Chalmers Tekniska Högskola. 2017-04-12

Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER för D2 (tif085)

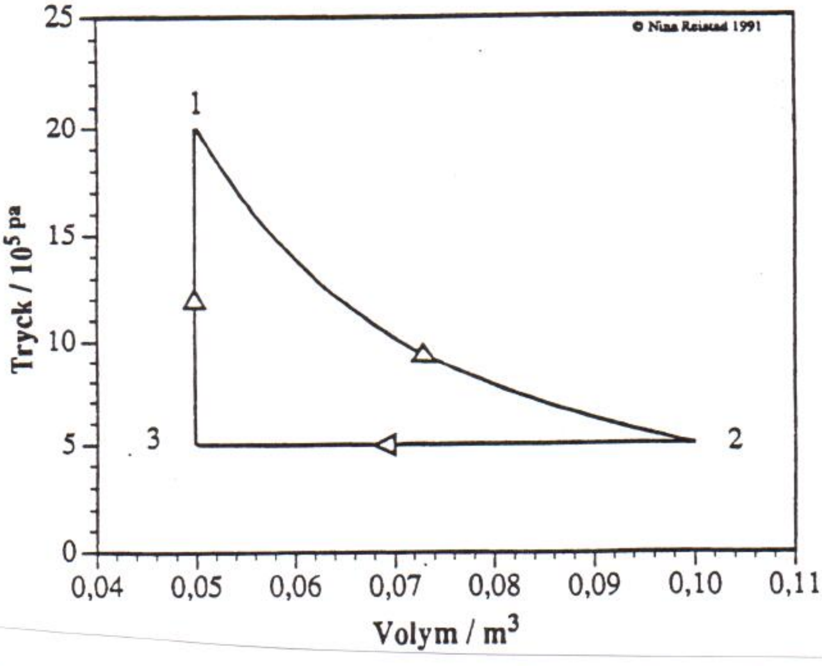
Lärare: Åke Fäldt tel 070 567 9080

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

Granskning: onsdagen den 26 april 11.50-12.30 i Vasa A.

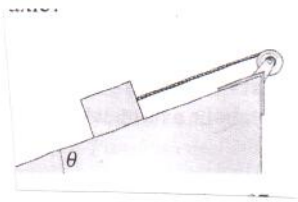
1. Pendeln på en Moraklocka har längden L =1,0000 m lång vid temperaturen 0,0 grader Celsius och är tillverkad av aluminium, vars linjära utvidgningskoefficient sätts till $2{,}4\cdot10^{-5}$ per grad och kan betraktas som oberoende av temperaturen.
Klockan är konstruerad för att visa rätt tid vid 20,0 grader Celsius. Hur stor kommer avvikelsen i tid vara, relativt rätt tid, efter en vecka om klockan under hela den veckan har temperaturen 45,0 grader Celsius? I en klocka av den här typen mäter man tid med hjälp av den svängningsrörelse som pendeln utför och perioden T (d v s hur många sekunder det tar för att genomföra en hel svängning fram och tillbaka) ges av uttrycket:
$$T = 2\pi\,(L/g)^{1/2}$$ (4 p)

2. En cylinder innehåller en enatomig gas och trycket i utgångsläget är 2,0 MPa. Gasen expanderar 1-2 med hjälp en, för oss obekant, process där sambandet mellan tryck och volym kan skrivas
$$P\,V^2 = \text{konstant}$$
Processen 2-3 är en isobar och processen 3-1 är en isokor. Använd figuren och beräkna nettoarbetet under en cykel, värmeutbytet med omgivningen (belopp och tecken) för var och en av delprocesserna samt processens verkningsgrad.
Notera att processen 1-2 varse sig är en isoterm eller adiabat och att man måste använda definitionen på arbete för att göra beräkningen av arbetet mellan 1 och 2. I värsta fall får man mäta i figuren, men får då inte full poäng. (4 p)

