



# Fysikkolympiaden - Norsk finale 2021

Torsdag 25. mars kl 12.00 til 14.30

**Hjelpemidler:** Lommeregner og utdelt formelark (2)

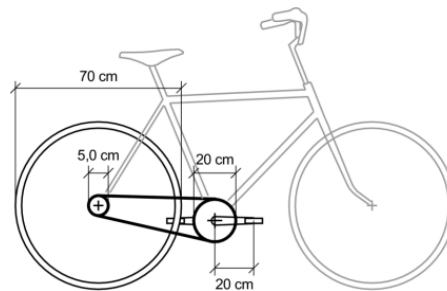
**Oppgavesettet består av 3 sider og det er 6 oppgaver.**

Alle deloppgaver gir 4 poeng.

Lykke til!

## Oppgave 1

Du skal ut og sykle, og legger hele din vekt på den ene pedalen, som er plassert som på figuren (rett fram fra akslingen). Målene på sykkelen er gitt på figuren, sykkelen veier 10 kg, og vi antar at du veier 70 kg. Forklar eventuelle antagelser eller tilnærminger du gjør-



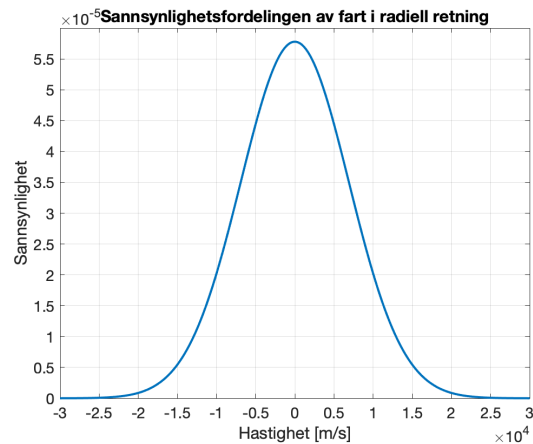
Finn sykkelens akselerasjon idet du tråkker ned pedalen (i startøyeblikket).

## Oppgave 2

En meteor er på vei mot jorden. For å stoppe meteoren blir det bestemt at den skal sprenges i biter. Meteoren er helt rund, har en radius på 1 km og en tetthet på  $10^3 \text{ kg/m}^3$ . Når meteoren skal sprenges er det ønskelig at alle partiklene unnslipper meteorens gravitasjonsfelt slik at ingen deler av meteoren faller tilbake mot hverandre og samler seg. Hvor mye energi vil dette minst kreve? Anta at bitene av meteoren skal bli veldig små.

### Oppgave 3

Figuren viser hastighetsfordelingen til hydrogenatomer i solatmosfæren. Det som er vist er hastigheten langs synsretningen.



Selv om atomer kun kan absorbere lys ved bestemte bølgelengder har Fraunhofer-linjene i sollys en ikke ubetydelig bredde. Linjebredden skyldes i stor grad doppler-effekten. F.eks. når et hydrogenatom beveger seg mot et foton vil fotonet blåskiftes sett fra atomets perspektiv, som da kan absorbere fotoner med lavere energi enn det ville i ro. La oss definere bredden på Fraunhofer-linjene som differansen mellom de to bølgelengdene der fotoner absorberes 10 ganger sjeldnere enn ved den bølgelengden der flest fotoner absorberes. Hva vil da bredden på Fraunhofer-linjen ved 656.3 nm være? Hint: Du må bruke grafen! Vi oppgir formelen for relativistisk dopplereffekt

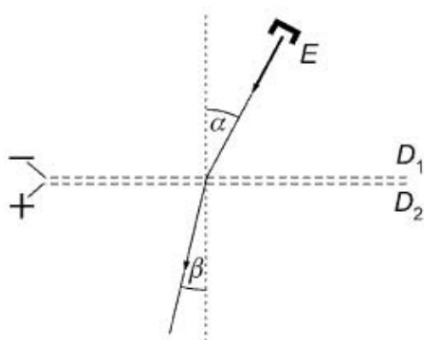
$$\lambda = \lambda_0 \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}}$$

der  $\lambda_0$  er bølgelengden til lyset sett fra en observatør i ro i forhold til kilden, mens  $\lambda$  er bølgelengden sett fra en observatør med hastighet  $v$  langs lysbanen i forhold til kilden.

### Oppgave 4

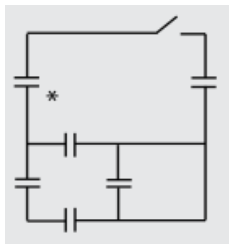
En tett varmluftballong har volumet  $5,7 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ . Lufta utenfor ballongen har temperaturen  $0^\circ \text{ C}$  og tettheten  $1,3 \text{ kg/m}^3$ . Lufta inni ballongen har temperaturen  $100^\circ \text{ C}$ . Hvor mye kan ballongen løfte (massen til ballong pluss last)?

## Oppgave 5



Vi har to parallelle metallnett med en potensialforskjell  $U$ , som vist på figuren. De to nettene virker som en kondensator, men elektroner kan passere gjennom dem. Elektroner fra kilden  $E$  kommer til det første nettet,  $D_1$ , med farten  $v$ . Vis at elektronstrålen brytes idet den passerer nettene på samme måte som når en lysstråle går fra et medium til et annet. Det vil si at forholdet  $\sin \alpha / \sin \beta$  er uavhengig av innfallsvinkelen  $\alpha$  (Snells brytningslov). Bestem hvordan dette forholdet avhenger av farta  $v$ .

## Oppgave 6



I denne kretsen er alle kondensatorene like. Opprinnelig er bryteren åpen, og bare den kondensatoren merket med  $*$  er ladet opp. Bryteren lukkes, og etter at ladningene har nådd ny likevekt har kondensatoren merket med  $*$  fått en ladning  $Q$ . Hva var den opprinnelige ladingen  $Q_0$  på denne kondensatoren?