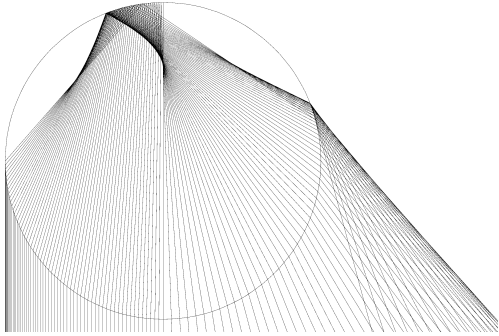




LÖSNINGSFÖRSLAG 2007

KVALIFICERINGS- OCH LAGTÄVLINGEN

1 februari 2007

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

UPPGIFT 1.

Enkelspaltsproblem. Med sedvanliga beteckningar erhålles:

$$\lambda = v / f = 340 / 680 \text{ m} = 0,50 \text{ m}$$

Om α är vinkeln från dörröppningens mitt till första minimipunkten gäller

$$d \cdot \sin(\alpha) = \lambda$$

$$\sin(\alpha) = \lambda / d$$

$$\sin(\alpha) = 0,50 / 0,90 \quad \alpha = 33,75^\circ$$

Avståndet x längs väggen från öppningens mittpunktsnormal blir $x = 5 \cdot \tan(\alpha) \text{ m}$

$$x = 3,34 \text{ m}$$

SVAR: Stolen bör stå vid väggen 3,34 m från dörröppningens mittpunktsnormal.

UPPGIFT 2.

I vätskan råder jämvikt, vilket innebär att det skapas lika många nuklider som sönderfaller.

$$\Delta N_{Th} = \lambda_U \cdot N_U - \lambda_{Th} \cdot N_{Th} = 0$$

$$\lambda_U \cdot N_U - \lambda_{Pa} \cdot N_{Pa} = 0$$

$$\Delta N_{Pa} = \lambda_{Th} \cdot N_{Th} - \lambda_{Pa} \cdot N_{Pa} = 0$$

$$N_{Pa} = \frac{\lambda_U \cdot N_U}{\lambda_{Pa}} = \frac{N_U \cdot T_{Pa} \cdot \ln 2}{T_U \cdot \ln 2}$$

$$N_{Pa} = \frac{9,25 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 1,17}{238 \cdot 4,47 \cdot 10^9 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 60} \approx 1,17 \cdot 10^7 \text{ st}$$

SVAR: Det finns $1,17 \cdot 10^7$ st Pa-kärnor i vätskan.

UPPGIFT 3.

Kulans volym $V = 8,386 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

Kubens tyngd $F_{G1} = 0,8392 \cdot 9,82 \text{ N}$

Lyftkraft på kulan $F_{L1} = \rho g V = 997 \cdot 8,386 \cdot 10^{-4} \cdot 9,82 \text{ N}$

Lyftkraft på isen F_{L2}

Isens tyngd F_{G2}

$$F_{L1} + F_{L2} = F_{G1} + F_{G2}$$

$$F_{L2} - F_{G2} = F_{G1} - F_{L1} = 0,030594 \text{ N}$$

$$m_{is} = \rho_{is} \cdot V_{is} \quad F_{G2} = \rho_{is} \cdot V_{is} \cdot g \quad F_{L2} = \rho \cdot V_{is} \cdot g$$

$$\rho V_{is} g - \rho_{is} V_{is} g = 0,030594 \text{ N}$$

$$(\rho - \rho_{is}) \cdot V_{is} = 0,030594 / g = 0,0031155 \text{ kg}$$

$$V_{is} = \frac{0,0031155}{997 - 918} \text{ m}^3 = 39,4364 \text{ cm}^3$$

$$m_{is} = 36,20 \text{ g}$$

Kulan mottar energin $c_k m_k (0 - T_k)$ (T i grader C)

Vattnet (isen) avger energin $l_{is} m_{is} = l_{is} \rho_{is} V_{is}$

Sättes dessa uttryck lika erhålles

$$T_k = \frac{l_{is} \rho_{is} V_{is}}{c_k m_k} = -17,15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

SVAR: Kulan måste ha en temperatur lägre än - 17°C.

