



Ministerul Educației Naționale
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare
Olimpiada Națională de Fizică
31 martie - 5 aprilie 2013
Selecția lotului olimpic lărgit

Baraj

Problema a III-a

Fenomene termice - Climatizarea unui avion presurizat

Avioanele de linie sunt supuse unor condiții climaterice variate. Cu toate acestea, pentru asigurarea confortului pasagerilor, în interiorul avionului trebuie menținute valori de temperatură și presiune constante, indiferent de altitudinea de zbor. Rolul sistemului de climatizare este acela de a menține temperatura T_c constantă în interiorul cabinei avionului, oricare ar fi valorile temperaturii în exteriorul aparatului, T_e . De exemplu, în timpul verii, la sol temperatura poate avea o valoare $T_{e1}=303\text{K}$, iar la o altitudine de circa 10000 m aerul este mult mai rece, $T_{e2}=213\text{K}$. Pentru o evaluare a parametrilor de funcționare ai sistemului de climatizare, vom aproxima avionul cu un cilindru de diametru interior D , lungime L și grosime d (vezi figura 1), situat într-o atmosferă exterioară de temperatură constantă T_e .

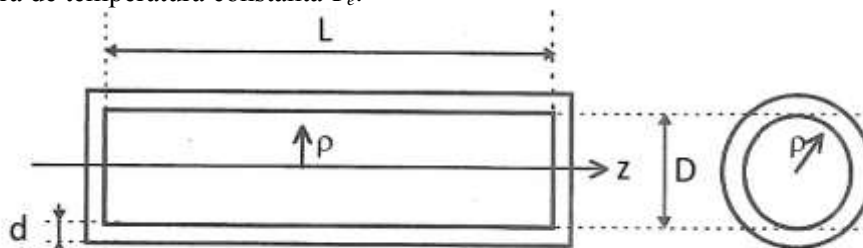


Figura 1

Contactele termice între aerul exterior și perețele exterior, respectiv între aerul interior și perețele interior, sunt presupuse perfecte. Pentru calcularea schimbului energetic cu exteriorul se va considera doar conducția termică prin pereți. În conformitate cu legea lui Fourier, care descrie transportul termic conductiv, vectorul densitate de curent termic pe o direcție oarecare Ox este dat de relația $\vec{J}_x = -\lambda \frac{dT}{dx} \vec{u}_x$, unde λ este conductivitatea termică a materialului, T este temperatura și \vec{u}_x este versorul care descrie direcția Ox.

Numărul total de ocupanți (pasageri+echipaj) ai avionului este N_p și fiecare dintre ei degajă o putere termică P_p .

Valori numerice: $D=10\text{m}$, $L=50\text{m}$, $d=0.1\text{m}$, $\lambda =0.1\text{W/Km}$, $N_p=180$, $P_p=75\text{W}$, $T_c=293\text{K}$.

a) Arătați că puterea termică totală schimbată în regim staționar de avion cu mediul exterior este de forma $P_{th} = a(T_e - T_c)$ și calculați coeficientul de transfer a în funcție de parametrii geometrice și proprietățile termice.

b) Care este puterea termică pe care trebuie să o furnizeze sistemul de climatizare pentru a menține un regim termic staționar în interiorul cabinei. Analizați situațiile când avionul se află la sol și respectiv în zbor la altitudinea de 10000 m și comentați rezultatele.

Pe suprafața exterioară a unui cilindru, elementul de arie poate fi exprimat sub forma $dS = \rho d\varphi dz$, unde ρ este distanța față de axul cilindrului, iar $d\varphi$ este unghiul elementar ce subîntinde elementul de arie.

Dacă este necesar, folosiți aproximația $\ln(1+x) \approx x$ pentru valori ale lui x mult mai mici decât 1.

Problemă propusă de
Lect. dr. Adrian Neculae, Universitatea de Vest, Timișoara

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ... 5 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Nu se acordă punct din oficiu. Punctajul maxim acordat fiecărui subiect rezolvat corect și integral este 10. Punctajul final reprezintă suma punctajelor celor 5 subiecte.