

Eksamen

FY0001 Brukerkurs i fysikk

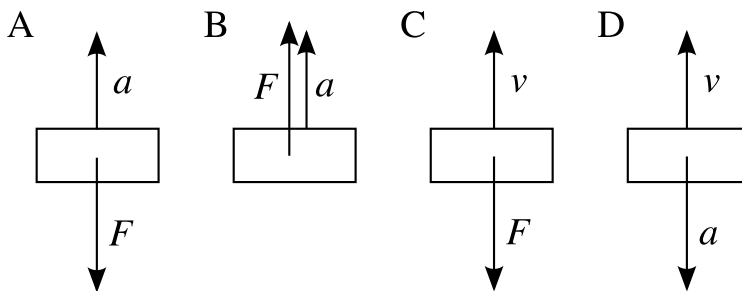
Fredag 29. mai 2009

Eksamenstid: 4 timer (09.00 - 13.00)

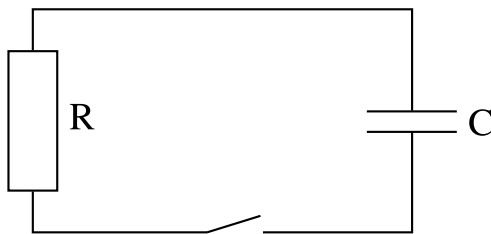
Hjelpemidler: *Tabeller og formles i fysikk 2FY og 3FY* (Gyldendal undervisning)
Kalkulator HP30S eller Citizen SR-270X

Oppgave 1

- a) Figuren viser fire gjenstander, og to fysiske størrelser for hver gjenstand. F er summen av kreftene som virker på gjenstanden, v er gjenstandens fart og a gjenstandens akselerasjon. Hvilke(n) av disse tegningene viser en umulig fysisk situasjon? Gi en svært kort begrunnelse.

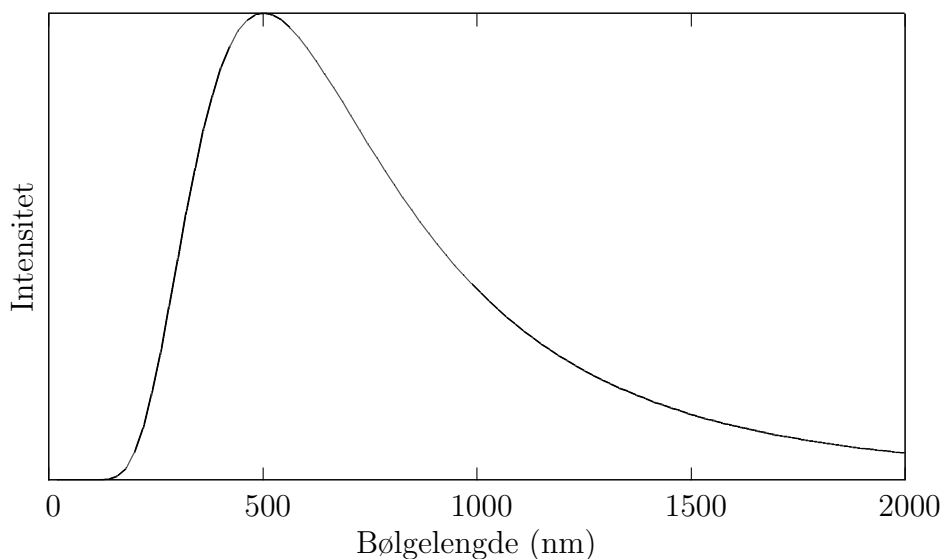


- b) Hva er Doppler-effekten? Forklar hvordan vi kan bruke denne effekten til å avgjøre om en fjern stjerne beveger seg fra oss eller mot oss.
- c) Figuren viser en krets med en kondensator, C , med kapasitans $5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ og en motstand, R , på $1,2 \cdot 10^6 \Omega$. Kondensatoren er ladet opp til en spenning, $V_0 = 50 \text{ V}$. Tegn en kvalitativ figur som viser hvordan strømmen i kretsen vil variere som en funksjon av tiden, etter at bryteren lukkes. Når spenningen over kondensatoren er sunket til under 1 % av V_0 sier vi at den er utladet. Vil dette ta omtrent et halvt sekund, et halvt minutt eller en halv time?



