

Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER del 1 för I (tif 190).

Lärare: Åke Fäldt, 070 567 9080

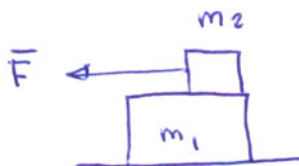
Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell. Valfri kalkylator (tömd på för kursen relevant information) samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

Granskning: Kl 13.15-14.00 samma dag som tentan i Linjär Algebra, d v s 3 juni 2013.

1. Två lika långa och lika tjocka stavar, den ena av koppar och den andra av järn är sammanfogade med en lödning vars smältpunkt är 90 grader Celsius. Änden på Cu-staven är i god termisk kontakt med en värmereservoar, vars temperatur hålls vid temperaturen T . Fe-staven är på samma sätt förbunden med en reservoar där temperaturen hålls vid 20 grader Celsius. Värmeledningsförmågan hos Cu är 400 W/m K , medan den är ca en femtedel så stor för Fe.
- Vid vilket värde på T riskerar man att lödstället smälter? Utgå ifrån att all värmetransport sker i stavarnas längdriktning och att själva lödstället har försumbar termisk resistans.
 - Hur mycket värme transporteras varje sekund genom stavarna om var och en av dem har längden $0,5 \text{ m}$ och tvärsnittsarean $1,0 \text{ kvadratcentimeter}$?

(4 p)

2. I figuren har blocket 1 en massa som är 40 kg och blocket 2 massan 12 kg . Friktionen mellan block 1 och den horisontella yta som det har kontakt med kan försummas. Mellan de båda blocken beskrivs friktionen av en statisk friktionskoefficient som är $0,60$ och en dynamisk friktionskoefficient som är $0,40$. En horisontell kraft F , vars belopp är 120 N , appliceras på block 2 såsom figuren visar. Beräkna de båda blockens accelerationer a_1 och a_2 såväl till belopp som riktning.



(4 p)

3. Kabeln som håller upp hissen i figuren går plötsligt av när hissen befinner sig på första våningen. Då befinner sig hissens golv på avståndet $d = 3,7 \text{ m}$ ovanför en mycket kraftig fjäder med $k = 0,25 \text{ MN/m}$. En säkerhetsanordning, broms, löses ut som gör att hisskorgen utsätts för friktion f när den färdas nedåt. Denna friktionskraft har beloppet $4,4 \text{ kN}$. Beräkna
- hissens fart precis innan den kommer i kontakt med fjädern. Hissens massa är 1800 kg .
 - den maximala kompressionen av fjädern (friktionen verkar även under denna fas)
 - hur långt, relativt fjäderns avspända läge, hissen kommer att studsas upp p g a kompressionen av fjädern.

(4 p)



4. En tågbanan är monterad på ett stort hjul A som kan rotera friktionsfritt runt en central vertikal axel såsom figuren visar. Ett leksakståg, med massan M , placeras på banan (som då befinner sig i vila). Tåget sätts igång och uppnår efter en stund farten $0,15 \text{ m/s}$ relativt rälsen. Hur stor är då vinkelhastigheten hos räls och hjulet A om deras sammanlagda massa är $1,1M$ och hjulet har en radie som är $0,43 \text{ meter}$. Det är tillåtet att betrakta hjul A + räls som en tunn ring, dvs rälsens och yttersta delen av hjulets radiella utsträckning samt inverkan av ekrarna kan försummas.

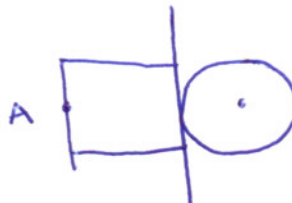
(4 p)



VG VÄND!

5. Figuren visar en rigid konstruktion bestående av en tunn cirkulär ring (radie R och massa m) samt en kvadrat som är tillverkad av fyra tunna stavar, var och en med radien R och massan m . Hela konstruktionen kan rotera friktionsfritt runt den vertikala axeln. Massan $m = 2,0$ kg och $R = 0,50$ m. I punkten A appliceras en kraft F (belopp 12 N) som under sin verknings tid, som är 3,0 s, hela tiden är parallell med normalen till kvadratens yta. (Det innebär att den hela tiden är riktad så att dess verkan på rörelsen hos konstruktionen är maximal). Om konstruktionen är stillastående när kraften appliceras, hur stor är då vinkelhastigheten efter de tre sekunderna som den verkar? En tunn ring som snurras runt en axel som går längs dess diameter har ett tröghetsmoment som är $\frac{1}{2} MR^2$, där M är massan och R är radien.

(4 p)



6. Antag en reversibel kretsprocess där en viss mängd av en ideal enatomig gas genomlöper en kretsprocess som består av följande tre steg:

A-B: isobar expansion till dubbla volymen

B-C: tryckreducerande isokor

C-A: adiabatisk kompression

Beräkna processens termiska verkningsgrad.



(4 p)

Kontrollfrågor:

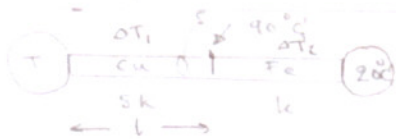
Skriv i rutorna 7 och 8 hur många rätt (d v s **INTE** hur många bonuspoäng detta ger!) du hade på första respektive andra duggan under kursen i år. Om du inte varit med på en av duggorna eller på ingen av duggorna, sätter du ett eller två streck. Jag kontrollerar allt detta mot mina listor.

Sätt ett kryss i ruta nr 9 om du har gjort laborationen i år.

Tentamen i Fysik del 1 för T1 2013-05-30

CT

①



$$\Delta T_1 + \Delta T_2 = T - 20, \quad \Delta T_1 = T - 90$$

$$k_{Cu} \cdot \Delta T_1 = k_{Fe} \cdot \Delta T_2$$

$$\Rightarrow \Delta T_2 = \frac{k_{Cu}}{k_{Fe}} \Delta T_1 \Rightarrow \Delta T_2 = 5 \Delta T_1$$

$$\therefore \Delta T_1 + 5 \Delta T_1 = T - 20 \Rightarrow 6 \Delta T_1 = T - 20$$

$$\Rightarrow 6(T - 90) = T - 20$$

$$\Rightarrow T = 104^\circ \text{C}$$

$$Q = k_{Cu} \cdot S \cdot \frac{\Delta T_1}{l} \cdot t = 100 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{14}{0,1} \cdot 1 = 1,12 \text{ J}$$

