

Teška Zadaća 1

1. Vertikalni cilindar zatvoren s obje strane ima unutar sebe klip koji ga dijeli na dva dijela, od kojih svaki sadrži 1 mol zraka. Na $T_0 = 300$ K volumen gornjeg dijela je $\eta = 4$ puta veći od volumena donjeg dijela. Na kojoj temperaturi će omjer pasti na $\eta' = 3$?
2. Nađi tlak u ovisnosti o vremenu u posudi koja se vakuumira konstantnom brzinom C L/min, uz volumen posude V i početni tlak p_0 . Pretpostavi da je proces izoterman.
3. Glatka vertikalna cijev je podijeljena na dva dijela: gornji većeg poprečnog presjeka i donji manjeg. Cijev je otvorena na oba kraja. Unutar nje se nalaze dva klipa različitih površina (svaki u svom dijelu cijevi) koji su povezani nerastezljivom niti. Između klipova se nalazi jedan mol idealnog plina. Veći (gornji) klip ima površinu $\Delta S = 10$ cm² veću od donjeg. Ukupna masa dva klipa je $m = 5$ kg. Vanjski tlak je $p_0 = 1$ bar. Za koliko kelvina treba zagrijati plin između klipova da se klipovi pomaknu za $l = 5$ cm?
4. Visoka cilindrična posuda sadrži plin dušik i nalazi se u gravitacijskom polju akceleracije g . Temperatura dušika se mijenja u ovisnosti o visini h tako da je njegova gustoća ista u svakom dijelu posude. Nađi gradient temperature dT/dh .
5. Horizontalni cilindar otvoren s jedne strane rotira oko vertikalne osi koja prolazi kroz otvoreni kraj cilindra. U cilindru (i okolo) je zrak molarne mase M . Nađi ovisnost tlaka zraka u cilindru u ovisnosti o udaljenosti od osi rotacije, ako je kutna brzina ω a vanjski tlak p_0 .
6. Termalno vodljivi klip može se slobodno pomicati u hermetički zatvorenoj i termički izoliranoj cilindričnoj posudi napunjenoj idealnim plinom. U ravnoteži je plin podijeljen na dva jednaka dijela, i temperatura je T_0 . Nađi ovisnost temperature plina o omjeru volumena dvaju dijelova posude, ako se klip polako pomiče.
7. Jedan mol idealnog plina adijabatskog eksponenta prolazi kroz proces za koji vrijedi $p = aT^\alpha$, gdje su a i α konstante. Nađi molarni toplinski kapacitet plina u tom procesu. Za koju vrijednost eksponenta α kapacitet postaje negativan?
8. Za van der Waalsov plin nađi jednadžbu adijabate u varijablama V i T .
9. Nađi iskoristivost procesa koji se sastoji od dvije izobare i dvije adijabate, ako se tijekom procesa tlak poveća n puta. Adijabatski eksponent

je γ .

10. Na vrlo niskim temperaturama toplinski kapacitet nekih kristala ponaša se kao $C = aT^3$, gdje je a konstanta. Nađi ovisnost entropije takvog kristala o temperaturi.
11. Dvije identične toplinski izolirane posude spojene su cijevi s ventilom i sadrže jednake količine istog idealnog plina, na temperaturama T_1 i T_2 . Toplinski kapacitet plina je C_V . Kad se ventil otvori, plin u posudama dođe u novo ravnotežno stanje. Nađi promjenu entropije plina i pokaži da je $\Delta S > 0$.
12. Posuda volumena V_0 sadrži N molekula idealnog plina. Nađi vjerojatnost da se n molekula nađe u nekom dijelu volumena posude, V . Promotri poseban slučaj $V = V_0/2$.
13. Iz pipe teče vertikalni mlaz vode. Jedan od horizontalnih presjeka kroz mlaz ima promjer d , a drugi, l centimetara niže, ima polumjer η puta manji. Nađi količinu vode koja istječe iz pipe u sekundi, ako je površinska napetost σ .
14. Nađi rad potreban da se napuše mjehur od sapunice polumjera R , ako je vanjski tlak jednak p_0 a površinska napetost sapunice σ .
15. Primijeni Carnotov ciklus na tanki film sapunice, i pokaži da je u izotermnom procesu za stvaranje jedinične površine filma potrebno uložiti toplinu jednaku $Q = -T \frac{d\sigma}{dT}$, gdje je σ površinska napetost.
16. Led koji je u početku bio 0°C i atmosferskom tlaku stlačen je na $p = 640$ bar. Pretpostavi da je sniženje ledišta proporcionalno tlaku i nađi udio leda koji se rastopio pri tlačenju. Specifični volumen vode je manji od specifičnog volumena leda za $\Delta V' = 0.09 \text{ cm}^3/\text{g}$.
17. Široka cilindrična posuda visine H napunjena je vodom do vrha i stoji na horizontalnoj podlozi. Nađi visinu na kojoj treba probušiti rupu u stjenci posude, da bi mlaz vode udario u podlogu na najvećoj mogućoj udaljenosti.
18. U stjenci vertikalne široke cilindrične posude visine H izrezan je procjep koji se proteže od vrha do dna posude. Širina procjepa je b . Procjep je začepljen i posuda napunjena vodom. Nađi ukupnu silu reakcije na posudu u trenutku kad se procjep otčepi i voda počne istjecati.
19. Cilindar radiusa R_1 nalazi se u cijevi radiusa R_2 , i prostor između cilindra i cijevi ispunjava tekućina viskoznosti η . Nađi moment sile koja djeluje na cilindar po jedinici njegove duljine, ako on rotira kutnom brzinom ω .

20. Olovna kuglica gustoće ρ jednolike tone kroz glicerin viskoznosti η , Koji je maksimalni radius kuglice za koji je tok oko nje još uvijek laminaran? poznato je da se prijelaz iz laminarnog u turbulentno događa za $Re = 0.5$, gdje je Re Reynoldsov broj.

Napomene: rok predaje 1. zadaće je prvi kolokvij. Bit će nam drago ako to obavite i ranije. Tko odabere teži zadatak, ne mora (ali može) riješiti lakši. Jednom kad ste odabrali teži zadatak, nema vraćanja na lakši i nema dodatnih bodova ako riješite i lakši. Zato dobro pogledajte teže zadatke prije nego se odlučite! Ako interes bude velik, dodat ćemo još zadataka na listu. Za sva pitanja, nejasnoće, dodatne slike, pogreške u zadacima etc. obratite se asistentima i/ili demonstrantima. Rješenja su poznata redakciji. Svaka sličnost sa stvarnim likovima i situacijama je slučajna. Sva prava pridržana.