Chalmers Tekniska Högskola
Fysik

2019-04-26
08.30-12.30

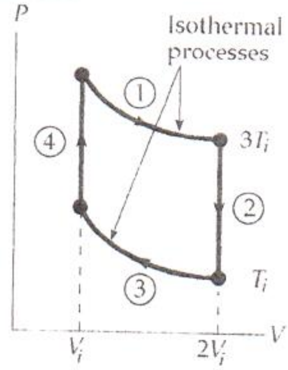
Deltentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER för D2 (tif085)

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 A4-blad med egna handskrivna anteckningar i original.

Granskning: Onsdagen den 8 maj kl 12.00-12.30 i HB3.

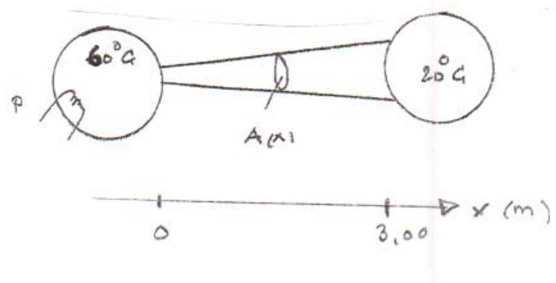
1. Under kursen görs en laboration som handlar om Stirlingprocessen (T4). Denna process består av två isokorer och två isotermer såsom figuren visar. Bestäm uttryckt i antal mol n, R och T_i hur stor den totala värmemängden är som gasen utbyter med omgivningen (belopp och tecken) samt gasens termiska verkningsgrad. Gasen förutsätts vara ideal och enatomig.
(4 p)



2. Förbindelsen mellan stora två behållare har en tvärsnittsarea som ges av uttrycket

$$A(x) = 2{,}00\ (1 + x)$$

där x anges i m och A i kvadratmeter. När x = 2 m är arean alltså A lika med 6,00 kvadratmeter. Materialet i förbindelsen har en värmeledningsförmåga som är 160 W/m K.
Temperaturen i den vänstra behållaren med högst temperatur är 60 grader Celsius och upprätthålls av ett värmeelement. Temperaturen i den högra behållaren hålls vid 20 grader Celsius med hjälp av ett kylaggregat.
Hur stor effekt P måste värmeelementet ha om vi antar att all värmeförlust från den vänstra behållaren sker genom värmeledning genom förbindelsen. Om du inte kan bestämma ett exakt värde på P kan det bli något poäng om du kan beräkna ett effektintervall som P ligger inom.
(4 p



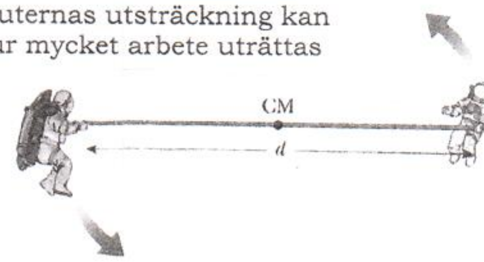
3. En sinusformad transversell våg som utbreder sig längs ett snöre har perioden 25,0 ms och utbreder sig i negativ x-led med farten 30,0 m/s. Vid tiden t = 0 har ett element vid x = 0 positionen y = 2,00 cm och färdas nedåt med farten 2,00 m/s. Ange vågfunktionen för denna våg d v s ange värdet på storheterna i uttrycket:

$$y(x,t) = A \sin (kx + \omega t + \phi) \quad (4\ p)$$

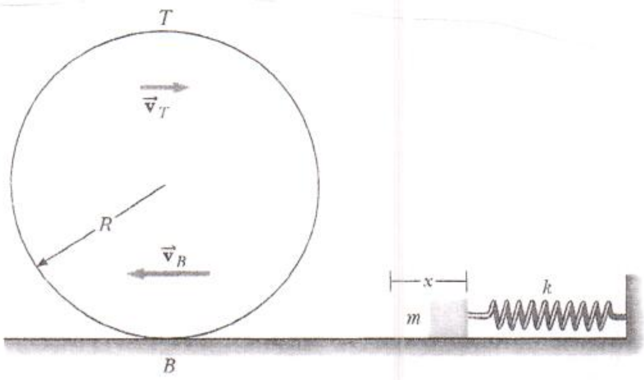
VG VÄND

4. Två astronauter som vardera har massan 80 kr sitter ute i rymden i varsin ände av ett i stort ett masslöst rep med längden 12,0 m. Ursprungligen roterar de så att var och en har upplever farten 3,0 m/s när systemet roterar runt masscentrum. Astronauterna drar då i repet så att avståndet mellan dem halveras. Astronauternas utsträckning kan försummas och de kan alltså betraktas som punktmassor. Hur mycket arbete uträttas när de minskar avståndet mellan dem.

