Chalmers Tekniska Högskola
Fysik

2019-08-30
14.00-18.00

Deltentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER för D2 (tif085)

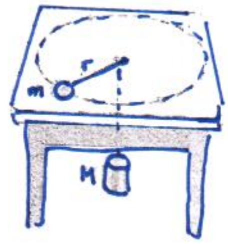
Lärare: Åke Fäldt tel 070 567 9080

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.

Betygsgränser: 0-9 p U, 10-14 p 3:a, 15-19 p 4:a, 20- 5:a.

Granskning: Tisdagen den 10 september kl 12.00-12.30 i HB2.

1. En kloss vars utsträckning kan försummas har massan m = 300 g glider friktionsfritt i en cirkulär rörelse på ett horisontellt bord såsom figuren visar. Radien r i cirkelrörelsen är ursprungligen 20,0 cm. Klossen är förbunden till en större massa M = 1800 g via ett otänjbart snöre som går genom ett litet hål i bordet. Hur stor måste klossens fart vara för att massan M inte ska åka nedåt. Antag att du fattar tag i snöret och drar den större massan nedåt så att r minskas till 15,0 cm. Hur mycket arbete måste du då utföra? (4 p)



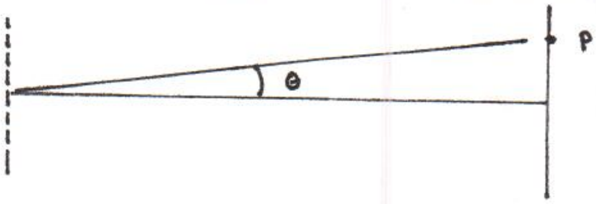
2. a. Två betongfundament till en 250 meter lång bro är placerade i varsin ände av bron såsom figuren visar. När man får en temperaturhöjning på 15 grader expanderar betongen. Bestäm sträckan y i figuren. Den termiska utvidgningskoefficienten för betong sätts till 15 10^{-6} per grad.(2 p)

b. I den här kursen har vi antagit att det molära specifika värmet C är konstant. Vid mycket låga temperaturer varierar C enligt

$$C(T) = k\,(T/T_0)^3$$

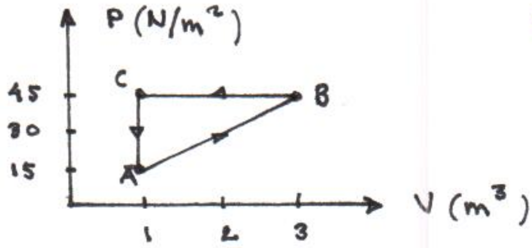
Sambandet kallas Debyes lag. För en visst salt gäller T_0 = 281 K och k = 1940 J/mol K. Bestäm hur mycket värme det behövs för att öka temperaturen för 2,75 mol av saltet från 15,0 K till 40,0 K. Ledning: integration behövs. (2 p)

3. Figuren nedan visar hur sju ekvidistant placerade spalter (spaltavstånd = d) träffas av vinkelrätt infallande ljus med våglängden λ där ett parallellt utgående strålknippe (avböjningsvinkel θ) kommer att interferera i en punkt P på en avlägsen bildskärm. Antag att d sin θ = λ/3 i punkten P och att intensiteten där är lika med I_1 om endast en av spalterna är öppen. De sex andra är alltså blockerade. Genom att blockera spalter kan ljusintensiteten i P varieras mellan ett minsta och ett största värde. Vad är värdet för dessa två extremintensiteter (uttryckt i I_1) och vilka spalter ska blockeras för att de ska erhållas. Bortse från det triviala fallet att alla spalter är blockerade. (4 p).



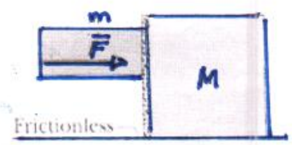
4. En idealgas befinner sig i en sluten behållare och genomlöper en kretsprocess som har riktningen moturs och som beskrivs i figuren nedan. Processen används som kylmaskin. Detta innebär att det önskade resultatet är den värmemängd som tillförs processen. Det som man måste betala för är att processen uträttar ett negativt nettoarbete. Ofta anger man kylproccesens COP (coefficient of performance) som ett mått på hur bra den är. Denna definieras som kvoten mellan tillförd värmemängd och nettoarbetet. Bestäm den här processens COP.

