Chalmers Tekniska Högskola
Teknisk Fysik

2010-08-27
08.30-12.30

Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER för I1 (ffy625).

Lärare: Åke Fäldt tel 070 567 9080

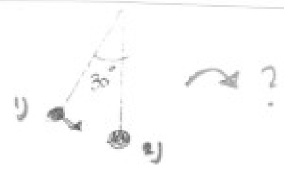
Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell. Valfri kalkylator (tömd på för kursen relevant information) samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

Granskning 12.15-12.45 onsdagen den 1 september 2010.

1. En enkel pendel med längden 2,00 m släpps från en horisontell position. Bestäm vinkelacceleration och spännkraften i snöret när den bildar vinkeln 30 grader med en horisontell linje. Massan hos den lilla klump som sitter i änden på pendeln är 1,5 kg. (4 p)

2. Pendel nr 1 är tillverkad av ett tunt snöre vars längd är 1,5 m och i dess ände sitter en stålkula. Den dras upp så att snöret bildar vinkeln 30 grader med en vertikal linje och släpps sedan. I botten av sin bana träffar den en annan pendel som är likadan som den första men stålkulan har dubbelt så stor massa som i nr 1. De båda pendlarna kommer då att röra sig åt motsatta håll och bildar var sin maximal vinkel med den vertikala linjen. Bestäm dessa två vinklar. (4 p)

För elastiska stötar där den ena partikeln (2) står stilla före kollisionen:
$v_{1f} = (m_1 - m_2/m_1 + m_2)\ v_{1i}$ och $v_{2f} = (2m_1/m_1 + m_2)\ v_{1i}$



3. Radien hos en rulle med mycket tunt papper är 7,6 cm och har tröghetsmomentet 3,3 10^{-3} kgm^2. En kraft F som har storleken 2,5 N appliceras i änden på rullen under 1,3 s, så att papper börjar rullas ut. Pappersrullen påverkas samtidigt av friktion och denna ger upphov till ett konstant bromsande vridande moment som är 0,11 Nm. Hur mycket papper rullas ut under den tid som kraften är applicerad och hur mycket papper rullas ut från det att F appliceras till dess att rullen slutar att rotera? (4 p)

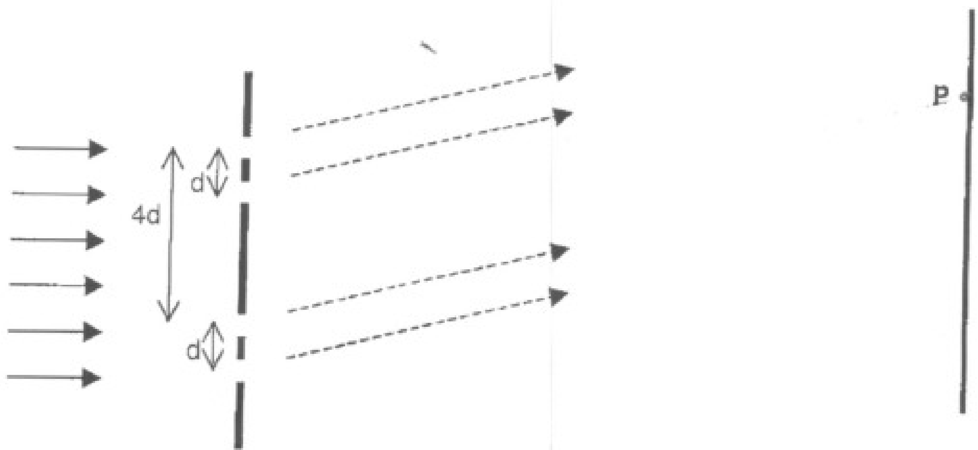
4. Ljus med kontinuerlig våglängd belyser med vinkelrätt infall en tunn oljehinna (n_{olja} = 1,30) jämnt utbredd över en glasyta (n_{glas} = 1,50). Man observerar att det reflekterade ljuset är så gott som helt utsläckt vid våglängderna 525 nm och 675 nm, men inte vid någon våglängd däremellan. Hur tjock är oljefilmen? (4 p)

VG VÄND!