(4 p)

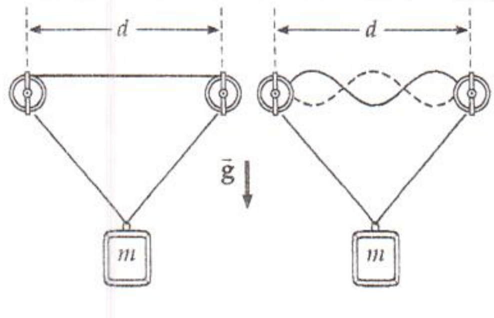


5. Ett block med massan 0,500 kg pressas mot en horisontell masslös fjäder, vars kraftkonstant är 450 N/m, tills denna har komprimerats sträckan x. När blocket släpps färdas det över en horisontell och friktionsfri yta till punkten B i figuren. B är botten i en vertikal cirkulär bana vars radie R = 1,00 m. Blocket har farten v_B = 12,0 m/s när det når punkten B och färdas därefter på insidan av den cirkulära banan och upplever i en friktionskraft som stort sett är konstant 7,00 N när den glider uppför denna. Bestäm x. Hur stor måste farten minst vara för att blocket ska nå toppen T av banan? Når blocket T? (4 p)



6. Ett block med massan m = 12,0 kg hänger stilla i konstruktionen som visas i figuren. Snöret har en total längd L = 5,00 m och en massa per längdenhet som är 0,00100 kg/m. Snöret löper runt två lätta och friktionslösa trissor som är separerade på avståndet d = 2,00 m från varandra. Bestäm spännkraften i snöret och hur stor frekvensen måste vara för den stående våg som illustreras i den högra figuren. Man kan utgå ifrån att snöret är fixerat på de ställen där snöret har kontakt med trissorna.

(4 p)



Dubbelkontrolluppgifter:
Ange i ruta 7 hur många bonuspoäng du har från gruppdugga 1.
Ange i ruta 8 hur många bonuspoäng du har från gruppdugga 2.
Ange i ruta 9 hur många bonuspoäng du har från inlämningsuppgifterna.

Om det är något av momenten som du inte har deltagit i skriver du "deltog ej"
Om du deltagit, men inte vet hur det har gått skriver du "minns ej".

(1)

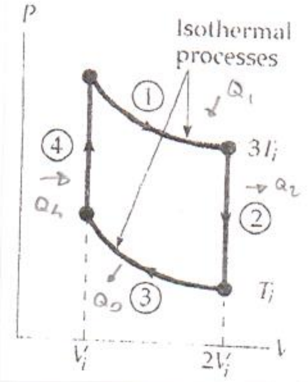
$C_v = \frac{3}{2} R$

$Q_1 = nR\,3T_1 \ln 2 > 0$

$Q_2 = n\frac{3}{2}R(T_1 - 3T_1) < 0$

$Q_3 = nRT_1 \cdot \ln\frac{1}{2} < 0$

$Q_4 = n\frac{3}{2}R(3T_1 - T_1) > 0$

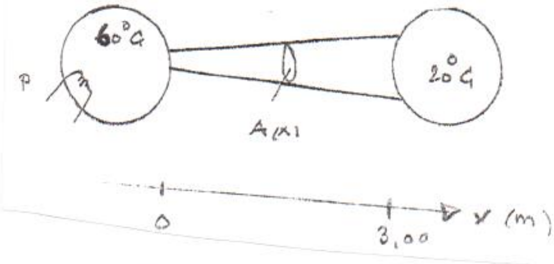


$$\boxed{\Rightarrow \sum_i Q_i = nR\,2T_1 \cdot \ln 2}$$

$\Rightarrow \sum Q_{i,pos} = nR\,3T_1 \ln 2 + n\frac{3}{2}\,2T_1$

$$\Rightarrow \boxed{e = \frac{2\ln 2}{3(\ln 2 + 1)}}$$

(2)