(4 p)

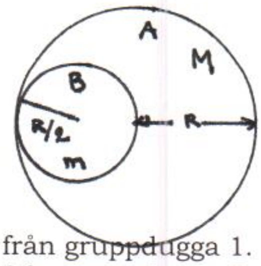


$c_V = \frac{3}{2} R$

5. De två blocken i figuren har massorna M = 80 kg och m = 15 kg. De är inte fästade vid varandra på annat sätt än att en kraft **F** trycker det mindre blocket mot det större. Den statiska friktionskoefficienten mellan de två blocken är 0,40, medan friktionen mellan det större blocket och det horisontella underlag som den har kontakt med kan försummas. Bestäm beloppet av den minsta kraft **F** som gör det möjligt att undvika att det mindre blocket rör sig nedåt. Bestäm också den normalkraft som underlaget påverkar det större blocket med. Rita en figur där alla externa krafter som verkar på det stora blocket visas. (4 p)



6. En homogen och jämntjock cylindrisk platta (A) med radien R = 30 cm och massan M = 3,0 kg roterar friktionsfritt med vinkelhastigheten 30,0 rad/s i horisontalplanet runt en vertikal axel som går genom dess centrum. En annan homogen och jämntjock platta (B) med radien r = 15 cm och massan 0,8 kg släpps ned på A och fastnar såsom figuren visar. B:s centrum ligger R/2 från A:s centrum. A och B snurrar ett tag med konstant vinkelhastighet, men efter en stund tar oljan slut i axelns lager så att man får ett vridande moment i denna som är 0,3 Nm. Hur lång tid tar det innan systemet A + B upphör att rotera?

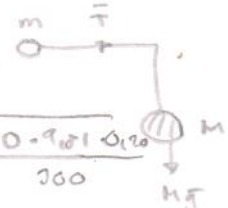


Dubbelkontrolluppgifter:
Ange i ruta 7 hur många bonuspoäng du har från gruppdugga 1.
Ange i ruta 8 hur många bonuspoäng du har från gruppdugga 2.
Ange i ruta 9 hur många bonuspoäng du har från inlämningsuppgifterna.

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".

TIF 085 2019-08-30

① Inga yttre $\bar{\tau}$: $\bar{L}$ bevaras



$$T = m\frac{v_i^2}{r_i} = Mg$$

$$\Rightarrow v_i = \sqrt{\frac{Mgr_i}{m}} = \sqrt{\frac{1800\cdot 9{,}81\cdot 0{,}20}{300}}$$

$$= 3{,}43 \text{ m/s}$$

L bevaras $\Rightarrow m v_i r_i = m v_f r_f$

$$\Rightarrow v_f = v_i \frac{20}{15} = 4{,}57 \text{ m/s}$$

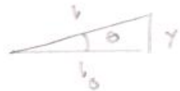
$$K_i = \frac{1}{2} m v_i^2 \quad K_f = \frac{1}{2} m\left(\frac{20}{15}\right)^2 \cdot v_i^2 =$$

$$= 6{,}10 \text{ J} \qquad \Delta K = K_f - K_i$$

$$\Delta U = Mg\Delta r = 1{,}800\cdot 9{,}81\cdot 0{,}05 = 0{,}883$$

$$\therefore W_{ext} = \Delta K - \Delta U = \underline{5{,}22 \text{ J}}$$

② $\alpha = 15\cdot 10^{-6}$/grad



$l_0 = 125$ m

$$l = l_0(1+\alpha\cdot\Delta T) = 125(1+15\cdot 10^{-6}\cdot 15)$$

$$\cos\theta = \frac{l_0}{l} \;,\; y = l_0 \tan\theta$$

$$\Rightarrow \underline{y = 2{,}65 \text{ m}}$$

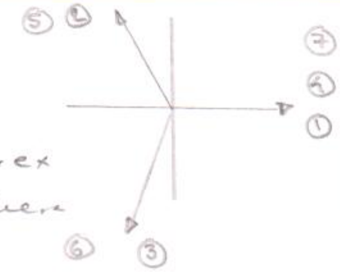
$$c(T) = k\frac{1}{T_0^3}T^3 \quad \text{(molära c)}$$

