

Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER del 1 för II & IM1 (tif190).

Lärare: Åke Fäldt, tel 772 3349 eller 070 567 9080

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

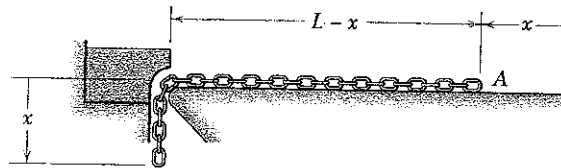
Rättningen: klar senast torsdagen den 4 juni 2009

Granskning: meddelas på kurshemsidan senast 1 juni 2009.

Betyg: 3:a 10-14 p, 4:a 15-19 p, 5:a 20p –

FÖRKLARA ALLTID INFÖRDA STORHETER OCH MOTIVERA EKVATIONER OCH SLUTSATSER. RITA TYDLIGA FIGURER.
KONTROLLERA SVARENS RIMLIGHET OCH DIMENSION.

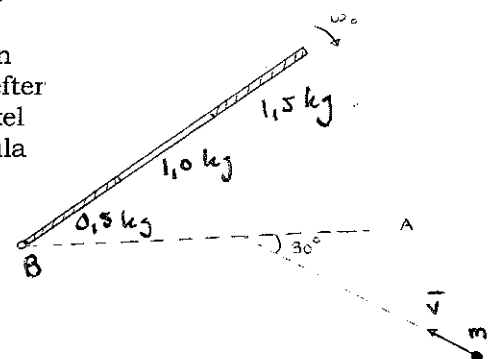
1. En kedja vars längd är 2,0 meter och som har massan 1,5 kg släpps från vila med en ursprunglig mycket litet överhäng x_0 . Underlaget som kedjan vilar på är friktionsfritt och hörnet som kedjan passerar är runt.
 - a. Bestäm accelerationen när halva kedjan har passerat hålet.
 - b. Bestäm spännkraften i den del av kedjan som passerar hålet som funktion av x .
 - c. Bestäm farten hos den sista länken A när den passerar hålet. (4 p)



2. Figuren visar två likadana slädar som vardera har massan 22,7 kg som ursprungligen står stilla tätt intill varandra. En katt vars massa är 3,63 kg står stilla på en av slädarna och hoppar sedan från den första släden till den andra och därefter omedelbart tillbaka till den första och sätter sig stilla där. Båda hoppen sker med en fart som är 3,05 m/s relativt marken. Bestäm sluthastigheterna för var och en av slädarna om vi antar att underlaget som slädarna står på är friktionsfritt. (4 p)



3. Figuren visar en långsmal pinne med längden 1,5 meter som består av tre lika långa homogena delar vars massor är 0,5 kg, 1,0 kg och 1,5 kg. Pinnen roterar fritt i horisontalplanet med en vinkelhastighet som ursprungligen är 0,5 rad/s. När pinnen befinner sig i läge A träffas den av en liten blykula (massa 0,08 kg) som skjuts mot den med farten 50 m/s såsom figuren visar. Kulan borrar sig in i pinnen i skarven mellan den mellersta och yttersta delen och stannar där efter träffen. Pinnen kan rotera friktionsfritt runt en vertikal axel vid B. Bestäm hur lång tid det tar för systemet pinne + kula att rotera ett helt varv efter träffen samt åt vilket håll det kommer att rotera. (4 p)



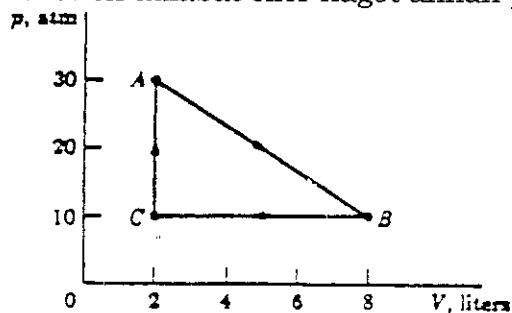
VG VÄND!

