

## Tentamen

Onsdagen den 5:e juni 2013, kl 14:00 – 18:00

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

### **BFL122/TEN2 samt BFL111/TEN6**

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.

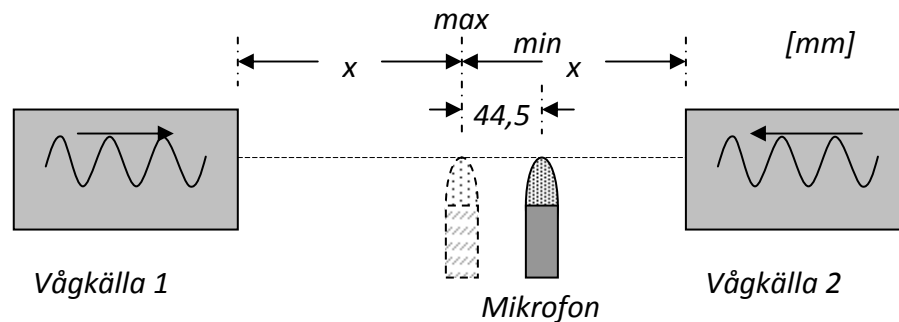
Lösningsförslag kommer att läggas upp på kurshemsidan efter skrivningstidens slut.

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

*Lycka till!!*

1. När det vid t.ex. en olycka i en kemifabrik skett ett utsläpp av en giftig gas som till viss del blandar sig med luften i atmosfären kan man m.h.a. en förarlös miniatyrhelikopter uppskatta giftgasens fördelning och utspridning i luftlagren genom att mäta ljudhastigheten på många platser i luft/giftgasblandningen och jämföra med ljudhastigheten i luft utan giftgas, då ljudhastigheten ändrar sig med koncentrationen giftgas i luften. För att få ett väldigt noggrant värde på hastigheten inom ett litet område kan det göras med följande uppställning, se illustration nedan:

*Två små vågkällor av samma material fås att vibrera med samma frekvens, 2,00 kHz, så att de samtidigt skickar ut mekaniska vågor. Vågkällorna svänger i fas med varandra. Mellan de båda vågkällorna finns en mikrofon som mäter ljudstyrkan. I punkten mittemellan vågkällorna uppmäts maximal ljudstyrka. När så mikrofonen i en viss mätning flyttas 44,5 mm åt sidan utefter linjen mellan vågkällorna (se illustration) fås minimal ljudstyrka.*



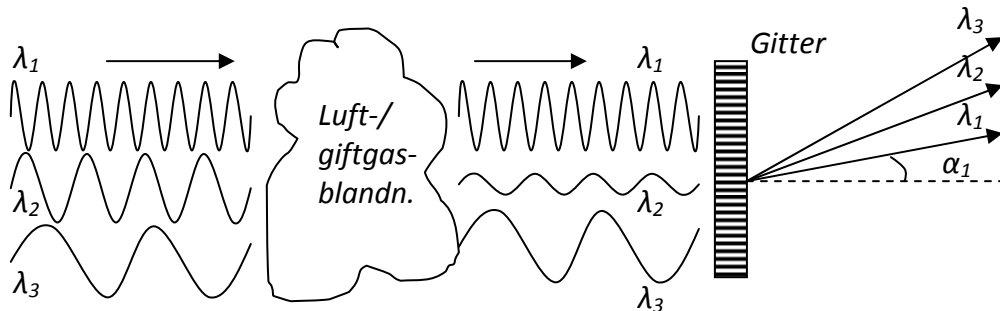
- a) Vilket värde på ljudhastigheten ger denna mätning?

( 3p )

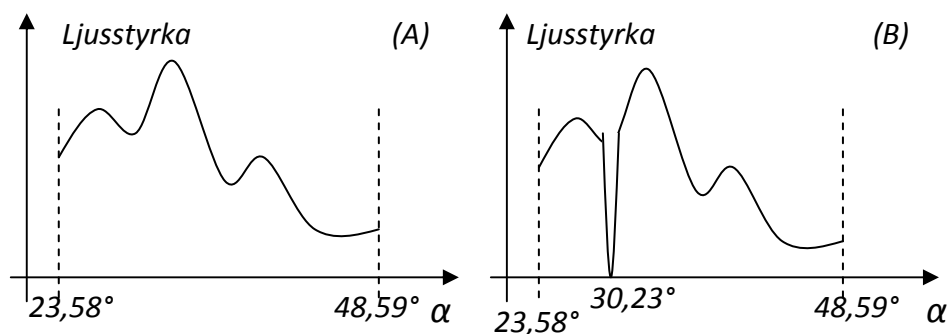
- b) Om man i denna tillämpning kunde välja mellan att generera transversella eller longitudinella vågor i materialen hos vågkällorna skulle det då kunna finnas någon fördel med att välja den ena vågtypen framför den andra eller inte? Motivera ditt svar väl!

