

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

**Fasit for midtveisprøve i:** FYS1000, vår 2010

**Eksamensdag:** 25. Mars 2010

**Tid:** 15:00-17:00 (2 timer)

Følgende er oppgitt:

Tyngdeakselerasjonen:  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Permittiviteten i vacuum:  $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$ ,  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Coulombs lov:  $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$

Bernoullis ligning:  $p + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{konstant}$ .

### Oppgave 1

a) Joule:  $J = \text{N m} = \text{kg (m/s}^2) \text{ m} = \text{kg m}^2/\text{s}^2$ . Svar: D

b) Fart er ikke en vektor. Svar: C

c) fart  $v = |\vec{v}| = \sqrt{2.0^2 + (-1.0)^2 + (0.5)^2} \approx 2.3 \text{ [m/s]}$ . Svar: A

d) Elektrisk feltstyrke er en vektor. Svar: C

e)  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 4\frac{\text{m}}{\text{s}}\vec{e}_x$ . Svar: B.

### Oppgave 2

a) Mekanisk energi er bevart:  $mgh_0 = \frac{1}{2}mv_A^2 \implies v_A^2 = 2gh_0 \implies v_A = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 10.0} \text{ m/s} = 14 \text{ m/s}$ . Svar: D

b)  $v_A = v_0 + g \cdot t \implies t = \frac{v_A}{g} = 1.43 \text{ s}$ . Eventuelt:  $-h_0 = -\frac{1}{2}gt^2 \implies t = \sqrt{2h_0/g} = 1.43 \text{ s}$ .  
Svar: A

c) Mekanisk energi er bevart:  $mgh_0 + \frac{1}{2}mv_{0B}^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 \implies v_B^2 = v_{0B}^2 + 2gh_0 \implies v_B = \sqrt{v_{0B}^2 + 2gh_0} = \sqrt{(12.0)^2 + 2 \cdot 9.8 \cdot 10.0} \text{ m/s} = 18.4 \text{ m/s}$ . Svar: D

$$d) -h_0 = v_{B0y}t_B - \frac{1}{2}gt_B^2 \implies \frac{1}{2}gt_B^2 - v_{B0y}t_B - h_0 = 0 \implies t_B = \frac{v_{B0y} \pm \sqrt{v_{B0y}^2 + 4 \cdot \frac{1}{2}gh_0}}{g}.$$

$$v_{B0y} = -12\text{m/s} \cdot \cos 30^\circ = -10.39 \text{ m/s}. t_B = \frac{-10.39 + \sqrt{10.39^2 + 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 9.8 \cdot 10.0}}{9.8} \text{ s} = 0.719\text{s}. \text{ Svar: C}$$

e) Mekanisk energi er bevart da kollisjonen er elastisk. Kula har hele tiden en konstant hastighetskomponent i  $x$ -retningen,  $v_{Bx} = v_{B0} \sin 30^\circ$ .  $mgh_0 + \frac{1}{2}mv_{B0}^2 = mgh_B + \frac{1}{2}mv_{Bx}^2 \implies h_B = h_0 + \frac{1}{2g}(v_{B0}^2 - v_{Bx}^2) = h_0 + \frac{1}{2g}v_{B0}^2(1 - \sin^2 30^\circ) = 15.5 \text{ m}$ . Svar: D

### Oppgave 3

a) Kontinuitetsligningen:  $v_1A_1 = v_2A_2 \implies v_2 = v_1 \frac{A_1}{A_2} = v_1 \frac{\pi \cdot 2.0^2}{\pi \cdot 0.75^2} = 7.1 \cdot v_1$ . Svar: E

b) Bernoulli (1 og 2 er på samme høyde) :  $p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \implies \Delta p = p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}\rho v_1^2(7.1^2 - 1) = \frac{1}{2}1.2 \cdot (2.0)^2 \cdot 49.5679 = 119 \text{ Pa}$ . Svar: D

c)  $p_1 = p_2 + \rho_v gh \implies \Delta p = p_1 - p_2 = \rho_v gh \implies h = \frac{\Delta p}{\rho_v g} = \frac{300}{1000 \cdot 9.8} \text{ m} = 0.031 \text{ m}$ . Svar: B

### Oppgave 4

En transversal bølge på en streng er beskrevet ved

$$y(x, t) = 5\text{m} \cdot \cos\left(\frac{2.0}{\text{s}}t - \frac{6.2}{\text{m}}x\right)$$

der  $y(x, t)$  beskriver strengens  $y$ -komponent. m og s står for henholdsvis meter og sekund.

a)  $\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{6.2} \text{ m} \approx 1.0\text{m}$ . Svar: B

b)  $v = \frac{\omega}{k} = \frac{2.0}{6.2} \text{ m/s} = 0.32\text{m/s}$ . Svar: B

c) Svingeligning:  $\frac{d^2y}{dt^2} = -\omega^2 y \implies a_y(x, t) = -\omega^2 y(x, t) \implies a_y(0, 0) = -(2.0)^2 y(0, 0) = -4.0 \cdot 5.0\text{m/s}^2 = -20\text{m/s}^2$ . Svar: A

### Oppgave 5

a)  $|\vec{F}_{21}| = \left| \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \right| = 8.988 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-12}}{0.02^2} \text{ N} = 45\text{N}$ . Svar: D

b)  $F_{3y} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_3q_1}{r_{31}^2} \cos\theta + \frac{q_3q_2}{r_{32}^2} \cos\theta \right)$ , hvor  $\tan\theta = 0.5 \implies \cos\theta = 0.894$ . Dette betyr  $F_{3y} = 8.988 \cdot 10^9 \left( \frac{3 \cdot 10^{-12}}{0.01^2 + 0.02^2} + \frac{6 \cdot 10^{-12}}{0.01^2 + 0.02^2} \right) \cdot 0.894 \approx 145\text{N}$ . Svar: E

c)  $U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} \right) = 8.988 \cdot 10^9 \left( \frac{1 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{0.01^2 + 0.01^2}} + \frac{2 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{0.01^2 + 0.01^2}} + \frac{3 \cdot 10^{-6}}{0.01} \right) \text{V} = 4.6 \cdot 10^6 \text{V}$ .  
Svar: D

d) Vi kan beregne energien som skal til for å sette sammen ansamlingen ved å flytte inn en og en ladning. Flytting av  $q_1$  fra  $\infty$  og inn koster ikke noe energi da de andre ladningene er i uendeligheten. Så flyttes  $q_2$ . Det koster  $q_2U_{12}$ . Deretter kommer  $q_3$ . Det koster energi:  $q_3U_{13} + q_3U_{23}$ .

$$E = q_2U_{12} + q_3U_{13} + q_3U_{23} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_2q_1}{r_{12}} + \frac{q_3q_1}{r_{13}} + \frac{q_3q_2}{r_{23}} \right) = 8.988 \cdot 10^9 \left( \frac{2 \cdot 10^{-12}}{0.02} + \frac{3 \cdot 10^{-12}}{\sqrt{0.01^2 + 0.02^2}} + \frac{6 \cdot 10^{-12}}{\sqrt{0.01^2 + 0.02^2}} \right) \text{J} = 4.516\text{J} \approx 4.5\text{J}$$
. Svar: A