4. Var och en av nedanstående frågor (a-d) ger maximalt 1 poäng. Svaren på var och en av frågorna bör högst omfatta 10 rader.

- Vad innebär termen "energikvalitet"?
- För en spontan process är den totala entropiändringen positiv och för en process där T och P är konstanta är då förändringen av Gibbs fria energi negativ. Hur hänger detta ihop?
- Vid rumstemperatur är kvoten mellan C_p och C_v är mindre för gaser som består av fleratomiga molekyler (d v s har fler frihetsgrader) än för gaser som är enatomiga. Hur kommer detta sig?
- Gör en uppskattning med hjälp av en enkel beräkning av hur stor medelfarten är hos en gas som består av heliumatomer (molmassa 4 g) om temperaturen är 300 K.

5. En kastrull, som står på en värmeplatta, har en 15 mm tjock botten av en metall vars värmeledningsförmåga är 100 W/m K. Bottenarean är 1500 kvadratcentimeter. Man finner att 100 gram vatten kokar bort från kastrullen på 30 sekunder. Hur stor är temperaturen på den sida av kastrullbotten som är i kontakt med värmeplattan om vi vet att temperaturen på den sida som är i kontakt med vattnet är 100 grader Celsius? Ångbildningsvärmets för vatten sätts till 2,26 MJ/kg och vi bortser från randeffekter samt antar att processen har pågått så länge att stationärt tillstånd har inträtt, d v s temperaturerna inte varierar med tiden. (4 p)

6. En enatomig idealgas genomlöper den kretsprocess som visas i figuren. Tag figuren till hjälp och beräkna processens termiska verkningsgrad. Sätt temperaturen till 500 K i punkten A. Notera att delprocessen A-B vare sig är en isoterm eller en adiabat eller något annan process som vi har ett namn för. (4 p)



Skriv i rutan som tillhör uppgift 7 på tentaomslaget hur många poäng har haft sammanlagt på duggorna. Poängantalet omvandlas sedan till bonuspoäng på tentan. Sätt ett streck om du inte har varit med på någon av duggorna.

Lösningar till tentamen i Fysik för ingenjörer för I1 och TM1.



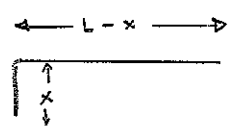
① Newtons 2:a lag a) och b)

a) $F = ma : \frac{x}{L} Mg = Ma \Rightarrow a = \frac{x}{L} g \quad x = \frac{L}{2} \Rightarrow a = \frac{g}{2}$

b) $\frac{x}{L} Mg - T = \frac{x}{L} Ma = \frac{x}{L} M \frac{x}{L} g \Rightarrow T = \frac{x}{L} Mg - \frac{x^2}{L^2} Mg = \frac{M}{L} g x (1 - \frac{x}{L})$

Med en bevaras

c) $\frac{L}{2} Mg = \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{gL} = \sqrt{9,81 \cdot 2} \text{ m/s} = 4,42 \text{ m/s} = 4,4 \text{ m/s}$



② Rördmängden bevaras, $P_i = 0$. Vi beräknar den högra slädens sluthastighet $\frac{v}{2}$

$m =$ kattmassa $M =$ slädmassa $\vec{v} =$ kattens hastighet

Fas 1: $m \vec{v} + M \vec{v}_1 = (m+M) \vec{v}_1 \Rightarrow \vec{v}_1 = \frac{m}{m+M} \vec{v} \quad \vec{v} = 3,05 \hat{x} \text{ m/s}$

Fas 2: $(m+M) \vec{v}_1 = m(-\vec{v}) + M \vec{v}_2$

$\Rightarrow \vec{v}_2 = \frac{(m+M) \vec{v}_1 + m \vec{v}}{M} = \frac{m}{m+M} \vec{v} \cdot \frac{m+M}{M} + \frac{m}{M} \vec{v} = 2 \frac{m}{M} \vec{v} = 0,935 \hat{x} \text{ m/s}$

$\vec{P}_i = 0 \Rightarrow \vec{P}_f = 0$ Den högra slädens sluthastighet (inkl. katt) $= \vec{v}_3$