( 1p )

2. Man kan också få information om vilka ev. giftiga ämnen som läckt ut genom att undersöka ljus som passerat genom luft/giftgas-blandningen och se vilka våglängder hos ljuset som absorberats (minskat i ljusstyrka) i blandningen jämfört med i vanlig luft, se figur nedan. För att kunna mäta ljusstyrkan uppdelat på olika våglängder används ett gitter för att dela upp ljuset.



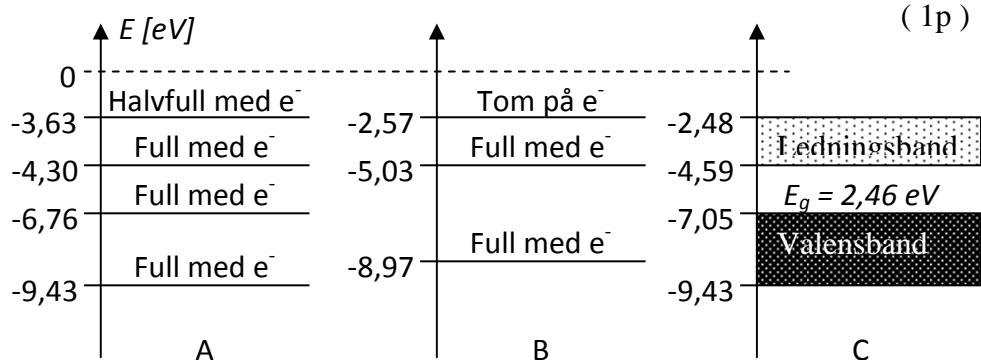
Säg att man bara studerar den del av ljuset som motsvarar synligt ljus (400-750nm, vilket är det intervall som gäller för figurerna (A) och (B) nedan) och att man genom att mäta styrkan hos ljuset i olika vinklar  $\alpha$  i första ordningens spektrum ( $k = 1$ ), sedan det passerat genom ett gitter, fått följande resultat för ren luft (A) och luft/giftgas-blandningen (B).



- a) Vad är det för värde på gitterkonstanten hos det gitter som används i denna mätning?

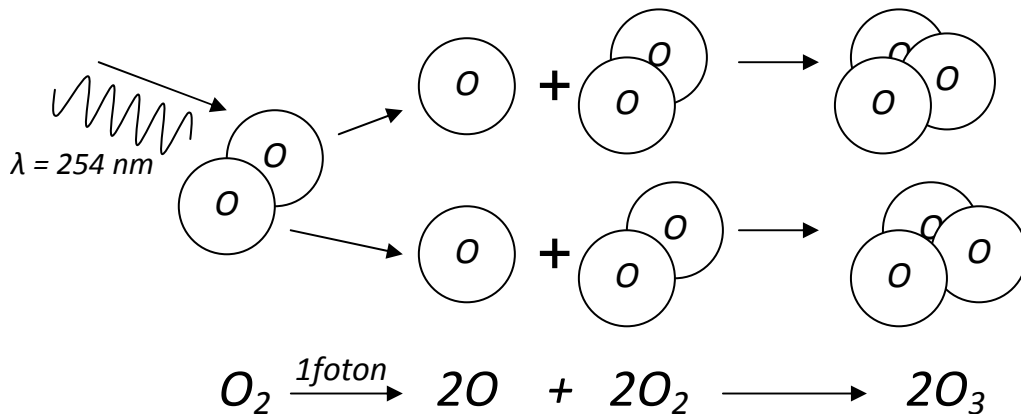
( 3p )

- b) Vilket av de hypotetiska ämnena – A, B, eller C – för vilka energinivådiagrammen ges nedan, fanns i luft/giftgas-blandningen? Motivera ditt svar med en enkel uträkning och resonemang!