$$dQ = n\,c\,dT \Rightarrow Q = \int_{T_i}^{T_f} dQ =$$

$$= n k \frac{1}{T_0^3}\int_{T_i}^{T_f} T^3 = n k \frac{1}{T_0^3}\frac{1}{4}\left(T_f^4 - T_i^4\right) =$$

$$= 2{,}75\cdot\frac{1940}{281^3}\frac{1}{4}\left(40{,}0^4 - 15{,}0^4\right) = \underline{151 \text{ J}}$$

③ $\lambda/3 \;\hat{=}\; 120°$

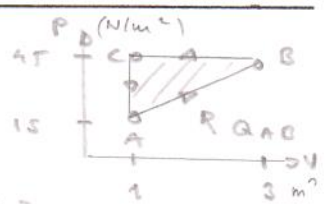


$I_{min} = 0$ fås t.ex genom att blockera ⑦

Maximal intensitet $9I_1$ fås genom att bara ha ①, ④ och ⑦ öppna

④ $c_V = \frac{3}{2}R$

$$COP = \frac{Q_{AB}}{|W_{netto}|}$$



W_{netto} = skuggade ytan =

$$= \frac{1}{2}(45-15)(3-1) = -30 \text{ J}$$

$$Q_{in} = Q_{AB} = W_{AB} + \Delta E_{AB}$$

$$W_{AB} = 15\cdot 2 + \frac{1}{2}30\cdot 2 = 60 \text{ J}$$

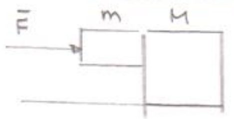
$$\Delta E_{AB} = n\frac{3}{2}R(T_B - T_A) = \frac{3}{2}(p_B V_B - p_A V_A) =$$

$$= \frac{3}{2}(45\cdot 3 - 15\cdot 1) = 180 \text{ J} \Rightarrow Q_{AB} = 240 \text{ J}$$

$$\Rightarrow COP = \frac{240}{|-30|} = \underline{8}$$

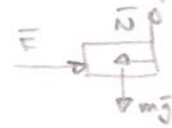
⑤ $m = 15$ kg $M = 80$ kg

$\mu_s = 0{,}40$



$$F = (m+M)a \Rightarrow a = \frac{F}{m+M}$$

m:

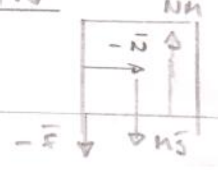


$$\left.\begin{aligned} F - N &= ma \\ f = \mu_s N &= mg \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F - \frac{mg}{\mu_s} = \frac{mF}{m+M} \Rightarrow F = \frac{\frac{mg}{\mu_s}}{\frac{M}{m+M}}$$

$$\Rightarrow F = \frac{(m+M)mg}{M\mu_s} = \underline{437 \text{ N}}$$

M:



⑥ $L_i = \frac{1}{2}MR^2\cdot\omega_i = 4{,}05$ kgm²/s

$$L_f = \left[\frac{1}{2}MR^2 + \frac{1}{2}m\left(\frac{R}{2}\right)^2 + m\left(\frac{R}{2}\right)^2\right]\omega_f =$$

$$= 0{,}162\cdot\omega_f \qquad L_i = L_f$$

$$\Rightarrow \omega_f = \frac{4{,}05}{0{,}162} = 25 \text{ rad/s}$$

Nu sätter friktionen in: τ_f

$$\tau_f = I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\tau_f}{I_{tot}}$$

efterfrågad tid: t $\qquad \Delta\omega = 25$ rad/s

$$t\cdot\alpha = \Delta\omega \Rightarrow t = \frac{\Delta\omega}{\alpha} = \frac{\Delta\omega\cdot I_{tot}}{\tau_f} =$$

$$= \frac{25\cdot 0{,}162}{0{,}3} = \underline{13{,}5 \text{ s}}$$