- d) Laserlys med bølglengde 632,8 nm sendes inn mot en dobbeltspalte. Etter å ha passert spalten, lager lyset et interferensmønster på en skjerm som er montert 3 meter fra spalten. Du måler en avstand på 19 mm fra 0. til 1. ordens maksimum. Regn ut avstanden mellom spaltene.
- e) Polonium-210 ($^{210}_{84}\text{Po}$) er et radioaktivt stoff med halveringstid 138 dager. Anta at vi har en prøve bestående av 0,1 gram rent polonium-210. Hvor mye av stoffet har vi igjen etter 690 dager? Hvor lang tid tar det før kun 1% av den opprinnelige mengden er igjen?

Oppgave 2



I denne oppgaven antar vi at Solen oppfører seg som et sort legeme. Figuren viser Solens utstrålte intensitet som funksjon av bølglengde.

- a) Forklar hvordan du kan bruke informasjon fra figuren til å anslå Solens overflatetemperatur.
- b) Solens overflatetemperatur er 5778 Kelvin, og Solens totale utstrålte effekt er $3,846 \cdot 10^{26}$ W. Regn ut Solens radius.
- c) Avstanden fra Jorden til Solen er $1,496 \cdot 10^{11}$ m. Hvor stor intensitet, målt i watt pr kvadratmeter, har sollyset som treffer Jorden?
- d) Anta nå at all denne energien kommer fra reaksjonen



Deuterium (${}^2_1\text{H}$) har en atommasse på 2,01355 u, og helium (${}^4_2\text{He}$) har en atommasse på 4,00260 u. Regn ut hvor mye energi som blir frigjort i denne reaksjonen.

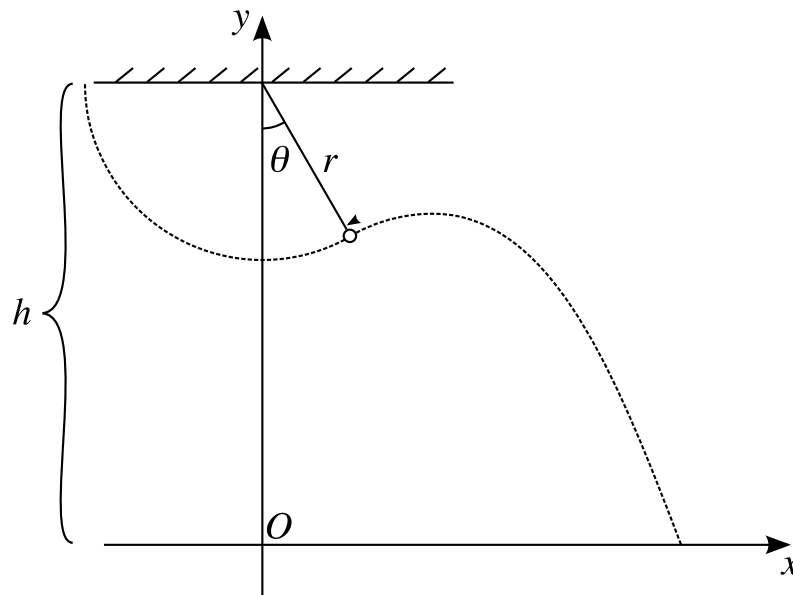
- e) Regn ut hvor mange deuterium-atomer som blir omdannet til helium hvert sekund i Solen. Hvor mange kilo deuterium tilsvarer dette?

Oppgave 3

Månen bruker 27 dager, 7 timer og 43 minutter på en runde rundt Jorden. Anta at Månen går i en sirkulær bane, der avstanden fra Jorden til Månen er $3,831 \cdot 10^8$ m.