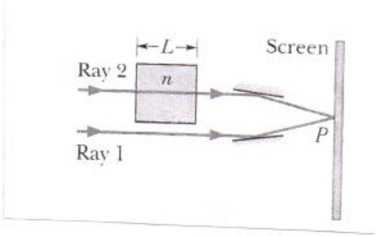


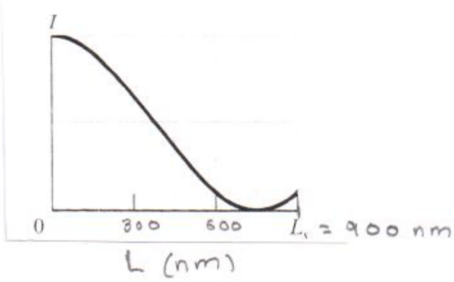
3. En stålkula släpps från taket av en byggnad och den passerar ett fönster på vägen ner. Det tar 0,100 s för kulan att passera själva fönstret som har en höjd som är 1,30 m. Kulan träffar marken nedanför byggnaden och studsar upp igen. Om vi utgår från att studsen är helt elastisk kommer färden uppåt att exakt densamma som färden nedåt, d v s dess fart är densamma omedelbart efter studsen som den var omedelbart före densamma. Den totala tiden som kulan tillbringar nedanför fönstret är 3,00 s. Hur hög är byggnaden? (4 p)

4. Figuren visar ett hjul med radien 0,20 m som är monterat på en friktionsfri axel. Ett masslöst snöre är lindat runt hjulet och förbundet med ett block vars massa är 2,00 kg och som glider på ett friktionsfritt och plant underlag som bildar vinkeln 20 grader med horisontalplanet. Blocket accelereras längs planet med 2,0 m/s². Bestäm tröghetsmomentet för hjulet med avseende på den friktionsfria axeln. (4 p)



5. Den vänstra figuren visar en försöksuppställning där två koherenta vågor som är i fas innan den ena vågen når ett område där brytningsindex är n och vars längd är L. Vågorna reflekteras mot lika dana speglar och sammanförs i punkten P där deras totala intensitet mäts. Antag att man kan variera L mellan 0 och 2400 nm Den högra figuren visar hur intensiteten varierar som funktion av L i intervallet 0 – 900 nm. Vid vilka värden eller vid vilket värde på L som är större än 900 nm får man maximal respektive minimal intensitet. (4p)

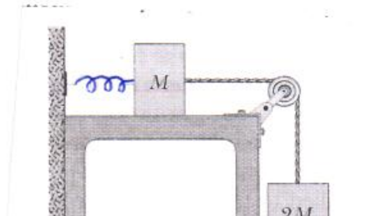




6. Två block med massorna M = 2,00 kg och 2M = 4,00 kg är förbundna med en fjäder vars kraftkonstant k är 200 N/m och vars ena ände är fixerad såsom visas i figuren. Den horisontella ytan och trissan är friktionsfria och trissan har dessutom försumbar massa. Blocken släpps från ett läge där fjädern är i sitt viloläge.

a. Hur stor är blockens sammanlagda rörelseenergi när det block som hänger vertikalt har sänkts 0,090 m?

b. Hur stor är den maximala sänkningen av det vertikalt hängande blocket innan det stannar momentant och börjar röra sig uppåt?



(1)

Längd vid $0°C$: L_0

— " — $20°C$: L_{20}

— " — $45°C$: L_{45}

$\alpha = 2{,}4\cdot10^{-5}$ 1/grad

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$L_{20} = L_0(1+\alpha\cdot 20)$

$L_{45} = L_0(1+\alpha\cdot 45)$

$$\frac{L_{45}}{L_{20}} = \frac{1+2{,}4\cdot10^{-5}\cdot45}{1+2{,}4\cdot10^{-5}\cdot20} = \frac{1{,}00108}{1{,}00048}$$

kvot mellan perioden vid $45°C$ och $25°C$

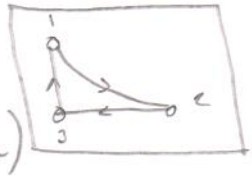
$$\frac{T_{45}}{T_{20}} = \sqrt{\frac{L_{45}}{L_{20}}} = 1{,}000599\ldots$$

klockan går alltså saktare vid $45°C$ än vid $20°C$. Avvikelse från rätt tid:

$7\cdot24\cdot3600\left(1-\sqrt{\frac{L_{45}}{L_{20}}}\right) = \underline{181\ s}$.