UPPGIFT 4.

a) Retardationen kan erhållas direkt ur grafen vid $t = 0$ eller hellre (förtjänstfullt) ur kraftsituationen enligt

$$k = \frac{F}{v^2} = \frac{mg}{v_0^2} = \frac{87 \cdot 9,82}{7,6^2} = 14,8 \text{ N s}^2/\text{m}^2 \quad F_{14} = 14,8 \cdot 14^2 = 2899 \text{ N}$$

$$F_{acc} = F_{14} - mg = ma \quad a = \frac{F_{14}}{m} - g = \frac{2899}{87} - 9,82 = 23,5 \text{ m/s}^2 \text{ (positiv riktning uppåt).}$$

b)

Varje ruta i diagrammet motsvarar 0,1 dm. Räkna 200 rutor och man får tiden 0,16 sekunder.

Hastigheten är där 11,3 m/s

Ur tangentens lutning erhålles retardationen vid $t = 0,16$ s till

$$a = \frac{13 - 6,0}{0,6 - 0} \text{ m/s}^2 = 11,7 \text{ m/s}^2$$

En beräkning enligt ovan m h a konstanten k ger

$$F_{0,16} = 14,8 \cdot 11,3^2 = 1890 \text{ N och } a = \frac{1890}{87} - 9,82 \text{ m/s}^2 = 11,9 \text{ m/s}^2$$

SVAR:

a) Retardation $23,5 \text{ m/s}^2$

b) Hastighet vid 8,0 m över marken är 11,3 m/s.

Retardationen är 12 m/s^2

UPPGIFT 5.

a) Antag klubbhuvudets massa M och bollens m ; $m/M \sim 1/4$.

Klubbans hastighet före är u_1 och u_2 efter träffen, bollens hastighet är v .

Rörelsemängdens bevarande och energins bevarande ger:

$$Mu_1 = Mu_2 + mv$$

$$Mu_1^2 = Mu_2^2 + mv^2$$

Eliminering av u_2 ger:

$$v = 2u_1 / (1 + m/M)$$

En maximal ökning massan på klubbhuvudet ger en ökning av hastigheten med 20%, medan en ökning av klubbans hastighet ökar bollens hastighet proportionellt. Det är alltså bättre att öka svingens hastighet.

Kommentar: Det är svårt att öka svingens hastighet, då det är en naturlig svängningsrörelse.

De flesta golfare använder sig istället av en längre klubba.

SVAR: Det är bättre att hon svingar klubban fortare.

b) Impuls överförs till golfaren genom klubban (längd cirka 1 m) med ljudets hastighet i materialet (omkring. 1000 m/s). Det tar då 1 ms för denna impuls att nå golfaren. Denna tid är väsentligt större än kontaktiden klubbhuvud – boll. Detta gör att rörelsemängden bevaras.

UPPGIFT 6.

$$\text{Kulans medelhastighet} = 2 \cdot 0,11 \text{ m} \cdot 186 / 60 \text{ s} = 0,682 \text{ m/s}$$

$$\text{Då } v_{\text{begynnelse}} = 0,72 \cdot v_{\text{slut}} \text{ fås att } v_{\text{medel}} = (0,72+1) / 2 \cdot v_{\text{slut}} \quad v_{\text{slut}} = 0,793 \text{ m/s} \text{ och } v_{\text{beg}} = 0,57 \text{ m/s}$$

$$\Delta v = 0,793 - 0,57 = 0,22 \text{ m/s}$$

$$a = \Delta v / \Delta t = 0,22 / (60/186/2) = 1,37 \text{ m/s}^2$$

Med sedvanliga beteckningar erhålles

$$F = E \cdot Q = m \cdot a \quad E = U/d \quad Q = m \cdot a \cdot d / U = 0,00306 \cdot 1,37 \cdot 0,12 / 5000 = 1,006 \cdot 10^{-7} \text{ As}$$

$$I = Q / t = 1,006 \cdot 10^{-7} / (60/186/2) = 0,62 \text{ } \mu\text{A}$$

SVAR: Strömmen blir 0,62 μA .

