

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" till höger om krysset. Om Du inget skriver kan du komma att 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 till höger om krysset "gjort labben år 20xx". Om du inget skriver finns stor risk att momentet inte kommer att registreras

1. När luften i en 1,60 m lång orgelpipa som är öppen i båda ändarna resonanssvänger med sin första överton är svängningsamplituden för en luftmolekyl vid en ände av röret 22,0  $\mu\text{m}$ . Ljudhastigheten i den rumstempererade luften är 336 m/s.

a) Vilken frekvens är det på resonanssvängningen (första övertonen)? (1p)

b) Hur stor är amplituden (i  $\mu\text{m}$ ) för en luftmolekyl i mitten av röret? (1p)

c) Hur stor är amplituden (i  $\mu\text{m}$ ) för en luftmolekyl som är belägen 0,20 m från ena röränden? (1p)

d) Illustrera den första övertonens resonanssvängning med en prydlig skiss där lägena för bukar och noder tydligt framgår. Skriv också ner matematiska uttrycket för resonanssvängningen, elongationen  $s$  som funktion av  $x$  och  $t$  och där  $x=0$  är placerad vid ena röränden, beteckna amplituden vid en buk med  $A$  och använd sedvanliga beteckningar  $\omega$  och  $k$  för vinkelfrekvens respektive vågtal. (1p)

(för att få poäng på deluppgift a,b och c krävs rätt svar med enhet; på deluppgift d krävs en figur med en  $x$ -axel och där positionerna för noder och bukar tydligt framgår, tänk på att det matematiska uttrycket för den stående vågen skall vara anpassat till det randvillkor som gäller vid öppen rörände vid  $x=0$ )

2. När monokromatiskt gulaktigt ljus får infalla under rätt vinkel och belysa de tio översta spalterna i ett transmissionsgitter (många smala spalter med mycket väldefinierad gitterkonstant och där det finns möjlighet att blockera spalter med en stoppanordning) observeras på en avlägsen (några meters avstånd från gittret) bildskärm att det finns 8 småmax mellan nollte och första principalmax. Avståndet mellan dessa principalmax rör sig om några cm. Rakt fram mitt i nollte ordningens principalmax finns en punkt markerad på skärmen som vi kan kalla O. Mellan nollte och första ordningens principalmax, närmare bestämt i det ljusminimum som finns mellan fjärde och femte småmax, är en annan punkt markerad på skärmen som vi väljer att kalla P.

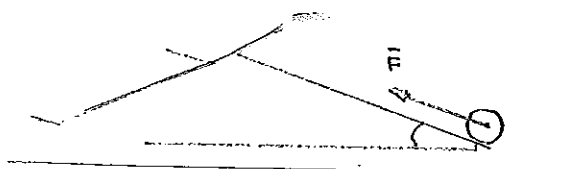
Om alla spalter utom en blockeras uppmäts intensiteten  $I_0$  i punkten O och intensiteten  $I_1$  i punkten P.

- a) Hur hög är intensiteten (uttryckt i  $I_0$ ) i punkten O då de tio översta spalterna är belysta?
  - b) Hur hög är intensiteten (uttryckt i  $I_1$ ) i punkten P då de nio översta spalterna är belysta?
  - c) Hur hög är intensiteten (uttryckt i  $I_1$ ) i punkten P om varannan av de översta tio spalterna är belysta? (spalt nr 1,3,5,7 och 9 är belysta)
  - d) Hur hög är intensiteten (uttryckt i  $I_1$ ) i punkten P om var tredje av de översta tio spalterna är belysta? (räkna på fallet att det är spalt nr 1,4,7 och 10 som är belysta)
- (4p)

3. Den endimensionella potentiallådan kan tjäna som en grov modell över rörelsemönstret för en lätttrörlig elektron i en nanotråd (eller tunt nanorör). I en tänkt speciell gasurladdningslampa produceras ett diskret spektrum av ljusvåglängder genom deexcitationer av sådana nanotrådar alla med längden  $L = 1,22 \text{ nm}$ .