③

a) $mgd = \frac{1}{2}mv^2 + fd$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3,7 - \frac{2 \cdot 4400 \cdot 3,7}{1800}} = 7,35 \text{ m/s} = 7,4 \text{ m/s}$$

b) $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 + fx - mgx$

$$\Rightarrow x = 0,68 \text{ m}$$

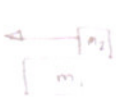
c) $mgd = fd + 2xf + fy + mgy$

$$\Rightarrow y = 1,94 \text{ m}$$

②

$$\mu_s = 0,60$$

$$\mu_k = 0,40$$



$$m_2 = 12 \text{ kg} \Rightarrow f_{s, \max} = 12 \cdot 9,81 \cdot 0,60 = 70,6 \text{ N}$$

$$\therefore m_2 \text{ kommer att röra sig åt höger} \Rightarrow \mu_k$$



$$f_k = 12 \cdot 9,81 \cdot 0,40 = 47,1 \text{ N}$$

$$\bar{F} + \bar{f}_k = m_2 \cdot \bar{a}_2 \Rightarrow a_2 = -\frac{120 - 47,1}{12} = -6,07 \text{ m/s}^2$$



$$\bar{a}_1 = f_k = m_1 \cdot \bar{a}_1 \Rightarrow a_1 = -\frac{f_k}{m_1} = -\frac{47,1}{12} = -3,92 \text{ m/s}^2$$

④

$$L \text{ bevaras} \quad L = 0$$

Fällets linje
erhåller vid
en punkt
med massan 1,1 kg



fäget rör sig på ett visst sätt med massan m
 $L = 0$

$$1,1 \text{ kg} \cdot v \cdot R + 1,1 \text{ kg} \cdot (v + 0,15) \cdot R = 0$$

$$\Rightarrow v = -\frac{0,15}{2,1} = -0,071 \text{ m/s}$$

$$\omega = \frac{v}{R} = -\frac{0,071}{0,40} = -0,177 \text{ rad/s}$$

⑤

$$I_0 = \frac{1}{2}MR^2 + MR^2$$

$$I_D = 2 \cdot \frac{1}{3}MR^2 + MR^2$$

$$\Rightarrow I_{\text{det}} = \frac{19}{6}MR^2$$

$$= \frac{19}{6} \cdot 2,0 \cdot 0,50^2 = 1,58 \text{ kg m}^2$$

$$\tau = I \alpha \quad \tau = FR = 12 \cdot 0,5 = 6 \text{ Nm}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\tau}{I} \Rightarrow \omega = 2 \cdot \frac{6}{1,58} = 11,37 \text{ rad/s} = 11 \text{ rad/s}$$

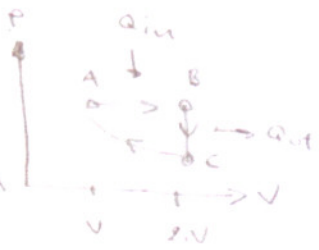
⑥

$$e = \frac{Q_{\text{in}} + Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}}$$

$$Q_{\text{in}} = n C_p (T_B - T_A) =$$

$$= n \frac{5}{2} R (2T_A - T_A) = n \frac{5}{2} R T_A$$

$$Q_{\text{out}} = n C_v (T_C - T_B)$$



$$T_C V_C^{\gamma-1} = T_A V_A^{\gamma-1} = T_C = T_A \left(\frac{V_A}{V_C} \right)^{\gamma-1}$$

$$C_p = \frac{5}{2} R \quad C_v = \frac{3}{2} R \Rightarrow \gamma = \frac{5}{3} \Rightarrow \gamma-1 = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow T_C = T_A \left(\frac{1}{2} \right)^{2/3}$$

$$\Rightarrow e = \frac{\frac{5}{2} + \frac{3}{2} \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{2/3} - 2 \right]}{\frac{5}{2}} = 0,125 = 12,5\%$$

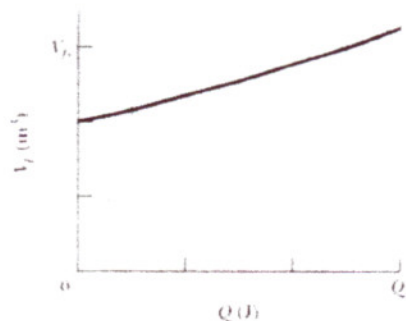
Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER del 1 för 1 (tif 190).

Lärare: Ake Fäldt, 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 anteckningar.

Granskning: Torsdagen den 5 september kl 11.50-12.30 i HA1.

1. Anta att 0,825 mol av en ideal gas genomgår en isoterm expansion när den tillförs energi i form av värme. Figuren visar gasens volym som funktion av hur mycket värme som tillförts. Skalorna på axlarna är linjära. Värdet för Q_s är 1200 J och 0,30 kubikmeter för V_{is} . Hur stor är gasens temperatur? (4 p)



2. En cylinder innehåller en enatomig idealgas. Trycket i cylindern är 2,0 MPa i punkt 1. Gasen expanderar enligt sambandet

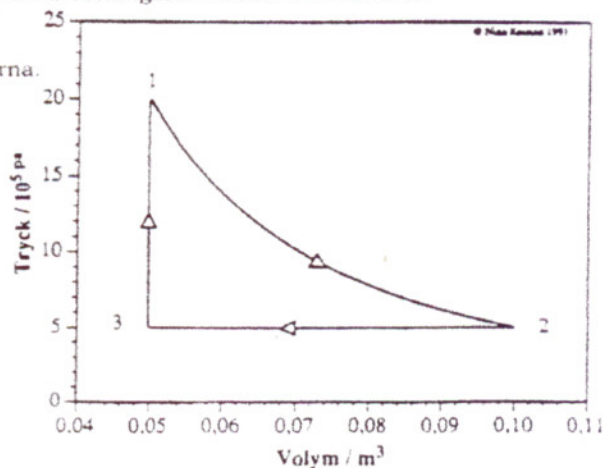
$$P V^2 = \text{konstant}$$

(Detta innebär att processen mellan 1 och 2 inte är någon av de ideala processer som vi har färdiga formler för.)

Gasen kyls sedan vid konstant tryck till den ursprungliga volymen. Slutligen tillförs värme under konstant volym till utgångsläget 1. Tag figuren till hjälp för avläsningar av värden och bestäm:

- Nettoarbetet under en cykel 1-2-3-1.
- Värmeutbytet med omgivningen under delprocesserna.
- Processens verkningsgrad.

