

TENTAMEN I TILLÄMPAD VÅGLÄRA FÖR M**2014-01-09**

Skrivtid: 8.00 – 13.00

Hjälpmedel: Formelblad och räknedosa.

Uppgifterna är inte ordnade efter svårighetsgrad.

Börja varje ny uppgift på ett nytt blad och skriv bara på en sida.

Lösningarna ska vara väl motiverade och försedda med svar.

Kladdblad rättas inte! Uppgifter utan svar ger inte full poäng!

Betyg: Varje korrekt löst uppgift ger 3 poäng. För godkänt krävs minst 12 poäng. På varje uppgift görs en helhetsbedömning.

1. Här kommer först några inledande frågor.

a) Om en svängande sträng vidrörs på mitten kommer grundtonen att släckas, men vissa övertoner kommer fortfarande att finnas kvar, vilka? (1,0 p)

b) Hur tolkar man att en spektrallinje från en stjärna har blåförskjutits jämfört med en laborieupptagning? (1,0 p)

c) Ett enkelt experiment att testa om man är nyfiken på vilken frekvens det är på mikrovågorna hemma i sin mikrovågsugn är att studera hur smör börjar smälta i den. Bilden till höger är tagen precis efter att smöret börjat smälta (den roterande plattan var givetvis fränkopplad vid experimentet). Avståndet mellan de smälta delarna är 61 mm från centrum till centrum. Vilken frekvens har mikrovågorna? (1,0 p)



Bild: Johan Mauritsson

2. Diskussionsuppgift

Vid medicinska ultraljudsundersökningar brukar man sätta en gel på huden där sändaren-mottagaren ska placeras. Vilken uppgift har gelen? Motivera ditt svar väl. (3,0 p)



Bild: Agência de Notícias do Acre, Saúde Itinerante completa 11 anos via Wikimedia Commons

3. Uppgiften går ut på att rita en våg som har följande egenskaper:

Våglängden: 2,0 meter

Periodtiden: 10,0 sekunder

Faskonstanten: 0

Amplituden: 1,0 meter

Vågen rör sig åt höger, i positiv x-riktning.

Du ska rita vågen både som funktion av position (då tiden är $t=5,0$ s) och som funktion av tid (för positionen $x=0,0$ m). (3,0 p)

4. Det är möjligt att mäta ett fordon's hastighet med hjälp av dopplerradar. En dopplerradar sänder ut elektromagnetiska radarvågor med våglängden 3,00 cm och mäter svävningsfrekvensen mellan de utsända radarvågorna och de Dopplerskiftade radarvågorna som har reflekterats från bilens nummerplåt. För en bil uppmäts en svävningsfrekvens på 1,333 kHz, hur fort kör den bilen? Svara i km/h. (3,0 p)



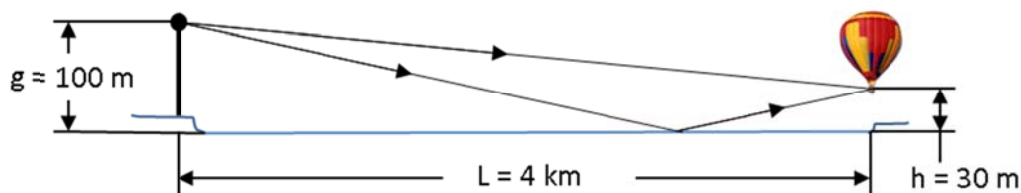
Bild: Agência Brasil, Fábio Pozzebom/ABr via Wikimedia Commons

5. En dörrkikare, som ju är en omvänd Galileikikare (vinkelförstoringen är alltså mindre än 1), konstrueras med hjälp av två linser med brännvidderna $-6,0$ mm och $+25,0$ mm.

- Vilken vinkelförstoring har dörrkikaren då den är normalställd? (1,5 p)
- Anta att avståndet mellan de båda linserna är 18,9 mm och beräkna var bilden av en försäljare som befinner sig 0,50 m från dörren hamnar. (1,5 p)



6. En ballongfarare startade sin flygning från stranden precis intill en sjö. Under tiden ballongen steg till väders lyssnade han på en radioutsändning som sändes ut från en antenn i toppen på en 100 m hög radiomast som låg på andra sidan sjön, 4 km från ballongen. Han noterade att kvalitén på ljudet blev bättre när han steg och var som bäst när hans radio var 30 m över sjöns vattenyta, för att sen försämrades igen. Allt eftersom han steg högre så blev ljudkvaliteten omväxlande bättre och sämre. Vilken frekvens hade radioutsändningen han lyssnade på? Tänk på att radiovågor som reflekteras i vattnet färförskjuts 180° . (3,0 p)



7. En plan yta med brytningsindex 1,70 antireflexbehandlas med ett 315 nm tjock skikt magnesiumfluorid, MgF_2 , med brytningsindex 1,35.

