = 60$ см, внутренний — $r = 40$ см, а масса катушки с канатом равна $m = 100$ кг. Катушка катится без проскальзывания и делает один полный оборот за время $t = 4$ с, причём её центр движется равномерно. С какой скоростью идёт рабочий? Какой выигрыш в силе он получает при таком подъёме? С какой силой он тянет за конец каната? Какую полезную мощность он развивает? Массой размотанного участка каната пренебречь, считать $\sin 6^\circ \approx 0{,}10$.



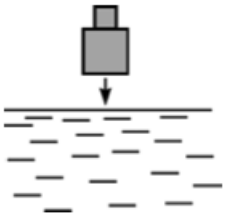
$v = \frac{2\pi R}{t}\left(1 + \frac{r}{R}\right) \approx 1{,}57$ м/с; $k = 10\left(1 + \frac{r}{R}\right) \approx 16{,}7$; $F = \frac{mg}{10(1+\frac{r}{R})} = 60$ Н; $P \approx 94$ Вт

Задача 2. У школьника Вовы есть три кубика разных размеров. Длина ребра первого кубика равна $l = 10$ см, второго — $2l = 20$ см, а третьего — $3l = 30$ см. Вова поставил кубики один на другой так, как показано на рисунке сверху, погрузил в воду и отпустил. При установившемся равновесии самый большой кубик полностью погрузился в воду, а два других находились над водой. Кубики однородны и сделаны из одного и того же материала.



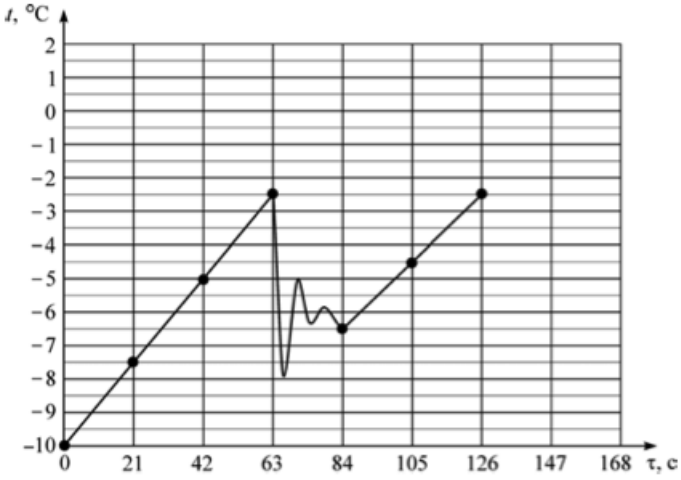
(а) Определите плотность этого материала, если известно, что плотность воды равна $\rho_0 = 1000$ кг/м^3.

(б) Вова хочет погрузить в воду два кубика (маленький и средний), рисунок снизу. Определите, где будет находиться граница раздела кубиков: над водой, под водой или точно на уровне воды. Если над водой или под водой, то вычислите, на каком расстоянии от поверхности воды окажется граница раздела кубиков.



(а) $\rho = \frac{3}{4}\rho_0 = 750$ кг/м^3; (б) над водой на расстоянии $\frac{5}{16}l \approx 3{,}1$ см

Задача 3. По счастливой случайности отличнику Грише и первой красавице Арише выпало вместе делать лабораторную работу по физике. В работе требовалось поместить капсулу со снегом в нагреваемый калориметр и извлечь её **точно** в тот момент, когда весь снег растает, а температура образовавшейся воды всё ещё будет равна 0 °C.



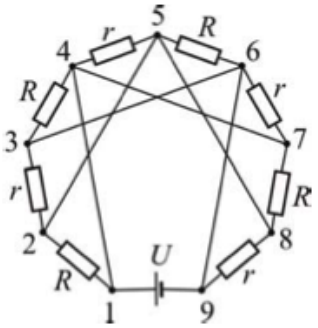
Гриша аккуратно рассчитал точное время начала и завершения измерений, включил печь, поместил 0,5 кг снега в калориметр и ровно в 9:00 по московскому времени начал измерения. «Скучно», — примерно через минуту подумала Ариша и подсыпала немного снега в калориметр. Гриша в ужасе смотрел на график и печально думал «Красота требует жертв. . . »

Используя график, определите, каково **теперь** должно быть точное московское время извлечения капсулы из калориметра, чтобы выполнить условия лабораторной работы.

Удельная теплота плавления и удельная теплоёмкость снега равны соответственно $\lambda = 330$ кДж/кг и $c = 2{,}1$ кДж/(кг · °C).

9 ч 30 мин 2,25 с

Задача 4. Система, изображённая на рисунке, состоит из резисторов двух типов, с сопротивлениями $R = 2r = 200$ Ом и $r = 100$ Ом, источника постоянного напряжения $U = 9$ В и шести перемычек (проводов, сопротивлением которых можно пренебречь). Найдите силы токов через все резисторы, перемычки и источник напряжения.



$I_{12} = 25$ мА; $I_{23} = 40$ мА; $I_{34} = -45$ мА; $I_{45} = 50$ мА; $I_{56} = 20$ мА; $I_{67} = -90$ мА;

$I_{78} = 25$ мА; $I_{89} = 40$ мА; $I_{52} = 25$ мА; $I_{58} = 15$ мА; $I_{36} = 85$ мА; $I_{69} = 195$ мА;

$I_{47} = 115$ мА; $I_{14} = 210$ мА; $I_{91} = 235$ мА