CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Institutionen för Teknisk Fysik

2016-06-03
kl.:14^{00}-18^{00}
Sal : M-salar

Tentamen i **FYSIK K/E (FFY401 och TIF256)**

Examinator:	Stig-Åke Lindgren, tel 7723346 Åke Fäldt, tel 7723349
Hjälpmedel:	Valfri kalkylator (tömt på för kursen relevant minnesinnehåll), Beta, Physics Handbook, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell samt ett A4- blad med egenhändigt framställda anteckningar
Betygsgränser:	10p, 15p och 20p för 3:a, 4:a och 5:a respektive

---

OBS! 7. Ange om Du gjorde senaste duggan, den som gick under vårterminen 2016, genom att sätta ett kryss i den ruta på tentamensomslaget som motsvarar uppgift 7. Skriv också ut "gjort duggan vårterminen 2016" på raden till höger om krysset. Om Du inget skriver till höger om krysset kan du komma att helt missa eventuella bonuspoäng.

OBS! 8. Ange om Du är godkänd (i år eller tidigare år) på diffraktionslabben genom att sätta ett kryss i den ruta på tentamensomslaget som motsvarar uppgift 8. Skriv också ut på raden till höger om krysset "gjort labben år 20xx". Om du inget skriver finns stor risk att momentet inte kommer att registreras.

1. En transversell harmonisk våg utbreder sig åt höger på en lång spänd sträng. På strängen finns två olikfärgade (röd och blå) punkter. Avståndet mellan punkterna är 0,90 m. Vinkelfrekvensen ω är 100 rad/s, våglängden är 0,40 m och amplituden är 5,0 mm.

   a) Hur stor är utbredningshastigheten för den harmoniska vågen?

   b) Hur hög kan hastigheten maximalt bli för den blåmarkerade punkten på strängen?

   c) Hur hög kan accelerationen maximalt bli för den rödmarkerade punkten på strängen?

   d) Hur hög är accelerationen för den blåmarkerade punkten i det tidsögonblick då den röda punkten har sin maximala acceleration?

   (4p)

2. När monokromatiskt gulaktigt ljus får infalla under rät vinkel och belysa de 4 översta spalterna i ett transmissionsgitter (smala spalter med mycket väldefinierad gitterkonstant och där det finns möjlighet att blockera valda spalter med en stoppanordning) observeras på en avlägsen (några meters avstånd från gittret) bildskärm att det finns 2 småmaximum mellan nollte och första ordningens principalmax. Det innebär alltså att det finns 3 ljusmin mellan nollte och första principalmax. I det första av dessa nollställen (från nollte ordningens max räknat) finns på skärmen en punkt som vi väljer att kalla P.

Om alla spalter utom en blockeras uppmäts intensiteten I_1 i punkten P.

a) Hur hög är intensiteten (uttryckt i I_1) i punkten P om endast de tre översta spalterna (nr 1,2 och 3) är belysta (spalt nr 4 således blockerad)?

b) Hur hög är intensiteten (uttryckt i I_1) i punkten P om endast de båda översta spalterna (nr 1 och 2) är belysta (spalterna 3 och 4 således blockerade)?

c) Hur hög är intensiteten (uttryckt i I_1) i punkten P om endast spalterna nr 1 och 3 är belysta (spalterna 2 och 4 således blockerade)?

d) Hur hög är intensiteten rakt fram i nollte ordningens principalmax då alla 4 av de översta spalterna är belysta? Spaltbredden är precis hälften av gitterkonstanten. Även i denna uppgift skall du uttrycka svaret i I_1.

(4p)

3. a) Om planpolariserat ljus med polarisationsplanet parallellt med infallsplanet får infalla mot en spegelblank vätskeyta och infallsvinkeln har ett visst värde så reflekteras inget ljus alls.
Om däremot polarisationsplanet ändras så att det ligger vinkelrätt mot infallsplanet kommer med samma infallsvinkel som tidigare 25,0 % av det planpolariserade infallande ljusets intensitet att reflekteras.