(4 p)



3. Den dynamiska friktionskoefficienten mellan blocket och planet i figuren är 0,25 och kilvinkeln θ är 60 grader. Bestäm accelerationsvektorn $\mathbf{a}$ (riktning och belopp) när blocket glider uppför respektive nedför planet. (4 p)

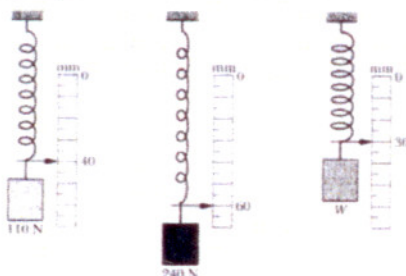
VG VÄND!



4. En fjäder är upphängd bredvid en linjär skala graderad i mm. Tre olika tyngder belastar fjädern och resultatet visas i figuren nedan. Avläsningen sker med hjälp av en pil som satts fast i fjäderns ände.

- var kommer pilen att befinna sig om fjädern är obelastad, d v s utan tyngd i änden.
- Bestäm W (uttryckt i N) för tyngden i figuren längst till höger.

(4 p)



5. En uniform stav med längden $L = 6,10$ m och vikten 445 N, vilar på horisontell och plan mark och lutar dessutom mot en friktionsfri rulle som är belägen på höjden $h = 3,05$ m från marken. Staven befinner sig i vila för alla vinklar θ som är större än 70 grader men glider om denna vinkel är mindre än 70 grader. Bestäm den statiska friktionskoefficienten mellan staven och marken.

(4 p)



6. En liten solid kula med radien $0,25$ cm och massan $0,56$ g rullar utan att glida på insidan av en halvsfär, vars radie är 15 cm. Kulans startar i vila från toppen av halvsfären. Tröghetsmomentet för en sfär som rullar på det sättet som är aktuellt här ges av $I = \frac{2}{5} MR^2$.

- Hur stor är kulans kinetiska energi i botten av halvsfären?
- Hur stor är dess rotationsenergi i botten av halvsfären?
- Bestäm normalkraften N (belopp och riktning) som halvsfären utövar på kulan när denna passerar bottenläget?

(4 p)



① Ur figuren : $Q = 1200 \text{ J}$
 $V_i = 0,20 \text{ m}^3$
 $n = 0,825 \text{ mol}$
 $V_f = 0,35 \text{ m}^3$

Isoterm process

$$Q = nRT \cdot \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$\Rightarrow T = \frac{Q}{nR \cdot \ln \frac{V_f}{V_i}} = \frac{1200}{0,825 \cdot 8,31 \cdot \ln \frac{0,35}{0,20}} = \underline{\underline{360 \text{ K}}}$$

②

$$1 \rightarrow 2 : W_{12} = \int_1^2 p dV = \text{konst} \int_1^2 \frac{dV}{V} = p_1 V_1 \left(\frac{1}{V_i} - \frac{1}{V_f} \right) = 50 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$2 \rightarrow 3 : W_{23} = p_2 (V_3 - V_2) = -25 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$3 \rightarrow 1 : W_{31} = 0 \quad \underline{\underline{2W = 25 \cdot 10^3 \text{ J}}}$$

Värmeutbyte : $Q = \Delta U + W$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = -75 \cdot 10^3 \text{ J} \Rightarrow \underline{\underline{Q_{12} = -25 \cdot 10^3 \text{ J}}}$$

$$Q_{23} = n' C_p \Delta T = (p_3 V_3 - p_2 V_2) \frac{3+2}{2} = -62,5 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$Q_{31} = n' C_v \Delta T = (p_1 V_1 - p_3 V_3) \frac{3}{2} = 112,5 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Verkn. grad. $\eta = \frac{25 \cdot 10^3}{112,5 \cdot 10^3} = \underline{\underline{22\%}}$

③ $\theta = 60^\circ$ $\mu_k = 0,25$ $\vec{N}$

$$N = mg \cos \theta$$

$$f = \mu_k mg \cos \theta$$

nedåt :

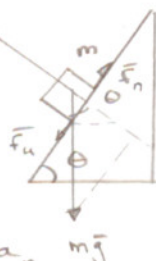
$$mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta = ma_n$$

$$\Rightarrow a_n = 7,3 \text{ m/s}^2$$

uppåt

$$mg \sin \theta + \mu_k mg \cos \theta = ma_u$$

$$\Rightarrow a_u = 9,7 \text{ m/s}^2$$



④

Hookefjäder : $F = kx$

Vid jämvikt : $F = mg$

Bilderna numrerade 1, 2, 3 fr. vän till h

$$F_1 = k(x_{1s})$$

$$F_2 = k(x_{2s})$$

$$F_3 = k(x_{3s})$$

$$x_i = x_{is} + a$$

$W = \text{tryckden}$

$$F_2 - F_1 = W_2 - W_1 = k(x_{2s} - x_{1s})$$

$$\Rightarrow k = \frac{W_2 - W_1}{x_2 - x_1} = \frac{240 - 110}{(60 - 20) \cdot 10^{-3}} = 6500 \text{ N/m}$$

$$W_1 = k x_{1s} \Rightarrow x_{1s} = 16 \text{ mm} \Rightarrow a = 23 \text{ mm}$$

$$3 : W = k x_{3s} \quad x_{3s} = (30 - 23) \text{ mm} = 7 \text{ mm} \Rightarrow W = 6500 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 45,5$$

⑤

$$L = 6,10 \text{ m} \quad W = 445 \text{ N}$$

$$h = 3,05 \text{ m} \quad \theta = 70^\circ$$

$\sum m, a, p, 0 :$

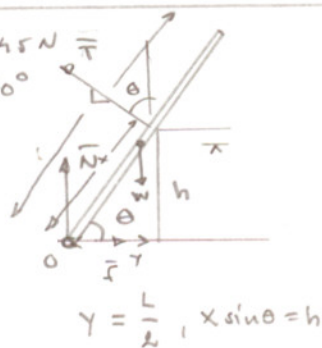
$$x : F - T \sin \theta = 0$$

$$y : N + T \cos \theta - W = 0$$

$$\tau : T \cdot x = W y$$

$$f = \mu_s N$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\mu_s = 0,34}}$$



⑥

$$a) U_i = mgR =$$

$$= 0,82 \text{ mJ}$$



$$b) U_i = k_f \Rightarrow mgR = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 =$$

$$= \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} m r^2 \cdot \frac{v^2}{r^2} = \frac{1}{2} m v^2 (1 + \frac{2}{5})$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{2}{5} \frac{mgR}{7/5} = \underline{\underline{0,24 \text{ mJ}}}$$

$$c) v : mgR = \frac{1}{2} m v^2 \frac{7}{5} \Rightarrow v^2 = 2,102 \text{ (m/s)}^2$$



$$N - mg = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow N = mg + m \frac{v^2}{R} =$$

$$= 0,56 \cdot 10^{-2} (9,81 + \frac{2,102}{0,15}) = 0,013 \text{ N}$$

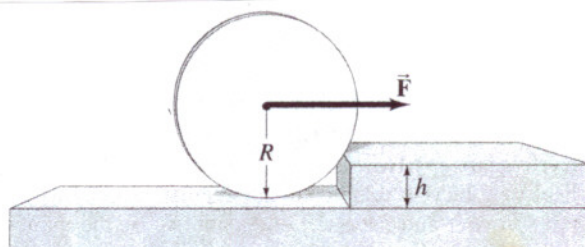
Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER för I1 (tif190).

