

2. Įelektrintas muilo burbulas

Sferinis muilo burbulas, kurio vidinis oro slėgis ρ_i , vidinė temperatūra T_i , o spindulys R_0 , apsuptas oru, kurio tankis ρ_a , slėgis P_a , o temperatūra T_a . Muilo plėvelės paviršiaus įtemimo koeficientas γ , tankis ρ_s , o storis t . Plėvelės masė ir paviršiaus įtemimo koeficientas nesikeičia dėl temperatūros pokyčių. Tarkite, kad $R_0 \gg t$.

Energijos pokytis dE , reikalingas burbulo plėvelės vieno iš paviršiaus ploto padidinimui dydžiu dA , lygus $dE = \gamma dA$, čia γ - plėvelės paviršiaus įtemimo koeficientas.

2.1 Raskite $\frac{\rho_i T_i}{\rho_a T_a}$, išreikšdami šį santykį per γ , P_a ir R_0 . **[1,7 taško]**

2.2 Raskite $\frac{\rho_i T_i}{\rho_a T_a} - 1$ skaitinę vertę, jeigu $\gamma = 0,0250 \text{ Nm}^{-1}$, $R_0 = 1,00 \text{ cm}$, o $P_a = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Nm}^{-2}$.

[0,4 taško]

2.3 Iš pradžių burbule yra šiltas oras. Kam lygi minimali šio oro temperatūra T_i , reikalinga, kad burbulas kybotų ore? Naudokite $T_a = 300 \text{ K}$, $\rho_s = 1000 \text{ kg m}^{-3}$, $\rho_a = 1,30 \text{ kg m}^{-3}$, $t = 100 \text{ nm}$, o $g = 9,80 \text{ ms}^{-2}$.

[2,0 taško]

Praėjus ilgesniam laikui, burbulas pasiekia šiluminę pusiausvyrą su aplinka ir ramiame ore pamažu leidžiasi žemyn.

2.4 Raskite minimalų kylančio į viršų oro greitį u , kuris neleistų burbului kristi šilumneje pusiausvyroje. Išreikškite atsakymą per ρ_s , R_0 , g , t ir oro klampos koeficientą η . Tarkite, kad greitis yra mažas, kuriam galioja Stokso formulė $F = 6\pi\eta R_0 u$. Į spindulio pokytį dėl temperatūros pokyčio neatsižvelkite.

[1,6 taško]

2.5 Raskite šio greičio u skaitinę vertę, jeigu $\eta = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$. **[0,4 taško]**

Iš atliktų skaičiavimų matyti, kad narių, į kuriuos įeina plėvelės paviršiaus įtemimo koeficientas γ , įtaka yra labai maža. Todėl tolesniuose klausimuose jį turinčius narius galima išmesti.

2.6 Sferinis muilo burbulas tolygiai įelektrintas krūviu q . Uašykite lygtį, rišančią burbulo spindulį R_1 ir R_0 , P_a , q bei vakuomo elektrinę konstantą ϵ_0 . **[2,0 taško]**

2.7 Tarkite, kad krūvis nėra labai didelis (t. y. $\frac{q^2}{\epsilon_0 R_0^4} \ll P_a$), ir burbulo spindulys pasikeičia nedaug.

Raskite ΔR , čia $R_1 = R_0 + \Delta R$. Galite pasinaudoti formule $(1+x)^n \approx 1+nx$, jei $x \ll 1$.

[0,7 taško]

2.8 Išreikškite krūvį q per t , ρ_a , ρ_s , ϵ_0 , R_0 , P_a , jeigu esant tokiam krūviui burbulas nejuda oro atžvilgiu. Apskaičiuokite q skaitinę vertę. Vakuomo elektrinė konstanta $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$.

[1,2 taško]