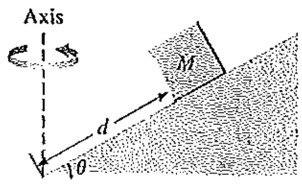
Beräkna ett värde på brytningsindex för den alldeles speciella vätska som ljuset reflekteras mot? (2p)

3. b) En foton som emitterats från en väteatom absorberas av en elektron innestängd i en endimensionell potentiallåda (lådan tjänar modell för ett nanorör) med längden L varvid elektronen exciteras från grundtillståndet till ett tillstånd som karakteriseras av att sannolikhetstätheten att finna elektronen har 3 maximum inuti lådan.

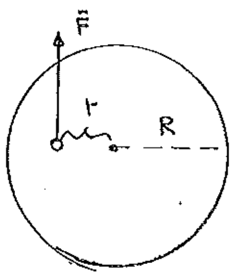
Fotonen som sändes ut från väteatomen motsvarar den <u>energifattigaste</u> synliga fotonen i väteatomens spektrum. (Ledning: synliga fotoner i vätets spektrum produceras vid övergångar från n större än 2 till tillståndet n= 2)

Beräkna ett värde på lådans längd L. Svara i nm. (2p)

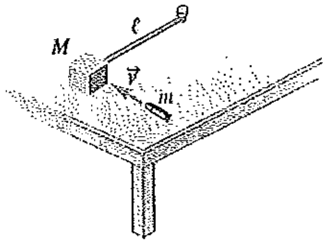
4. Ett litet block (storleken är överdriven i figuren) med massan M = 2,00 g är placerad på ett friktionsfritt lutande plan Planet bildar vinkeln 30 grader med horisontalplanet. I "normala" fall skulle blocket glida nedför det sluttande planet, men om planet roteras såsom figuren visar behöver det inte bli så. Om det roteras med en viss vinkelhastighet kommer det att vare sig åka nedför eller uppför planet utan stanna kvar på en viss höjd. Hur lång tid tar det att rotera ett helt varv om vinkelfrekvensen har just detta värde? Sträckan d i figuren är 10,0 cm.
(4 p)



5. En homogen och jämntjock cirkulär skiva har massan M = 80,0 kg och radien R = 2,5 m och kan rotera runt en friktionslös axel som går genom skivans centrum. En tangentiell kraft F på 200 N kan appliceras på vilket avstånd r som helst från centrum. Vad ska värdet på r vara för att det ska ta 6,00 s för skivan att rotera 3,00 varv? Notera att kraften F ändrar riktning och är tangentiell under hela tiden som den verkar.
(4 p)

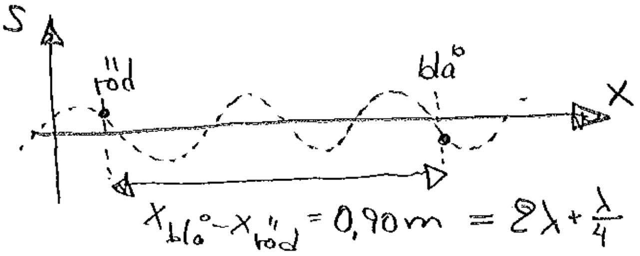


6. I ena änden av en masslös stång med längden l = 0,35 m finns ett träblock med massan M = 0,40 kg. I andra änden finns en friktionsfri axel. Underlaget som träblocket vilar mot är friktionsfritt. En gevärskula med massan m = 5 g avfyras med hastigheten 1200 m/s och den borrar sig in i träblocket och fastnar där. Detta gör att träblocket med den inborrade kulan kommer att börja rotera. Hur lång tid tar det för systemet att rotera ett varv? Hur stor andel av den mekaniska energin som kulan har innan den träffar träblocket kommer att bli mekanisk energi hos det roterande systemet.
(4 p)



Lösn. förslag FYSIK 1 KE (FFY401) 2016-06-03

1.



