

Tentamen i  
**Vågfysik**

för FyN (NFYB01), Y/Yi (TFYA10) och MED (TFYA59)

Tentamensadministrativ info:

<b>Kursnamn, datum, tid:</b>	Vågfysik, <b>2012-08-13</b> , 8:00-13:00
<b>Kurskod, sal(# ex)</b>	NFYB01, G32(5 ex); TFYA10, G32(13 ex); TFYA10, G34(35 ex); TFYA10, G36(19 ex); TFYA59, G32(18)
<b>Provnamn, provkod:</b>	Skriftlig tentamen, TEN1
<b>Institution:</b>	IFM
<b>Kursansvarig, e-post, telefon:</b>	Kenneth Järrendahl, <a href="mailto:kejar@ifm.liu.se">kejar@ifm.liu.se</a> , 013 28 2112
<b>Jourhavande:</b>	Kenneth Järrendahl besöker salen ca. 9:30 och 11:30
<b>Jourtelefon under skrivtid:</b>	013-28 2112
<b>Administratör, e-post, tel.:</b>	Karin Bogg, <a href="mailto:karin.bogg@liu.se">karin.bogg@liu.se</a> , 013 28 1229
<b>Antal sidor:</b>	4 st
<b>Antal tentamensuppgifter:</b>	6 st
<b>Tillåtna hjälpmedel:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>· Ett för kursen framtaget <b>sambandsblad</b> får medtas. Framsidan får innehålla <u>egna handskrivna</u> anteckningar. På baksidan ges några grundläggande samband.</li><li>· <b>Räknare</b> tömd på kursrelaterad information. Räknarens grafitrings- och symbolhanteringsfunktioner kan användas för kontroll men ej för att motivera svar.</li><li>· Pennor, linjal, passare.</li></ul>
<b>Typ av svarpapper:</b>	Rutat

Övrig studentinfo:

<b>Poäng och betyg:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>· Tentamen är indelad i två delar med vardera 3 uppgifter och 30p (totalt 6 x 10p = 60p).</li><li>· Dina tillgodoräknade poäng (0-12 TRP) adderas till resultatet på del 1 upp till max 30p.</li><li>· Efter respektive uppgift/deluppgift anges den poäng som är möjligt att erhålla.</li><li>· Betygsgränser, U: 0-29p, betyg 3: 30-38p, betyg 4: 39-47p, betyg 5 48-60p.</li></ul>
<b>Att tänka på:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>· Titta igenom hela tentamen först. Uppgifterna är inte nödvändigtvis ordnade i ökande svårighetsgrad eller i ordning enligt kursens avsnitt.</li><li>· Använd nytt blad för varje uppgift (1-6). Ange ditt AID-nr. Sortera bladen i nummerordning.</li><li>· Vanligtvis är uppgifterna indelade i deluppgifter (a,b,...).</li><li>· Notera att vissa deluppgifter kan lösas utan att först lösa tidigare deluppgifter.</li><li>· Deluppgifter som inte är direkt kopplade till varandra avdelas med streck (— — — —).</li><li>· Gör lösningarna tydliga och redovisa noggrant alla viktiga led. Rita alltid en figur.</li><li>· Definiera beteckningar och använd dem genom hela lösningen (siffror sist).</li><li>· Motivera samband. Ange numeriska svar med enhet. Kontrollera att svar är rimliga.</li><li>· Avsluta lösningarna med <u>tydligt markerade svar</u>.</li></ul>
<b>Efter tentamen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>· Svar redovisas på kursplatsen (it's learning).</li><li>· Efter rättning hämtas tentamen ut på IFM:s kursexpedition.</li></ul>



Önskar er alla välförtjänt framgång! /ken1



## Del 1. (TRP adderas till resultatet på denna del upp till max 30p)

### 1. Stående vågor i öppna och halvslutna rör

a) Stående longitudinella vågor kan som bekant uppkomma i ett rör.

Betrakta luftpartiklarnas svängningsrörelse och visa i en figur den stående vågens bukar och noder i

i) ett rör med längd  $L$  som är öppet i båda ändarna och ii) ett rör som är slutet i ena änden och öppet i den andra.

Betrakta istället lufttrycksändringen och visa i en figur den stående vågens bukar och noder i

iii) ett rör med längd  $L$  som är öppet i båda ändarna och iv) ett rör som är slutet i ena änden och öppet i den andra.