5. En fiolsträng vars längd = 0,50 m och massa = 0,020 kg är spänd med kraften 100,0 N. Den svänger med sin andra överton och amplituden mitt på de tre bukarna är 5,0 mm. På avståndet 0,10 m från den ena punkten av strängen finns en grönmålad punkt som svänger upp och ner.

   a. Vilken frekvens svänger punkten med?
   b. Hur stor är amplituden för den grönmålande punkten?
   c. Hur stor är accelerationen för den grönmålade punkten när den befinner sig i det övre vändläget? (4 p)

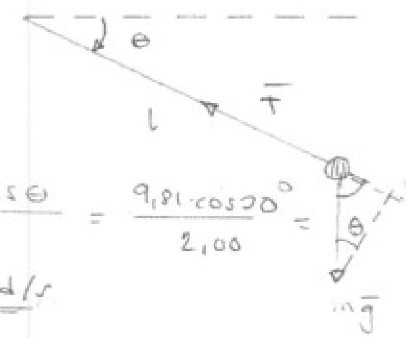
6. Figuren nedan visar hur fyra spalter träffas av vinkelrätt infalande monokromatiskt ljus med våglängd λ. Spaltavstånd räknade från den översta spalten (kallad nr 1) är alltså d, 4d, och 5d till spalt 2, 3 och 4 respektive. Det utgående ljusknippet kommer att interferera bland annat i en punkt P på en mycket avlägsen bildskärm.
   Om de båda yttre spalterna blockeras (d v s ljus endast genom 2 och 3) erhålls ett karakteristiskt dubbelspaltmönster där punkten P befinner sig i det första ljusminimat räknat från det centrala maximat rakt fram. Om ljus passerar endast genom en enda spalt registreras intensiteten I_1 i punkten P.
   Hur stor är intensiteten i P om ingen av de fyra spalterna blockeras, d v s ljus passerar genom alla fyra spalterna. Uttryck svaret i I_1 . (4 p)



1

$l = 2{,}00\ m$

$m = 1{,}50\ kg \qquad \theta = 30°$



α: $\left.\begin{array}{l} a_t = g \cdot \sin\theta \\ \alpha = \dfrac{a_t}{l} \end{array}\right\} \Rightarrow \alpha = \dfrac{g \cdot \cos\theta}{l} = \dfrac{9{,}81 \cdot \cos 30°}{2{,}00} =$

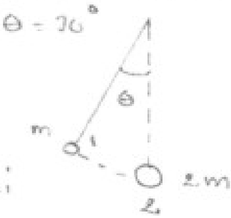
$= \underline{\underline{4{,}25\ rad/s}}$

T: $\left.\begin{array}{l} T - mg \cdot \sin\theta = m\dfrac{v^2}{l} \\ \dfrac{1}{2}mv^2 = mg \cdot l \cdot \sin\theta \end{array}\right\} \Rightarrow T = mg \cdot \sin\theta + 2mg\sin\theta = 3\,mg\sin\theta =$

$= 3 \cdot 1{,}50 \cdot 9{,}81 \cdot \sin 30° = \underline{\underline{22{,}1\ N}}$

2

$l = 1{,}5\ m \quad \theta = 30°$



v_{1i}: $\dfrac{1}{2}mv_{1i}^2 = l(1-\cos\theta)mg = 1{,}97\ m/s$

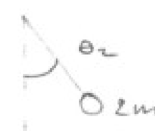
$v_{1f} = \dfrac{m-2m}{3m}v_{1i} = -\dfrac{1}{3}v_{1i} \qquad v_{2f} = \dfrac{2m}{3m}v_{1i} = \dfrac{2}{3}v_{1i}$

$\dfrac{1}{2}mv_{2f}^2 = l \cdot (1-\cos\theta_2)mg \Rightarrow \cos\theta_2 = 1 - \dfrac{v_{2f}^2}{2lg}$

p.s.s. $\cos\theta_1 = 1 - \dfrac{v_{1f}^2}{2lg}$

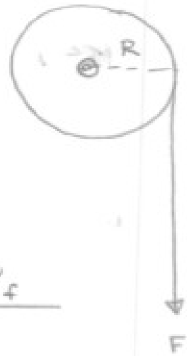
$\cos\theta_2 = 1 - \dfrac{\left(\frac{2}{3}1{,}97\right)^2}{2 \cdot 1{,}5 \cdot 9{,}81} \Rightarrow \underline{\underline{\theta_2 = 19{,}7°}}$

