

Tentamen i
Vågfysik

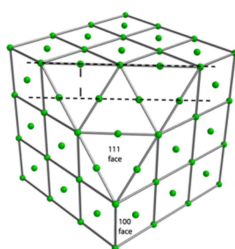
för FyN (NFYB01), Y/Yi (TFYA10) och MED (TFYA59)

Tentamensadministrativ info:

Kursnamn, datum, tid:	Vågfysik, 2013-01-11 , 8:00-13:00
Kurskod, sal(# ex)	NFYB01, TER1(2 ex); TFYA10, TER1(19 ex); TFYA10, TER2(32 ex); TFYA59, TER1(9 ex)
Provnamn, provkod:	Skriftlig tentamen, TEN1
Institution:	IFM
Kursansvarig, e-post, telefon:	Kenneth Järrendahl, kejar@ifm.liu.se , 013 28 2112
Jourhavande:	Kenneth Järrendahl besöker salen ca. 9:30 och 11:30
Jourtelefon under skrivtid:	013-28 2112
Administratör, e-post, tel.:	Karin Bogg, karin.bogg@liu.se , 013 28 1229
Antal sidor:	4 st
Antal tentamensuppgifter:	6 st
Tillåtna hjälpmedel:	<ul style="list-style-type: none"> · Ett för kursen framtaget sambandsblad får medtas. Framsidan får innehålla <u>egna handskrivna</u> anteckningar. På baksidan ges grundläggande samband. · Räknare tömd på kursrelaterad information. Räknarens grafitnings- och symbolhanteringsfunktioner kan användas för kontroll men ej för att motivera svar. · Pennor, linjal, passare.
Typ av svarpapper:	Rutat

Övrig studentinfo:

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



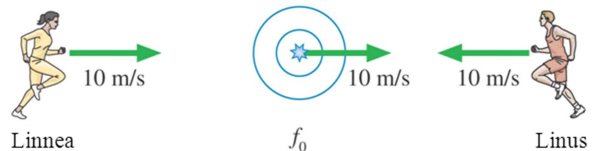
Önskar er alla välförtjänt framgång! /ken1

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

1. Vågkällor

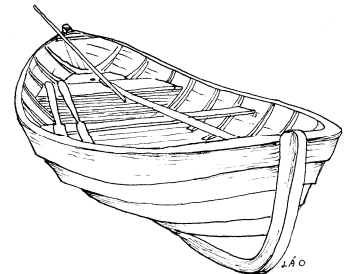
Vågorna från en rundstrålade ljudkälla har frekvensen $f_0 = 440$ Hz och utbredningshastigheten 330 m/s.

- a) Linnea, Linus samt en ljudkälla rör sig enligt figuren. Vilka frekvenser f_{Linnea} samt f_{Linus} upplever de? (1p)
 b) Vad blir f_{Linnea} samt f_{Linus} om ljudkällan står stilla? (1p)
 c) Vad blir f_{Linnea} samt f_{Linus} om Linnea och Linus står stilla? (1p)



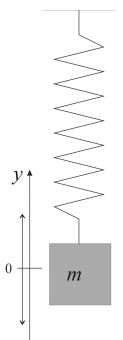
Du ror en båt med en konstant hastighet av 3,0 km/h. I kanalen där du ror skapas vattenvågor av någon källa som vi kan anta är i vila. När du ror i vågornas utbredningsriktning passeras du av en vågtopp var femte sekund. När du ror i rakt motsatt riktning möter du en våg varannan sekund.

- d) Bestäm vattenvågornas utbredningshastighet. (4p)
 e) Bestäm vattenvågornas våglängd. (3p)



2. Vertikala oscillationer

a) En kloss med massa m är hänger i en lätt fjäder med fjäderkonstanten k enligt figuren. Klossen fås att röra sig i en enkel harmoniskt svängningsrörelse i vertikalplanet kring jämviktsläget $y = 0$ med maximalt utslag $\pm A$. Fjädersystemet kan beskrivas med Hookes "lag". Försumma luftmotstånd. Utgå från de krafter som verkar på klossen och ta fram den differentialekvation som beskriver situationen. (3p)



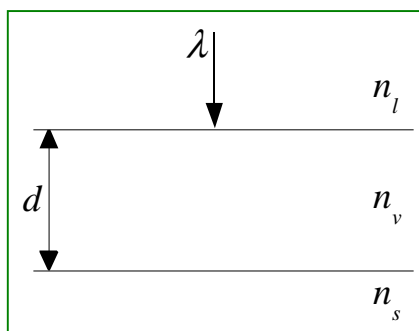
Antag att en person med massan $m = 65$ kg hänger vertikalt i en bungeelina med fjäderkonstant $k = 270$ N/m (linan kan behandlas som en fjäder). Personen dras nu ned så att linan blir sträckan $L = 5$ m längre än sin naturliga längd (då linan är helt obelastad). Personen släpps sedan iväg vid $t = 0$ s och börjar oscillera kring jämviktsläget $y = 0$.