$x_{blå} - x_{röd} = 0{,}90\,m = 2\lambda + \frac{\lambda}{4}$

$s(x,t) = S_0 \sin(\omega t - kx + \varphi)$

$\begin{cases} \omega = 100\ rad/s = 2\pi f \\ S_0 = 5{,}0\ mm \\ \lambda = 0{,}40\ m \end{cases}$

a) $v = \lambda \cdot f = 0{,}40 \cdot \frac{100}{2\pi} = \underline{\underline{6{,}4\ m/s}}$

b) $v_{part} = \frac{\partial s}{\partial t} = S_0 \omega \cos(\omega t - kx + \varphi)$

$\Rightarrow v_{part,max} = S_0 \omega = \underline{\underline{0{,}50\ m/s}}$

c) $a_{part} = \frac{\partial^2 s}{\partial t^2} = -S_0 \omega^2 \sin(\omega t - kx + \varphi)$

$\Rightarrow a_{part,max} = \underline{\underline{50\ m/s^2}}$

d) Fasdifferensen mellan blå o röd

$= k \cdot (x_{blå} - x_{röd}) = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \left(2\lambda + \frac{\lambda}{4}\right) = \frac{\pi}{2}(+4\pi)$

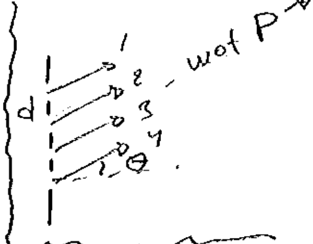
dvs. när $a_{röd}$ är max är $\underline{\underline{a_{blå} = 0}}$

2.

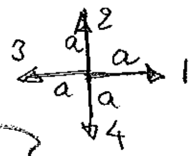
4 spalter belysta ger ett första nollställe i P, fasdifferensen mellan närliggande strålor $= \gamma = kd\sin\theta = \frac{2\pi}{4}$

Varje stråle har amplitud $= a$; $I = C \cdot (\text{ampl})^2$

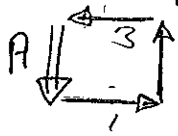
$I_1 = C \cdot a^2$ ← prop. konstant



Visermetoden



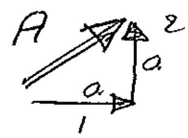
a) Lägg ihop 1, 2 och 3



$A = a$

$I = C A^2 = C a^2 = \underline{\underline{I_1}}$

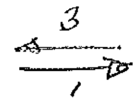
b) bara 1 och 2



$A = \sqrt{2}\,a$

$I = C A^2 = C \cdot 2a^2 = \underline{\underline{2 I_1}}$

c) bara 1 och 3



$A = 0$

$\underline{\underline{I = 0}}$

d) Rakt fram 4 strålor i fas,

$\Rightarrow \underline{I = 16 \cdot I_0}$ där I_0 = int. rakt fram från en spalt.

$\boxed{\begin{matrix} \beta = kb\sin\theta \\ b = \frac{1}{2} d \end{matrix}}$

men $I_1 = I_0 \cdot \frac{\sin^2 \beta/2}{(\beta/2)^2}$ där $\begin{cases} \beta = \frac{\gamma}{2} \\ \gamma = \frac{\pi}{2} \end{cases} \Rightarrow I_1 = I_0 \cdot \frac{\sin^2 \pi/8}{(\pi/8)^2} = I_0\, 0{,}95$

$\Rightarrow \underline{\underline{I = 16{,}85\, I_1}}$ $\qquad \Rightarrow I_0 = 1{,}053\, I_1$

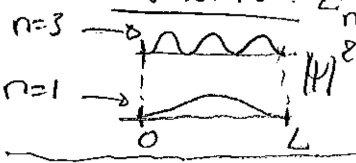
3. a) $R_{\parallel} = \frac{I_{r\parallel}}{I_{i\parallel}} = \frac{\tan^2(i-b)}{\tan^2(i+b)} = 0$ enl. uppgift dvs. $i + b = 90°$; ($i = i_{Brewster}$)

$R_{\perp} = \frac{I_{r\perp}}{I_{i\perp}} = \frac{\sin^2(i-b)}{\sin^2(i+b)} = 0{,}25$ enl. uppgift då $i + b = 90° \Rightarrow \sin^2(2i - 90°) = 0{,}25$