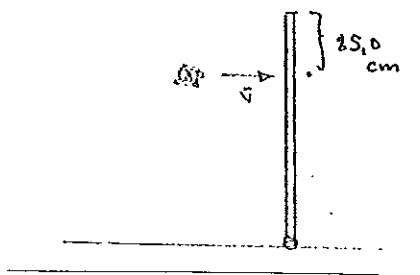
- a) En av våglängdskomponenterna i det spektrum som sänds ut från lampan är  $326 \text{ nm}$  och kommer vid en övergång från ett visst exciterat tillstånd direkt till grundtillståndet. Bestäm detta exciterade tillstånd och åskådliggör detsamma med en skiss över hur sannolikhetstätheten varierar med positionen i nanotråden. Mellan vilka värden varierar sannolikhetstätheten?
  - b) Antag att man önskar använda lampan och våglängden  $326 \text{ nm}$  för att emittera (fotoelektrisk effekt) elektroner från en metallplatta i en fotocell. Hur stort skulle metallens utträdesarbete behöva vara för att de emitterade elektronerna skall få deBroglievåglängder i intervallet  $1,58 \text{ nm}$  och uppåt?
- (4p)

4. Du har anlåtats för att flytta aluminiumcylindrar uppför ett lutande plan som bildar vinkeln  $37$  grader med horisontalplanet. Cylindrarna har en friktionsfri axel i mitten och ett rep är fäst i denna såsom figuren visar. Varje cylinder har en massa som är  $560$  kg och en radie som är  $0,400$  m. Den kraft som du applicerar är riktad längs planet. Den statiska friktionskoefficienten mellan cylindrarna och planer är  $0,150$ . Hur stor är beloppet av den största kraft  $F$  som du kan dra med så att cylindrarna rullar utan att glida mot underlaget? (4 p)

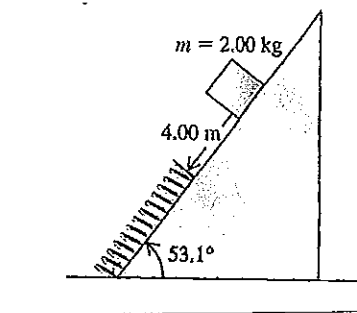


5. En fågel som har massan  $360$  g flyger horisontellt med farten  $3,30$  m/s och råkar kollidera med en stillastående vertikal pinne som har längden  $0,780$  m och massan  $3,50$  kg. Träffen sker  $25,0$  cm från pinnens topp. Pinnen är fastsatt i marken med ett välsmort gångjärn. Fågeln ramlar rakt ned efter kollisionen. Bestäm pinnens vinkelacceleration precis efter att den har träffats av fågel och bestäm dess vinkelacceleration just när den träffar marken. (Efter ett tag piggnar fågeln till och flyger iväg.) (4 p)

vinkelhastighet

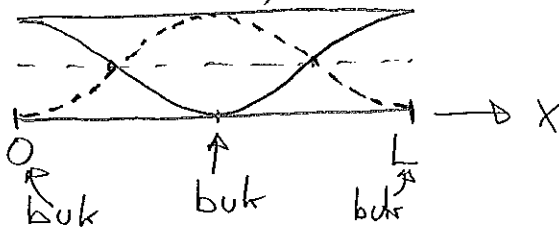


6. Ett paket med massan  $2,00$  kg släpps och får glida längs ett lutande plan som bildar vinkeln  $53,1$  grader med horisontalplanet. Initialt befinner sig den nedre delen av paketet på avståndet  $4,00$  m från den översta änden av en lång masslös fjäder med fjäderkonstanten  $150$  N/m. den kinetiska friktionskoefficienten mellan paketet och planer är  $0,200$ . Hur stor är den maximala kompressionen av fjädern och hur långt från ursprungsläget (mätt längs planet) kommer paketet första gången som det studsar tillbaka från fjädern? (4 p)



