

NTNU

Øving 5

FY0001 Brukerkurs i fysikk

Øvingstime: Torsdag 19. Februar kl 15.15 - 17.00

Fredag 20. Februar kl 10.15 - 12.00

Innlevering: Mandag 23. Februar kl 12.00

Oppgave 1

På en vindstille dag kjører en politibil med fulle sirener langs en vei med en hastighet på 120 km/t. Den sender ut lyd, med en frekvens på 200 s^{-1} .

- a) Regn ut hvilken frekvens er person som står i ro ved veien vil høre når politibilen kjører mot ham.
- b) Regn ut hvilken frekvens er person som sykler mot politibilen, i motsatt retning, med en hastighet på 20 km/t vil høre.
- c) I denne oppgaven sa vi at det var vindstille, altså at luften står i ro. Hadde det hatt noe å si for resultatet over om det blåste? Begrunn svaret ditt.

Oppgave 2

Bohr-radien, det vil si avstanden mellom elektronet og protonet i et hydrogenatom, er $a_0 = 5,29 \cdot 10^{-13} \text{ m}$.

- a) Regn ut den elektriske kraften mellom elektronet og protonet.
- b) Anta at elektronet går i jevn sirkelbevegelse. Regn ut farten til elektronet.
- c) Gjenta beregningene for det innerste elektronet i et Uran-atom. Du kan anta at avstanden mellom det innerste elektronet og atomkjernen er den samme som for hydrogen.

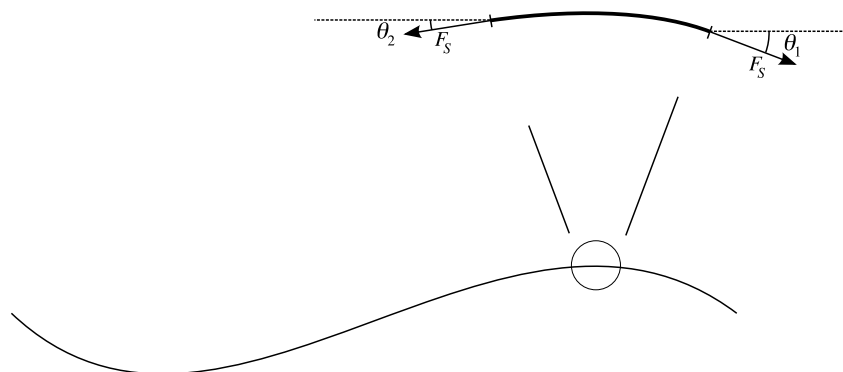
Oppgave 3

Partikkelakseleratoren LHC består av en stor ring med en omkrets på 27 kilometer, der man kan sende rundt 2808 «bunches» hver med $1,15 \cdot 10^{11}$ protoner. Disse protonene beveger seg praktisk talt med lysets hastighet.

- a) Hvor stor strøm tilsvarer dette?
- b) Vi husker fra sist øving at hvert proton har en energi på $7 \cdot 10^{12} \text{ eV}$. Hva er summen av energien til alle protonene?

Oppgave 4

I denne oppgaven skal vi utlede uttrykket for hastigheten til bølger på streng. Vi tenker oss en streng, med masse pr meter ρ , som vi fester den mellom to faste punkter, og strammer slik at snordraget er F_S . Vi ser så på en liten bit av strengen, med lengde Δx . I hele denne oppgaven kan du anta at den totale kraften i x -retning er 0, og at snordraget alltid er F_S .



- Finne den totale i kraften i y -retning på denne lille strengbiten, uttrykt ved F_S , θ_1 og θ_2 , og massen til strengbiten, uttrykt ved Δx og ρ .
- Fart er det samme som endring i posisjon pr tid, altså den deriverte av posisjonen med hensyn på tiden. Akselersjon er det samme som endring i fart pr tid, og er derfor lik den andrederiverte av posisjon med hensyn på tiden. Bruk dette til å vise at

$$\rho \Delta x \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = F_S (\sin \theta_1 + \sin \theta_2).$$

- Hvis det maksimale utslaget, altså amplituden til bølgen, er lite i forhold til bølgelengden vet vi at både θ_1 og θ_2 vil være små vinkler. For små vinkler kan vi bruke at $\sin \theta \approx \tan \theta$. Bruk dette, og definisjonen av tangens for en rettvinklet trekant, til å vise at

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \frac{F_S}{\rho} \left[\frac{1}{\Delta x} \left(\frac{\partial y}{\partial x} \Big|_{x+\Delta x} - \frac{\partial y}{\partial x} \Big|_x \right) \right],$$

der

$$\frac{\partial y}{\partial x} \Big|_x$$

betyr den partiell-deriverte av $y(x)$ med hensyn på posisjonen, i punktet x . Husk at den deriverte av $y(x)$ forteller deg stigningstallet til snoren.

d) Bruk dette, og bølgeligningen

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2},$$

som er en generell ligning som gjelder for alle bølger, til å vise at

$$v = \sqrt{\frac{F_s}{\rho}}.$$

Husk at definisjonen til den partiell-deriverte er

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}.$$

Kommentar I: I denne oppgaven har vi gjort en del antagelser. Vi har antatt at totalkraften i x -retning er 0, at snorkraften er lik over hele strengen, og at $\sin \theta \approx \tan \theta$. Alle disse antagelsene har å gjøre med at θ er en liten vinkel, noe som vil være tilfelle så lenge utslaget (amplituden) er mye mindre enn bølgelengden.

Kommentar II: Denne oppgaven er ganske teoretisk, og kan være litt vanskelig hvis man ikke er vant til å manipulere matematiske uttrykk. Ikke tenk for mye på at det er store, stygge ligninger, men prøv å forstå hva de enkelte delene betyr, og spør om hjelp på øvingstimen. Hvis du får til oppgaven er det veldig bra, og hvis du ikke får den til trenger du ikke bekymre deg. Denne oppgavetypen er ikke særlig aktuell til eksamen.

SLUTT.