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.

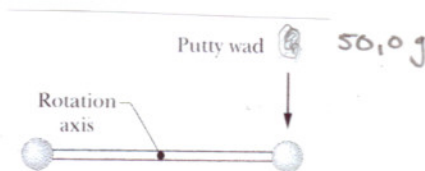
Granskning: Må 2012-09-10 kl 12.00-12.30 i Vasa A.

1. Det nappar dåligt när du är ute och fiskar. För att fördriva tiden roar du dig med att sätta handen 0,45 m ovanför sänket (den lilla metallkulan som gör att fiskelinen kan sjunka) och låta detta rotera i luften i en cirkel vars centrum ligger rakt under dig. Sänket fullbordar ett varv på 0,50 s. Hur stor vinkel bildar den 0,45 m långa delen av fiskelinen med en vertikal axel? (4 p)
2. Antag att ett kraftverk levererar effekten 850 MW med hjälp av ångturbiner. Ångan går in i turbinerna som arbetar vid temperaturen 625 K. Kraftverket tar in kylvatten från en flod som har temperaturen 285 K innan det kommer in i turbinen. Antag att kraftverket arbetar som en ideal Carnotprocess och att vattenflödet in till turbinen är 34 m^3 per sekund. Vad är temperaturen hos det kylvatten som släpps ut i floden. (4 p)
3. Under ett ösregn regnar det 50 mm/h . Regndropparna har en vertikal hastighet som är $8,0 \text{ m/s}$ omedelbart innan de träffar en horisontell helt platt plåt, som har storleken $1,0 \text{ kvm}$. Hur stor är den totala kraft som regndropparna ger upphov till på plåten om vi antar att de inte studsar tillbaka uppåt efter det att de har träffat densamma? (4 p)
4. Ett cylindriskt hjul med massan M har radien R . Det är ursprungligen beläget såsom figuren visar. Hur stor måste den horisontella kraften F minst vara för att hjulet ska kunna ta sig uppför steget med höjden h . $h < R$. (4 p)

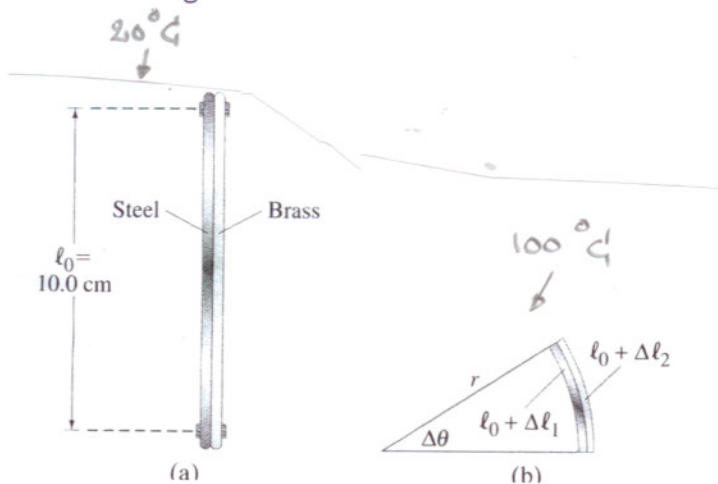


VG VÄND!

5. Två små bollar som vardera har massan $2,00 \text{ kg}$ är fästade i varsin ände av en tunn masslös stav med längden $0,50 \text{ m}$. Pinnen kan rotera fritt runt en horisontell axel som går genom dess mittpunkt. När pinnen är horisontell träffas den mitt på den ena bollen av en liten klump modellera som kommer farande med en vertikal hastighet som är $3,00 \text{ m/s}$. Lerklumpen fastnar.
- Hur stor är systemets vinkelhastighet omedelbart efter det att lerklumpen fastnat?
 - Systemet kommer alltså att börja rotera runt axeln. I vilket läge upphör rotationsrörelsen momentant innan den byter rotationsriktning? (4 p)



6. En temperaturreglator (termostat) består bl a av en komponent som innehåller två metallremsor. En av mässing och en av stål. I vardera änden är remsorna fast sammanfogade. Vid temperaturen $20 \text{ grader Celsius}$ är var och en av remsorna $10,0 \text{ cm}$ långa och de har en tjockleken $2,0 \text{ mm}$. Den linjära utvidningskoefficienten för mässing är $19 \cdot 10^{-6}$ och $12 \cdot 10^{-6}$ för stål. Det är tillåtet att bortse från att remsornas tjocklek ändras när temperaturen ändras. Bestäm krökningsradien r när temperaturen är $100 \text{ grader Celsius}$. (4 p)



Lösningar till tentamen i Fysik 1 för I1 (TIF190) 20120825

① $v = \frac{2\pi r}{\Delta t} = \frac{2\pi R \sin \theta}{\Delta t}$



$T \cos \theta = mg$
 $T \sin \theta = m \frac{v^2}{r}$

$\Rightarrow \frac{mg \sin \theta}{\cos \theta} = m \left(\frac{2\pi R \sin \theta}{\Delta t} \right)^2 \frac{1}{R \sin \theta}$

$\Rightarrow \frac{g}{\cos \theta} = \frac{(2\pi)^2 R}{\Delta t^2} \Rightarrow \cos \theta = \frac{g \Delta t^2}{(2\pi)^2 R}$

$\Rightarrow \cos \theta = \frac{9,81 \cdot 0,5^2}{(2\pi)^2 \cdot 0,45} \Rightarrow \theta = 82^\circ$

