TFY4109 Fysikk (MTENERG)

Eksamen Des 2018. Løsningsforslag

Oppgave:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Rett svar:	A	A	D	E	B	E	B	E	A	C	A	B	
Oppgave:	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Rett svar:	C	D	A	C	A	A	C	A	B	B	B	B	C
Oppgave:	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
Rett svar:	B	D	C	A	D	B	B	E	D	D	D	B	
Oppgave:	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Rett svar:	D	B	B	A	D	E	D!	X45	X46	X47	X48	X49	X50

Detaljer om spørsmålene:

1. A. H2018 Ingen horisontale krefter på kula, så $a_x = 0$, v_x er konstant, og x øker lineært med tiden t.

2. A. H2018 Energibevarelse gir:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}mv_1^2 + mga &= \frac{1}{2}mv_2^2 + mgb \\ \Rightarrow v_2 &= \left[v_1^2 + 2g\,(a-b)\right]^{1/2}\end{aligned}$$

3. D. H2018 Pianoet står i ro, så total kraft på det er null. Horisontalt påvirkes pianoet av deg, dvs skyvkraften på 700 N, og en motsatt rettet og like stor friksjonskraft fra teppet.

4. E. Impulsbevarelse: $|p_2| = |p_3| = p$. Det gir $K_3/K_2 = (p^2/6m)/(p^2/4m) = 2/3$, slik at $K_2/(K_2 + K_3) = K_2/(5K_2/3) = 3/5 = 60\%$.

5. B. Beltedelen som har kontakt med underlaget står i ro. Øvre horisontale beltedel har dobbelt så stor hastighet som gravemaskinen.

6. E.

$$A = 4\pi r^2 = 15.205\,\mathrm{cm}^2$$

For å anslå usikkerheten i A, kan vi regne ut A med radius hhv 11.1 og 10.9 mm. Dette gir hhv 15.483 og 14.930 cm^2, så vi ser at usikkerheten i A er ca ± 0.3 cm^2. Alternativt, og litt raskere, kan vi si at

$$\Delta A/A = 2\Delta r/r \quad \Rightarrow \quad \Delta A = 2A\Delta r/r \simeq 0.3\ \mathrm{cm}^2$$

7. B.

$$m = \rho V = 7.86\ \mathrm{g/cm}^3 \cdot (4\pi/3) \cdot 1.1; \mathrm{cm}^3 = 43.8\ \mathrm{g}$$

8. E.

$$I_0/m = 2r^2/5 = 48.4\ \mathrm{mm}^2$$

9. A.

$$K = mv^2/2 + I_0\omega^2/2 = 7mv^2/10$$

Starthøyde: $y_0 \cdot (1.2^4 - 1.2^2) = 0.6336 y_0$. Dermed:

$$|\Delta U| = K \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{10g \cdot 0.6336 y_0/7} = 149\,\mathrm{cm/s}$$

10. C. 10) C: Brattest i $x = \pm 6L/5$, med helningsvinkel gitt ved $\tan\theta = dy/dx$. Her er

$$dy/dx = y_0(4x^3/L^4 - 2x/L^2),$$

som i $x = \pm 6L/5$ er

$$|dy/dx|_{\max} \simeq 4.5 y_0/L = 0.45.$$

Det gir en maksimal helningsvinkel $\theta_{\max} = \arctan 0.45 = 24°$.

<u>11.</u> A.I banens to bunnpunkter (og det lokale topp-punktet ved $x = 0$) er $dy/dx = 0$: $dy/dx \sim 4x^3/L^4 - 2x/L^2 \sim 4x^2/L^2 - 2 = 0$ for $x = \pm L/\sqrt{2}$. Her er $d^2y/dx^2 = y_0(12x^2/L^4 - 2/L^2) = y_0(6-2)/L^2 = 4y_0/L^2 = 1/\rho$, slik at krumningsradien er $\rho = L^2/4y_0 = 625$ cm.

