

## Tentamen

Torsdagen den 23:e maj 2013, kl 08:00 – 12:00

### **Fysik del B2 för tekniskt / naturvetenskapligt basår / bastermin**

### **BFL 122 / BFL 111**

Tentamen består av totalt 6 uppgifter där varje korrekt löst uppgift belönas med 4 poäng. Maximal skrivningspoäng är 24.

Hjälpmedel: Miniräknare och formelsamling; Formler och Tabeller i Fysik, Matematik och Kemi, Konvergenta HB

#### **Tänk på att:**

- Varje inlämnat lösningsblad skall vara numrerat och märkt med AID-nummer
- Endast lösningen till **EN** uppgift får redovisas på varje blad/papper
- Inlämnade lösningar skall vara renskrivna och läsbara
- Alla lösningar skall vara välmotiverade
- En figur/ skiss underlättar alltid lösningsprocessen samt förståelsen av lösningen.

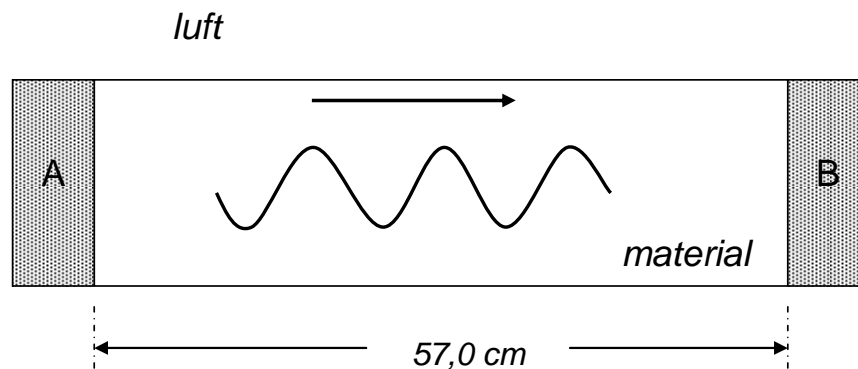
Jourhavande lärare kommer att finnas till hands under själva tentamenstiden för att svara på frågor angående eventuella oklarheter i problemformuleringarna. Om jourhavande lärare inte finns på plats i ett visst ögonblick kan denne nås på tel. nr. 0723-282327 under skrivningstiden.

Lösningsförslag kommer att läggas upp på kurshemsidan efter skrivningstidens slut.

<i>Prel. betygsgänser:</i>	5	20-24 p
	4	15-19 p
	3	10-14 p

*Lycka till!!*

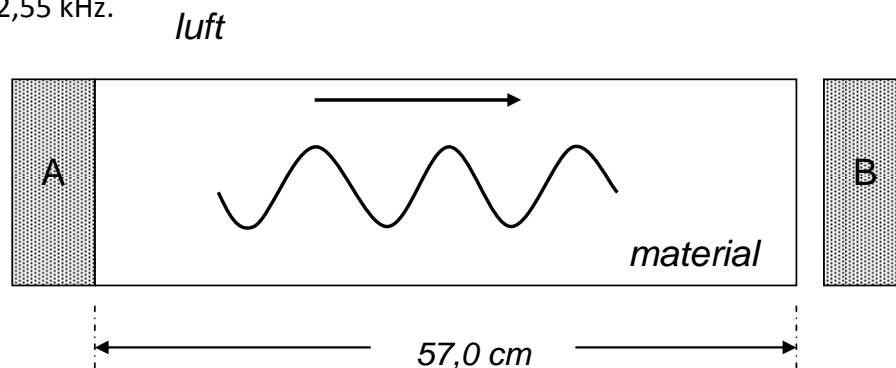
1. Om ett materials elastiska egenskaper ändras kommer utbredningshastigheten för mekaniska vågor att ändras i materialet. Man kan alltså avgöra om t.ex. ett viktigt fäste i en flygplansvinge börjar bli utmattat (och behöver bytas) genom att mäta och räkna fram utbredningshastigheten för en mekanisk vågrörelse genom materialet. Materialet i figuren nedan sitter fast i ett "tätare" material (A och B) i båda ändar och är för övrigt omgivet av luft. En vågrörelse skickas genom materialet enligt figur. Materialets längd mäts till 57,0 cm och när frekvensen ökas från "noll" fås för första gången en stående våg då frekvensen är 5,00 kHz. Normalt är vågutbredningshastigheten 5900 m/s i materialet .



- a) Avgör om materialet i figuren har sina normala egenskaper (d.v.s. materiales elasticitet ej är förändrad ) eller inte. Motivera ditt svar!

( 3p )

Materialet lossnar från det "tätare" materialet B i ena änden (men sitter fortfarande fast i materialet A i andra änden), se figur nedan, varvid längden 57,0 cm fortfarande mäts upp för materialet men första stående vågen nu fås för 2,55 kHz.



- b) Avgör om materialet i denna situation har sina normala egenskaper eller inte. Motivera ditt svar!