Visa grundtonen i samtliga fall. (4p)

Bakgrundsljuden i ett rum skapar en stående vågor i ett rör med längden  $L = 70,0$  cm. Röret är öppet i båda ändrar.

b) Vad är grundtonens och 1:a övertonens frekvens i detta fall? (3p)

Du trycker nu rörets ena ände tätt mot örat.

c) Vad är grundtonens och 1:a övertonens frekvens i detta fall? (3p)

Antag att ljudhastigheten i röret är 343 m/s.

### 2. Ljudintensitetsnivåer och signalhorn

a) Ett normalt öra anses ha en hörseltröskel och smärtgräns vid ljudintensiteten  $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup> respektive 10 W/m<sup>2</sup>. Utgå från dessa värden och beräkna ljudintensitetsnivån i de två fallen. (2p)

Ett signalhorn ljuder med en viss intensitet  $I$ .

b) Hur mycket ökar ljudintensitetsnivån om 5 likadana signalhorn ljuder? (2p)

c) Hur många likadana signalhorn krävs för att ljudintensitetsnivån istället ska öka till dubbelt så mycket jämfört med svaret i b)? (2p)

d) Antag ljudintensitetsnivån är 100 dB sträcka 5 m från signalhornet. Till vilket avstånd från signalhornet måste du förflytta dig för att ljudintensitetsnivån ska minska till 86 dB? Betrakta signalhornet som en punktkälla. (3p)

e) Om du befinner dig på avståndet där ljudintensitetsnivån är 86 dB. Hur många likadana signalhorn krävs vid källpunkten för att få en ökning till 100 dB? Betrakta alla signalhorn som en punktkälla. (1p)



### 3. Gränsyta mellan luft och vatten

a) Solljus reflekteras mot den stillastående vattenytan i en pool. Vid vilken infallsvinkel blir det reflekterade ljuset helt s-polariserat? Vad är då brytningsvinkeln för ljuset som transmitteras ner i vattnet?

Får vi totalreflektion vid någon vinkel? Vid vilken vinkel i så fall? Använd  $n_{\text{vatten}} = 1,33$ . (3p)

b) Solen har gått ned och ytan belyses istället nedifrån av lampor på poolens botten. Vid vilken infallsvinkel blir nu det reflekterade ljuset helt s-polariserat? Vad är då brytningsvinkeln för ljuset som transmitteras upp i luften? Får vi totalreflektion vid någon vinkel? Vid vilken vinkel i så fall? Använd  $n_{\text{vatten}} = 1,33$ . (3p)

c) Vad blir vinkeln mellan reflekterade och transmitterade strålarna i både uppgift a) och b)?

Ta även reda på om detta resultat gäller för en gränsyta mellan två material oberoende av värdet på materialens brytningsindex. (4p)

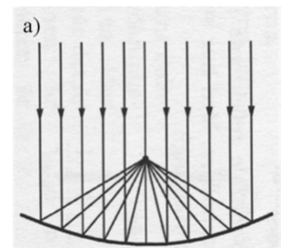
## Del 2. (Maximalt kan 30 poäng erhållas på denna del)

### 4. Energinivåer i väteatomen

- a) Energinivåerna i en väteatom kan skrivas  $E_n = -\left(\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2}\right) \frac{1}{n^2}$  där  $e$ ,  $\epsilon_0$  och  $h$  är konstanter,  $n = 1, 2, 3, \dots$  är ett kvanttal och  $m$  är elektronens massa. Alternativt kan energinivåerna skrivas  $E_n = -\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{2a_B}\right) \frac{1}{n^2}$  där  $a_B$  är den så kallade Bohrradien som är relaterad till radien för nivåernas elektronbanor enligt  $r_n = n^2 a_B$ . Utgå från sambanden och ta fram *i*) värdet på grundnivån  $E_1$  (i eV) samt *ii*) värdet på  $a_B$  (i nm). (2p)
- b) Vilken energi krävs för att excitera en elektron till energinivån motsvarande  $n = 4$ ? (1p)
- c) Utgå från den exciterade elektronen i uppgift b). Då den faller tillbaka till grundtillståndet (relaxerar) kan den göra detta i ett flertal olika steg. Ta fram de energier som motsvarar dessa steg. (3p)
- d) Då elektroner relaxerar enligt uppgift c) sänds elektromagnetisk strålning ut med de beräknade energierna. Vilka motsvarande våglängder har denna strålning? Notera också vilken serie vardera övergång tillhör (Lyman, Balmer, Paschen). (4p)

