

Tfy-3.118 Fysiikka I (KON, RYK, MAK) Osatentti IB, 10.5.2004

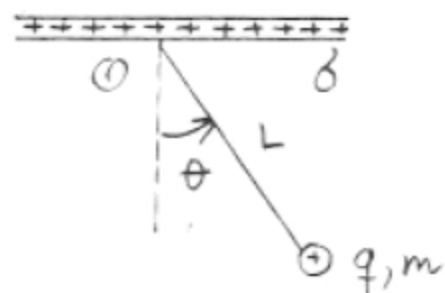
1. Aineen lämpökapasiteetti c ((19-15) eli tässä massayksikköä kohden laskettu lämpökapasiteetti eli ominaislämpökapasiteetti $\text{cal/g}^\circ\text{C}$) riippuu lämpötilasta T (yksiköissä $^\circ\text{C}$) yhtälön $c = 0,2 + 0,14T + 0,023T^2$ mukaisesti. Kuinka paljon energiaa tarvitaan, kun 2 g tätä ainetta nostetaan lämpötilasta 5°C lämpötilaan 15°C ?

2. Ilmaa on alunperin $0,14 \text{ m}^3$:n kimmoisassa säiliössä, jossa paine ylittää ulkoilman paineen (101,3 kPa) määrällä 103 kPa. Systeemiin tehdään seuraavat prosessit a) ja b).
 a) Säiliön annetaan laajeta isotermisesti mekaaniseen tasapainoon ilmanpaineen kanssa (eli Boylen lain mukaisesti). b) Sitten ilmasäiliötä jäähdytetään ulkoilman paineessa, kunnes sen lopputilavuus on sama kuin alkutilavuus (eli Charles-Gay-Lussacin lain mukaisesti). Laske säiliöilman tekemä kokonaistyö (kappale 20-3) summaprosessissa ab eli a)+b).
 c) Molemmat prosessit a) ja b) ovat reversiibeileitä. Mitä se tarkoittaa? d) Tehtävän mukaisesti summaprosessissa ab alku- ja lopputilavuudet ovat samat. Perustelee, muuttuuko entropia ab:ssä.
 e) Laske entropian muutos prosessissa a), kun siinä ilman vakioilämpötila on 300 K.

3. a) Montako vapausastetta f (oleellisesti) on ilmaseoksen "molekyylillä"? Perustelee f :n avulla, miksi lämpökapasiteettien suhde ilmalle on $\gamma = 1,4$. Ideaalikaasu ilma laajenee termospullomaisesti eristettynä mäntäsystemissä tilavuudeltaan V kaksinkertaiseksi kahdessa eri kokeessa K1 ja K2 siten, että K1:ssä ilma laajenee hitaasti (kvasistaattisesti) ja K2:ssa nopeasti räjähdysmäisesti tyhjiään (tyhjiötä vastaan). Kummankin kokeen prosessin yhtälö voidaan kirjoittaa muotoon $T^\alpha \cdot V^\beta = \text{vakio}$, missä α ja β ovat vakioita. Määritä kummallekin K1 ja K2 kaikki kohdat b) - e).
 b) Laske α ja β . c) Laske lämpötilan T ja sisäenergian prosentuaalinen muutos, ilmoita myös muutoksen suunta, kasvaako vai pieneneekö suure. d), e) Perustelee (ei tarvitse tehdä välttämättä varsinaisia laskuja), mitä tapahtuu entropialle (kasvaako vai pieneneekö) d) ilmassa (kaasusysteemissä), e) koko maailmankaikkeudessa (joka on kaasusysteemi ja ympäristö).

4. Carnot'n kone CK toimii korkea- ja matalalämpötilaisten altaiden KLA ja MLA välillä lämpötiloissa 850 ja 300 K, vastaavasti. CK:n prosessin kiertoaika on $T = 0,25 \text{ s}$, jona se tuottaa 1200 J työtä. Mikä on CK:n a) (lämpö)hyötysuhde?, b) (keskimääräinen) teho? Kuinka paljon T:n kuluessa CK siirtää energiaa ja entropiaa ja mihin suuntaan (ottaa tai antaa) altaassa c) KLA?, d) MLA?

5. a) Kuvaile lyhyesti kaavoja käyttäen, mikä on Gaussin laki.
 b) Laske paikan funktiona hiukkaseen q , m aiheutuva sähkökenttä ja voima vakiovaraustiheyksisestä σ eristetasosta.
 c) Avaruudessa oleellisesti painottomassa tilassa roikkuu laajasta (äärettömästä) eristetasosivestä ETS antenni, jonka massattoman varren pituus $L = 0,5 \text{ m}$ ja jonka päänuppi on pieni hiukkanen varaukseltaan $q = 10^{-5} \text{ C}$ ja massaltaan $m = 2 \text{ g}$. Insinööri I ei suoraan pääse mittaamaan antennivarressa vaikuttavaa staattista vetovoimaa, mutta hän huomaa, että antenni värähtelee (heilurina pienillä värähdyksillä) värähdys/periodiajalla $T = 0,2 \text{ s}$. Värähdyksestä I päättää, että ETS:lle on syntynyt staattinen (kiinteä) vakiovaraustiheys σ . Laske ETS:n staattinen varaus ja antennivarressa vaikuttava staattinen vetovoima (antennin ollessa pystyssä paikallaan).



$m\theta \approx \theta$

Kuva 5

VAKIOT JAETAAN.

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, $R = 8,31 \text{ J/mol/K}$, $T_C = T - 273,15$,
 $1 \text{ atm} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ torr}$, $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$.

Opiskelijanumero (myös kirjain), nimi, koulutusohjelma, opintojakson koodi ja kokeen päivämäärä jokaiseen suorituspaperiin.