② Carnot:

$$e = \frac{T_h - T_k}{T_h} = \frac{625 - 285}{625} = 0,544$$

$$e = \frac{W}{Q_{in}} \Rightarrow Q_{in} = \frac{W}{e}$$

$$Q_{out} = Q_{in} - W = \left(\frac{1}{e} - 1 \right) W = \frac{1-e}{e} W$$

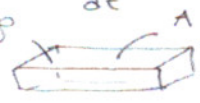
$$Q_{out} = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q_{out}}{mc} = \frac{Q_{in}}{V \rho c}$$

$$m = V \cdot \rho$$

$$\therefore \Delta T = \frac{\frac{1-e}{e} W}{V \rho c} = \frac{1-0,544}{0,544} \frac{850 \cdot 10^6}{34,1 \cdot 10^3 \cdot 4,18 \cdot 10^3} \text{ K}$$

$$= 5,01^\circ \Rightarrow T = 285 + 5 = 290 \text{ K}$$

③



$F = \frac{dp}{dt} = \frac{(v-0) dm}{dt}$

$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

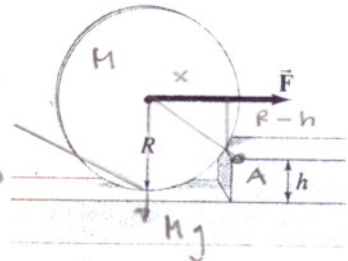
$\frac{dy}{dt} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{3600} \text{ m/s}$

$\Rightarrow \frac{dm}{dt} = A \cdot \rho \cdot \frac{dy}{dt}$

$\Rightarrow F = v A \rho \frac{dy}{dt} = 8 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 10^3 \cdot \frac{50 \cdot 10^{-3}}{3600} = 0,11 \text{ N}$

④

$$R^2 = x^2 + (R-h)^2$$

$$\Rightarrow x = \sqrt{2Rh - h^2}$$


Normalkraft här = 0

Vnd. Moment m.a.p. punkten A:

$$\tau_{\text{F}} = F(R-h) \quad \tau_{\text{H}} = Hg x = Hg \sqrt{2Rh - h^2}$$

Gräns för att komma upp för steget

$$\tau_{\text{F}} = \tau_{\text{H}} \Rightarrow F(R-h) = Hg \sqrt{2Rh - h^2}$$

$$\Rightarrow F = \frac{Hg \sqrt{2Rh - h^2}}{R-h}$$

⑤ Moment m.a.p. A

$L_i = L_f$

$L_i = mv \frac{l}{2} \quad L_f = \left[2H \left(\frac{l}{2} \right) + m \left(\frac{l}{2} \right) \right] \omega$

$\Rightarrow \omega = \frac{mv \frac{l}{2}}{\left(\frac{l}{2} \right) [2H + m]} = \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 3,00}{0,500 (2 \cdot 2,00 + 50 \cdot 10^{-3})}$

$= 0,148 \text{ rad/s}$

Efter sammanläggningen bevaras den meh. energin, $\Delta K_i = \Delta U$

$\Delta K = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad \Delta U = mg \cdot h \Rightarrow h = \frac{\frac{1}{2} I \omega^2}{mg}$

$I = (2H + m) \left(\frac{l}{2} \right)^2 \Rightarrow h = \frac{\frac{1}{2} (2H + m) \left(\frac{l}{2} \right)^2 \omega^2}{mg}$

$= \frac{\frac{1}{2} (2 \cdot 2,0 + 50 \cdot 10^{-3}) 0,148^2}{50 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81} = 0,00565 \text{ m}$

$\tan \theta = 0,00565 / 0,25 \Rightarrow \theta = 1,29^\circ \approx 1,3^\circ$

⑥

$$\Delta \theta = \frac{s_1}{r} = \frac{s_2}{r + \Delta r}$$

$s_1 = l_0 + \alpha_1 \cdot \Delta t \cdot l_0$
 $s_2 = l_0 + \alpha_2 \cdot \Delta t \cdot l_0$

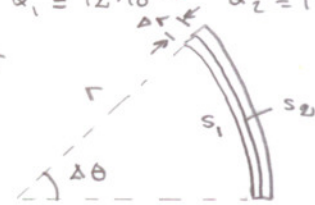
$s_2 \cdot r = s_1 (r + \Delta r)$

$\Rightarrow (1 + \alpha_1 \Delta t) (r + \Delta r) = (1 + \alpha_2 \Delta t) r$

$\Rightarrow r + \Delta r + r \cdot \alpha_1 \Delta t + \alpha_1 \Delta t \cdot \Delta r = r + r \alpha_2 \Delta t$

$\Rightarrow r (\alpha_2 - \alpha_1) \Delta t = \Delta r + \alpha_1 \Delta t \cdot \Delta r$

$\Rightarrow r = \frac{\Delta r (1 + \alpha_1 \Delta t)}{(\alpha_2 - \alpha_1) \Delta t} = \frac{2 \cdot 10^{-3} (1 + 12 \cdot 10^{-6} \cdot 80)}{(14 - 12) 10^{-6} \cdot 80} = 3,57 = 3,6 \text{ m}$



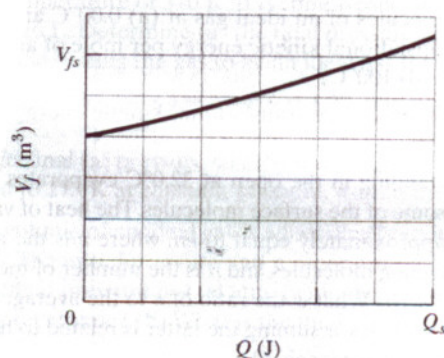
Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER för D2 (tif085).

Lärare: Åke Fäldt, 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 anteckningar.

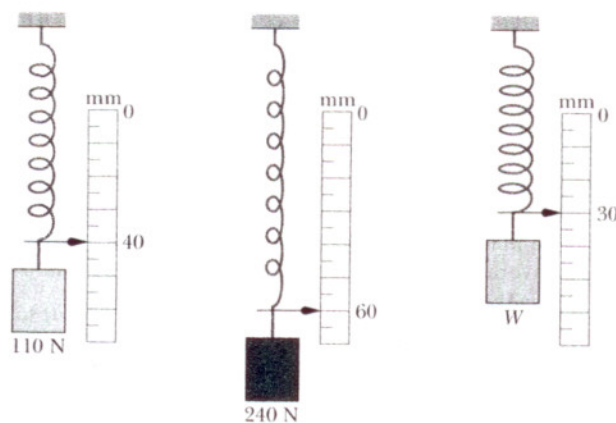
Granskning: Torsdagen den 5 september kl 11.50-12.30 i HA1.