( 1p )

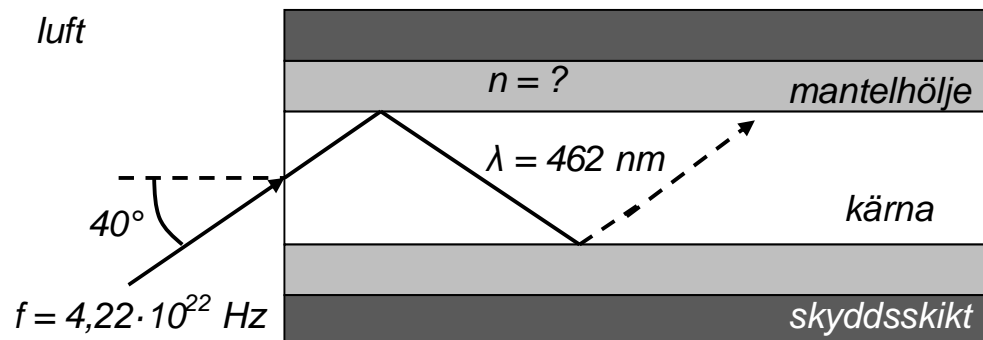
2. En optisk fiber för datakommunikation är i allmänhet uppbyggd som visas i figuren nedan, med en inre kärna som ljuset färdas i samt ett mantelhölje och ett skyddsskikt, och är gjord för att leda en ljusstråle från den ena änden av fibern till den andra änden genom upprepade reflektioner inne i fiberns kärna. Säg att ljus med frekvensen  $4,22 \cdot 10^{14}$  Hz infaller från luft mot centrum av ena änden på fibern (enligt figur) i en vinkel på  $40^\circ$  mot normalen till ändens yta. Inne i den optiska fibern är ljusets våglängd 462 nm. Fibern är 1 km lång.

a) Hur lång tid tar det för ljusstrålen att passera genom fibern från ände till ände?

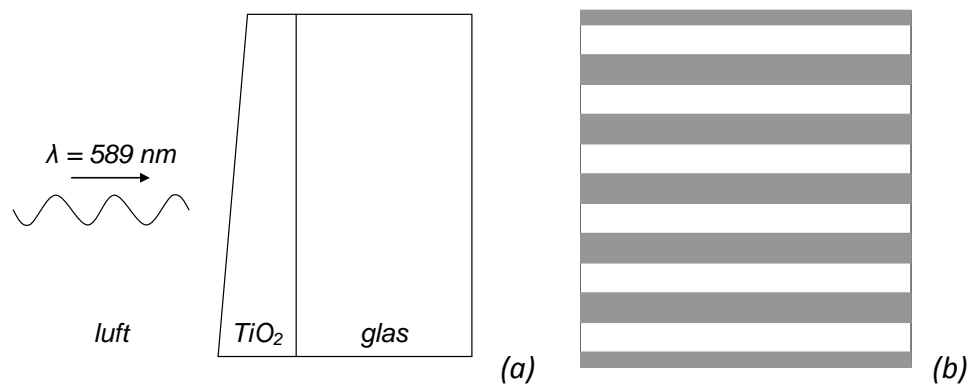
( 3p )

b) Vilka värden kan mantelhöljets brytningsindex ha om ljuset som skickas in i  $40^\circ$  vinkel mot ändens centrum (idealt) inte ska försvagas i styrka då det färdas genom fibern?

( 1p )



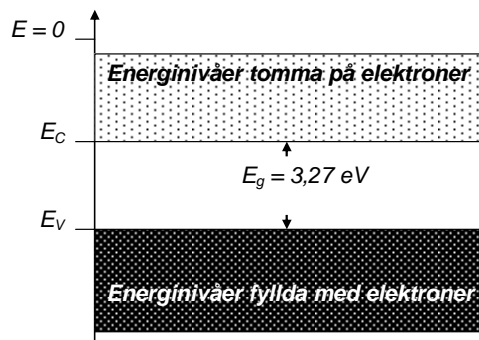
3. Om man belägger vanligt fönsterglas med ett tunt skikt av titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ), som har ett brytningsindex på 2,55, kan man tillverka självrengörande ("självputsande") fönster.  $\text{TiO}_2$  är katalytiskt aktivt och bryter ner smutsen i väldigt små delar som sedan sköljs bort med vattnet när det regnar. Vid tillverkningen av ett sådant fönster har dock tjockleken på  $\text{TiO}_2$ -skiktet inte råkat bli samma över hela fönstret utan ökar konstant från över- till underkanten av fönstret, som ses i (a) i figuren nedan. I skenet från en gatlampan som sänder ut gult ljus kan ett mönster med omväxlande ljusa och mörka partier, som i (b) i figuren nedan, ses om man tittar på fönstret utifrån. Det mot fönstret infallande ljuset har våglängden 589 nm, se (a) i figuren nedan.



- a) Hur mycket ökar tjockleken på  $\text{TiO}_2$ -skiktet från över- till underkanten på fönstret? Motivera med redovisad beräkning!