$\cos\theta_1 = 1 - \dfrac{\left(-\frac{1}{3}1{,}97\right)^2}{2 \cdot 1{,}5 \cdot 9{,}81} \Rightarrow \underline{\underline{\theta_1 = 9{,}8°}}$



③ $\tau_{netto} = I \cdot \alpha$

Vinkelaccelertion hos rullen när F appliceras:



$R = 0{,}076\ m$

$I = 3{,}3 \cdot 10^{-3}\ kg\,m^2$

$F = 2{,}5\ N$

$\Delta t = 1{,}3\ s$

$\tau_f = 0{,}11\ Nm$

$$\alpha_1 = \frac{\tau_{netto}}{I} = \frac{FR - \tau_f}{I}$$

Vridning av rullen under Δt:

$$\Delta\theta_1 = \frac{1}{2}\alpha_1 \cdot \Delta t^2 = \frac{1}{2}\,\frac{FR - \tau_f}{I} \cdot \Delta t^2$$

Utmatning av papper under Δt:

$$s_1 = \Delta\theta_1 \cdot R = \frac{1}{2}\,\frac{FR - \tau_f}{I} \cdot \Delta t^2 \cdot R =$$

$$= \frac{1}{2}\,\frac{2{,}5 \cdot 0{,}076 - 0{,}11}{3{,}3 \cdot 10^{-3}} \cdot 1{,}3^2 \cdot 0{,}076 =$$

$$= 1{,}56\ m = \underline{\underline{1{,}6\ m}}$$

Utmatning efter att F avlägsnats: s_2

$$\omega_f^2 - \omega_i^2 = 2 \cdot \alpha_2 \cdot \Delta\theta_2$$

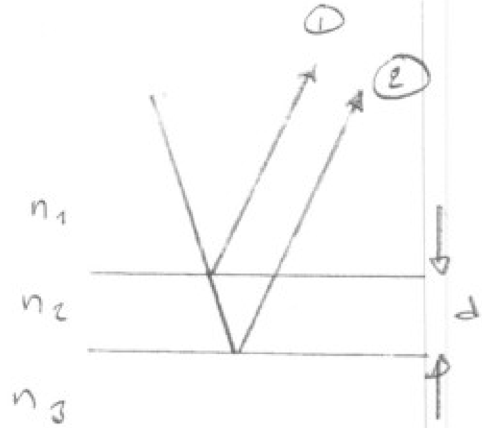
$\omega_f = 0 \qquad \omega_i = \Delta t \cdot \alpha_1 \qquad \alpha_2 = -\dfrac{\tau_f}{I}$

$$\Rightarrow -\frac{(FR - \tau_f)^2}{I^2} \cdot \Delta t^2 = 2\left(-\frac{\tau_f}{I}\right) \cdot \Delta\theta_2$$

$$\Rightarrow \Delta\theta_2 = \frac{(FR - \tau_f)^2 \cdot \Delta t^2}{2 \cdot I \cdot \tau_f} \Rightarrow s_2 = \Delta\theta_2 \cdot R =$$

$$= \frac{(2{,}5 \cdot 0{,}076 - 0{,}11)^2 \cdot 1{,}3^2 \cdot 0{,}076}{2 \cdot 3{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}11} = \underline{\underline{1{,}1\ m}}$$

(4)



$\lambda_1 = 675$ nm

$\lambda_1 = 525$ nm

$n_3 > n_2 > n_1 \Rightarrow$ båda ① och ② har fassprång i gränsskiktet

$$\left.\begin{aligned} 2n_2 d &= \left(m + \tfrac{1}{2}\right)\lambda_1 \\ 2n_2 d &= \left[(m+1) + \tfrac{1}{2}\right]\lambda_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

[m+1: ty ingen våglängd mellan λ_1 om λ_2 har minimum.]