<u>12.</u> B. Kinetisk energi øker lineært med tiden: $K(t) = A(t - t_0)$. Da er tilført effekt konstant: $P = dK/dt = A$. Dvs, $P = Fv = mav = A$ er konstant. Siden $K = mv^2/2$, vil $v \sim \sqrt{t}$ og $a \sim 1/\sqrt{t}$, og dermed vil $F \sim 1/\sqrt{t}$.

<u>13.</u> C. Energibevarelse gir $kx^2/2 = mv^2/2$, dvs $k = mv^2/x^2 = 0.042 \cdot 0.42^2/0.042^2 = 4.2$ N/m.
<u>14.</u> D. $a = v^2/r = (100/3.6)^2/(250/2\pi) = 19.4$ m/s^2.

<u>15.</u> A. N2 for restrakettener $u \cdot dm/dt = m \cdot dv/dt$, dvs $dm/m = dv/u$, som integrert gir $\ln(m/m_0) = (v - v_0)/u$, dvs $m = m_0 \exp((v - v_0)/u) = m_0 \exp(-(v - v_0)/|u|)$, ettersom $u < 0$. Med $v - v_0 = 1.4$ km/s, $|u| = 2.6$ km/s og $m_0 = 7.5 \cdot 10^5$ kg, er rakettens masse redusert fra m_0 til $m = 0.584m_0 = 4.38 \cdot 10^5$ kg ved fartsdoblingen. Dette tilsvarer en massereduksjon på $3.12 \cdot 10^5$ kg. Det forbrukes $0.13 \cdot 10^5$ kg bensin pr sekund. Følgelig har det tatt $3.12/0.13 = 24$ sekunder å doble farten.

<u>16.</u> C. $L = L_b + L_s = mrv + (2/5)mr^2 \cdot v/r = 7mrv/5 = 7 \cdot 0.130 \cdot 0.02625 \cdot 1.0/5 = 4.78 \cdot 10^{-3}$ kg m^2/s (Js).

<u>17.</u> A. Dette er rotasjon med konstant vinkelakselerasjon α bestemt av N2 for rotasjon, $\alpha = \tau/I_0 = Fr/I_0$. Her har vi et tynt kuleskall, og $I_0 = (2/3)mr^2$. Rotert vinkel er dermed $\phi = (1/2)\alpha t^2 = (3F/4mr)t^2 = (3 \cdot 20/4 \cdot 0.0027 \cdot 0.020) \cdot 10^{-6} = 0.278$ radianer = 16 grader.

<u>18.</u> A Eksakt forflytning er $s(t_1) = v_0t_1 + at_1^2/2 = 0.01217$ m. Numerisk beregner vi steg for steg. I hvert tidssteg er fartsendringen like stor, da akselerasjonen er konstant: $\Delta v = a\Delta t = (9.81/\sqrt{2}) \cdot 0.025 = 0.17342$ m/s.
$s_1 = s_0 + v_0\Delta t = 0.4 \cdot 0.025 = 0.010$ m
Feil i s_1: $0.01217 - 0.010 = 0.00217$ m $\simeq 2.2$ mm.

<u>19.</u> C. Energibevarelse: $mgh = mv^2/2$, slik at $v = \sqrt{2gh} = 27.66$ m/s = 100 km/t.

<u>20.</u> A. Vi finner v_y som funksjon av rotert vinkel"ϕ med energibevarelse og figurbetraktning: Vertikal forflytning er $\Delta y = h \sin\phi$, og $v_y = v\cos\phi$. Dermed: $v_y = \sqrt{2gh\sin\phi}\cos\phi$. Maksverdi når $dv_y/d\phi = 0$, eller kanskje litt enklere, når $dv_y^2/d\phi = 0$:

$$dv_y^2/d\phi = 2gh\frac{d}{d\phi}\left(\sin\phi - \sin^3\phi\right) \sim \cos\phi(1 - 3\sin^2\phi) = 0$$

dersom $\phi = \arcsin(1/\sqrt{3}) = 35$ grader.