- b) Vad är personens läge efter $t = 2$ s? (5p)
 c) Vad är personens hastighet efter $t = 2$ s? (2p)

3. Tjockleksmätning

a) Ett tunt skikt av en vätska med tjocklek d och brytningsindex n_v ligger på ett plant substrat med brytningsindex $n_s > n_v$ enligt bilden. Vinkelrätt infallande ljus från luft ($n_l = 1$) kommer att reflekteras minimalt på grund av destruktiv interferens vid en viss våglängd λ_d . Om våglängden ökas så ökar också reflektionen och vi får ett maximum vid λ_k på grund av konstruktiv interferens. Visa att ett samband för d kan skrivas som funktion av n_v , λ_d och λ_k . (6p)

b) Antag att vätskan är C_2H_5O och att destruktiv interferens sker vid våglängden 590 nm följt av konstruktiv interferens vid våglängden 740 nm. Hur tjockt är vätskeskiktet då? (4p)

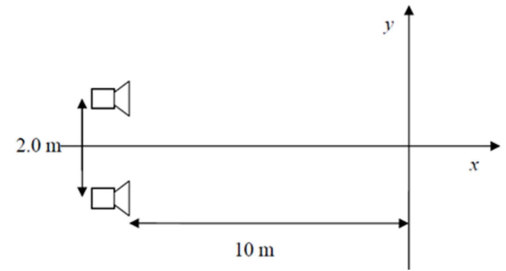


C_2H_5O	
λ (nm)	n
396,8	1,3643
486,1	1,3572
589,3	1,3526
656,3	1,3508
760,8	1,3488

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

4. Två högtalare

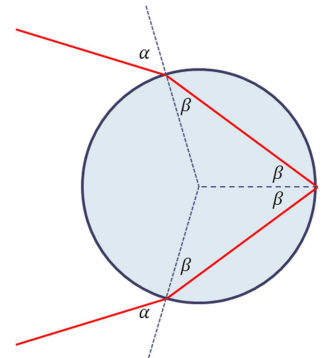
Två identiska högtalare vardera med effekten 4,0 W är placerade 2,0 m från varandra. Högtalarna är synkrona och sänder ut ljudvågor med utbredningshastigheten 340 m/s och frekvensen 850 Hz. Antag att en mikrofon flyttas längs y-axeln 10,0 m från högtalarna enligt figuren.



- Visa hur många intensitetsmaxima mikrofonen registrerar då den flyttas från $y = 0$ till $y = 6,0$ m. (2p)
- Vilket är det första positiva värdet på y där ett intensitetsminimum registreras? Ange svaret med två decimaler (det är tillåtet att ta fram värdet genom numerisk prövning med räknare) (4p)
- Vad är den resulterande intensiteten i detta minimum? (4p)

5. Regn- och diamantbåge

Figuren visar ljusstråles gång genom en sfärisk vattendroppe. Först refrakteras strålen (infallsvinkel α , refraktionsvinkel β), sedan reflekteras den (infallsvinkel = reflektionsvinkel β) och slutligen lämnar den droppen genom att refrakteras igen (infallsvinkel β , refraktionsvinkel α).



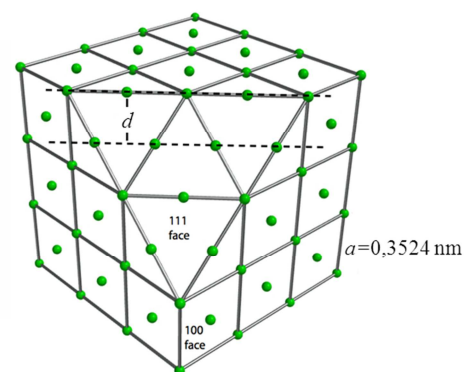
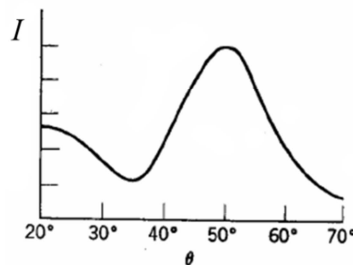
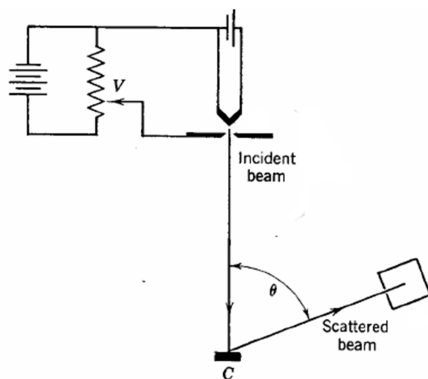
- Visa att den totala vinkeldeviationen $\delta(\alpha)$ (riktningsändringen) mellan inkommande och utgående stråle kan skrivas $\delta(\alpha) = 90^\circ + 2\alpha - 4\beta$. (2p)
- Utgå från Snells refraktions samband och skriv om $\delta(\alpha)$ som funktion av brytningsindex n istället för β . (3p)
- Strålkonstruktionen kan beskriva hur första ordningens regnbåge uppstår. Detta sker då $\delta(\alpha)$ har ett minimum för en viss vinkel α_{\min} . Ta fram ett uttryck för α_{\min} och visa att dess värde är ca $59,4^\circ$. (3p)
- En vacker tanke är att anta att de sfäriska dropparna är diamant istället för vatten. Kommentera möjligheten att se en första ordningens diamantbåge. (2p)

Vi bortser från dispersion denna gång och sätter $n = \frac{4}{3}$ för vatten och $n = \frac{12}{5}$ för diamant.

6. Elektron som partikel och våg

a) 1927 upptäckte Clinton Davisson och Lester Germer att reflekterade elektroner visar diffraktionsfenomen. De konstaterade att då inkommande elektroner med farten $v = 4,35 \cdot 10^6$ m/s sköts mot 111-planen av en nickeltkristall så uppträdde elektronerna som om de var vågor med våglängden 0,165 nm.

Visa hur Davisson och Germer kunde komma fram till denna våglängd. Figurerna visar från vänster till höger: experimentuppställningen, irradiansen för den detekterade elektronstrålen som funktion av vinkeln θ samt kristallstrukturen för nickel. (6p)



- I ett samtida teoretiskt arbete visade Louis-Victor de Broglie att partiklars vågkaraktär kunde beskrivas av deras rörelsemängd. Visa vad detta innebär för elektroner och jämför med experimentet i uppgift a. (4p)