( 1p )

3. För att inte riskera att giftiga eller t.ex. illaluktande ämnen kommer ut i vår närmiljö kan man behandla gaser från kemiska processer eller exempelvis matos från restauranger med UV-ljus (det är så luktämnen tas bort från ventilationsluften från många storkök). UV-ljuset reagerar med syre ( $O_2$ ) i luften genom att en foton absorberas av syremolekylen som sönderfaller i två syreatomer. Dessa reagerar med varsin syremolekyl och bildar två ozonmolekyler ( $O_3$ ), se figur, som i sin tur sedan reagerar med de giftiga eller illaluktande ämnena och bryter ned dem till ofarliga/ luktlösa molekyler.



I ett sådant UV-reningssystem används ett slags lysrör som bara ger ifrån sig ljus av våglängden 254 nm. Säg att 0,70% av alla UV-fotoner som sänds ut absorberas av syremolekyler och leder till bildning av ozon ( $O_3$ , molekylmassa:  $7,97 \cdot 10^{-26}$  kg). För att i alla förekommande fall kunna säkerställa fullständig nedbrytning av giftiga/ illaluktande ämnen krävs det att 36  $\mu\text{g}$  ozon bildas per sekund i reningssystemet.

- a) Hur stor behöver effekten på UV-lysröret vara?

( 3p )

- b) Säg att en sjättedel av den totala emittansen från en glödlampa, vars glödtråd har arean  $0,60 \text{ cm}^2$ , utstrålas som ljus av sådana våglängder som kan sönderdela syremolekyler. Antag att glödtråden kan betraktas som en absolut svartkropp. För att med glödlampan kunna sönderdela lika mycket ozon per minut som med lysröret ovan, vilken ytemperatur måste glödtråden ha?

( 1p )

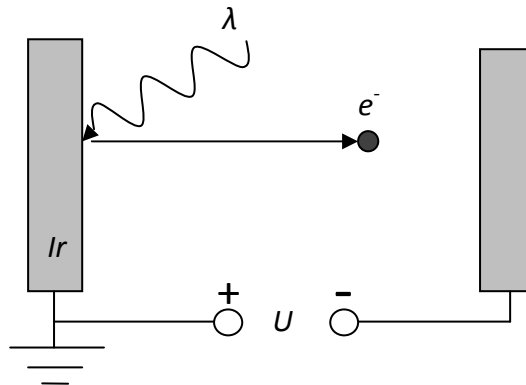
4. Giftiga ämnen skulle också kunna upptäckas och mätas genom att dessa när de fäster på ytan av ett material ger upphov till en ändring i materialets utträdesarbete,  $\Phi$ .

En bit av metallen kalium som har ett utträdesarbete  $\Phi$  på 2,29 eV belyses med ljus av våglängden 380 nm varvid elektroner frigörs från metallbiten. De frigjorda elektronerna accelereras mot en detektor över spänningen 5 V.

a) Vilken fart  $v$  har elektronerna omedelbart innan de når detektorn?

( 3p )

Om man i uppställningen nedan belyser en ren yta av metallen iridium (Ir), för vilken utträdesarbetet  $\Phi$  inte är känt, med ljus av en viss våglängd  $\lambda$  krävs det en spänning på 1,1 V mellan iridiummetallen och en annan metallplatta för att bromsa elektroner som frigjorts från iridiummetallen (med rörelseriktning vinkelrätt ut från iridiummetallens yta) till vila. Efter att det giftiga ämnet A fäst på iridiummetallens yta krävs det en spänning på 1,7 V för att bromsa elektronerna till vila då iridium belyses med ljus av samma våglängd  $\lambda$  som tidigare.



b) Beräkna hur mycket utträdesarbetet ändras då ämne A fäster på iridiummetallens yta. Motivera genom att redogöra för beräkningarna!

( 1p )

5. Vad som händer med själva metallytan i uppgift 4 då ett ämne (exempelvis en giftig gas) fäster på dess yta kan man undersöka genom att belysa ytan med röntgenljus och t.ex. studera energierna för övergångar mellan olika energinivåer/ energiband. Väldefinierat röntgenljus kan framställas i en synkrotron genom att laddade partiklar, t.ex. elektroner, accelereras till höga hastigheter och sedan fås att röra sig i en cirkulär bana varvid de avger röntgenstrålning.

Säg att elektronerna accelererats till en hastighet på  $2,7 \cdot 10^8$  m/s och i sin bana i genomsnitt avger en röntgenfoton med energin 1,2 keV var 7:e nanosekund (sett från elektronerna) som sänds mot något material som ska analyseras.