(2)

$c_V = \frac{3}{2}R \quad c_p = \frac{5}{2}R$



$1\to2 \quad W_{12} = \int_1^2 p\,dV =$

$= \text{konst}\int_{V_1}^{V_2}\frac{dV}{V^2} = P_1V_1^2\left(\frac{1}{V_1}-\frac{1}{V_2}\right)$

$= 50\ kJ$

$2\to3 \quad W_{23} = P_2(V_3-V_1) = -25\ kJ$

$W_{31} = 0$

$\Delta U_{12} = n\frac{3}{2}(T_2-T_1) = \frac{3}{2}(P_2V_2-P_1V_1) =$

$= -75\ kJ \Rightarrow Q_{12} = -25\ kJ$

$Q_{23} = n\frac{5}{2}R(T_3-T_2) = \frac{5}{2}(P_3V_3-P_2V_2) = -62{,}5\ kJ$

$Q_{31} = n\frac{3}{2}R(T_1-T_3) = 112{,}5\ kJ$

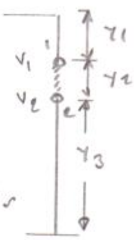
$e = \frac{50-25}{112{,}5} = \underline{0{,}22}$

(3)

$Y_2 = 1{,}30\ m$

passagetid (fönstret) $= t_1 = 0{,}100\ s$

fart i (1) $= v_1$



$Y_2 = v_1t_1 + \frac{1}{2}gt_1^2 \Rightarrow v_1 = 12{,}95\ m/s$

$v_1^2 - 0^2 = 2\cdot9{,}81\cdot Y_1 \Rightarrow Y_1 = 8{,}5487\ m$

$Y_1 + Y_2 = 8{,}5487 + 1{,}30 = 9{,}8487\ldots\ m$

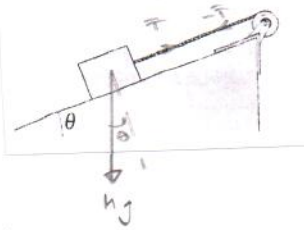
Det tar 1,5 s för kulan att falla $Y_3 = t_2$

$\Rightarrow Y_3 = v_2t_2 + \frac{1}{2}gt_2^2$

$v_2^2 = 2\cdot9{,}81\cdot(Y_1+Y_2) \Rightarrow v_2 = 13{,}90\ m/s$

$\Rightarrow Y_3 = 31{,}89\ m \quad \Rightarrow Y_1+Y_2+Y_3 = \underline{41{,}7\ m}$

(4)



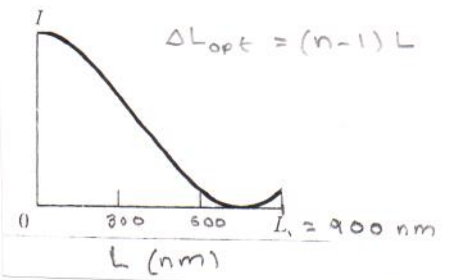
$\left.\begin{aligned} Mg\sin\theta - T &= Ma \\ TR &= I\alpha \\ \alpha &= \frac{a}{R}\end{aligned}\right\} \Rightarrow$

$\Rightarrow Mg\sin\theta - I\frac{a}{R^2} = Ma$

$\Rightarrow I = MR^2\left(\frac{g}{a}\sin\theta - 1\right) =$

$= 0{,}054\ kgm^2 = \underline{5{,}4\cdot10^{-2}\ kgm^2}$

(5)



$\Delta L_{opt} = (n-1)L$

min vid 750 nm

$\Rightarrow \frac{\lambda}{2} = (n-1)750$ (nm)

$\Rightarrow \lambda = (n-1)1500$

$L_1 = 900$ nm

max då $\delta L_{opt} = \lambda$

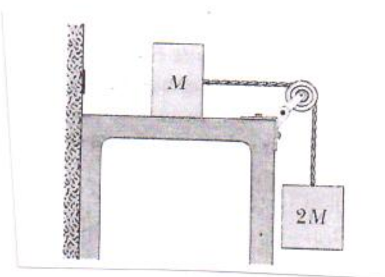
$\Rightarrow (n-1)L_{max} = 1500(n-1) \Rightarrow \underline{L_{max} = 1500\ nm}$

min då $\delta L_{opt} = \frac{3\lambda}{2} \Rightarrow \underline{L_{min} = 2250\ nm}$

(6)

$M = 2{,}0\ kg$

$k = 200\ N/m$



a)

$2Mgd = K + \frac{1}{2}kd^2$

$\Rightarrow \underline{K = 2{,}72\ J}$

b) $\frac{1}{2}k\,d_{max} = 2Mg\,d_{max}$

$\Rightarrow d_{max} = \underline{0{,}39\ m}$