

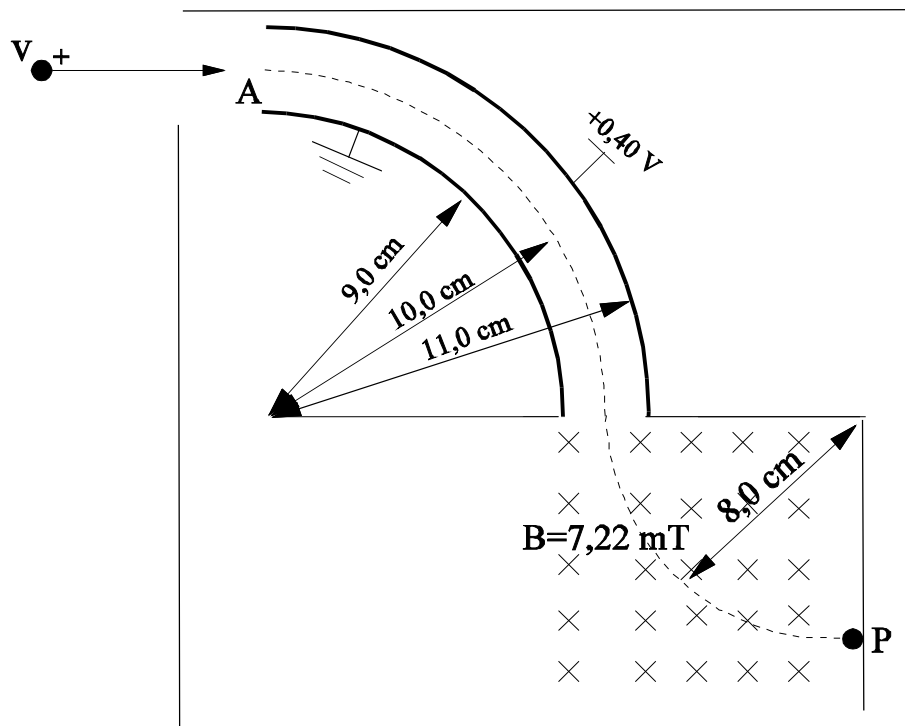
FYSIKTÄVLINGEN

Finalen - teori
26 april 2008

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

1. En masspektrometer kan mäta rörelseenergin och massan hos en okänd jon. En skiss på en masspektrometer med alla relevanta avstånd, spänningar och magnetfält finns i figuren nedan. En jon med en positiv elementarladning flyger in i öppningen A, flyger mellan två ledande skal med olika potential enligt den streckade banan och hamnar slutligen i punkten P efter att magnetfältet böjt av banan. Du får anta att det elektriska fältet mellan de böjda plattorna är konstant.

- Vilken energi har jonen?
- Vilken massa har jonen?



2. När man skickar upp en spionsatellit vill man lägga den så nära marken som möjligt utan att luftmotståndet blir för stort. Vi ska kontrollera hur bra det går att lägga satellitens bana 200 km ovan marken. Satelliten väger 250 kg och har en tvärsnittsarea, A , i färdriktningen på $1,00 \text{ m}^2$. Vi kan anta att luftpartiklarna som kolliderar med satelliten i medeltal har hastigheten noll innan kollisionen med satelliten och att de har samma hastighet som satelliten efter kollisionen. Eftersom gasen är så tunn påverkas bara partiklar som kolliderar direkt med satelliten.

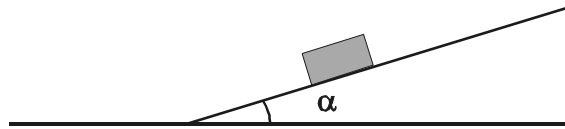
a) Visa att luftmotståndet, F_{luft} på satelliten är

$$F_{luft} = A \rho v_{sat}^2,$$

där ρ är luftens densitet och v_{sat} är satellitens fart.

b) Hur många meter i höjd tappar satelliten på ett varv om luftens densitet 200 km ovan mark är $5 \cdot 10^{-12} \text{ kg/m}^3$? Du kan anta att densiteten är lika stor under hela varvet och att satelliten åker i en cirkulär bana runt jordens ekvator. Du får anta att sträckan för ett varv är lika lång som en cirkel med satellitens ursprungsradie även om den gör en svag spiralbana inåt.

