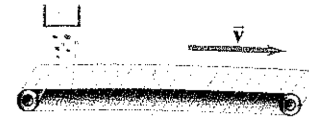
Chalmers Tekniska Högskola
Teknisk Fysik

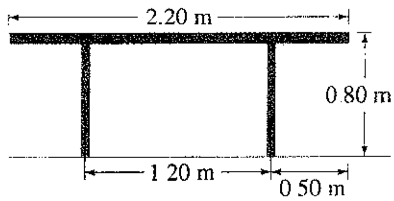
2014-0820
08 30-12 30

Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER med hållbar utveckling 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 12.00-12.30 onsdagen den 9 september 2014 i HA4.
Betygsgränser: 0-9 p U, 10-14 p 3:a, 15-19 p 4:a, 20- 5:a.

1. Antag att du ska designa ett transportband i ett grustag som ska kunna transportera bort 75 kg grus i sekunden med en fart som är 2,20 m/s Hur stor effekt, uttryckt i W, måste den motor ha som driver transportbandet om man bortser från annan friktion än den mellan gruskornen och den mellan gruskornen och transportbandet? (4 p)



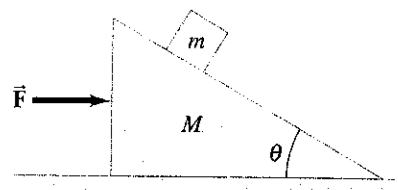
2. Hur nära ena kanten på bordet (m = 24,0 kg) i figuren kan en person som har massan M = 66,0 kg sitta utan att bordet välter? Bordet är gjort av ett uniformt och homogent material. Benen har samma bredd (vinkelrätt mot papperet) som bordsskivan. (4 p)



3. Ett litet block med massan m vilar på en stor kil med massan M. Friktionen mellan block och kil beskrivs av den statiska friktionskoefficienten μ medan det inte är någon nämnvärd friktion mellan kilen och det horisontella underlaget. Visa att kraften F minst måste vara

$$(M+m)g\,(\sin\theta + \mu\cos\theta)/(\cos\theta - \mu\sin\theta)$$

för att blocket ska röra sig uppåt längs kilen? (4 p)

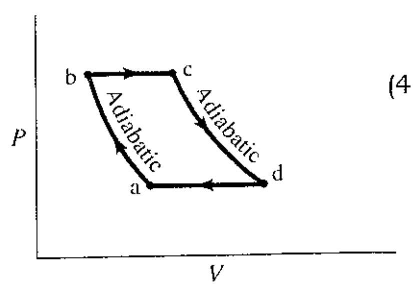


4. En liten stump (massa 0,545 kg) av ett mycket tunnväggigt rör, vars radie är 10,0 cm börjar rulla nedför en ramp som bildar vinkeln 17,5 grader med horisontalplanet. Hur stor måste friktionskoefficienten mellan rörstumpen och rampen vara för att rullningen ska ske utan glidning? (4 p)

5 Ett typiskt avstånd mellan närmsta grannar i fasta ämnen är några Ångström (1 Å = 0,1 nm). Gör en uppskattning (baserat på redovisade beräkningar) av hur stort avståndet är mellan två mittpunkterna av två heliumatomer är vis normalt atmosfärstryck och rumstemperatur. Det är tillåtet att betrakta atomerna som stela sfärer. (4 p)

6. En gasturbin opereras under den s k Braytoncyklen, som består av två isobarer och två adiabater Visa att dess termiska verkningsgrad bestäms av uttrycket (beteckningarna framgår av figuren)

$$e = 1 - \left(\frac{P_b}{P_a}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$



(4 p)

①

$F_{ext} = \frac{d\bar{p}}{dt} =$

$= M\frac{dv}{dt} + v\frac{dM}{dt}$

v hos bandet är konstant $\Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0$

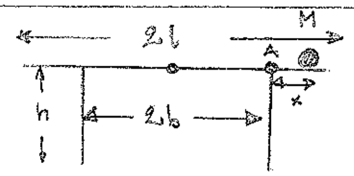
$\Rightarrow F_{ext} = v\frac{dM}{dt} = 2{,}20 \cdot \frac{75}{1} = 165\,N$