$\Rightarrow 2i - 90° = \arcsin 0{,}5 = 30° \Rightarrow 2i = 120°$ så $\begin{cases} i = 60° \\ b = 30° \end{cases}$ $\underset{=1}{n_1} \sin 60° = n_2 \sin 30°$ $\Rightarrow \underline{\underline{n_2 = 1{,}73}}$

b) Väte: $E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot 13{,}6\,eV$; energi fattigaste fotonen $\frac{hc}{\lambda_{32}} = \frac{-13{,}6\,eV}{3^2} - \frac{-13{,}6\,eV}{2^2} = 1{,}888\,eV$

Nanoröret: $E_n = n^2 \cdot \frac{h^2}{8mL^2}$ så $(3^2 - 1^2)\frac{h^2}{8mL^2} = \frac{hc}{\lambda_{32}}$



$\boxed{\frac{h^2}{mL^2} = 1{,}888 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\, J}$ $\Rightarrow L = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot 1{,}888 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}} = 1{,}26 \cdot 10^{-9}\,m$

$\approx \underline{\underline{1{,}3\,nm}}$

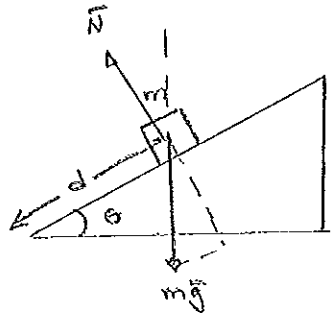
(4)

$$N \cdot \cos\theta = mg \Rightarrow N = \frac{mg}{\cos\theta}$$

$$N \sin\theta = m\frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow \frac{mg}{\cos\theta}\sin\theta = m\frac{v^2}{d \cdot \cos\theta}$$

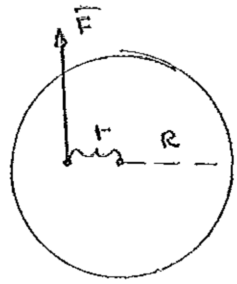
$$\therefore \; v = \sqrt{dg \sin\theta}$$



$$t = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi d \cos\theta}{\sqrt{dg\sin\theta}} = \frac{2\pi \cdot 0{,}10 \cdot \cos 30^\circ}{\sqrt{0{,}10 \cdot 9{,}81 \cdot \sin 30^\circ}} = \underline{\underline{0{,}78\ s}}$$

---

(5)



$$\left.\begin{aligned} \Delta\theta &= \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \\ Fr &= I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{Fr}{I} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad \Delta\theta = 3{,}00 \cdot 2\pi, \quad \omega_0 = 0, \quad t = 6{,}00\ s$$

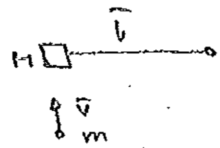
$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{1}{2}\frac{Fr}{\frac{1}{2}MR^2} \cdot t^2 = \frac{1}{4}\frac{Fr}{MR^2}t^2$$

$$\Rightarrow r = \frac{\Delta\theta \cdot MR^2}{F \cdot t^2} = \frac{3{,}00 \cdot 2\pi \cdot 80{,}0 \cdot 2{,}5^2}{200 \cdot 6{,}00^2} = \underline{\underline{1{,}30\ m}}$$

---

(6)

L bevaras



$$\Rightarrow mlv = I\omega = (M+m)l^2\omega$$

$$\Rightarrow \omega = \frac{mv}{(M+m)l} = \frac{0{,}005 \cdot 1200}{0{,}405 \cdot 0{,}35} = 42{,}33\ \text{rad/s}$$

Ett varv: $t = \frac{2\pi}{\omega} = 0{,}148 = \underline{\underline{0{,}15\ s}}$

$$\frac{1}{2}I\omega^2 \Big/ \frac{1}{2}mv^2 = \frac{0{,}405 \cdot 0{,}35^2 \cdot 42{,}33^2}{0{,}005 \cdot 1200^2} = 0{,}012 \;\therefore\; \underline{\underline{1{,}2\,\%}}$$