### 5. Sfäriskt spegelfel och parabolisk vätskerefleksor

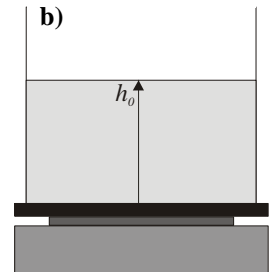
- a) Konkava speglar med en sfärisk form är enklast att tillverka. I en sådan spegel fokuseras dock inte parallella strålar i samma punkt. För att uppnå detta krävs en paraboliskt formad spegel enligt figuren.
- i*) Visa i en liknande skiss hur parallella strålar inte fokuseras i samma punkt i en sfärisk spegel.
- ii*) Det fokuseringsfel som uppstår i den sfäriska spegeln har en benämning. Vilken? (2p)



En parabolisk spegel kan åstadkommas genom att rotera en cylindrisk behållare fylld med vätska (gärna någon med hög reflektans, t.ex. Hg eller legeringar av Ga med låg smältpunkt). Figuren visar ett tvärsnitt av en sådan behållare då den står stilla. Då behållaren roterar kring sin mittaxel så går det att visa att ytans läge från behållarens botten kan

skrivas  $z(r) = h'_0 + \frac{\omega^2}{2g} r^2$  där  $h'_0$  är ytans läge vid mittaxeln,  $\omega$  är behållarens vinkelfrekvens,  $g$  är tyngdaccelerationen och  $r$  är det horisontella avståndet från mittaxeln.

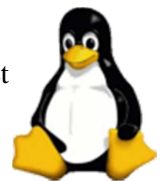
- b) Antag nu att ett antal parallella laserstrålar belyser den paraboliska ytan rakt uppifrån och fokuseras i en punkt  $f = 22$  cm ovanför ytans centrum. Vad är då behållarens varvtal (angivet i varv per minut)? (4p)
- c) Ett föremål placeras nu 44 cm ovanför den roterande paraboliska spegelytan. *i*) Beskriv fallet med en tydlig strålsparningsfigur. *ii*) Är bilden reell eller virtuell? *iii*) Är bilden rättvänd eller inverterad? *iv*) Vad blir bildens förstoring  $m$ ? (4p)



### 6. Guppande isberg

Figuren nedan visar ett isberg med raka kanter med arean  $A$  och höjden  $h$ . Isberget antas ha massan  $m_{is}$  och densiteten  $\rho_{is}$ . I ett jämviktsläge påverkar gravitationskraften  $\vec{F}_g = m_{is} \cdot g \hat{x}$  och vattnets lyftkraft  $\vec{F}_\ell = m_v \cdot g(-\hat{x})$  på isberget där  $m_v$  är massan av det vatten som isberget tränger undan i detta läge. Det stillastående isberget kan då visas ha ett djupgående  $h_0 = \frac{\rho_{is}}{\rho_v} h$  där  $\rho_v$  är densiteten på vattnet isberget ligger i.

- a) Ett stort antal pingviner med den totala massan  $m_p$  ställer sig nu på isberget. Detta gör att djupgåendet ökar med sträckan  $x_0$ . Härled ett uttryck för det extra djupgåendet  $x_0$  som pingvinerna orsakar. (3p)
- b) Antag nu att alla pingviner samtidigt lämnar isberget så att det kommer i svängning längs ytans normalriktning. Teckna den differentialekvation som beskriver svängningsrörelsen  $x(t)$ . Antag att svängningen är odämpad. (3p)



- c) Från differentialekvationen kan ett uttryck för det totala djupgåendet  $d(t)$  erhållas. Ta fram detta uttryck som funktion av  $A$ ,  $h$ ,  $\rho_{is}$ ,  $\rho_v$ ,  $g$ ,  $m_p$  och  $t$ . (2p)

- d) Antag att isberget har höjden 100 m. Ta fram ett värde för det svängande isbergets periodtid  $T$ . (2p)