Effekt $\frac{dW}{dt} = \bar{F}_{ext}\cdot\bar{v} = F_{ext}\,v =$

$= 165 \cdot 2{,}20 = 363\,W =$

$= \underline{\underline{3{,}6 \cdot 10^{2}\,W}}$

②



$M = 66{,}0\,kg$

$m = 24{,}0\,kg$

$2l = 2{,}20\,m$

$2b = 1{,}20\,m$

$h = 0{,}80\,m$

Total längd $2l + 2h = 3{,}80\,m$

Vridande moment m.a.p A

$\circlearrowright\ Mx \qquad \circlearrowleft\ g\left[\frac{2{,}20}{3{,}80}\,24\right]\cdot b + \left[\frac{0{,}80}{3{,}80}\,24\right]2b$

skivan   två ben

Jämvikt: $\circlearrowright = \circlearrowleft$

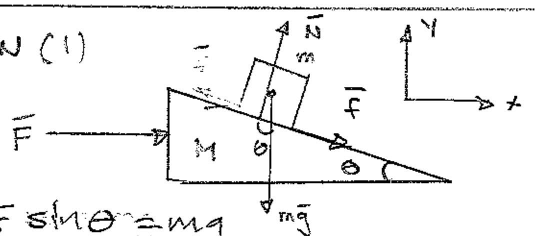
$\Rightarrow x = 0{,}218\,m$

$0{,}50 - 0{,}218 = 0{,}281\,m = \underline{\underline{0{,}28\,m}}$

③

$f = \mu N$ (1)

$N = \frac{f}{\mu}$



(2) $N\cos\theta - f\sin\theta = mg$

(3) $N\sin\theta + f\cos\theta = m a_x$

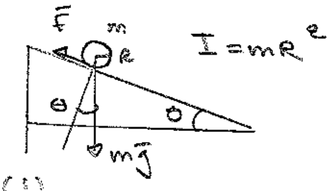
(4) $F = (m+M)a_x \Rightarrow a_x = \frac{F}{m+M}$

(2)+(1) ger $f = \frac{\mu m g}{\cos\theta - \mu\sin\theta}$ (5)

(1)+(3)+(4) ger $f = m\mu\frac{F}{m+M}\,\frac{1}{\sin\theta + \mu\cos\theta}$ (6)

(5) o (6) ger $F = (m+M)\,g\,\frac{\sin\theta + \mu\cos\theta}{\cos\theta - \mu\sin\theta}$

④



$I = mR^2$

Parallellt med lutande plan:

$mg\sin\theta - f = ma$ (1) $\qquad N = mg\cos\theta$

Vrid. mom.

(2) $fR = I\alpha = mR^2\frac{a}{R} \Rightarrow f = ma$

(2)+(1) ger $mg\sin\theta - ma = ma$

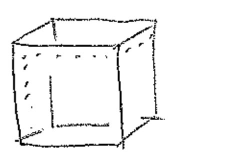
$\Rightarrow mg\sin\theta = 2ma \Rightarrow a = \frac{g}{2}\sin\theta$

$\Rightarrow f = m\frac{g}{2}\sin\theta \qquad f_{max} = \mu N = \mu mg\cos\theta$

" $m\frac{g}{2}\sin\theta = \mu mg\cos\theta \Rightarrow \mu = \frac{1}{2}\tan\theta = \underline{\underline{0{,}16}}$

BH s.H:

⑤ Vi tänker oss en kub med kantlängd 1 m dvs $V = 1\,m^3$



$PV = nRT$

$V = 1\,m^3 \quad P = 1{,}013\cdot10^{5}\,N/m^2, \quad T = 290\,K$

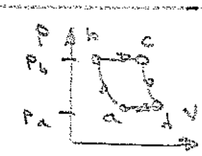
$\Rightarrow n = 41 \Rightarrow N = 2{,}5\cdot10^{25}$ st

Varje meter har $(N)^{1/3}$ partiklar dvs ung. $2{,}9\cdot10^{8}$ st.

$\Rightarrow$ avst mellan partiklarna är $1/2{,}9\cdot10^{8}$ m $\approx \underline{\underline{35\,Å}}$

⑥ b−c & a−d isobarer

a−b & c−d adiabater



$e = \frac{\Sigma Q}{Q_{in}} = \frac{nC_p(T_c - T_b) + nC_p(T_a - T_d)}{nC_p(T_c - T_b)} =$

$= \frac{T_c - T_b + T_a - T_d}{T_c - T_b}$

adiabat $pV^{\gamma} = $ konst

"alltid": $pV = nRT$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow p^{1-\gamma}T^{\gamma} = $ konst för adiabatisk process

$\Rightarrow \left.\begin{aligned} p_b^{1-\gamma}T_c^{\gamma} &= p_a^{1-\gamma}T_d^{\gamma} \\ p_a^{1-\gamma}T_a^{\gamma} &= p_b^{1-\gamma}T_b^{\gamma}\end{aligned}\right\} \Rightarrow \left\{\begin{aligned} T_d &= \left(\frac{p_b}{p_a}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}T_c \\ T_a &= \left(\frac{p_b}{p_a}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}T_b\end{aligned}\right.$

$\Rightarrow e = \frac{T_c - T_b + \left(\frac{p_b}{p_a}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}T_b - \left(\frac{p_b}{p_a}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}T_c}{T_c - T_b} =$

$= 1 - \left(\frac{p_b}{p_a}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ v.s.v.