Chalmers Tekniska Högskola 2010-05-25
Teknisk Fysik 08.30-12.30

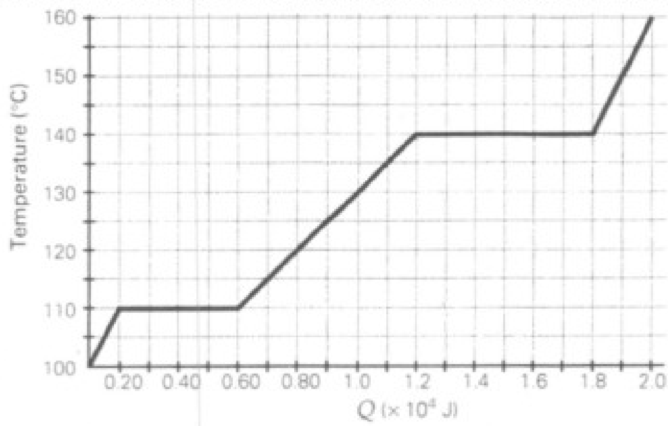
Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER för I1 (tif190).

Lärare: Åke Fäldt tel 070 567 9080

Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell. Valfri kalkylator (tömd på för kursen relevant information) samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

Granskning: 2010-05-31 kl 11.30-12.30 i Vasa A.

1. Ett prov av ett visst material, vars massa är 1,000 kg, tillförs värme samtidigt som dess temperatur registreras. Resultatet att experimentet redovisas i diagrammet nedan. Q är den sammanlagda mängden värme som tillförts provet. Bestäm temperaturen där materialet smälter respektive kokar. Bestäm dess latenta värme vid fasändringarna och det specifika värmet för de olika faserna. Det innebär att det krävs 7 olika svar. (4 p)



2. Den termiska verkningsgraden e för en Carnotprocess ges av sambandet

$$e = 1 - (T_c/T_h).$$

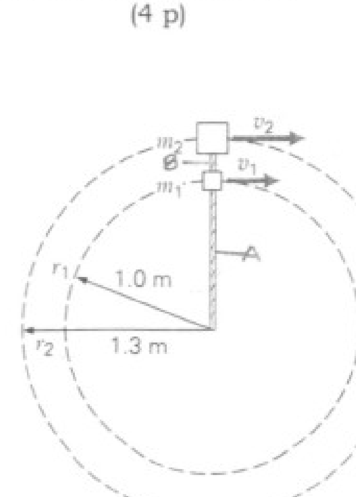
Visa att coefficient of performance (COP_C) för ett idealt Carnotkylskåp ges av

$$COP_C = T_c/(T_h - T_c)$$

En kylskåpsförsäljare påstår att hans bästa kylskåp, på ett visst antal cykler, kan ta ut 2,6 kJ från det som finns inne i kylskåpet vid temperaturen 5 grader Celsius och släppa ut 2,8 kJ i omgivningen där temperaturen är 30 grader Celsius. Är detta rimligt? Basera ditt omdöme på termodynamiska beräkningar. (4 p)

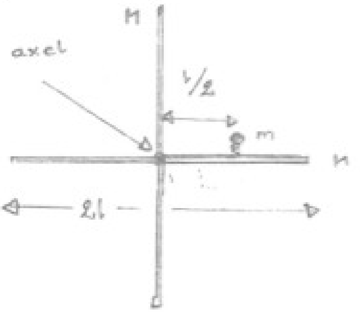
3. En dykare släpper ut en luftbubbla som har volymen 2 cm^3 nere på ett havsdjup som är 15 meter och där temperauren är 7 grader Celsius. Hur stor är luftbubblans volym just innan den kommer upp till havsytan där vattentemperaturen är 20 grader Celsius? (4 p)

4. Antag att två små kroppar med massorna m_1 = 2,5 kg och m_2 = 3,5 kg är förbundna med två masslösa snören A och B. Kropparna rör sig i uniform cirkelrörelse på ett horisontellt friktionsfritt underlag. Radierna är r_1 = 1,0 m och r_2 = 1,3 m och de båda kropparna har samma vinkelhastighet. Farten hos kropp nr 1 är 1,0 m/s.
Bestäm spännkraftena T_A och T_B i de båda snörena.
(4 p)



VG VÄND!

