

Tentamen i FYSIK för Ingenjörer för I1 (FFY 625)

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

Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell. Valfri kalkylator samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

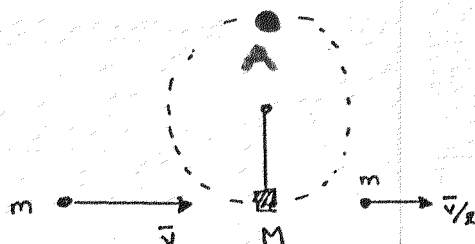
Rättning: Protokollet anslås senast 2005-04-04.

Granskning: 2005-04-04 kl 12.30-13.00 i Vasa B.

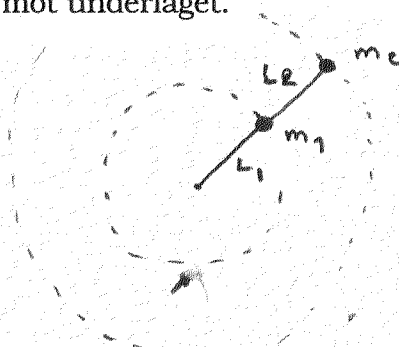
Betyg: 3:a 10-14 p, 4:a 15-19 p, 5:a 20p –

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

1. En projektil med massan $m = 10 \text{ g}$ och hastigheten v passerar igenom ett block vars massa M är 500 g . Blocket är upphängd i ett lätt snöre vars längd är 30 cm enligt figuren nedan. Efter passagen av blocket har projektilens hastighet halverats. Vilken är den minsta hastighet som projektilen kan ha före passagen av blocket för att detta ska kunna ta sig upp till position A i figuren? (4 p)



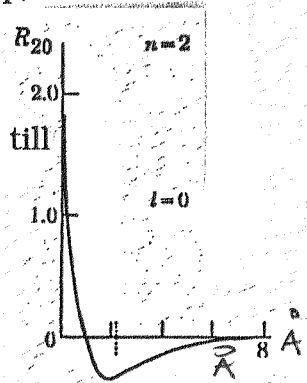
2. En cirkulär karusell har ett tröghetsmoment som är 500 kg m^2 och en radie som är $2,0 \text{ m}$. Den är friktionsfritt lagrad i sitt centrum. Ursprungligen står ett barn, vars massa är 25 kg , i karusellens centrum och då tar det 5 sekunder för karusellen att fullborda ett helt varv. Barnet promenerar ut till kanten av karusellen. Hur stor blir då vinkelhastigheten hos karusell (+ barn). Antag att barnet därefter går in och ställer sig i centrum igen. Hur mycket arbete uträttar då barnet under sin promenad tillbaka? Försumma barnets utsträckning.
3. Ett block, vars massa är m_1 , sitter fast i ett otänjbart och masslöst snöre vars ena ände är fixerad på ett sådan sätt att blocket kan snurra runt i en cirkulär bana i horisontalplanet med konstant radie L_1 . Ett andra block med massan m_2 är förbundet med det första blocket med hjälp av ett snöre vars längd är L_2 . Även det andra blocket rör sig i en cirkulär bana i horisontalplanet. Bestäm spännkraften i vårt och ett av snörena om den gemensamma omloppstiden för de båda blocken är T . Försumma blockens utsträckning (dvs betrakta dem som partiklar) och friktionen mot underlaget.



VG VÄND!

4. På en spänd fiolsträng som är 80 cm lång och svänger med resonansfrekvensen 880 Hz finns fyra bukar vardera med amplitud 2,0 mm. Hur stor är den maximala (transversella) hastigheten för en liten grönmalad punkt som ligger 20 cm in på strängen och en dito rödmalad punkt som ligger 25 cm in på strängen? (4p)

- 5.a Vågfunktionen för väte i tillståndet 200 visas i figuren och ges av det sfäriskt symmetriska uttrycket $\psi_{200} = N (r/a - 2) e^{-r/2a}$, där N är en normeringskonstant, a Bohrradien och r avståndet till kärnan. Man kan visa att det mest sannolika proton-elektronavståndet är knappt 2,8 Å. Hur går detta ihop med det som figuren nedan visar? Ställ upp det matematiska uttryck varur det mest sannolika avståndet kan bestämmas. Du behöver alltså inte genomföra beräkningen. (2 p)



