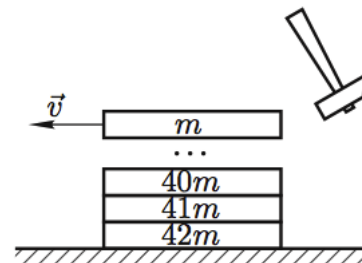


Всероссийская олимпиада школьников по физике

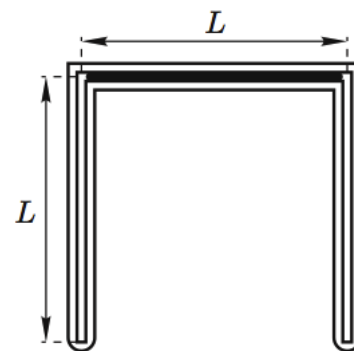
10 класс, заключительный этап, 2005/06 год

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 α — 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?



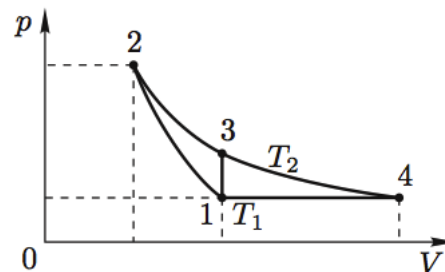
$$\frac{v}{\alpha u} = u_s$$

ЗАДАЧА 2. В горизонтальном колене запаянной теплоизолированной П-образной трубки небольшого постоянного поперечного сечения S с длиной колена L расположена жидкость плотностью ρ (рис.). Теплоёмкость всей жидкости в трубке равна C . В вертикальных коленах находится по ν 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.



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

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 η_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 η_p . Сравните η_V и η_p .

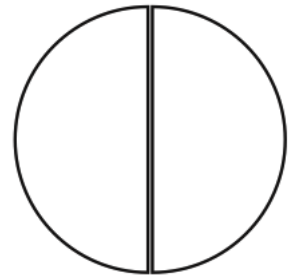


Примечание. В адиабатическом процессе $pV^\gamma = \text{const}$, где $\gamma = C_p/C_V$. При изотермическом расширении идеального газа от объёма V_a до объёма V_b им совершается работа

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

$$dU = \lambda u$$

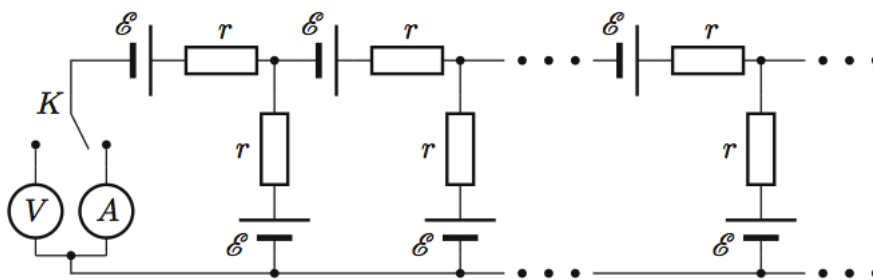
ЗАДАЧА 4. Распространено мнение, что тела с одноимёнными зарядами всегда отталкиваются друг от друга. Вовсе нет! Такой эффект наблюдается далеко не всегда. Представьте себе, что сплошной металлический шар радиуса R распилили пополам, а получившиеся половины сблизил плоскими сторонами так, что зазор d 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.



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