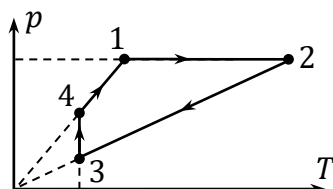


**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА**

13 март 2021 г.

Тема за VI състезателна група (12. клас)

Задача 1. Топлинна машина

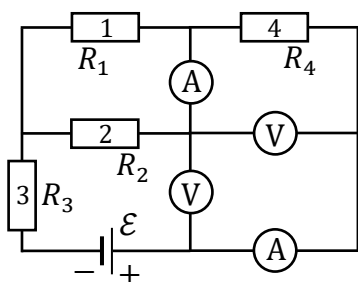


Топлинна машина с работно вещество идеален газ работи по цикъла 1-2-3-4-1, показан на фигурата вляво. Процесът 1-2 е изобарен, процесът 2-3 е изохорен, процесът 3-4 е изотермен, а процесът 4-1 е отново изохорен. Работата, извършена от външните сили при изотермния процес, е $A_{34} = 0,5$ kJ. При процеса 4-1 газът получава топлина $Q_{41} = 0,3$ kJ. КПД на

машината е $\eta = 20\%$. Вътрешната енергия на газа в дадено състояние е $U = 3BT/2$, където $B \approx 8,3$ J/K, а T е абсолютната температура на газа. Използвайте, че съотношението между налягането p_1 , обема V_1 и температурата T_1 на газа в състояние (1) е $p_1V_1 = BT_1$.

- Начертайте процесите от цикъла на pV -диаграма. [1 т.]
- Определете разликата $T_1 - T_3$ между температурите на газа в състояния (1) и (3). [1,5 т.]
- Намерете разликата $T_2 - T_3$ между температурите на газа в състояния (2) и (3). [6 т.]
- На колко е равна отдадената от газа топлина $Q_{отд}$ по време на цикъла? [1,5 т.]

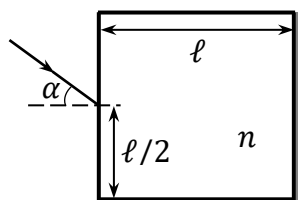
Задача 2. Електрическа верига



Батерия с неизвестно електродвижещо напрежение \mathcal{E} е свързана с два идеални амперметра, два идеални волтметра и четири резистора с неизвестни съпротивления R_1, R_2, R_3 и R_4 , означени на фигурата вляво с „1“, „2“, „3“ и „4“. Съответните мощности, които се отделят в четирите резистора, ще означим с P_1, P_2, P_3 и P_4 . Дадено е, че за тази верига отношенията на отделените мощности са $P_1 : P_2 : P_3 : P_4 = 1 : 2 : 3 : 4$.

- Изразете съпротивленията R_1, R_2 и R_3 чрез съпротивлението R_4 . Колко е еквивалентното съпротивление $R_{екв}$ на веригата, изразено чрез R_4 ? [4 т.]
Разменяме местата на амперметрите и волтметрите в горната верига, т.е. двата амперметра се поставят на местата на волтметрите и обратно. За така получената електрическа верига новите отделени мощности в резисторите ще означим съответно с P'_1, P'_2, P'_3 и P'_4 .
- Ако означим еквивалентното съпротивление на новата верига с $R'_{екв}$, определете отношението $R_{екв}/R'_{екв}$ между еквивалентните съпротивления на двете вериги. [2 т.]
- Ако новите мощности на резисторите се отнасят както $P'_1 : P'_2 : P'_3 : P'_4 = 1 : x : y : z$, намерете на колко са равни числата x, y и z . [4 т.]

Задача 3. Геометрична оптика



Върху куб от стъкло с коефициент на пречупване $n = 1,5$ пада светлинен лъч по начина, показан на фигурата вляво. Дясната и долната стена на куба са идеално отразяващи. Страната на куба е с дължина $\ell = 10$ cm. Точката, където лъчът пада върху лявата стена на куба, е на разстояние $\ell/2$ от долната му стена.

- Намерете минималния ъгъл на падане α_0 , такъв че лъчът да се отрази от дясната и долната стена преди да излезе от лявата стена на куба. Излезлият лъч е успореден на първоначално падащия лъч. Колко е разстоянието d_0 между двата лъча? [4 т.]
- Нека ъгълът на падане е $\alpha = 30^\circ$. Светлинният лъч се отразява първо от дясната стена на куба, а след това от долната стена, преди да излезе обратно от лявата му стена. Излезлият лъч е успореден на първоначално падащия лъч. Намерете разстоянието d между лъчите. [6 т.]