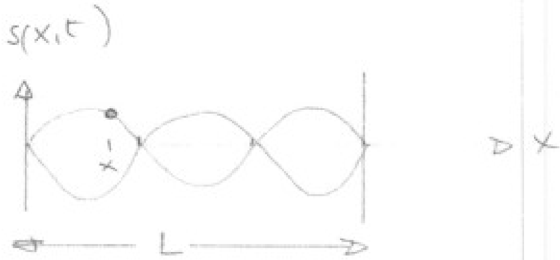
$$\Rightarrow m(\lambda_1 - \lambda_2) = \frac{1}{2}(3\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\Rightarrow m = \frac{3\lambda_2 - \lambda_1}{2(\lambda_1 - \lambda_2)} = \frac{3 \cdot 525 - 675}{2(675 - 525)} = 3$$

$$2n_2 d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_1 \Rightarrow d = \frac{\left(3 + \frac{1}{2}\right)675}{2 \cdot 1{,}30}\ \text{nm} =$$

$$= 908\ \text{nm} = \underline{0{,}91\ \mu\text{m}}$$

5



L = 0,50 m

m = 0,020 kg

F = 100,0 N

x = 0,10 m

$$\lambda = \frac{2}{3}L \qquad v = \sqrt{\frac{F}{m/L}} \qquad v = f\cdot\lambda$$

a) $$f = \frac{\sqrt{\frac{F\cdot L}{m}}}{\frac{2}{3}L} = \frac{\sqrt{\frac{100\cdot 0{,}50}{0{,}020}}}{\frac{2}{3}\,0{,}50}\ \text{Hz} = \underline{\underline{150\ \text{Hz}}}$$

b) stående våg: lägesberoende amplitud: A

$$s(x,t) = \overbrace{s_0 \sin kx}^{A}\cdot \sin\omega t$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{\frac{2}{3}L} = \frac{3\pi}{L}$$

$$s_0 \cdot \sin kx = 0{,}0050 \cdot \sin\left(\frac{3\pi}{0{,}5}\cdot 0{,}1\right) =$$

$$= 0{,}00475\ \text{m} = \underline{\underline{4{,}7\ \text{mm}}}$$

c) $$a = -\omega^2 s_0 \sin kx \cdot \sin\omega t$$

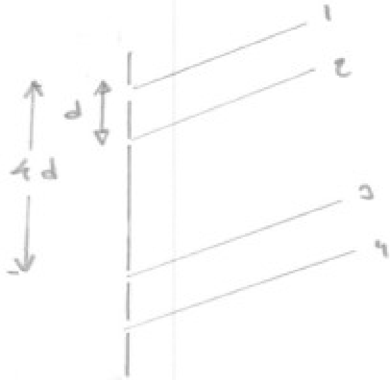
max. accel. i vändlägena

$$a_{max} = -\omega^2 \cdot s_0 \cdot \sin kx =$$

$$= -(2\pi f)^2 \cdot A = -(2\pi\cdot 150)^2 \cdot 0{,}00475 =$$

$$= \underline{\underline{-4{,}2\ \text{km/s}^2}}$$

(6)



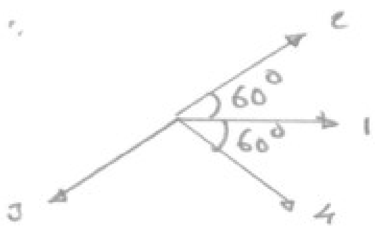
2 och 3 är ur fas enligt uppgift

$\Rightarrow \quad 3d \mathrel{\hat{=}} \Delta\varphi = 180^\circ$

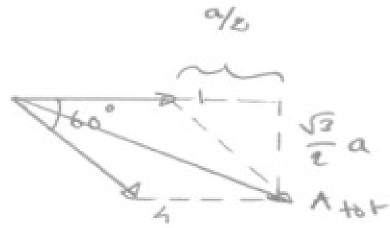
$\therefore \quad d \mathrel{\hat{=}} 60^\circ$

$\Rightarrow \Delta\varphi_{12} = 60^\circ \qquad \Delta\varphi_{13} = 240^\circ \qquad \Delta\varphi_{14} = 300^\circ$

Visardiagram:



$\Rightarrow$



$I \sim A^2$

$$A_{tot}^2 = \left(\frac{3}{2}a\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}a\right) = \left(\frac{9}{4} + \frac{3}{4}\right)a^2 = 3a^2$$

$$\therefore \quad \underline{\underline{I_{tot} = 3 I_1}}$$