$\Rightarrow \vec{P}_f = M \vec{v}_2 + (m+M) \vec{v}_3 = 0 \Rightarrow \vec{v}_3 = - \frac{M}{m+M} \vec{v}_2 = -0,841 \hat{x} \text{ m/s}$

③ $I_{pinne} = \frac{1}{3} M_1 l^2 + \left(\frac{1}{12} M_2 l^2 + M_2 \left(\frac{3}{2} l \right)^2 \right) + \left[\frac{1}{12} M_3 l^2 + M_3 \left(\frac{5}{2} l \right)^2 \right] = 24 M_1 l^2$

Alla mom. m.a.p A

$\vec{L}_i = I_{pinne} \omega_0 (-\hat{z}) + m v \sin \theta \cdot 2l (+\hat{z}) = (-1,5 + 2,0) \text{ kgm}^2/\text{s} \cdot \hat{z} = +0,5 \hat{z} \text{ kgm}^2/\text{s}$

$\vec{L}_f = \vec{L}_i$ ty inga yttre vridmoment $\vec{L}_f = [I_{pinne} + m(2l)^2] \vec{\omega}_f = \vec{L}_i$

$\Rightarrow \vec{\omega}_f = \frac{0,5}{3,0 + 0,08(2 \cdot 0,5)^2} \hat{z} = 0,162 \hat{z}$ rot moturs

$T = \frac{2\pi}{\omega} = 38,6 = 39 \text{ s}$

$M_3 = 3M_1, M_2 = 2M_1$
 $\theta = 30^\circ, m = 0,08 \text{ kg}$
 $v = 50 \text{ m/s}, \omega_0 = 0,5 \text{ rad/s}$
 $M_1 = 0,5 \text{ kg}$

④ b) $\Delta G < 0 \Rightarrow \Delta S_{omj} + \Delta S_{st} > 0$

c) $c_v = \frac{\alpha}{2} R, c_p = (\frac{\alpha}{2} + 1) R$
 stort α ger $c_p/c_v \rightarrow 1$

d) $\frac{1}{2} mv^2 = \frac{3}{2} kT$
 $\Rightarrow v = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}{4 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}} = 1367 \text{ m/s}$
 $\langle v \rangle \approx 1,1 \cdot v \approx 1500 \text{ m/s}$

⑤ För att koka bort Δm under Δt krävs en energimängd $Q = L \cdot \Delta m$

$L = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$

$\Rightarrow \frac{Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt} = L \frac{dm}{dt}$

Denne effekt måste ledas in genom botten

$\frac{dQ}{dt} = \lambda \cdot A \frac{T_2 - T_1}{d} = \lambda A \frac{\Delta T}{d} \Rightarrow \Delta T = \frac{L \frac{dm}{dt} \cdot d}{\lambda \cdot A}$

$= \frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,100}{20} \cdot 0,015}{100 \cdot 1500 \cdot 10^{-4}} = 7,15^\circ \text{C}$

Svar: $107,15^\circ \text{C}$

⑥ $PV = nRT, c_v = \frac{3}{2} R, c_p = \frac{5}{2} R$

$e = \frac{W_{net}}{\Sigma Q_{in}}$

$W_{net} = \text{triangelns yta} = \frac{1}{2} (30-10) 10^5 (8-2) \cdot 10^{-2} 10 = 6000 \text{ J}$

$Q_{CA} = n c_v (T_A - T_C)$

$n = \frac{P_A V_A}{R T_A}, T_B = \frac{P_B V_B}{n R} = \frac{P_B V_B}{P_A V_A} T_A = \frac{4}{3} T_A, T_C = \frac{P_C V_C}{P_A V_A} T_A = \frac{1}{3} T_A$

$\Delta U_{AB} = n c_v (T_B - T_A) > 0, W_{AB} > 0, Q_{AB} = \Delta U_{AB} + W_{AB} = 15000 \text{ J}, Q_{CA} = 6000 \text{ J}$

$e = \frac{6000}{21000} = 29\%$