

Всероссийская олимпиада школьников по физике
Школьный этап 11 класс

- 1) По окружности радиуса $R = 100$ м бежит с постоянной скоростью $V_1 = 0,628$ м/с кролик, нерастяжимая натянутая веревочка привязана к кролику и закреплена в центре круга. В начальный момент времени в центре круга находится улитка, она бросается в погоню – ползет по веревочке со скоростью $V_2 = 0,2$ см/с. На каком расстоянии от начальной своей точки будет находиться кролик в тот момент, когда улитка его догонит? Считать размеры кролика и улитки очень маленькими. Число «пи» 3, 1415926.
- 2) Моль гелия (одноатомный газ) вначале изотермически расширяется – при этом он получает в виде тепла 1620 Дж, затем его охлаждают при неизменном объеме, отняв у него 1000 Дж в виде тепла. После этого его адиабатически сжимают до начального состояния. Найти термодинамический КПД этого цикла.
- 3) В стакан налита вода при комнатной температуре $+20^{\circ}\text{C}$ до половины объема. Туда доливают еще столько же воды при температуре $+30^{\circ}\text{C}$ – установившаяся температура равна $+23^{\circ}\text{C}$. В другой такой же стакан наливают воду при комнатной температуре до $1/3$ объема и доливают горячей водой ($+30^{\circ}\text{C}$) доверху. Какая температура установится в этом стакане? Потерями тепла в окружающее пространство за время установления температуры можно пренебречь.
- 4) В цепи, состоящей из резистора, двух конденсаторов и ключа между ними, емкость каждого конденсатора равна C . Первый конденсатор заряжен до напряжения U_0 , второй – до напряжения $2U_0$. У обоих конденсаторов положительный заряд находится на верхней обкладке. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания цепи?
- 5) В однородном магнитном поле с индукцией B расположена катушка, на которую в один слой намотан проводник. Радиус катушки r . Определить ЭДС индукции, которая возникает при сматывании проводника с катушки, если ось катушки неподвижна и параллельна линиям индукции магнитного поля, а скорость размотки v .

**Решения заданий школьного этапа Всероссийской олимпиады
школьников по физике**

11 класс

Задача 1.

Решение:

- 1) Время погони ($t = S_{\text{улитки}} / V_{\text{улитки}}$) ; $t = 100 : 0,002 = 50\ 000 \text{ с.}$
- 2) Кролик за это время побежал ($S_{\text{кролика}} = V_{\text{кролика}} t$) ; $S_{\text{кролика}} = 0,628 * 50\ 000 = 31\ 400 \text{ м.}$
- 3) Один круг кролик пробегает примерно за ($T = 2\pi R/V$); $T = (2*3,14 * 100) / 0,628 = 1000 \text{ с.}$
- 4) Число кругов ($N=t/T$); $N = 50\ 000 / 1000 = 50.$
- 5) Длина 50 кругов $2*3,1415926*100*50 = 31415,926 \text{ м.}$
- 6) Расстояние «по дуге» 15,93 м, примерно 16 м. ($31415,926 \text{ м} - 31\ 400 \text{ м} = 15,926 \text{ м}$).

Расстояние по хорде (т.е. по прямой) – практически столько же.

Ответ «Расстояние почти 0» - можно оценивать 5 б, в зависимости от убедительности рассуждений.

Задача 2.

Решение

От нагревателя за цикл получено 1620 Дж, холодильнику отдано 1000 Дж, следовательно работа в цикле 620 Дж.

$\text{КПД} = 620 \text{ Дж} / 1620 \text{ Дж} = 31 / 81 = 38\%.$

Задача 3.

Решение.

Обозначим теплоемкость стакана $C \text{ Дж/}^{\circ}\text{C}$, тогда:

$$C(23-20) + 4200 * \frac{1}{2} V \rho (23-20) = 4200 * \frac{1}{2} V \rho (30-23) \quad (1)$$

$$C(t-20) + 4200 * \frac{1}{3} V \rho (t-20) = 4200 * \frac{2}{3} V \rho (30-t) \quad (2)$$

Если разделить каждое уравнение на $4200V\rho$, останется две неизвестные величины $C / 4200V\rho$ и t .

Ответ: $t = 24^0 \text{ C.}$

Если участник не догадался использовать теплоемкость стакана – не более 5 б.

Задача 4.

Решение

В конечном состоянии имеем параллельное соединение конденсаторов, общей емкостью $C_{общ} = 3C$ и зарядом $CU_0 + C2U_0 = 3CU_0$.

По закону сохранения энергии:

$$Q = W_h - W_k = CU_0^2/2 + C(2U_0)^2/2 - (3CU_0)^2/2 * 2C = CU_0^2/4.$$

Ответ: $Q = CU_0^2/4$.

Задача 5.

Решение:

По закону ЭМИ: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, где $\Delta\Phi = BS = B \pi r^2$

Скорость размотки: $v = \frac{2\pi r}{\Delta t}$, отсюда найдем время.

Ответ: $\varepsilon = \frac{Brv}{2}$.