UPPGIFT 7.

Här måste relevanta data hämtas ur figurer och tabeller enligt bilaga.

Motoreffekt: $P_{motor} = F \cdot v$ övergår i värme

$$F_{max} = 38050 \text{ lbs} = 170 \text{ kN}$$

$$\text{Vid överljudsfart: } F = 10000 \text{ lbs} = 10000 \cdot 170 / 38050 = 44,68 \text{ kN}$$

$$v = 2 \text{ mach} = 2 \cdot 340 = 680 \text{ m/s}$$

$$P_{motor} = F \cdot v \quad P_{motor} = 44680 \cdot 680 = 30,38 \text{ MW}$$

Utstrålning:

Yttemperatur c:a 97°C Utetemperatur c:a -50°C

Arealen av planet approximeras med en triangel (upp- och nedsida)

$$P_{strål} = \sigma \cdot A \cdot (T_{yt}^4 - T_{ute}^4) = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 35,5 \cdot 25,6 \cdot (3704 - 2234) = 0,8807 \text{ MW}$$

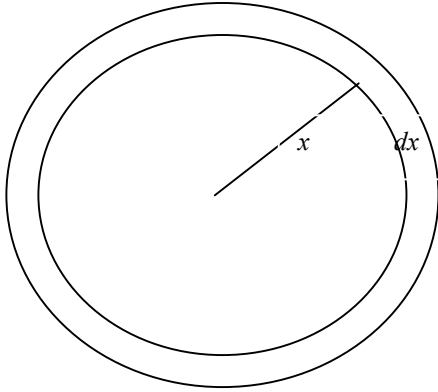
$$\text{Strålningens andel: } 0,88 / (4 \cdot 30,38) = 0,0072 \approx 1 \%$$

SVAR: Only 1 % is radiated away.

UPPGIFT 8.

Det ursprungliga lösningsförslaget bygger på ett resonemang med rymdvinklar; nedanstående lösning är hämtad från finalisten *Gunnar Peng, Linköping*.

a)



Universums densitet $\rho = 2 \cdot 10^{-26} \text{ kg/m}^3$
Synliga universums radie $R = 10^{10}$ ljusår
Stjärnmassa $m = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Stjärnradie $r = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$

Antag all materia stjärnor. Stjärntäthet $\frac{\rho}{m} = \frac{2 \cdot 10^{-26}}{2 \cdot 10^{30}} \text{ stjärnor/m}^3 = 1 \cdot 10^{-56} \text{ stjärnor/m}^3$

I ett sfäriskt skal (se fig.) med radie x , tjocklek dx och begränsningsarea A erhålles

Volym $V = A \cdot dx$

Antal stjärnor $n = \frac{\rho}{m} \cdot V = \frac{\rho}{m} \cdot A \cdot dx$

Stjärnarea mot jorden $a = \pi \cdot r^2 \cdot n = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} \cdot A \cdot dx$

Andel av skalet som täcks blir $\frac{a}{A} = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} \cdot dx$

Integration över synliga universum ger andelen som täcks till

$$\int_0^R \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} dx = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} \cdot R = \pi \cdot (7 \cdot 10^8)^2 \cdot 1 \cdot 10^{-56} \cdot (10^{10} \cdot 9,46 \cdot 10^{15}) \approx 1,46 \cdot 10^{-12}$$

En mycket liten del av himlen täcks av stjärnor!

b) Om hela himlen skall vara täckt gäller $\frac{a}{A} = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{\rho}{m} \cdot R = 1$

Härur $R = 6,50 \cdot 10^{37} \text{ m} = 6,87 \cdot 10^{21} \text{ ljusår}$.

SVAR: a) Natthimlen bör vara mörk, då en så liten del täcks
b) Det synliga universum bör sträcka sig $6,9 \cdot 10^{21}$ ljusår för att hela himlen ska vara upplyst.
c) Stjärnorna bör då vara $6,9 \cdot 10^{21}$ år.