$A(x) = 2{,}00(1+x)$

A_0

$P = -k\,A(x)\frac{dT}{dx} = -k A_0(1+x)\frac{dT}{dx}$

$\Rightarrow \frac{dx}{1+x} = -P\,k A_0\,dT$

$\Rightarrow \int_0^{3,00} \frac{dx}{1+x} = -P\,k A_0 \int_{60}^{20} dT$

$\Rightarrow P = \frac{k A_0\,40}{\ln 4} = \frac{160 \cdot 2{,}00 \cdot 40}{\ln 4} = 17{,}744 \cdot 10^3\,W$

$= \underline{\underline{1{,}8 \cdot 10^4\,W}}$

(3)

$y(x,t) = A\sin(kx + \omega t + \phi)$

$y(0,0) = A\sin\phi = 0{,}0200\ m > 0$

$\left.\frac{dy}{dt}\right|_{0,0} = A\omega\cos\phi = -2{,}00\ m/s < 0$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{25{,}0\cdot 10^{-3}} = 80\pi/s$

$\therefore \tan\phi = \omega\frac{0{,}0200}{(-2{,}00)} \Rightarrow \phi = 111{,}7°$ el $1{,}95$ rad

$A = \frac{0{,}0200}{\sin\phi} = 0{,}0215\ m$

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ $\omega = kv$ $\Rightarrow k = \frac{\omega}{v} = \frac{80\pi}{30{,}0} = 8{,}38\ m^{-1}$

$\underline{\underline{y(x,t) = 0{,}0215\sin(8{,}38x + 80\pi \cdot t + 1{,}95)}}$

(4)

L bevaras

$L_i = 2\left(Mv_i\frac{d}{2}\right) = Mv_i d$

$K_i = 2\left(\frac{1}{2}Mv_i^2\right) = Mv_i^2$

$L_f = 2\left(Mv_f\frac{d}{4}\right) = \frac{1}{2}Mv_f d$

$L_i = L_f \Rightarrow v_f = 2v_i$

$K_f = 2\left(\frac{1}{2}Mv_f^2\right) = Mv_f^2 = 4Mv_i^2$

Arbetet:

$\Rightarrow W = K_f - K_i = 3Mv_i^2 = 3\cdot 80 \cdot 3{,}0^2 =$

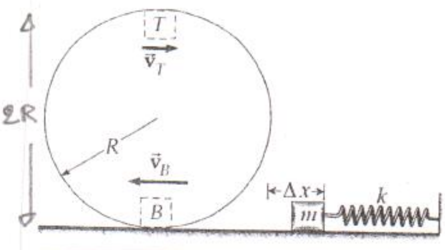
$= 2160\,J = \underline{\underline{2{,}2\,kJ}}.$

(5)

$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv_B^2$

$\Rightarrow x^2 = v_B^2\frac{m}{k}$

$\Rightarrow x = \underline{0{,}40\ m}$



$\Delta E = -fR$

v_T:

$\left(\frac{1}{2}mv_T^2 + mg\,2R\right) - \frac{1}{2}mv_B^2 = -f\pi R$ $\quad W_f = f\pi R$

$\Rightarrow v_T^2 = v_B^2 - 4gR - \frac{2f\pi R}{m}$ $\Rightarrow \underline{\underline{v_T = 4{,}10\ m/s}}$

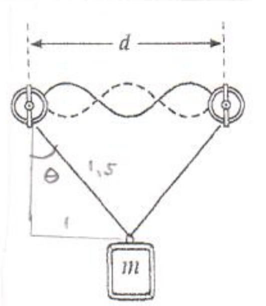
När blocket toppen? krav: $a > g$

$a = \frac{v_T^2}{R} = 4{,}10^2 = 16{,}84\ m/s^2 > g$

$\therefore$ toppen nås

(6)

$\sin\theta = \frac{1{,}00}{1{,}50} \Rightarrow \theta = 41{,}8°$



m stilla $\Rightarrow \sum_i \bar{F}_i = 0$

$\Rightarrow 2T\cdot\cos\theta = mg$

T = spännkraften i snöret

$\Rightarrow T = \frac{mg}{2\cos\theta} = \frac{12{,}0\cdot 9{,}81}{2\cdot\cos\theta} = \underline{\underline{79{,}0\ N}}$

För den stående vågen $\lambda = \frac{2d}{3}$

$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ $\quad v = f\cdot\lambda \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$

$\therefore f = \frac{\sqrt{\frac{T}{\mu}}}{\frac{2}{3}d} = \frac{\sqrt{79{,}0/0{,}00100}}{\frac{2}{3}\cdot 2{,}00} =$

$= 210{,}8\ Hz = \underline{\underline{211\ Hz}}$