- a) Regn ut banefarten til Månen.
b) Vis at Jordens masse er $M_{\oplus} = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg.

Oppgave 4



Vi har en pendel med lengde $r = 0,6$ m. Avstanden fra pendelens opphengspunkt til gulvet er $h = 1,5$ m. Det er montert en kniv som vil kutte snoren på pendelen når den har svingt en vinkel θ forbi det laveste punktet. I hele denne oppgaven kan du se bort fra luftmotstand, og du kan anta at ingen kinetisk energi går bort i det snoren kuttet.

Anta at kniven plasseres slik at $\theta = 20^\circ$, altså at snoren kuttet når pendelen har svingt litt forbi det laveste punktet.

- a) Pendelen trekkes opp så den peker vannrett mot venstre, og slippes. Vis ved hjelp av energibevaring at farten til kulen i det snoren kuttet er

$$v = \sqrt{2gr \cos 20^\circ},$$

og regn ut x - og y -komponentene til farten.

- b) Hvor lang tid tar det fra snoren kuttet til kulen treffer bakken?
c) Finn x -koordinaten til punktet der kulen treffer gulvet.

Formler

Akselerasjon i jevn sirkelbevegelse	$a = \frac{v^2}{r}$
Doppler-effekt, bevegelig sender	$f' = f \left(\frac{1}{1 \pm V_E/v} \right)$
Doppler-effekt, bevegelig mottaker	$f' = f (1 \pm V_R/v)$
Gravitasjonsloven	$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
Kinetisk energi	$E_k = \frac{1}{2} m v^2$
Masse-energi-ekvivalens	$E = m c^2$
Newtons 2. lov	$\vec{F} = m \vec{a}$
Ohms lov	$\Delta V = R I$
Potensiell energi i konstant gravitasjonsfelt	$E_p = m g h$
Radioaktivt henfall	$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$
Stefan-Boltzmann-loven	$I = \sigma T^4$
Wiens forskyvningslov	$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$

Konstanter

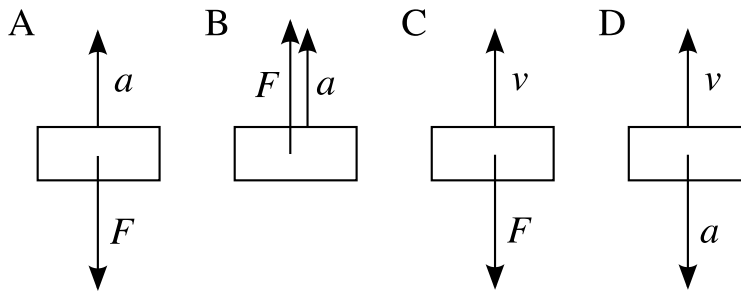
Atom-masse-enheten	$1u = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadros tall	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Gravitasjonskonstanten	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Lysfarten	$c = 299792458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Stefan-Boltzmann-konstanten	$\sigma = 5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ Js}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Tyngdeakselerasjonen	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Wiens forskyvningskonstant	$b = 2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

Final exam
FY0001 Brukerkurs i fysikk
Friday May 29, 2009

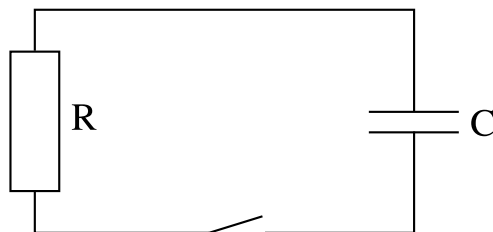
Duration: 4 hours (09.00 - 13.00)
Allowed help: *Tabeller og formler i fysikk 2FY og 3FY* (Gyldendal undervisning)
Pocket calculator HP30S or Citizen SR-270X

Problem 1

- a) The figure shows four objects, and two physical quantities for each. F is the sum of the forces acting upon the object, v is the speed of the object, and a is its acceleration. Which of these drawings depict(s) an impossible physical situation? Give a very short explanation.