3. Ett föremål ges en snabb stöt så att det börjar röra sig uppför ett lutande plan. Det glider uppåt, vänder och glider nedåt. Vi vet att förhållandet mellan tiden för uppfarten (t_{upp}) och tiden för nedfarten till startpunkten (t_{ned}) är lika med friktionstalet μ . Bestäm lutningsvinkeln för det lutande planet. Är den beskrivna situationen möjlig för alla värden på μ ? Vi utgår från att friktionstalen för vilofriktion och rörelsefriktion är lika stora.



4. För en ideal gas gäller allmänna gaslagen

$$pV = n R T$$

där p är gasens tryck, V gasens volym, n antalet mol i gasen, R en konstant och T temperaturen på gasen.

Energien för en enatomig ideal gas ges av

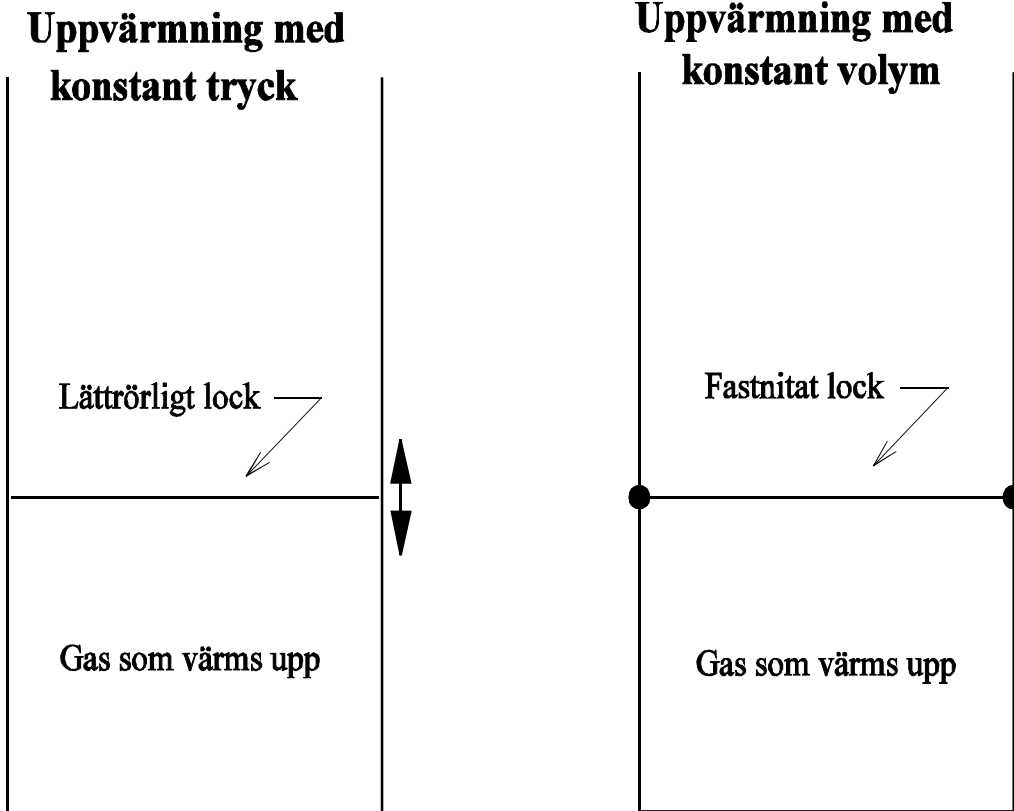
$$E = 3/2 n R T.$$

Det krävs som bekant energi för att värma ett ämne. Detta ges av ämnets värmekapacitet. För gaser talar man om två olika värmekapaciteter, c_p och c_v . c_p fås då gasen värms upp vid konstant tryck och c_v om gasen värms upp vid konstant volym.

Nedan finns två uppställningar en för uppvärmning vid konstant tryck och en för uppvärmning vid konstant volym. I uppställningen till vänster är taket lättrorligt och trycket ovanför (och under) är hela tiden konstant p_0 . I uppställningen till höger är volymen hela tiden V_0 .

a) Utifrån uppställningarna nedan, motivera om c_p eller c_v är större för en ideal enatomig gas.

b) Beräkna c_p / c_v .



5. Ett genomskinlig ämne har ett brytningsindex som varierar i y -riktningen. En ljusstråle som kommer vinkelrätt in mitt på den ena sidan kommer att följa en cirkulär bana inne i ämnet (se figur). Radien på banan är $R=25$ cm och ämnets tjocklek i y -led är 10cm. Där strålen kommer in i ämnet är brytningsindex, $n=1,30$.

a) Bestäm hur brytningsindex varierar med läget i y -led.

b) För vilka två längder, L , kommer strålen, när den har lämnat ämnet, att bilda vinkeln 45° mot den infallande strålen?