- Ljus infaller vinkelrätt mot ytan, för vilken synlig våglängd är antireflexbehandlingen gjord? Du behöver bara ta hänsyn till en reflex i vardera ytan. Rita en figur och markera eventuella färförskjutningar. (2,0 p)
- Om ljuset istället infaller med 15° mot normalen kommer antireflexbehandlingen att fungera som bäst för en annan synlig våglängd. Kommer våglängden som nu reflekteras minst att vara kortare eller längre än svaret i uppgift a? (1,0 p)

8. Den här uppgiften handlar om ett tankeexperiment där man likt bungejumper skulle hoppa rakt genom jorden, fast utan gummiband. Tänk er att det varit möjligt att bygga ett lufttomt rör från sydpolen till nordpolen, och sedan hoppa ner i det vid sydpolen och åka rakt genom jordens centrum och komma upp vid nordpolen. Gravitationskraften som momentant verkar på en hoppare med massa m ges då av

$$F = -\frac{GmM'}{r^2}$$

där r är det momentana avståndet till jordens centrum, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ är gravitations-konstanten och M' är den del av jordens massa som attraherar hopparen, markerat med mörkare färg i figuren nedanför. För enkelhetens skull kan vi anta att jordens densitet ρ är homogen och medeldensitet är $\rho = 5,52 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Jordens hela radie är $R = 6370 \text{ km}$. Massan M' ges då av

$$M' = \frac{4\pi r^3}{3} \rho$$

- Beräkna hur lång tid det hade tagit för att komma från sydpolen till nordpolen? (1,0 p)
- Vad är den högsta hastigheten man hade uppnått, och när inträffar det? (1,0 p)
- Vilken är ens acceleration precis när man vänder vid nordpolen och åker tillbaka igen? (1,0p)

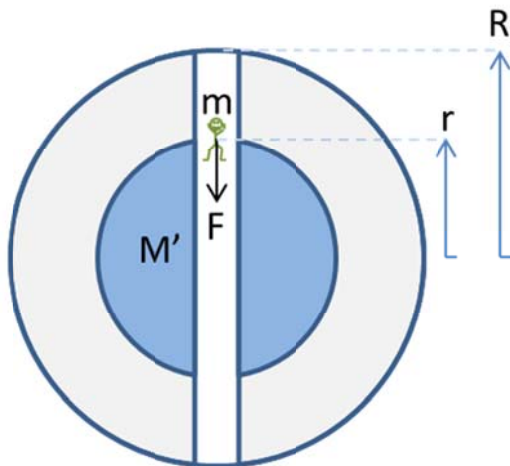
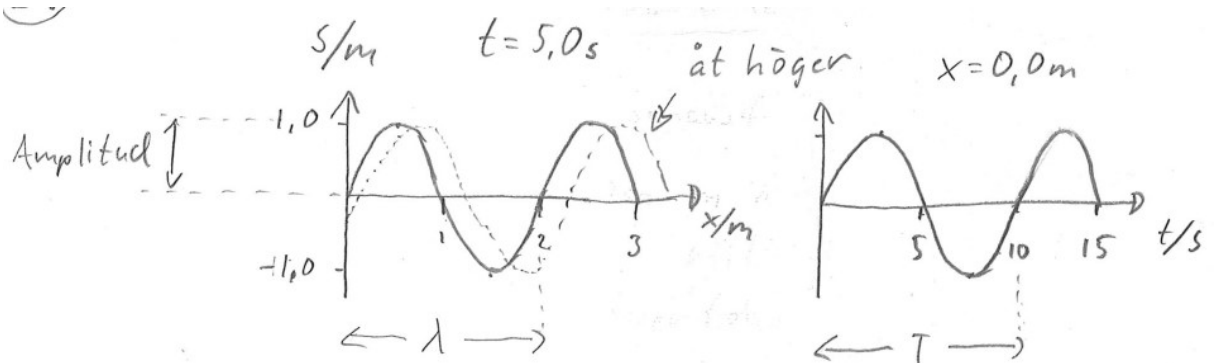


Bild: NASA/ GSFC/ NOAA/ USGS, http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/image/0304/bluemarble2k_big.jpg via Wikimedia Commons

Tenta 140109 – Svar

- Bara övertoner med en nod i mitten blir kvar, alltså bara jämna m
 - Blåförskjutning innebär kortare våglängd, dvs. högre frekvens, p.g.a. dopplereffekten. Detta händer för att vi närmar oss stjärnan.
 - 2,46 GHz
- (kortfattat) Fasta och flytande material har i allmänhet mycket högre akustisk impedans än luft. Därför skulle reflektionen in mot kroppen från ultraljudssändaren bli väldigt stor om det fanns någon luft emellan dem. Gelen ser till så att det inte finns någon luft, utan ger direkt kontakt, dvs. en impedansmatchning.

3. Bild:



- Svar: 72 km/h (Tips: bilen är både sändare och mottagare)
- $G = 0,24$
 - 3,6 m från dörren (samma sida som försäljaren)
- Svar: 100 MHz (Tips: se ledningen till uppgift 4.11 i boken)
- 567 nm
 - Kortare våglängd
- 42 min 10 s
 - 7911 m/s
 - $a = g = 9,82 \text{ m/s}^2$