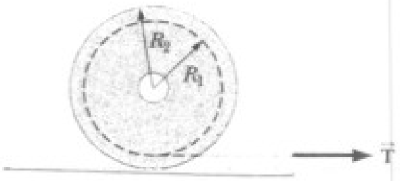
5. Ett vändkors befinner sig på ett friktionsfritt horisontellt underlag och består består av två homogena och jämntjocka smala pinnar, var och en med massan 500 g och längden 50 cm. Vändkorset är friktionsfritt lagrat i en vertikal axel. På den ena pinnen sitter en masslös katapultanordning som består av en masslös fjäder med kraftkonstanten 500 N/m. I katapulten sitter ursprungligen en liten partikel med massan 50 g och katapulten är ihoptryckt så att fjädern är 2,0 cm kortare än vad den är i sitt ostörda läge. Hur stor blir vändkorsets vinkelhastighet om den lilla partikeln skjuts ut från katapulten? (4 p)



6. En trådrulle består av en inre cylinder med radien R_1 två yttre "hjul" med radierna R_2. Massan hos hela trådrullen är M och dess tröghetsmoment med avseende på en axel genom centrum av trådrullen är I. När en yttre kraft **T** appliceras horisontellt kommer trådrullen att börja rulla utan att glida. Visa att beloppet av friktionskrafter mellan rullen och underlaget ges av

$$f = T(I + mR_1R_2)/(I + m R_2^2))$$

Ange också åt vilket håll som friktionskraften är riktad och motivera ditt svar.



Lösningar till tentamen i Fysik för Ingenjörer I för I1

2010-05-25

① $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, $Q_L = mL$

$m = 1{,}0\,kg$.

a. smältpkt : $110^\circ C$

b. kokpkt : $140^\circ C$

c. $L_1 = (0{,}60 - 0{,}20) \cdot 10^4\,J/kg = 4000\,J/kg$

d. $L_2 = (1{,}8 - 1{,}2) \cdot 10^4\,J/kg = 6000\,J/kg$

e. $c_{fast} = 1000/10 = 100\,J/kg\,grad$

f. $c_{flyt} = 6000/30 = 200\,J/kg\,grad$

g. $c_{ång} = 2000/20 = 100\,J/kg\,grad$

② Alla Q:n nedan är absolutbelopp.

$$e = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_h - T_c}{T_h}$$

$\Rightarrow Q_1(T_h - T_c) = T_h(Q_1 - Q_2)$

$\Rightarrow Q_1 = Q_2 \frac{T_h}{T_c}$

$$COP_c = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{Q_2}{Q_2 T_h/T_c - Q_2} = \frac{1}{\frac{T_h}{T_c} - 1} = \underline{\underline{\frac{T_c}{T_h - T_c}}}$$

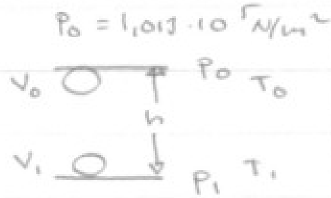
e_{cop} för skrytkylskåpet måste vara sämre än COP_c

$$e_{COP} = \frac{2{,}6}{2{,}8 - 2{,}6} = \frac{2{,}6}{0{,}2} = 13$$

$$\text{Ideellt}\quad COP_c = \frac{278}{303 - 278} = \frac{278}{25} = 11{,}12$$

$13 > 11{,}12$ ∴ lögn.