( 3p )

Nedan ges de översta energibanderna för  $\text{TiO}_2$  vars katalytiska egenskaper kommer från att  $\text{TiO}_2$  absorberar solljus, vilket gör att  $\text{TiO}_2$  kan avge och uppta elektroner i kemiska reaktioner med olika ämnen utan att själv permanent förändras.



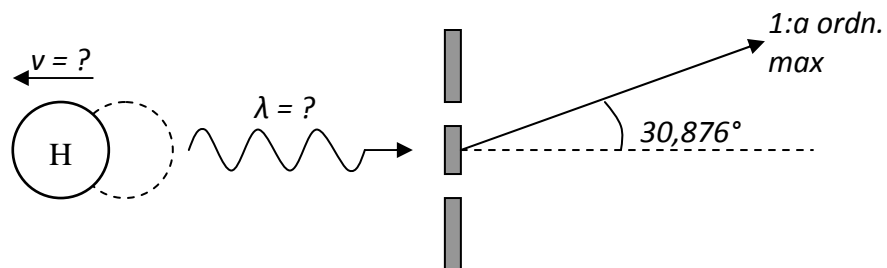
- b) Förklara utifrån figuren ovan och en enkel beräkning varför vi med våra ögon inte uppfattar att det blir mörkare inuti hus som har fönster belagda med  $\text{TiO}_2$  fastän  $\text{TiO}_2$  absorberar solljus. Motivera väl!

( 1p )

4. Ett stort antal väteatomer befinner sig alla i ett och samma exciterade tillstånd och återgår sedan direkt till grundtillståndet, varvid var och en sänder ut en foton (lika stor energi hos var och en av alla fotonerna), se figur nedan. Ljuset i en viss riktning från atomerna får passera en dubbelspalt där avståndet mellan spalterna är  $0,2000 \mu\text{m}$  varvid första ordningens maximum fås i riktningen  $30,876^\circ$  på andra sidan spalterna.

- a) Vilket tillstånd befann sig väteatomerna i, med avseende på huvudkvanttalet  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ , precis innan fotonerna sändes ut? Motivera ditt svar med redovisad beräkning.

(3p)



Antag att en väteatom befinner sig i vila innan fotonen sänds ut, enligt ovan.

- b) Vilken fart  $v$  får väteatomen omedelbart efter det att fotonen sänts ut?

(1p)

5. Man önskar studera de eventuellt skadliga verkningarna från användningen av Ruthenium som ett av flera katalysatormaterial i avgasrening från personbilar, där en isotop av Ruthenium,  $^{106}\text{Ru}$  (atommassa:  $105,907329 \text{ u}$ ), inte är stabil utan omvandlas under utsändande av en negativ betapartikel. Vid omvandlingen frigörs energi i form av rörelseenergi hos betapartikeln (den bildade antineutrino och dess energi kan försummas), vars värde (och därmed potentiella farlighet) man undersöker genom att bromsa upp betapartiklarna mot en kopparplåt. När en betapartikel med viss rörelseenergi bromsas upp mot plåten avges rörelseenergin genom att en eller flera fotoner bildas. I den här undersökningen visade det sig att de fotoner med kortast våglängd som kunde detekteras hade en våglängd på  $2,56 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ .

- a) Vad är betapartiklarnas rörelseenergi före inbromsningen och vilken är den i omvandlingen bildade nukliden?

(2p)

- b) Vilken atommassa har den bildade nukliden? Svara med den neutrala, icke-laddade, atomens massa.

(2p)

6. En tillämpning av slumpmässigheten i radioaktivt sönderfall är vid konstruktion av en slumpvalsgenerator, ett instrument som slumpar fram tal och som bl.a. utnyttjas för att ta fram krypteringsnycklar som är oerhört svåra att knäcka. I en viss sådan slumpvalsgenerator består det radioaktiva materialet av grundämnet Strontium, med följande fördelning mellan de ingående isotoperna;

Isotop	Nuklidmassa	Halveringstid	Procentandel
<sup>84</sup> Sr	83,913425u	Stabil	0,56
<sup>86</sup> Sr	85,9092602u	Stabil	9,86
<sup>87</sup> Sr	86,9088771u	Stabil	7,00
<sup>88</sup> Sr	87,9056121u	Stabil	82,58
<sup>90</sup> Sr	89,907738u	28,79 år	0,00012
<sup>94</sup> Sr	93,915361u	1,26 minuter	0,00017

- a) *Säg att det i slumpvalsgeneratorn från början finns 90 ng ( $9,0 \cdot 10^{-8}$  g) strontium (Sr). Uppskatta ungefär hur länge slumpvalsgeneratorn kan fungera om det i genomsnitt krävs minst 3 sönderfall under en 10-sekunders-period för att ge önskvärt resultat?*

( 3p )

Säg att denna slumpvalsgenerator används ombord på en rymdsond som färdas med en hastighet på 230 000 000 m/s relativt jorden för att skicka krypterad data till NASA Glen Research Centre, Cleveland, Ohio.

- b) *Under hur lång tid kan man vid NASA förvänta sig att kunna ta emot tillförlitligt krypterad data från rymdsonden?*

( 1p )