

Institutt for fysikk

Eksamensoppgave i FY0001 Brukerkurs i fysikk

Faglig kontakt under eksamen: Jon Andreas Støvneng

Tlf.: 45 45 55 33

Eksamensdato: august 2015

Eksamenstid (fra-til): 0900-1300

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: *C (Godkjent kalkulator; Rottmann, Matematisk formelsamling)*

Annen informasjon: De 16 deloppgavene teller like mye.

Oppgavene er utarbeidet av Jon Andreas Støvneng.

Målform/språk: Bokmål

Antall sider med oppgaver: 2

Antall sider med formler etc: 3

Kontrollert av:

Dato

Sign



Institutt for fysikk

Eksamensoppgave i FY0001 Brukerkurs i fysikk

Faglig kontakt under eksamen: Jon Andreas Støvneng

Tlf.: 45 45 55 33

Eksamensdato: august 2015

Eksamenstid (fra-til): 0900-1300

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: *C (Godkjent kalkulator; Rottmann, Matematisk formelsamling)*

Annen informasjon: De 16 deloppgavene teller like mye.

Oppgavene er utarbeidet av Jon Andreas Støvneng m.fl.

Antall sider med oppgaver: 2

Antall sider med formler etc: 3

Kontrollert av:

Dato

Sign

Oppgave 1

- a) En bil har masse 1600 kg og kjører med konstant akselerasjon lik $5,0 \text{ m/s}^2$ på en rett vei. Hvor stor nettokraft virker på bilen?
- b) En bil kjører med konstant fart $15,0 \text{ m/s}$ gjennom en horisontal sving (dvs uten dosering) med radius 90 m. Hvor stor er bilens (sentripetal-)akselerasjon?
- c) Statisk friksjonskoeffisient mellom bildekkgummi og tørr asfalt er 0,8. Hva er da nedre teoretiske grense for antall sekunder som trengs for å akselerere en bil fra 0 til 100 km/h under slike forhold? Vi antar at det kun er friksjonskraften mellom dekkene og asfalten som bidrar til bilens (konstante) akselerasjon.

Oppgave 2

Månen går i en tilnærmet sirkulær bane rundt jorda, med baneradius $r = 384400 \text{ km}$ og omløpstid $T = 2,36 \text{ Ms}$ (millioner sekunder). Gravitasjonskonstanten har verdien $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$.

- a) Vis at kjennskap til månens baneradius r og omløpstid T er tilstrekkelig til å bestemme jordas masse M med følgende formel:

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

Tips: Newtons 2. lov: $F = ma$. Gravitasjonsloven : $F = GMm/r^2$. Sentripetalakselerasjon : $a = v^2/r$. Sirkelomkrets: $2\pi r$. Se bort fra solas innvirkning på månens banebevegelse rundt jorda.

- b) Bruk resultatet i punkt a til å regne ut jordas masse M .

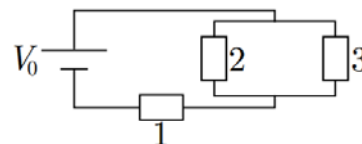
Oppgave 3

- a) Lag figurer som viser et øyeblikksbilde av stående bølger på en streng som er fastspent i begge ender, for henholdsvis grunntonen (lengst mulig bølgelengde) og første overtone (nest lengste mulige bølgelengde).
- b) En oktobass har strenger med lengde $2,15 \text{ m}$. Strengene er strukket med en kraft 341 N . En av strengene har masse pr lengdeenhet lik 69 gram pr meter . Hvilken frekvens har grunntonen på denne strengen. Tips: $v = \sqrt{F/(\frac{M}{L})}$. $v = \lambda f$.

Oppgave 4

- a) Anta at du kan kjøpe kondensatorer (så mange du vil!), hver med kapasitans 10 nF . Forklar hvordan du da vil gå fram for å lage oppkoblinger som har kapasitans henholdsvis 5 nF , 20 nF og 25 nF .

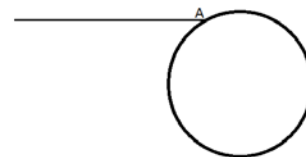
b) I kretsen til høyre er et batteri med spenning $V_0 = 9,0 \text{ V}$ koblet til en krets som består av tre like store motstander $R_j = 7,0 \Omega$ ($j = 1, 2, 3$). Hva er strømstyrken i motstanden som er merket som nr 1?



c) Dersom motstanden merket som nr 1 i kretsen til høyre erstattes av en kondensator med kapasitans 25 nF , og batteriet på $9,0 \text{ V}$ kobles til kretsen ved et bestemt tidspunkt, hvor lang tid tar det, sånn omtrent, å lade opp kondensatoren? Anta at kondensatoren har null ladning i utgangspunktet. Kondensatoren kan betraktes som «oppladet» når ladningen har nådd ca 60% av sin maksimale verdi.

