

**Oppgave 1**

En ball ruller oppover et skråplan, og farten avtar jevnt fra 2,2 m/s til 0 m/s i løpet av 16 sekunder. Ballen ruller nedover skråplanet igjen umiddelbart etter at den har nådd toppunktet for bevegelsen, og etter en viss tid er den tilbake ved utgangspunktet. Anta at friksjonen og luftmotstanden er null hele tiden.

- Se først på bevegelsen oppover. Regn ut akselerasjonen og hvor langt ballen triller opp langs skråplanet.
- Tegn tre grafer som viser ballens posisjon, fart og akselerasjon som funksjon av tid, for hele bevegelsen opp og ned skråplanet. Hva er hastigheten etter 32 sekunder?

**Oppgave 2**

En satellitt i geostasjonær bane har en omløpstid på 24 timer.

- Vis at baneradien til denne satellitten kan uttrykkes som  $r = \left( \frac{GM_E T^2}{4\pi^2} \right)^{1/3}$ , hvor  $M_E$  er jordas masse,  $T$  omløpstiden til satellitten og  $G$  gravitasjonskonstanten.

- Regn ut tyngdens akselerasjon der satellitten befinner seg.

- Da satellitten ble skutt opp løsnet det en skrue på 1 g, da satellitten befant seg 15 000 km over havet. Denne skruen falt ned mot jordas overflate. Hvilken fart hadde skruen når den traff bakken (ved havnivå)? Se bort fra luftmotstand, og anta at startfarten er null.

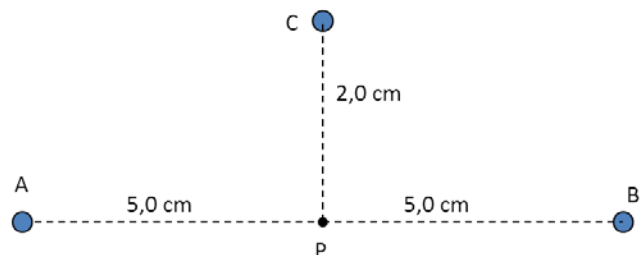
**Oppgave 3**

Du er ute og går med en fart på 0,8 m/s i Høyskoleparken. En lydkilde sender ut lydbølger med en bølgelengde på 1,7 m. Hvilken frekvens har disse lydbølgene? Hvilken frekvens vil du høre når du nærmer deg kilden og når du fjerner deg fra den? Lydfarten er 344 m/s.

**Oppgave 4**

Tre ladde kuler er plassert i punkt A, B og C, som vist i figuren til høyre. Hver kule har ladning  $+7,5 \cdot 10^{-6}$  C.

- Tegn en figur som viser det elektriske feltet fra hver av ladningene, og totalfeltet fra alle tre ladningene, i punktet P. Regn ut størrelse og retning på totalfeltet.



- Regn ut elektrostatisk potensial i punktet P. Hvor stor potensiell energi vil en kule med ladning  $-1,0 \cdot 10^{-6}$  C ha, om den holdes fast i punktet P? Se bort fra tyngdekraft.

c) Om kula i punktet P får bevege seg fritt, hvilken retning vil den bevege seg? Se bort fra tyngdekraft. Begrunn svaret.

### Oppgave 5

a) Regn ut motstanden til en kobberledning og til en jernledning, med lengde 10 m og diameter 2,0 mm.

b) Ledningene kobles i parallell. Hvor stor strøm går det i hver av ledningene dersom de kobles til en DC spenningskilde på 20 V? Anta at kobberledningen og jernledningen har motstander på henholdsvis 0,5  $\Omega$  og 0,05  $\Omega$  om du ikke vil bruke verdiene du regnet ut i a).

### Oppgave 6

a) Gult lys med en bølgelengde på 550 nm sendes inn mot to tynne spalteåpninger. Avstanden mellom spaltene er 0,1 mm. På en skjerm langt bak spaltene observeres et interferensmønster. For hvilken vinkel ut fra senterlinjen mellom spaltene finner du 3. ordens maksimum?

b) Arbeidsfunksjonen til gull er 5,1 eV. Hvor stor kinetisk energi vil elektronene som løsriveres ha, dersom gull belyses med fotoner med en bølgelengde på 230 nm og 700 nm? (Oppgi ett svar for hver bølgelengde.)

### Oppgave 7

Elektroner i hydrogenatomet gjør et kvantesprang fra fjerde eksiterte til andre eksiterte tilstand. Hvilken bølgelengde har lyset som sendes ut? Hva er radien til banen elektronet ender opp i, i følge Bohrs atommodell, om man antar at protonet står i ro?