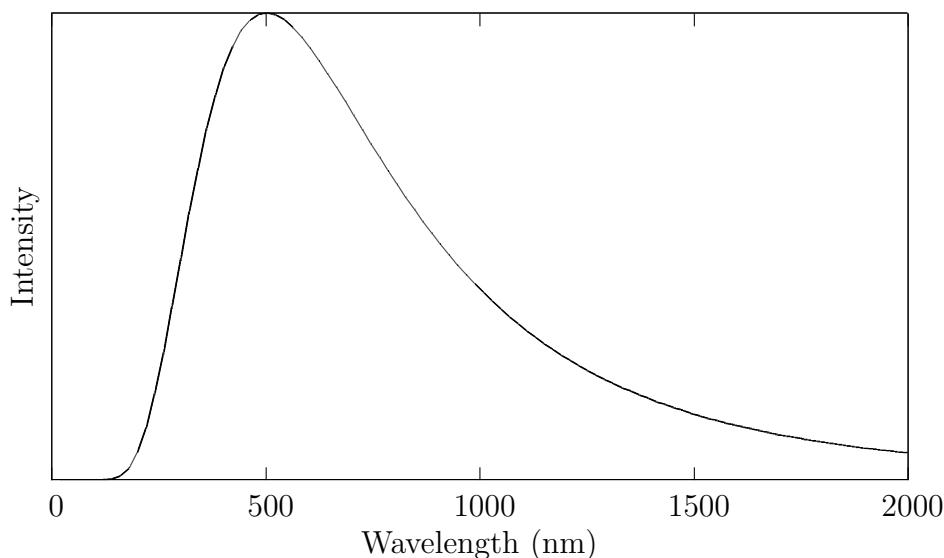


- b) What is the Doppler effect? Explain how we can use this effect to determine if a far away star is moving towards us or away from us.
- c) The figure shows a circuit with a capacitor with capacitance $5 \cdot 10^{-6}$ F and a resistor with resistance $1.2 \cdot 10^6 \Omega$. The capacitor is charged to a voltage $V_0 = 50$ V. Draw a figure which shows approximately how the current in the circuit will change as a function of time, after the switch is closed. When the voltage over the capacitor has dropped below 1% of V_0 , we say the capacitor is discharged. Will this take about half a second, half a minute or half an hour?



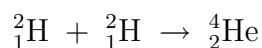
- d) Laser light with the wavelength 632.8 nm is sent onto a double slit. After passing through the slit, the light creates an interference pattern on a screen which is located 3 m away from the slit. You measure a distance of 19 mm from the zeroth to the first order maximum. Calculate the distance between the slits.
- e) Polonium-210 ($^{210}_{84}\text{Po}$) is a radioactive material with a half-life of 138 days. Assume that we have a sample consisting of 0.1 g of pure polonium-210. How much of the polonium remains after 690 days? How long does it take before only 1 % of the original amount remains?

Problem 2



In this problem, we will assume that the Sun acts like a black body. The figure shows the Sun's radiated intensity as a function of wavelength.

- a) Explain how you can use information from the figure to obtain an approximate value for the surface temperature of the Sun.
- b) The surface temperature of the Sun is 5778 Kelvin, and the total radiated power of the Sun is $3.846 \cdot 10^{26}$ W. Calculate the radius of the Sun.
- c) The distance from the Earth to the Sun is $1.496 \cdot 10^{11}$ m. How large, measured in Watts per square meter, is the intensity of the sunlight that hits the Earth?
- d) Assume that all the energy radiated by the Sun is produced in the reaction



Deuterium (${}^2_1\text{H}$) has an atomic mass of 2.01355 u, and helium (${}^4_2\text{He}$) has an atomic mass of 4.00260 u. Calculate the amount of energy which is released in this reaction.