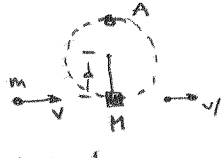
- b Använd Bohrmodellen och beräkna våglängden hos det ljus som utsänds då en väteatom övergår från ett tillstånd med $n = 8$ till ett sluttillstånd som innebär att radien för elektronbanan reduceras till en fjärdedel. (2 p)
6. Ljus med våglängden λ infaller mot en enkelspalt med bredden b . Diffraktionsmönstret studeras på en skärm som befinner sig på, relativt b , stort avstånd L från spalten. Antag att man tillverkar en ny enkelspalt genom att helt enkelt klippa ett hål i skärmen där hålet definieras av den del som det relativt ljusstarka och breda centralmaximat täcker. Därefter tar man bort spalten med bredden b och belyser sedan skärmen (som alltså nu har ett hål) med ljus som har samma våglängd som tidigare och studerar det nya diffraktionsmönstret med hjälp av en ny skärm på avståndet L från skärmen med hål i. L kan fortfarande antas vara stort i förhållande till den nya spaltbredden. Hur stor blir nu den totala bredden av centralmaximat som observeras på den nya skärmen?

Om man ska kunna räkna på detta problem på ett enkelt sätt krävs det att spalten är smal. I det här problemet kan ju bredden på den spalt som vi tillverkar genom att klippa hål bli mycket stor. Därför finns det en lins, vars brännvidd är L , bakom spalten i båda de fall som beskrivs ovan. Linsen gör att den observerade intensitetsfördelningen på skärmen endast beror av diffractionseffekter. Utan lins skulle intensitetsfördelningen bakom en mycket bred spalt (såsom en dörröppning) som belyses med en plan våg inte vara särskilt smal.

(4 p)

Lösningar till tentamen i FYSIK för Ingenjörer för I1.

1) a) Rörelsemängd för projektil + block före träffen berövar omedelbart efter passagen är konserverad



$$mv + 0 = Mv_0 + m \frac{v}{2}$$

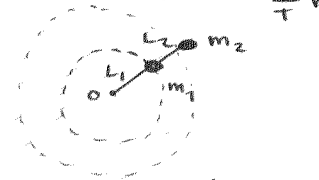
$$\Rightarrow v_0 = \frac{m}{M} \cdot \frac{v}{2}$$

b) Blockets mekaniska energi efter det att projektilen passerat bevaras. Minsta v_0 för att blocket ska nå upp till A (höjdhöjden = $2d$)

$$\Rightarrow \frac{1}{2} M v_{0,min}^2 = 2d \cdot M \cdot g$$

$$v_{0,min} = \frac{m}{M} \frac{v_{min}}{2} \Rightarrow v_{min} = \frac{8 \cdot 2 \cdot d \cdot g}{(m/M)^2} = \frac{16 \cdot 0,30 \cdot 9,81 \cdot (m/M)^2}{(10/500)^2} \Rightarrow v_{min} = 340 \text{ m/s}$$

3) Nettokraft (mot o) på var och en av kropparna



$$F_{netto} = m \frac{v^2}{r}$$

m_2 :

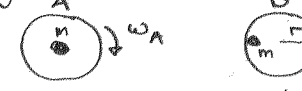
$$S_2 = m_2 \frac{v_2^2}{L_1 + L_2} = m_2 \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \frac{(L_1 + L_2)^2}{L_1 + L_2} \Rightarrow S_2 = m_2 \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 (L_1 + L_2)$$

m_1 :

$$S_1 - S_2 = m_1 \frac{v_1^2}{L_1} = \frac{m_1 \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 L_1^2}{L_1}$$

$$\Rightarrow S_1 = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 [m_1 L_1 + m_2 (L_1 + L_2)]$$

2) Inga yttre vridmoment $\Rightarrow L$ bevaras, med avseende på karusellens centrum:



$$L_A = \omega_A \cdot I_A = \omega_A \cdot I_{kar}$$

$$L_B = \omega_B \cdot I_B = \omega_B (I_{kar} + mr^2)$$

$$L_B = L_A \Rightarrow \omega_B = \frac{\omega_A}{1 + \frac{mr^2}{I_{kar}}} = \frac{\frac{2\pi}{5}}{1 + \frac{25 \cdot 4}{500}} = 1,05 \text{ rad/s}$$

$$K_A = \frac{1}{2} I_{kar} \cdot \omega_A^2 \quad K_B = \frac{1}{2} (I_{kar} + mr^2) \omega_B^2$$