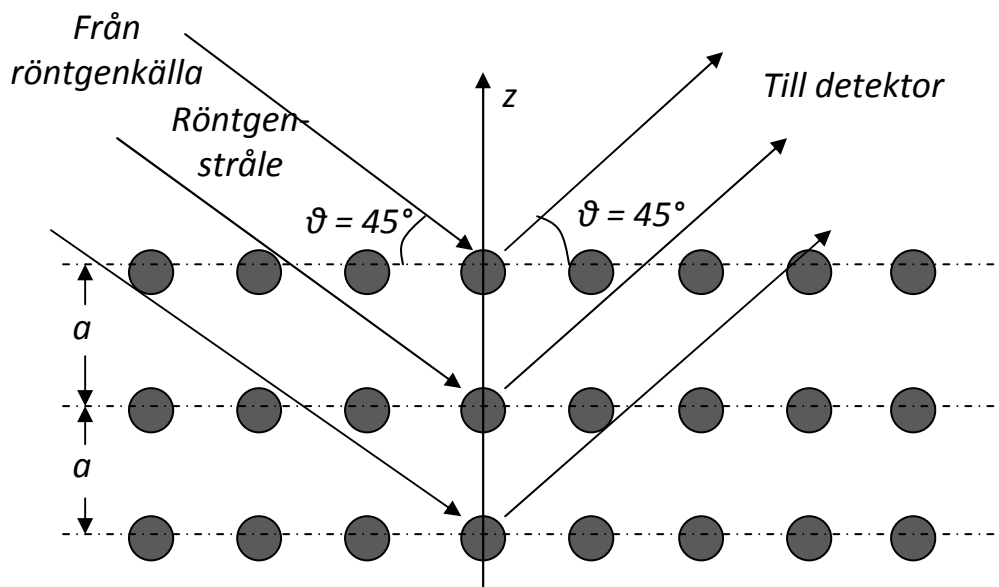
- a) Vilken strålningseffekt kommer enligt laboratoriepersonalen vid synkrotron-anläggningen att skickas mot materialet?

( 3p )

Man använder den genererade röntgenstrålningen för att ta reda på hur långt det är mellan atomerna i z-led i metallytan, se figur nedan. När vinkeln  $\vartheta$  från röntgenkällan mot metallytan ökas från  $0^\circ$  fås för första gången ett maximum avseende styrkan på röntgenljuset vid detektorn då  $\vartheta = 45^\circ$ .

- b) Vilket värde på avståndet  $a$  mellan atomerna i z-led i materialet ger ovanstående mätning?

( 1p )



6. Ett sätt att uppskatta när t.ex. Island reste sig ur havet genom vulkanisk aktivitet är att studera fördelningen mellan isotoperna  $^{40}\text{Ar}$  och  $^{40}\text{K}$  i de vulkaniska bergarterna på Island. Eftersom Argon (Ar) är en ädelgas och inte bildar föreningar med andra ämnen kommer Argon att försvinna som gas ut i atmosfären från smälta bergarter, d.v.s. lava, och därmed inte förekomma i nyligen stelnad lava.  $^{40}\text{K}$  (Kalium-40) som kan finnas i den stelnade lava omvandlas dock sakta genom betasönderfall till  $^{40}\text{Ar}$  som är fångad inne i den stelnade bergarten. All  $^{40}\text{Ar}$  som finns inuti en sådan bergart härstammar alltså med all säkerhet från  $^{40}\text{K}$ . Halveringstiden för  $^{40}\text{K}$  är  $1,25 \cdot 10^9$  år.

*Den största kvot mellan isotoperna  $^{40}\text{Ar}$  och  $^{40}\text{K}$  som man funnit i någon vulkanisk bergart på Island är 1:99, d.v.s. om man skulle räkna på det sammanlagda antalet  $^{40}\text{Ar}$ - och  $^{40}\text{K}$ -atomer i denna bergart skulle det idag för varje 100 atomer finnas 1 st  $^{40}\text{Ar}$ - och 99 st  $^{40}\text{K}$ -atomer.*

a) *När kan man förmoda att Island började resa sig ur havet?*

( 3p )

$^{40}\text{K}$  finns också naturligt i människokroppen. En vuxen människa har ungefär 160 g kalium i kroppen varav 0,0117% utgörs av  $^{40}\text{K}$ .

b) *Hur mycket energi frigörs i en vuxen människas kropp varje dag genom att  $^{40}\text{K}$  omvandlas till  $^{40}\text{Ar}$  genom betasönderfall? Eventuella kärnfysikaliska data hämtas ur tabell i formelsamlingen.*

( 1p )