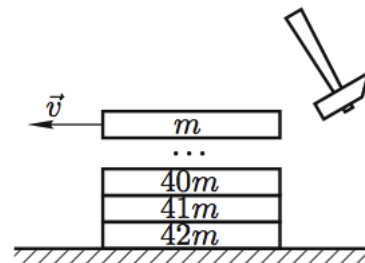


# Всероссийская олимпиада школьников по физике

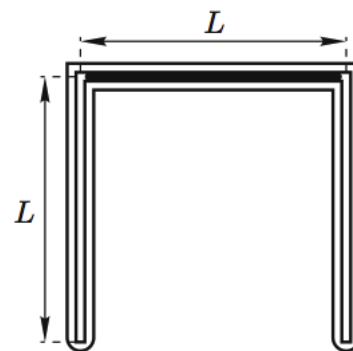
10 класс, финал, 2005/06 год

**ЗАДАЧА 1.** На горизонтальном столе один на другом лежат  $N = 42$  длинных бруска массами  $m, 2m, 3m, \dots, 42m$  (рис.). Они смазаны вязким маслом, так что сила трения между брусками и между нижним бруском и столом пропорциональна относительной скорости  $u$  соприкасающихся брусков:  $\vec{F}_{\text{тр}} = -\alpha\vec{u}$ , где  $\alpha$  — некоторая константа. Сначала все бруски неподвижны, затем верхнему бруску сообщают горизонтальную скорость  $\vec{v}$ . Определите смещение  $n$ -го бруска относительно  $(n + 1)$ -го бруска после остановки брусков. Какой вид примет стопа брусков после остановки?



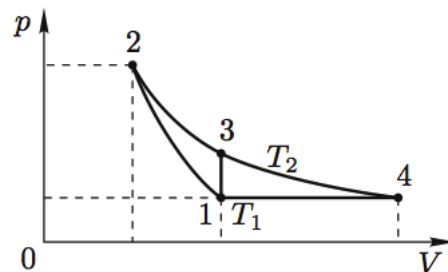
$$\frac{v}{\alpha u} = u_s$$

**ЗАДАЧА 2.** В горизонтальном колене запаянной теплоизолированной П-образной трубки небольшого постоянного поперечного сечения  $S$  с длиной колена  $L$  расположена жидкость плотностью  $\rho$  (рис.). Теплоёмкость всей жидкости в трубке равна  $C$ . В вертикальных коленах находится по  $\nu$  молей гелия под давлением  $p_0$ . Из-за слабого толчка равновесие нарушилось. Пренебрегая теплообменом с окружающей средой, найдите расстояние  $x$ , на которое сместится столбик жидкости к моменту установления термодинамического равновесия. Поперечное сечение трубки столь мало, что пузырьки газа не «пробулькивают» сквозь жидкость, сместившуюся в вертикальное колено.



$$\left( \frac{\gamma \delta d}{\nu d z} - 1 \right) \frac{\nu \lambda \nu + C}{R \lambda \nu + C} \sqrt{T} = x$$

**ЗАДАЧА 3.** Рассмотрите два цикла, совершаемых над идеальным газом (рис.). В первом из них газ адиабатически сжимают из состояния 1 до состояния 2, затем изотермически расширяют до состояния 3 и наконец изохорически возвращают в исходное состояние 1. КПД такого цикла обозначим  $\eta_V$ . Во втором цикле газ адиабатически сжимают из состояния 1 до состояния 2, затем изотермически расширяют до состояния 4 и наконец изобарически возвращают в исходное состояние 1. КПД такого цикла обозначим  $\eta_p$ . Сравните  $\eta_V$  и  $\eta_p$ .

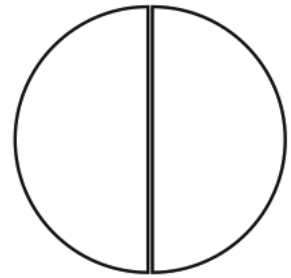


*Примечание.* В адиабатическом процессе  $pV^\gamma = \text{const}$ , где  $\gamma = C_p/C_V$ . При изотермическом расширении идеального газа от объёма  $V_a$  до объёма  $V_b$  им совершается работа

$$A_{ab} = \nu RT \ln \frac{V_b}{V_a}.$$

$$dU = \lambda u$$

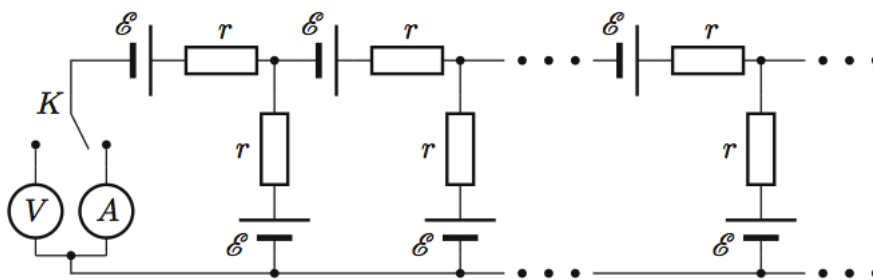
ЗАДАЧА 4. Распространено мнение, что тела с одноимёнными зарядами всегда отталкиваются друг от друга. Вовсе нет! Такой эффект наблюдается далеко не всегда. Представьте себе, что сплошной металлический шар радиуса  $R$  распилили пополам, а получившиеся половины сблизил плоскими сторонами так, что зазор  $d$  между ними оказался предельно мал ( $d \ll R$ ). Найдите силу электростатического взаимодействия полушарий с одноимёнными зарядами  $q_1$  и  $q_2$  (рис.). При каком отношении зарядов они будут притягиваться?



*Примечание.* Сила, действующая на единицу поверхности заряженного проводника произвольной формы, связана с напряжённостью электрического поля вблизи поверхности тем же соотношением, что и в плоском конденсаторе.

$$\frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} = \mathcal{E}$$

ЗАДАЧА 5. На рисунке изображена полубесконечная цепочка, состоящая из одинаковых источников постоянного тока с ЭДС  $\mathcal{E} = 1,2$  В и внутренним сопротивлением  $r = 2,0$  Ом. К входным клеммам цепочки с помощью перекидного ключа  $K$  могут быть подключены либо идеальный вольтметр  $V$ , либо идеальный амперметр  $A$ . Определите показания этих приборов.



$$|I| = \frac{\mathcal{E}}{r} \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 0,74 \text{ В}; |I| \approx \frac{\mathcal{E}}{r} \frac{2}{1 + \sqrt{5}} \approx 0,23 \text{ А}$$