Insättning: $K_A = 394,4 \text{ J} \quad K_B = 328,6 \text{ J}$

$B \rightarrow A$: Barnet utför positivt arbete.

$$W_{barn} = K_A - K_B = 66 \text{ J} \text{ positivt arbete}$$

4) $f = 880 \text{ s}^{-1} \Rightarrow \omega = 2\pi f$



Stående våg: $y = 2A \cdot \sin kx \cdot \cos \omega t$

amplitud för buk = $2A = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$k = n \frac{\pi}{L}$ här: $n = 4 \Rightarrow k = \frac{4\pi}{L}$

$$\Rightarrow y = 2A \cdot \sin \left(\frac{4\pi}{L} \cdot x \right) \cdot \cos \omega t$$

hastighet $v = \frac{dy}{dt} = -2A \cdot \omega \cdot \sin \left(\frac{4\pi}{L} \cdot x \right) \sin \omega t$

$$v_{max} = 2A \cdot \omega \cdot \sin \left(\frac{4\pi}{L} \cdot x \right)$$

$x = 0,20 \text{ m} : v_{max} = 2A \cdot \omega \cdot \sin \left(\frac{4\pi}{L} \cdot \frac{L}{4} \right) = 0$

$x = 0,25 \text{ m} : v_{max} = \left| 2A \cdot \omega \cdot \sin \left(\frac{4\pi}{L} \cdot \frac{25}{80} L \right) \right| = \left| 2A \cdot \omega \cdot \sin \left(\frac{100\pi}{80} \right) \right| = \left| 2 \cdot 10^{-3} \cdot 880 \cdot 2 \sin \frac{5\pi}{4} \right| = 7,3 \text{ m/s}$

5) a) Det mest sannolika proton-el-arst för då $|\psi|^2 \cdot 4\pi r^2$ har maximum. Figuren visar bara ψ .

Maximal sannolikhet ges av

$$\frac{d}{dr} (|\psi|^2 \cdot 4\pi r^2) = 0$$

b) Bohrmodellen:

$$\begin{cases} r_n = a_0 \cdot n^2 \\ E_n = -13,6 \frac{1}{n^2} \text{ (eV)} \end{cases}$$

$n_i = 8$

$$r_i = a_0 \cdot 64 \quad r_f = \frac{r_i}{4} = a_0 \frac{64}{4} = a_0 \cdot 16$$

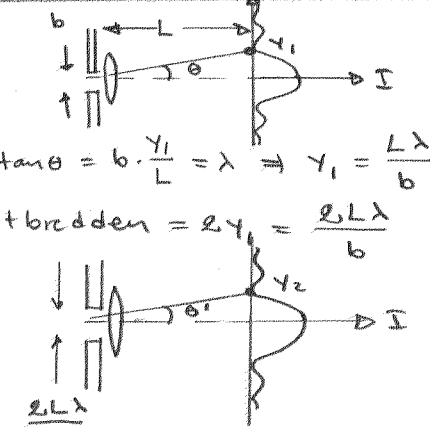
$\therefore n_f = 4$

$$E_i = -13,6 \frac{1}{8^2} \text{ (eV)} \quad E_f = -13,6 \frac{1}{4^2} \text{ (eV)}$$

$$\Delta E = E_i - E_f = 13,6 \left(\frac{1}{64} - \frac{1}{16} \right) \text{ (eV)} = 0,6375 \text{ eV} = \Delta E_e$$

$$e \cdot \Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6,64 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,6375 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,95 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

6)



$b \cdot \sin \theta \approx b \cdot \tan \theta = b \cdot \frac{y_1}{L} = \lambda \Rightarrow y_1 = \frac{L \lambda}{b}$

Den nya spaltbredden = $2y_1 = \frac{2L \lambda}{b}$

pss. $\left(\frac{2L \lambda}{b} \right) \cdot \frac{y_2}{L} = \lambda \Rightarrow y_2 = \frac{L \cdot \lambda \cdot b}{2L \lambda} = \frac{b}{2}$

$\Rightarrow$ Totala bredden av centralmaximet = $2y_2 = b$