Oppgave 5

a) En lysstråle kommer inn fra venstre og treffer en kuleformet vanndråpe i punktet merket A i figuren til høyre. Tegn en figur som viser veien lyset tar når det brytes og går inn i vanndråpen ved A, deretter reflekteres neste gang det treffer overflaten, og endelig brytes og går ut av vanndråpen siste gang det treffer overflaten. (Vann har brytningsindeks ca 1,5. Luft har brytningsindeks 1,0.)



b) Det oppgis at vannets brytningsindeks avtar med økende bølgelengde for synlig lys, slik at blått lys har litt større brytningsindeks enn rødt lys. Bruk samme figur som i punkt a, eller tegn en ny figur, og illustrer forskjellen på «lysveien» for blått og rødt lys for sekvensen brytning – refleksjon – brytning (som beskrevet i punkt a). Tips: Snells lov, $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$.

Oppgave 6

^{14}C (karbon-14) er radioaktivt med halveringstid 5730 år. Andelen av ^{14}C i atmosfæren og levende planter er ca 10^{-12} . I en prøve av plantemateriale måles andelen ^{14}C til $0,18 \cdot 10^{-12}$. Hvor gammel er denne prøven?

Oppgave 7

Avstanden fra jorda til Polarstjernen (Nordstjernen) er ca 434 lysår. Stråling fra Polarstjernen har høyest intensitet ved en bølgelengde 480 nm , og på jorda er intensiteten til strålingen fra Polarstjernen $4,5 \text{ nW/m}^2$. Anta i det følgende at Polarstjernen kan betraktes som et perfekt svart legeme.

a) Vis at dette gir Polarstjernen en overflatetemperatur på ca 6000 K .

b) Bestem Polarstjernens radius.

c) Bestem total utstrålt effekt fra Polarstjernen.

Fysiske konstanter og benevninger/ Physical constants and units:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$$

$$q_e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$q_p = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$k_e = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$$

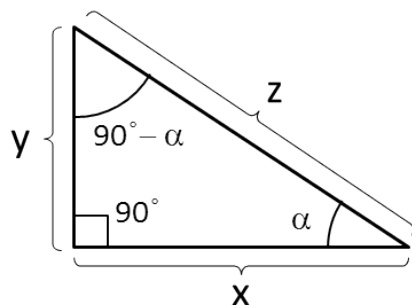
$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$a_0 = 0,0529 \text{ nm}$$

$$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Trigonometri / Trigonometry

$$\sin \alpha = \frac{y}{z}$$

$$\cos \alpha = \frac{x}{z}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{y}{x}$$

Formler/ Equations**Mekanikk/Mechanics**

Fart ved konstant akselerasjon/ Speed with constant acceleration	$v = v_0 + at$
Strekning ved konstant akselerasjon/ Distance with constant acceleration	$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$
Tidløs formel/ Time less formula	$a(x - x_0) = \frac{1}{2}(v^2 - v_0^2)$
Newtons 1. lov	$\sum \vec{F} = 0$
Newtons 2. lov	$\sum \vec{F} = m\vec{a}$
Friksjonskraft (Glidefriksjon)/ Friction force	$F_f = \mu F_n$
Tyngdekraft, i konstant gravitasjonsfelt/ Gravitational force, constant field	$F_g = mg$
Kinetisk energi/ Kinetic energy	$K = E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$
Potensiell energi i konstant gravitasjonsfelt/ Potential energy const.field	$U = E_{\text{pot}} = mgh$
Sentripetalakselerasjon/ Centripetal acceleration	$a_{\perp} = \frac{v^2}{R}$
Gravitasjonskraft mellom punktlegemer/ Gravitational force between point bodies	$F = G \frac{Mm}{r^2}$
Potensiell energi for to punktlegemer/Potential energy, two point bodies	$U = -\frac{GmM}{r}$

Bølger og lyd/ Waves and sound

Harmonisk svingning/ Harmonic oscillation	$y(t) = A \sin(\omega t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$
Stående bølger på streng/ Standing waves on a string	$\lambda_1 = 2L, \quad \lambda_2 = \frac{2L}{2}, \quad \lambda_3 = \frac{2L}{3}, \text{ etc}$
Beat frekvens/ Beat frequency	$f_{\text{beat}} = f_2 - f_1$
Stående lydbølger i et rør med en lukket ende/ Standing sound waves in a tube with one closed end	$\lambda_1 = 4L, \quad \lambda_2 = \frac{4}{3}L, \quad \lambda_3 = \frac{4}{5}L, \text{ etc.}$