1. Anta att 0,825 mol av en ideal gas genomgår en isoterm expansion när den tillförs energi i form av värme. Figuren visar gasens volym som funktion av hur mycket värme som tillförts. Skalorna på axlarna är linjära. Värdet för Q_s är 1200 J och 0,30 kubikmeter för V_{fs} . Hur stor är gasens temperatur? (4 p)



2. En fjäder är upphängd bredvid en linjär skala graderad i mm. Tre olika tyngder belastar fjädern och resultatet visas i figuren nedan. Avläsningen sker med hjälp av en pil som satts fast i fjäderns ände.
- Var kommer pilen att befinna sig om fjädern är obelastad, d v s utan tyngd i änden.
 - Bestäm W (uttryckt i N) för tyngden i figuren längst till höger.

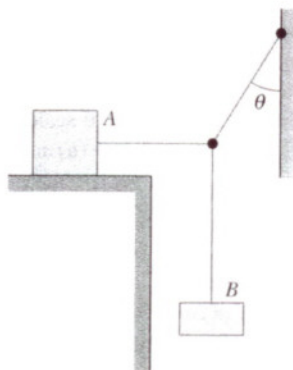
(4 p)



3. Ett gitter har 350 ritsar per mm och belyses med synligt ljus som infaller vinkelrätt. Synligt ljus har våglängder mellan 400 och 700 nm. Ett spektrum bildas på en skärm som befinner sig på avståndet 30,0 cm från gittret. Man klipper ett kvadratisk hål (kantlängd 10,0 mm) i skärmen där den kant som befinner sig närmast det centrala maximum har avståndet 50,0 mm till detta. Bestäm den kortaste respektive den längsta våglängd som går igenom det uppklippta hålet. (4 p)

VG VÄND!

4. Block A (massa 10,0 kg) i figuren befinner sig i vila. A skulle dock glida om block B (massa 5,0 kg) var tyngre. Om vinkeln θ är 30 grader, hur stor är då den statiska friktionskoefficienten mellan A och den yta som den är i kontakt med? (4 p)



5. En kropp med radien R och massan m rullar utan att glida med farten v på ett horisontellt underlag. Den rullar uppför en backe till en maximal höjd h (innan den vänder och rullar ner igen) som ges av uttrycket

$$h = 3v^2/4g$$

Bestäm kroppens tröghetsmoment med avseende på rotationsaxeln. Vad kan man tänka sig att det för slags kropp?

(4 p)

6. En elektron i en 1-dimensionell potentiallåda med längden 12 nm befinner sig i ett exciterat tillstånd där sannolikhetstätheten har ett första maximum på ett avstånd av 1,0 nm från ena lådkanten.
- Hur stor är sannolikheten på avståndet 1,0 nm från lådkanten?
 - Hur stor är sannolikheten att hitta elektronen i den en av de tolfte delar som är närmast en av ändarna av lådan?
 - Vilken fart har elektronen?
 - Vilken våglängd måste en foton ha för att kunna lyfta elektronen till närmast högre energitillstånd?

Skriv i ruta 7 hur många rätt du hade sammanlagt på de två duggorna som hölls under kursen ht 2012. Om du inte minns, ange detta. Om du inte alls var med, ange detta.

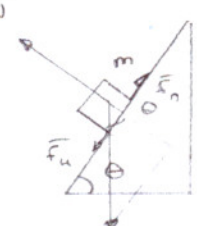
① Ur figuren : $Q = 1200 \text{ J}$
 $V_i = 0,20 \text{ m}^3$
 $n = 0,825 \text{ mol}$
 $V_f = 0,35 \text{ m}^3$

Isoterm process

$$Q = nRT \cdot \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$\Rightarrow T = \frac{Q}{nR \ln \frac{V_f}{V_i}} = \frac{1200}{0,825 \cdot 8,31 \cdot \ln \frac{0,35}{0,20}} = \underline{\underline{360 \text{ K}}}$$

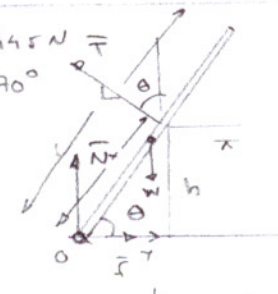
③ $\theta = 60^\circ$ $\mu_k = 0,25$ $\vec{N}$



$N = mg \cos \theta$
 $f = \mu_k mg \cos \theta$
 nedåt :
 $mg \sin \theta - \mu_k mg \cos \theta = m a_n \quad m \vec{g}$
 $\Rightarrow a_n = 7,2 \text{ m/s}^2$

uppåt :
 $mg \sin \theta + \mu_k mg \cos \theta = m a_u$
 $\Rightarrow a_u = 9,7 \text{ m/s}^2$

⑤ $L = 6,10 \text{ m}$ $W = 445 \text{ N}$
 $h = 3,05 \text{ m}$ $\theta = 70^\circ$



$\sum \text{m.o.p } O :$
 $x : f - T \cdot \sin \theta = 0$
 $y : N + T \cos \theta - W = 0$
 $\sum T \cdot x = W y$
 $f = \mu_s N$
 $y = \frac{L}{2}, x \sin \theta = h$
 $\Rightarrow \underline{\underline{\mu_s = 0,34}}$

② $1 \rightarrow 2 : W_{12} = \int p dV = \text{konst} \int \frac{dV}{V} = p_i V_i \left(\frac{1}{V_i} - \frac{1}{V_f} \right)$
 $= 50 \cdot 10^3 \text{ J}$

$2 \rightarrow 3 : W_{23} = p_2 (V_3 - V_2) = -25 \cdot 10^3 \text{ J}$

$3 \rightarrow 1 : W_{31} = 0$ $\underline{\underline{2W = 25 \cdot 10^3 \text{ J}}}$

Värmeutbyte : $Q = \Delta U + W$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = -75 \cdot 10^3 \text{ J} \Rightarrow Q_{12} = -25 \cdot 10^3 \text{ J}$

$Q_{23} = n' C_p \cdot \Delta T = (p_3 V_3 - p_2 V_2) \frac{3+2}{2} = -62,5 \cdot 10^3 \text{ J}$

$Q_{31} = n' C_v \cdot \Delta T = (p_1 V_1 - p_3 V_3) \frac{3}{2} = 112,5 \cdot 10^3 \text{ J}$

Verkn. grad. $\eta = \frac{25 \cdot 10^3}{112,5 \cdot 10^3} = \underline{\underline{22\%}}$

④ Hookfjäder : $F = kx$

Vid jämvikt : $F = mg$

Bilderna numrerade 1, 2, 3 fr. vän till h

$F_1 = k(x_{1s})$ $F_2 = k(x_{2s})$

$F_3 = k(x_{3s})$ $x_i = x_{is} + a$

$W = \text{tryckden.}$

$F_2 - F_1 = W_2 - W_1 = k(x_{2s} - x_{1s})$

$\Rightarrow k = \frac{W_2 - W_1}{x_2 - x_1} = \frac{240 - 110}{(60 - 20) \cdot 10^{-3}} = 6500 \text{ N/m}$