③ Allm. gaslagen



$P_0 V_0 = nRT_0$ (1)

$P_1 V_1 = nRT_1$ (2)

$P_1 = P_0 + \rho_{H_2O}\, g\, h$ $\quad \rho = 1 \cdot 10^3\,kg/m^3$

(1) och (2) ger $\dfrac{V_0}{V_1} = \dfrac{T_0 P_1}{T_1 P_0}$

$$\Rightarrow V_0 = V_1 \frac{293(1{,}013 \cdot 10^5 + 10^3 \cdot 9{,}81 \cdot 15)}{280 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5} =$$

$$= 5{,}13\,cm^3 = \underline{5\,cm^3}$$

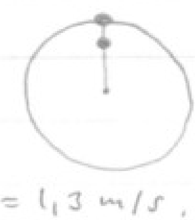
④ $m_1 = 2{,}5\,kg$

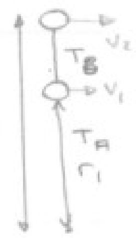
$m_2 = 3{,}5\,kg$

$v_1 = 1{,}0\,m/s$

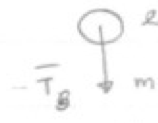
$r_1 = 1{,}0\,m$

$r_2 = 1{,}3\,m \Rightarrow v_2 = 1{,}3\,m/s$.





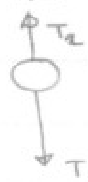
m_2:



$$m_2 \frac{v^2}{r_2} = 3{,}5 \frac{1{,}3^2}{1{,}3}\,N = 4{,}55\,N$$

∴ $T_B = 4{,}55\,N$

m_1



$$T_A - T_B = m_1 \frac{v_1^2}{r_1} = 1\frac{1^2}{1} = 1\,N$$

$\Rightarrow T_A = 5{,}55\,N = \underline{\underline{5{,}6\,N}}$

⑤ Pinnlängd $= 2l$, pinnmassa $= M$

Energikons. $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}k \cdot \Delta x^2$ (1)

L m.a.p. A bevaras $m\frac{l}{2}v = I\omega$ (2)

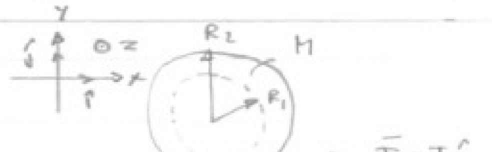
(1) + (2) ger $m\left(\frac{2I}{ml}\right)^2 \omega^2 + I\omega^2 = k \cdot \Delta x^2$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{k \cdot \Delta x^2}{\left(\frac{4I^2}{ml^2} + I\right)} = \frac{k \cdot \Delta x}{I\left(\frac{8}{3}\frac{M}{m} + 1\right)}$$

$$I = 2 \cdot \frac{1}{12} M(2l)^2 = \frac{2}{3}Ml^2$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{k \cdot \Delta x^2}{\frac{2}{3}Ml^2\left(\frac{8}{3}\frac{M}{m} + 1\right)} \Rightarrow \omega = 0{,}59\,s^{-1} = \underline{0{,}6\,s^{-1}}$$

⑥



$\bar{f} = f\hat{\imath}$

$\bar{T} + \bar{f} = M\bar{a}_{CM}$

$\Rightarrow \boxed{T + f = Ma_{CM}}$ (1)

$TR_1\hat{k} + fR_2\hat{k} = I\alpha\hat{k}$ $\quad a_{cm} = -\alpha R_2$

$\Rightarrow \boxed{TR_1 + fR_2 = I\alpha} = -I\frac{a_{cm}}{R_2}$ (2)

eliminera a_{cm}! mult. (1) med $\dfrac{I}{R_2}$

och (2) med M $\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{TI}{R_2} + \dfrac{fI}{R_2} = +M\dfrac{I}{R_2}a_{cm} \\ MTR_1 + fMR_2 = -M\dfrac{I}{R_2}a_{cm} \end{cases}$

$\Rightarrow T\left(\frac{I}{R_2} + R_1 M\right) +$

$+ f\left(\frac{I}{R_2} + R_2 M\right) = 0 \Rightarrow f = -\frac{I + MR_1R_2}{I + MR_2^2}T$