Lys/Light

Refleksjon/Reflection	$\theta_{\text{refl}} = \theta_{\text{inn}}$
Bryting/Refraction (Snells lov)	$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
Kritisk vinkel for totalrefleksjon/ Critical angle for total internal reflection	$\sin \theta_{\text{krit}} = \frac{n_2}{n_1}, \quad n_1 > n_2$
Lysfart i vakuum og luft/ Speed of light in vacuum and air	$c = \lambda_{\text{vac}} f_{\text{vac}} \quad (= 3 \cdot 10^8 \text{ m/s})$
Lysfart og bølgelengde for $n > 1$ Light speed and wavelength for $n > 1$	$v = \frac{c}{n}, \quad \lambda = \frac{\lambda_{\text{vac}}}{n} \quad (\text{mens } f = f_{\text{vac}})$
Fotoelektrisk effekt/ Photoelectric effect	$E_{f, \text{min}} = hf_{\text{min}} = \phi, \quad K = E_f - \phi$

Elektriske krefter og DC-kretser/ Electric forces and DC-circuits

Elektrisk kraft mellom punktladninger/ Electric force between point charges	$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot q'}{r^2} = k_e \frac{q \cdot q'}{r^2}$
Elektrisk kraft i uniformt elektrisk felt / Electric force in uniform electric field	$\vec{F}_e = q\vec{E}$
Elektrisk felt/ Electric field	$\vec{E} = \vec{F}_e/q, \quad \text{for uniformt felt / field: } E = V/d$
Potensiell energi (to punktladninger) / Potential energy (two point charges)	$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot q'}{r}$
Potensiell energi (punktladning i uniformt felt) Potential energy (point charge in uniform field)	$U = qEy$
Elektrostatisk potensial/ Electrostatic potential	$V = \frac{U}{q}; V = \sum_{i=1}^N V_i \quad \text{for } N \text{ punktladninger / point charges}$
Ohms lov/ Ohm's law	$V = R \cdot I$
Elektrisk effekt/ Electric power	$P = V \cdot I$
Kapasitans for parallellplate-kondensator/ Capacitance for a parallel plate capacitor	$C = \frac{Q}{V}, \quad C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$
Potensiell energi parallellplate-kondensator/ Potential energy parallel plate capacitor	$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2 d}{\epsilon_0 \epsilon_r A}$
Tidskonstant, RC-krets/ Time constant RC-circuit	$\tau = RC$

AC kretser / AC circuits

Vekselspenning / Alternating voltage	$V(t) = V_{\max} \cdot \cos(2\pi f t) = V_{\max} \cdot \cos(\omega t)$
RMS verdi/ RMS value	$V_{\text{RMS}} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}}$
Strøm i AC-krets med motstand/ Current for AC-circuit with resistor	$I(t) = \frac{V_{\max}}{R} \cos(\omega t)$
Strøm i AC-krets med kondensator Current for AC-circuit with capacitor	$I(t) = -V_{\max} C \omega \cdot \sin(\omega t) = -\frac{V_{\max}}{X_C} \cdot \sin(\omega t)$
Kapazitiv reaktans/ Capacitive reactance	$X_C = \frac{1}{\omega C}$

Kjernefysikk / Nuclear physics

Energi frigjort i kjerneprosesser/ Energy released in nuclear processes	$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$
Bindingsenergi/ Binding energy	$B.E. = (m_{\text{nukleoner}} - m_{\text{kjerne}}) \cdot c^2$
Henfall av radioaktivt materiale/ Decay of radioactive matter	$n = n_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{t/t_{1/2}}$
Aktivitet for radioaktivt materiale/ Activity for radioactive matter	$\frac{\Delta n}{\Delta t} = 0,693 \frac{n}{t_{1/2}}$

Diverse

Maksimal statisk friksjonskraft: $F_f^{\max} = \mu F_n$

Motstander, seriekoblet: $R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + \dots$ parallellkoblet: $1/R_{\text{total}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$

Kapasitanser, seriekoblet: $1/C_{\text{total}} = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots$ parallellkoblet: $C_{\text{total}} = C_1 + C_2 + \dots$

Stefan-Boltzmanns strålingslov: $j = \sigma T^4$ = utstrålt energi pr sekund og pr kvadratmeter = intensitet

Wiens forskyvningslov: $\lambda_{\max} T = 2.90 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

Areal av kuleflate: $A = 4\pi r^2$

Intensitet j i avstand r fra kuleformet kilde: $j(r) = j(r_0) (r_0/r)^2$