$W_1 = k x_{1s} \Rightarrow x_{1s} = 16 \text{ mm} \Rightarrow a = 23 \text{ mm}$

3 : $W = k x_{3s}$ $x_{3s} = (30 - 23) \text{ mm} = 7 \text{ mm}$
 $\Rightarrow W = 6500 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 45,5$

⑥



a) $U_i = mgR = 0,88 \text{ mJ}$ $U_f = 0$

b) $U_i = K_f \Rightarrow mgR = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} m r^2 \cdot \frac{v}{r} = \frac{1}{2} m v^2 (1 + \frac{2}{5})$
 $\Rightarrow \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{2}{5} \frac{mgR}{7/5} = \underline{\underline{0,24 \text{ mJ}}}$

c) $v : mgR = \frac{1}{2} m v^2 \frac{7}{5} \Rightarrow v^2 = 2,102 \text{ m/s}$


$N - mg = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow N = mg + m \frac{v^2}{R} = 0,55 \cdot 10^{-3} \text{ N} = \underline{\underline{0,55 \text{ mN}}}$

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 A4-blad med anteckningar.

Granskning: Tid och plats för granskning kommer att meddelas på kurshemsidan.

MOTIVERA UPPSTÄLLDA EKVATIONER. ÅSKÄDLIGGÖR GÄRNA MED FIGURER.

1. En behållare med vatten (A) som har temperaturen 80 grader Celsius och massan 2,0 kg står i förbindelse med ett jättestort bad med vatten vars temperatur är 20 grader Celsius. De två vattenmängderna är förbundna med varandra via en kopparstång i form av en långsmal cylinder vars längd är 0,3 meter och genomskärningsarea 7 kvadratcentimeter. Hur lång tid tar det innan temperaturen i A har sjunkit till 40 grader Celsius. Massan hos den behållare som vattenmängden 2,0 kg är inrymd i kan försummas och man kan även anta att all värmeledning i kopparcylindern sker i dess längdriktning samt att all värmeförlust från A sker genom kopparstången.

(4 p)

2. En idealgasmotor arbetar med två mol av en enatomig gas och beskrivs av tre steg:

1-2 isobar från utgångsvolymen 1,0 m³ och temperaturen 400 K till 700 K.

2-3 adiabatisk expansion

3-1 isoterm kompression till utgångspunkten

Bestäm tryck, volym och temperatur i punkterna 1, 2 och 3 och bestäm processens verkningsgrad.

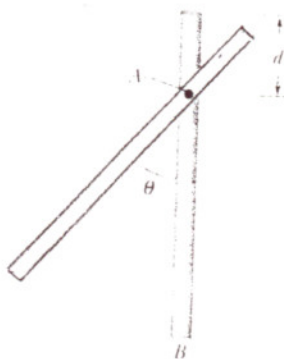
(4 p)

3. En kropp vars massa är 20,0 kg befinner sig i rymden långt ifrån några himlakroppar och rör sig ursprungligen med en hastighet som är 200 m/s i en riktning som vi definierar som positiv x-riktning. Vid ett visst tillfälle exploderar kroppen och delas upp i tre delar. En del med massan 10,0 kg far iväg i positiv y-led med hastigheten 100 m/s. En annan del med massan 4,0 kg i negativ x-led med hastigheten 500 m/s. Bestäm hastigheten $\mathbf{v}$ (riktning och belopp) hos den tredje partikeln. Hur mycket energi frigörs i samband med explosionen?

(4 p)

4. En tunn uniform stång (massa 3,0 kg och längd 4,0 m) kan rotera fritt kring en horisontell axel A som är vinkelrät mot stången och belägen på ett avstånd $d = 1,0$ m från dess ände. Den kinetiska energin hos stången är 20 J när den passerar sitt vertikala läge. Hur stor är den linjära farten hos punkten B (i den nedre änden av stången) vid passagen av det vertikala läget?

(4 p)

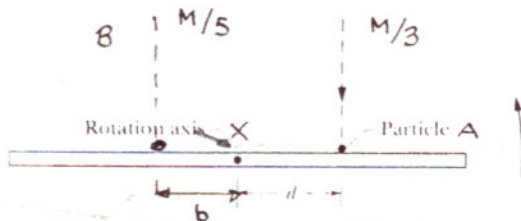


VG VÄND!

5. En Atwood-maskin består av två behållare som är förbundna med ett otänjbart och masslöst snöre via en friktionslös och masslös trissa. De båda behållarna hänger vertikalt. Vid tiden $t=0$ innehåller den ena behållaren (1) 1,30 kg och den andra behållaren (2) 2,80 kg. Behållare 1 förlorar massa (genom en läcka) i takten 0,10 kg/s. Hur mycket ändras accelerationen per sekund vid $t=0$ s respektive $t=3$ s? När har accelerationen sitt maximala värde? (4 p)



6. Figuren visar en smal uniform stång vars längd är 0,600 m och som har massan M . Stången roterar ursprungligen moturs med vinkelhastigheten 80,0 rad/s runt den visade centrala axeln X. En liten partikel A med massan $M/3$ kommer farande med en hastighet, vars belopp är 40,0 m/s, vinkelrätt mot stångens längdriktning och fastnar på stängen på avståndet d från X. En annan liten partikel B med massan $M/5$ kommer farande med en hastighet, vars belopp är 30,0 m/s, vinkelrätt mot stängen och träffar den (samtidigt som A träffar den) och fastnar på avståndet b från X. Om $d = 0,15$ m och $b = 0,10$ m hur stor blir då den slutliga rotationshastigheten (i rad/s) för stång + de två vidhäftade partiklarna?



Sätt ett kryss i ruta 7 på tentamensomslaget om du har gjort laboration T4 nu i vår.

Skriv på raden som svarar mot uppgift 8 hur många rätt du hade på dugga 1.

Skriv på raden som svarar mot uppgift 9 hur många rätt du hade på dugga 2.

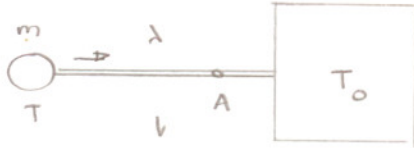
Om du inte deltog i någon av duggorna sätt ett streck på raden.

