



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
INSPECTORATUL ȘCOLAR AL JUDEȚULUI -
BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL "FERDINAND I" – BACĂU

Concursul Național de Matematică și Fizică
"Vrânceanu – Procopiu"
Ediția a XVI-a, 2014

XI

Problema I (10 puncte)

Casa solară

O „casă solară” este alimentată cu energie electrică și termică provenită de la Soare. Pentru aceasta, acoperișul „casei solare” este placat cu panouri solare electrice și cu panouri solare termice.

Soarele trimite normal pe suprafața Pământului, în fiecare secundă și pe fiecare metru pătrat un flux de energie $p = 1200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Un panou solar electric este un ansamblu de celule solare ce transformă energia solară în energie electrică. O celulă solară, cu aria $A = 4 \text{ cm}^2$ este un dispozitiv echivalent cu o baterie având tensiunea electromotoare $E = 0,48 \text{ V}$, rezistența internă neglijabilă și randamentul

$$\eta_E = \frac{\text{Energia electrică}}{\text{Energia solară}} = 20\%.$$

Un panou solar termic transformă energia solară în energie termică, încălzind apă ($c_{\text{apa}} = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) de la temperatura de 15°C până la temperatura de 60°C , cu

$$\text{randamentul } \eta_T = \frac{\text{Energia termică}}{\text{Energia solară}} = 50\%.$$

Consumatorii electrici din casă (conectați în paralel) funcționează la o tensiune nominală $U = 12 \text{ V}$. Casa are nevoie de o putere electrică de 1200 W în fiecare dintre cele $t = 12 \text{ ore}$ ale zilei și respectiv de 1200 W în fiecare dintre cele $t = 12 \text{ ore}$ ale nopții. Energia electrică poate fi stocată – cu pierderi neglijabile – ziua, pentru consumul de noapte, dar energia termică nu se stochează. Puterea necesară încălzirii – ziua sau noaptea – este de $P_{\text{util,termic}} = 1200 \text{ W}$.

a. Stabilește o configurație funcțională de celule pentru panourile solare care furnizează energia electrică necesară casei solare. Indică numărul de celule solare utilizate și modul de conexiune a acestora.

b. Determină masa maximă de apă fierbinte, la 60°C pe care ar putea-o furniza ziua panourile solare termice, dacă suprafața totală disponibilă a acoperișului pentru panourile electrice și termice este $\Sigma = 40 \text{ m}^2$.

c. Determină cât ar trebui să fie valoarea raportului dintre aria panourilor solare electrice și aria panourilor termice, strict necesar a fi folosite, dacă noaptea energia termică este furnizată din încălzire electrică. Presupune că nivelul consumului aparatelor electrice din casă (altele decât cele pentru încălzire) rămâne cel descris în enunț și că energia electrică este convertită fără pierderi în energie termică.

Un tip de panou solar termic (altul decât cel despre care s-a vorbit la punctele anterioare ale problemei) este un recipient paralelipipedic cu pereții negri, plin cu apă, având un capac asemănător unei ferestre duble prin care pătrund razele soarelui. Recipientul are pereți perfect izolați din punct de vedere termic. Capacul reprezintă „un perete” între panou și exterior; prin acest perete panoul pierde căldură. Căldura Q care trece în timpul τ printr-un perete de grosime constantă și mică dintre două sisteme este dependentă de aria S a peretelui, de diferența de temperatură $\Delta\theta$ dintre fețele peretelui și de caracteristicile peretelui (prin constanta de dispozitiv K). Expresia sa matematică este $Q = K \cdot S \cdot \Delta\theta \cdot \tau$.

d. Atunci când temperatura exterioară este $\theta_{\text{ext},1} = 20^{\circ}\text{C}$, iar temperatura apei din recipient este $\theta_{\text{panou}} = 60^{\circ}\text{C}$ panoul expus la Soare funcționează cu randamentul $\eta_1 = 50\%$. Determină randamentul panoului solar termic, atunci când temperatura exterioară devine $\theta_{\text{ext},2} = 0^{\circ}\text{C}$ și toate celelalte caracteristici ale panoului rămân neschimbate.

© Subiect propus de:

Prof. Dr. Delia DAVIDESCU
Conf. Univ. Dr. Adrian DAFINEI