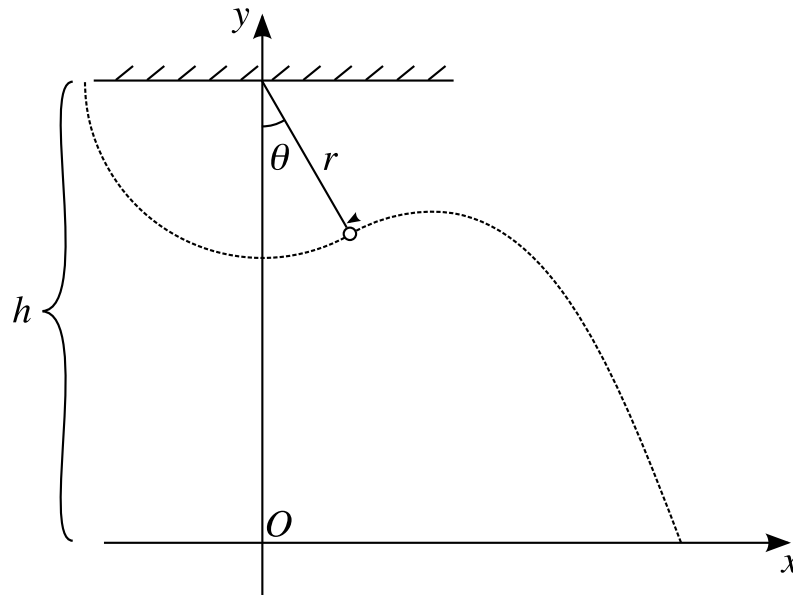
- e) Calculate how many deuterium atoms are converted to helium each second in the Sun. How many kilos of deuterium does this correspond to?

Problem 3

The Moon takes 27 days, 7 hours and 43 minutes to complete one orbit around the Earth. Assume that the Moon follows a circular orbit, in a distance of $3.831 \cdot 10^8$ m from the Earth.

- a) Calculate the orbital speed of the Moon.
 b) Show that the mass of the Earth is $M_{\oplus} = 5.97 \cdot 10^{24}$ kg.

Problem 4



We have a pendulum, where the length of the pendulum is $r = 0.6$ m. The distance from the pivot point to the floor is $h = 1.5$ m. A knife is mounted in such a way that it will cut the cord of the pendulum when it has reached an angle θ past the lowest point. In this problem, you can ignore air resistance, and you can assume that no kinetic energy is lost as the cord is cut.

Assume that the knife is placed so that $\theta = 20^\circ$, i.e. that the cord is cut when the bob has moved a little past the lowest point.

- a) The bob is lifted so that the pendulum points horizontally to the left, and released. Use conservation of energy to show that the speed of the bob as the cord is cut is

$$v = \sqrt{2gr \cos 20^\circ},$$

and calculate the x and y components of the velocity.

- b) Calculate the time from the cord is cut to the bob hits the floor.
c) Find the x coordinate of the point where the bob hits the floor.

Formulæ

Acceleration in uniform circular motion	$a = \frac{v^2}{r}$
Doppler effect, moving emitter	$f' = f \left(\frac{1}{1 \pm V_E/v} \right)$
Doppler effect, moving receiver	$f' = f (1 \pm V_R/v)$
Kinetic energy	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$
Law of gravitation	$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
Mass - Energy equivalence	$E = mc^2$
Newton's 2. law	$\vec{F} = m\vec{a}$
Ohm's law	$\Delta V = RI$
Potential energy in constant gravitational field	$E_p = mgh$
Radioactive decay	$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$
Stefan-Boltzmann law	$I = \sigma T^4$
Wien's displacement law	$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$

Constants

Acceleration of gravity	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Atomic mass unit	$1u = 1.6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadro's number	$N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Gravitational constant	$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Speed of light	$c = 299792458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Stefan-Boltzmann constant	$\sigma = 5.6704 \cdot 10^{-8} \text{ Js}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Wien's displacement constant	$b = 2.8978 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$