# Lösu. försög K/E (FFY401) 2016-10-07

1. a) övertonen 0"-pipa  
 $\lambda = L = 1,60 \text{ m}$



$$s(x,t) = A \cos kx \sin \omega t, \quad A = 22 \mu\text{m}$$

$(x=0 \Rightarrow s(0,t) = A \sin \omega t, \text{ dvs buk vid } x=0)$

a)  $v = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{336 \text{ m/s}}{1,60 \text{ m}} = 210 \text{ Hz}$

b)  $22 \mu\text{m}$  (samma amplitud vid  $\begin{cases} x=0 \\ x=L/2 \\ x=L \end{cases}$ )

c)  $s(x=0,20 \text{ m}, t) = A \cos kx \sin \omega t = 22 \mu\text{m} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{1,60} \cdot 0,20\right) \cdot \sin \omega t = 15,6 \mu\text{m} \cdot \sin \omega t$

Svar: Amplituden i  $x=0,20 \text{ m} \approx 16 \mu\text{m}$

2. fästning
- 

1:a principalmak, dvs  $\psi = 2\pi$  i fäststift mellan stråle 1 och 2 (203 osv)

$\psi = \pi$  mellan stråle 1 och 2, 2 och 3, ..., osv

gitter  
 N belyste spalter

Intensiteten prop. wol (ampl.)<sup>2</sup>

Visarmetoden:

i punkten P är fas  
 differensen mellan  
 när liggande (1 och 2,  
 2 och 3, 3 och 4 osv) strålar  $180^\circ$   
 amplituden i varje stråle  $= a_1$

b)  $N=9 \Rightarrow$  nio pilar

$\Rightarrow A_{\text{tot}} = a_1$   
 $\Rightarrow I = I_1$

Svar i b

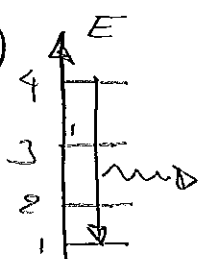
$\Rightarrow I = 100 \cdot I_0$  rakt fram

Svar i a

c) 1  $\rightarrow$  spalt 1, 3, 5, 7, 9  
 3  $\rightarrow$  öppna  
 5  $\rightarrow$   $\Rightarrow A_{\text{tot}} = 5a_1$   
 7  $\rightarrow$   
 9  $\rightarrow$   $\Rightarrow I = 25 I_1$

Svar i c

- 3.



$$E_n = n^2 \frac{h^2}{8mL^2} ; \quad \psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$$

a)  $\frac{hc}{\lambda} = (n^2 - 1^2) \frac{h^2}{8mL^2}$

med  $\begin{cases} \lambda = 326 \text{ nm} \\ L = 1,22 \text{ nm} \\ m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \end{cases}$  för  $n=4$

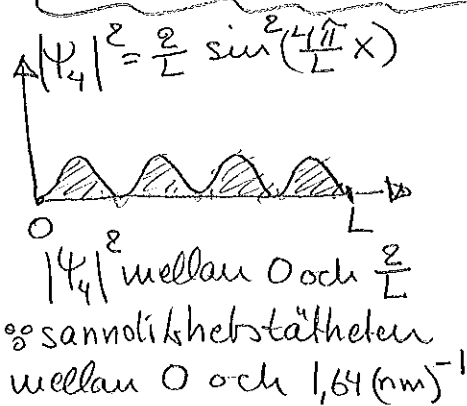
d) 1  $\rightarrow$   $A_{\text{tot}} = 0$   
 4  $\rightarrow$   
 7  $\rightarrow$   $I = 0$   
 10  $\rightarrow$

Svar i d

b)  $\lambda_{\text{de Broglie}} = 1,58 \text{ nm}$

$\Rightarrow E_{k, \text{max}} = \frac{m_e v^2}{2m} = \frac{h^2}{2m\lambda^2} = \dots = 0,60 \text{ eV}$