①

$$T_0 = 20^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 80^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 40^\circ\text{C}$$



$$\lambda_{\text{Cu}} = 390 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

$$c = 418 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$$

$$\frac{dQ}{dt} = \lambda A \frac{T_1 - T_0}{l} = -m \cdot c \cdot \frac{dT}{dt}$$

$$\Rightarrow dt = -\frac{m c l}{\lambda A} \frac{dT}{T_1 - T_0}$$

$$\Rightarrow t = -\frac{m c l}{\lambda A} \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T_1 - T_0} = \frac{m c l}{\lambda A} \ln \frac{T_1 - T_0}{T_2 - T_0}$$

$$= \frac{2,0 \cdot 418 \cdot 10^{-3} \cdot 0,3}{390 \cdot 7 \cdot 10^{-4}} \ln \frac{60}{20} \text{ s} = 10,092 \text{ s} = \underline{2,8 \text{ h}}$$

② $n = 2$

$$P_1 = n R T_1 / V_1 = 6648 \text{ N/m}^2$$

$$V_2 = V_1 \frac{700}{400} = 7/4 \text{ m}^3$$

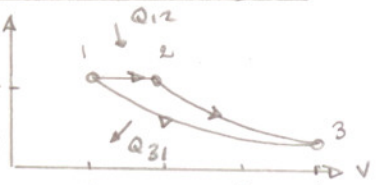
$$\text{adiabatic } TV^{\gamma-1} = \text{konstant}$$

$$\gamma = 5/3 \quad \gamma - 1 = 2/3$$

$$T_2 V_2^{2/3} = T_3 V_3^{2/3}$$

$$\Rightarrow V_3 = \left(\frac{T_2}{T_3}\right)^{3/2} V_2 = 4,05 \text{ m}^3$$

$$P_3 = P_2 \frac{V_1}{V_3} = 1642 \text{ N/m}^2$$



	T	V	P
1	400	1	6648
2	700	7/4	6648
3	400	4,05	1642

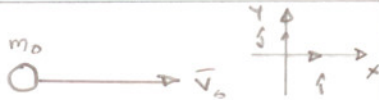
K m³ N/m²

$$e = \frac{Q_{12} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{n C_p (T_2 - T_1) + n R T_1 \ln \frac{V_1}{V_2}}{n C_p (T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{5/2 (700 - 400) + 400 \cdot \ln 1/4,05}{5/2 (700 - 400)} = \underline{0,25}$$

③

$$m_0 = 20 \text{ kg}$$



$$\vec{P}_0 = m_0 \vec{v}_0 = 4000 \hat{i} \text{ kg m/s}$$

$$\vec{P}_1 = 10 \cdot 100 \hat{j} = 1000 \hat{j} \text{ kg m/s}$$

$$\vec{P}_2 = 4 \cdot 500 (-\hat{i}) = -2000 \hat{i} \text{ kg m/s}$$

$$\vec{P}_3 = 6 \cdot v_x \hat{i} + 6 \cdot v_y \hat{j}$$

$$\vec{P}_0 = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 \Rightarrow \vec{P}_3 = 6000 \hat{i} - 1000 \hat{j}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_3 = \left(1000, -\frac{1000}{6}\right) \text{ m/s}$$

$$K_0 = \frac{1}{2} m_0 v_0^2 = 400 \text{ kJ}$$

$$K_1 = \frac{1}{2} 10 \cdot 100^2 = 50 \text{ kJ} \quad K_2 = 500 \text{ kJ}$$

$$K_3 = \frac{1}{2} 6 \cdot \left(1000^2 + \frac{1000^2}{6}\right) = 3083 \text{ kJ}$$

$$\Delta K = 3,2 \text{ MJ}$$

④

$$I_A = I_{\text{cm}} + M D^2 =$$

$$= \frac{1}{12} M l^2 + M \left(\frac{l}{2} - d\right)^2 =$$

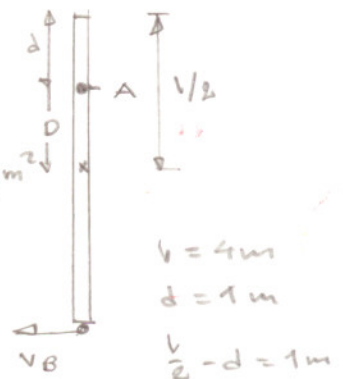
$$= \frac{1}{12} 3,0 \cdot 4^2 + 3 \cdot 1^2 = 7 \text{ kg m}^2$$

$$K_R = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2 K_R}{I}}$$

$$v_B = \left(\frac{l}{2} + d\right) \omega =$$

$$= (2 + 1) \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{7}} \text{ m/s} = 7,17 = \underline{7,2 \text{ m/s}}$$



$$l = 4 \text{ m}$$

$$d = 1 \text{ m}$$

$$\frac{l}{2} - d = 1 \text{ m}$$

⑤

$$t = 0 \text{ s} : m_1 = 1,30 \text{ kg}$$

$$m_2 = 2,80 \text{ kg}$$

$$\frac{dm_1}{dt} = -0,10 \text{ kg/s}$$

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g \Rightarrow \frac{da}{dt} = \frac{1}{dt} \left(\frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \right)$$

$$= \left[-\frac{\frac{dm_1}{dt}}{m_2 + m_1} - \frac{dm_1}{dt} \frac{m_2 - m_1}{(m_2 + m_1)^2} \right] g$$

$$t = 0 \quad \frac{da}{dt} = \frac{0,10}{2,80 + 1,30} + 0,10 \frac{2,80 - 1,30}{(2,80 + 1,30)^2}$$

$$= 0,033 \text{ m/s}^3$$

$$t = 3 \text{ s} \quad m_1 = 1,0 \text{ kg} \Rightarrow \frac{da}{dt} = 0,052 \text{ m/s}^3$$

$$\text{max } a \text{ da } m_1 = 0 \text{ dvs efter } t = 13 \text{ s}$$



⑥

L bevarad

n.a.p x:

$$L_i = \omega_0 I_0 + \frac{h}{5} b v_B - \frac{h}{3} d v_A$$

$$L_f = \omega \left(I_0 + \frac{h}{5} b^2 + \frac{h}{3} d^2 \right)$$

$$I_0 = \frac{1}{12} M l^2$$

$$b = 0,600 \text{ m} \quad d = 0,15 \text{ m}$$

$$b = 0,10 \text{ m}$$

$$v_B = 30 \text{ m/s} \quad v_A = 40 \text{ m/s}$$

$$L_i = L_f \Rightarrow$$

$$\omega = \frac{30 \frac{0,36}{12} + 30 \frac{0,10}{5} - 40 \frac{0,15}{3}}{\frac{0,36}{12} + \frac{0,10^2}{5} + \frac{0,15^2}{3}} = 25 \text{ rad/s}$$

rotation
motors