#### Fysiske konstanter og størrelser:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Jorda:  $M_E = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

$$R_E = 6378 \text{ km}$$

Resistivitet:  $\rho_{\text{jern}} = 10 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$

$$\rho_{\text{kobber}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$$

**Formler / Equations****Mekanikk / Mechanics**

|  |   |
|--|---|
| Fart ved konstant akselerasjon /<br>Speed at constant acceleration                               | $v = v_0 + at$                          |
| Strekning tilbakelagt ved konstant akselerasjon /<br>Distance travelled at constant acceleration | $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$    |
| Tidløs formel /<br>Equation without time   | $a(x - x_0) = \frac{1}{2}(v^2 - v_0^2)$ |
| Newtons 1. lov /<br>Newton's 1st law   | $\sum \vec{F} = 0$                      |
| Newtons 2. lov /<br>Newton's 2nd law   | $\sum \vec{F} = m\vec{a}$               |
| Friksjonskraft /<br>Friction force   | $F_f = \mu F_n$                         |
| Kinetisk energi /<br>Kinetic energy  | $K = E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$  |
| Arbeid /<br>Work   | $W = F \cdot s \cdot \cos \theta$       |
| Potensiell energi i konstant gravitasjonsfelt /<br>Potential energy in constant field of gravity | $U = E_{\text{pot}} = mgh$              |
| Gravitasjonskraft /<br>Gravitational force   | $F_g = \frac{GmM}{r^2}$                 |
| Potensiell energi på grunn av gravitasjon /<br>Potential energy due to gravity                   | $U = -G \frac{mM}{r}$                   |
| Sentripetalakselerasjon /<br>Centripetal acceleration  | $a_{\perp} = \frac{v^2}{R}$             |

**Lyd og bølger / Sound and waves**

|   |   |
|---|---|
| Doppler-effekt, bevegelig mottaker /<br>Doppler effect, moving receiver | $f' = f \left( 1 \pm \frac{V_R}{v} \right)$     |
| Doppler-effekt, bevegelig sender /<br>Doppler effect, moving source     | $f' = f \left( \frac{1}{1 \mp V_E / v} \right)$ |
| Beat frekvens /<br>Beat frequency                                       | $f_{\text{beat}} = f_2 - f_1$                   |

**Lys / Light**

|  |   |
|--|---|
| Refleksjon /<br>Reflection   | $\theta_{\text{refl}} = \theta_{\text{inn}}$        |
| Bryting /<br>Refraction  | $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$             |
| Lysfart i medium med brytingsindeks n /<br>Speed of light in a medium with refractive index n          | $v = c/n$   |
| Vinkel for maksima for interferens fra 2 spalter /<br>Angle for maxima for interference from two slits | $d \cdot \sin \theta = 0, \lambda, 2\lambda, \dots$ |
| Fotonenergi /<br>Photon energy   | $E = hf$  |
| Varmestråling /<br>Heat radiation  | $P = \epsilon \sigma AT^4$                          |
| Fotoelektrisk effekt /<br>Photoelectric effect   | $f_{\text{min}} = \Phi/h \quad K = hf - \Phi$       |

**Atom og –kjernefysikk / Atomic and nuclear physics**

|   |  |
|---|--|
| Bohrs atommodell/ Bohr's atom model                                   |  |
| Energinivåer i hydrogenatomet /<br>Energy levels in the hydrogen atom | $E_n = \frac{-13,6 \text{ eV}}{n^2}$                                 |
| Baneradius (proton i ro) /<br>Orbital radius (proton at rest)         | $r_n = a_0 n^2$  |
| Bindingsenergi /<br>Binding energy                                    | $\text{B.E.} = (m_{\text{nukleoner}} - m_{\text{kjerne}}) \cdot c^2$ |
| Radioaktivt henfall /<br>Radioactive decay                            | $n = n_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$                       |

**Elektriske krefter og energi**

|  |  |
|--|--|
| Elektrisk kraft mellom punktladninger /<br>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 /<br>Electric force in a uniform field                       | $\vec{F}_e = q\vec{E}$   |
| Elektrisk felt /<br>Electric field   | $\vec{E} = \vec{F}_e/q$  |
| Potensiell energi (to punktladninger) /<br>Potential energy (two point charges)                        | $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot q'}{r}$                                  |
| Potensiell energi (punktladning i uniformt felt) /<br>Potential energy (point charge in uniform field) | $U = qEy$  |
| Elektrostatisk potensial /<br>Electrostatic potential  | $V = \frac{U}{q}; V = \sum_{i=1}^N V_i$ for N punktladninger / point sources         |
| Total potensiell energi for N punktladninger /<br>Total potential energy for N point charges           | $U = \frac{1}{2} Q_1 V_1 + \frac{1}{2} Q_2 V_2 + \dots + \frac{1}{2} Q_N V_N$        |
| Elektrisk motstand /<br>Electric resistance  | $R = \rho \frac{l}{A}$   |

**Elektriske kretser / Electric circuits**

|  |   |
|--|---|
| Kirchhoffs 1. lov /<br>Kirchhoff's 1st law /                         | $I_{\text{inn}} = I_{\text{ut}}$  |
| Kirchhoffs 2. lov/<br>Kirchhoff's 2nd law                            | $\sum V_{\text{sloyfe}} = 0$  |
| Ohms lov /<br>Ohm's law  | $\Delta V = R \cdot I$  |
| Seriekobling motstander /<br>Series connection of resistors          | $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots$   |
| Seriekobling kondensatorer /<br>Series connection of capacitors      | $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} + \dots$ |
| Parallellkobling motstander /<br>Parallel connection of resistors    | $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \dots$ |
| Parallellkobling kondensatorer/<br>Parallel connection of capacitors | $C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots$   |