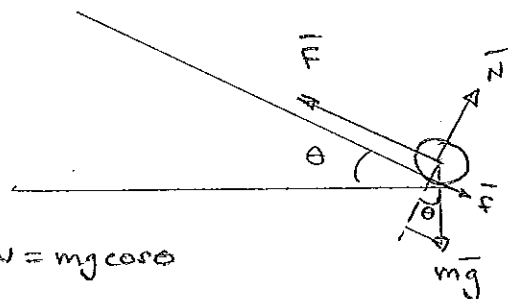
$E_{k, \text{max}} = \frac{hc}{\lambda} - \phi \Rightarrow \phi = \frac{hc}{326 \text{ nm}} - E_{k, \text{max}} = 380 \text{ eV} - 0,60 \text{ eV} = 3,20 \text{ eV} = \text{Svar}$



④

$$\mu_s = 0,156 \quad \theta = 37^\circ$$

$$m = 560 \text{ kg} \quad R = 0,400 \text{ m}$$



Längs planet

$$F - \mu_s N - mg \sin \theta = ma \quad (1)$$

$$N = mg \cos \theta$$

$$f_r = I\alpha = \frac{1}{2} m r^2 \cdot \frac{a}{r} \Rightarrow f = \frac{1}{2} m a \Rightarrow a = \frac{2f}{m} = \frac{2\mu_s mg \sin \theta \cdot \mu_s}{m} = 2g \cos \theta \mu_s \quad (2)$$

② in i ①

$$F - \mu_s mg \cos \theta - mg \sin \theta = 2\mu_s mg \cos \theta$$

$$\Rightarrow F = mg (3\mu_s \cos \theta + \sin \theta) = 560 \cdot 9,81 (3 \cdot 0,156 \cdot \cos 37^\circ + \sin 37^\circ)$$

$$= 5270 \text{ N} = \underline{5,3 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

⑤

Vinkelhastigheter:

$$b = 0,780 \text{ m}$$

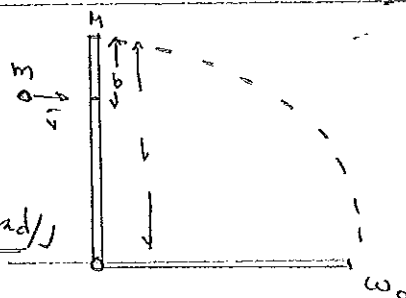
$$b = 0,250 \text{ m}$$

$$b - b = 0,530 \text{ m}$$

$$L_i = L_f$$

$$mv(b-b) = I\omega_f$$

$$\Rightarrow \omega_f = \frac{mv(b-b)}{I} = \frac{0,360 \cdot 3,30 \cdot 0,530}{\frac{1}{3} 3,50 \cdot 0,780^2} = 0,89 \text{ rad/s}$$



När plattan träffar marken:

$$\frac{1}{2} I \omega_f^2 + \frac{1}{2} M g b = \frac{1}{2} I \omega_0^2 \Rightarrow \omega_0^2 = \omega_f^2 + \frac{4}{I} g b =$$

$$= 0,887^2 + \frac{3,30}{\frac{1}{3} 3,50 \cdot 0,780^2} \cdot 9,81 \cdot 0,780 \Rightarrow \omega_0 = \underline{6,14 \text{ rad/s}}$$

⑥

$$N = mg \cos \theta$$

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

a)

$$\Delta U_1 = mg D \cdot \sin \theta$$

$$\Delta K = mg D \cdot \sin \theta - D \cdot \mu_k mg \cos \theta = \text{kin. en. när paketet träffar fjädern.}$$

kompr. av fjädern:

$$\Delta K = \frac{1}{2} k x^2 + \mu_k \cdot mg \cos \theta \cdot x$$

$$\Rightarrow mg D (\sin \theta - \mu_k \cos \theta) = \frac{1}{2} k x^2 + \mu_k mg \cos \theta \cdot x \Rightarrow \underline{x = 1,06 \text{ m}}$$

b)  $\frac{1}{2} k x^2 = mg x \cdot \sin \theta + \mu_k mg \cos \theta \cdot x + mg x_f \sin \theta + \mu_k mg \cos \theta \cdot x_f$

$$\Rightarrow x_f = 2,68 \text{ m}$$

$$\mu_k = 0,200 \quad m = 2,00 \text{ kg}$$

$$k = 150 \text{ N/m}$$

$$D = 4,00 \text{ m}$$

