Termodinamika i površinski napon

Marko Petković

Subota, 1. April 2006. god.

1 Osnovne relacije

1. Jednačina stanja idealnog gasa $pV = nRT$, $n = \frac{m}{M}$.
2. Prvi princip termodinamike: $Q = \Delta U + A$. Promena unutrašnje energije gasa: $\Delta U = nC_V \Delta T$.
3. Rad koji izvrši gas pri maloj promeni zapremine: $\Delta A = p\Delta V$.
4. Klauzijusova nejednakost (drugi princip termodinamike) $\sum \frac{\Delta Q_i}{T_i} \leq 0$, gde je ΔQ_i mala količina toplote koja se dovodi telu. Suma se vrši po celom termodinamičkom procesu pri čemu se na kraju procesa, gas vraća u početno stanje (kružni proces).
5. Osnovna jednačina termodinamike za povratne procese: $T\Delta S = \Delta U + p\Delta V$. Veličine ΔS, ΔU i ΔV su male promene odgovarajućih veličina.
6. Razlika pritisaka na površini tečnosti (Laplasov pritisak):
$$\Delta p = \alpha \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$
gde je α koeficijent površinskog napona a R_1 i R_2 poluprečnici krivina krivih koje se dobijaju u preseku površine vode sa dve uzajamno normalne ravni koje su takodje normalne i na tangentnu ravan na graničnu površinu.

2 Zadaci

1. **(modifikovan I.2.146)** Idealni gas vrši proces u kojem se entropija gasa menja sa temperaturom po zakonu $S = aT + nC_V \ln \frac{T}{T_0}$ gde je a pozitivna konstanta.
a)Naći odnos $\frac{\Delta T}{\Delta V}$, ako je ΔV mala promena zapremine. Početna zapremina i temperatura gasa je V_0 odnosno T_0.
b)* Naći zavisnost $T(V)$.
Koristiti da je $\ln(1 + x) \approx x$ za malo x (tj za $x \ll 1$).
2. Idealan gas vrši ciklus koji se sastoji od izoterme, politrope i adijabate, pri čemu se izotermski proces odvija na maksimalnoj temperaturi u toku ciklusa. Naći koeficijent korisnog dejstva ciklusa ako se temperatura T u toku njega promeni n puta.
3. **(I.2.134)** Idealan gas čiji je eksponent adijabate γ vrši ciklus koji se sastoji od adijabate, izobare i izohore, Naći koeficijent korisnog dejstva takvog ciklusa ako se pri adijabatskom procesu zapremina idealnog gasa
a) Poveća n puta.
b) Smanji n puta.
4. Naći koeficijent korisnog dejstva ciklusa čiji je grafik u $P - V$ dijagramu trougao sa temenima:
a) $A(2p_0, 2v_0)$, $B(p_0, 2v_0)$ i $C(2p_0, v_0)$.
b)* $A(p_0, v_0)$, $B(p_0, 2v_0)$ i $C(2p_0, v_0)$.

5.* Koristeći se Klauzijusovom nejednakošću, pokazati da je koeficijent korisnog dejstva ma kojeg ciklusa sa maksimalnom temperaturom T_{max} i minimalnom T_{min} manji od koefcijenta korisnog dejstva Karnoovog ciklusa pri istim temperaturama T_{min} i T_{max}.

6.* Toplotna mašina kao grejač i hladnjak koristi dva identična tela temperatura T_A i T_B ($T_A > T_B$). Oba tela imaju masu m i konstantan specifični toplotni kapacitet s. Odrediti konačnu temperaturu tela ako mašina izvrši teorijski maksimalan mogući rad, kao i taj rad.

7. (I.2.184) Kap mase m leži na stolu. Visina kapi je h, gustina tečnosti je ρ, koeficijent površinskog napona σ, a poluprečnik dodirne linije kapi sa stolom je a. Smatrajući da tečnost uopšte ne kvasi sto, naći radijus krivine u površine kapi u najvišoj tački.

8. (I.2.188) Dva staklena diska su nakvašena vodom i priljubljeni tako da je sloj vode izmedju njih debljine h. Poluprečnik svakog diska je R. Pretpostavljajući da je kvašenje potpuno, naći silu kojom treba delovati normalno na diskove da bi ih razdvojili.

9. (I.2.191) Vertikalan kapilar stavi se tako da dodiruje površinu vode. Koliko toplote se izdvoji pri podizanju vode u kapilaru? Koeficijent površinskog napona je α. Pretpostaviti da je kvašenje potpuno.

10. (I.2.195) U sapuničnom mehuru poluprečnika r nalazi se idealan gas. Spoljašnji pritisak je p_0 i koeficijent površinskog napona sapunice α. Naći razliku $C - C_p$ gde je C molarni toplotni kapacitet gasa pri njegovom zagrevanju u mehuru a C_p molarni toplotni kapacitet tog gasa pri konstantnom pritisku.