<u>21.</u> B. Statisk Likevekt. Momentbalanse + Horisontalkomp Sum(Fx)=0.
Det enkleste er N2 rotasjon rundt A, og bruke at FT=FB, se tegning. 20 N mot venstre.

<u>22.</u> B. Bruk N2-Rot mht senteret til trinsa (A), dvs. $\sum \vec{\tau_A} = \frac{d\vec{L}_A}{dt}$. Total dreieimpuls (bane + spinn) er $\vec{L}_A = 8mvr\hat{z}$ og total dreieimpuls er $\sum \vec{\tau}_A = rmg\hat{z}$. Dette gir $\dot{v} = \frac{g}{8}$,som gir $v(t) = \frac{g}{8}t + v(0)$, og som endelig gir $v(0.5) = \frac{g}{16}$=0.625s.

<u>23.</u> B. Bruker dreieimpulsbevarelse: $L_{tot,før} = Rmv = L_{tot,etter} = I_{etter}\omega$., hvor $I_{etter} = 1/2MR^2 + MR^2$, for å finne ω. Dette gir med insatte tall $T = 2\pi/\omega$=57.9 ms.

<u>24.</u> B. Ball med masse terminalhastighet. Når ballen ikke lengre akselererer så har vi $Mg = Dv^2$, og av det følger $v = \sqrt{(}Mg/D) = 5.6$ ms.

<u>25.</u> C. Oppgaven består i å beregne først $\vec{R}_{CM} = 0.42R(\hat{x}+\hat{y})$ og $I_z = 0.5MR^2$. (treghetsmomentet til kvartskiva rundt z-aksen), begge ved hjelp av integrasjon (bruker formlene i formelsamlinga). Deretter fås treghetsmomentet rundt CM ved hjelp av Steiners sats, som i dette tilfellet sier: $I_z = I_{CM} + Md^2 = 0.14MR^2$, der d er avstanden fra RCM til origo (dvs. $d^2 = 0.36R^2$).

26. B. $x(t) = x_0 \sin \omega t$, $v(t) = \omega x_0 \cos \omega t$, $a(t) = -\omega^2 x_0 \sin \omega t$. Her er $x_0 = 3.3$ cm og $\omega^2 x_0 = 9.6$ cm/s^2, slik at $\omega = \sqrt{9.6/3.3} = 1.7$ s^{-1}. Dermed er maksimal hastighet $\omega x_0 = 5.6$ cm/s.

27. D. For to parallellkoplede fjærer må vi bruke dobbelt så stor kraft for å strekke samme avstand, det vil si $k_1 = k_{eff,venstre} = 2k_V$ =60 N/m. Likeledes, for to seriekoplede fjærer trengs halvparten av krafta, det vil si $k_2 = k_{eff,høyre} = 2k_H$=85N/m. Med utsving x fra likevekt virker kreftene fra disse to fjærene i samme retning, slik at N2 blir $m\ddot{x} + (k_1 + k_2)x = 0$. Da er perioden $T = 2\pi\sqrt{m/(k_1 + k_2)} = 2\pi\sqrt{0.050/145} = 0.12$ s.

28. C. Finner Treghetsmomentet $I = \Gamma/(\frac{2\pi}{T_s})^2$=0.4062 kg$m^2$.

29. A. Bruker ligningene for fysisk pendel og korrigerer med Steiners sats (see formelvedlegg), for å finne $I = 1/12Ml^2 + Md^2$=0.173, og som gir $\omega = \sqrt{Mgd/I} = 1.31558\sqrt{g}$. Til slutt fås $T = \frac{2\pi}{\omega}$=1.51 s

30. D. Q faktor i svakt dempet system er gitt i formelsamling som $Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{\omega_0}{2\gamma}$= Responsen er gitt som $y(T) = y(0)\exp -\gamma T \cos \omega T$. $\frac{y(T)-y(0)}{y(0)} = 3 \cdot 10^{-4}$. Dermed fås for et svakt dempet system $\Delta\omega \approx = -\ln(0.9997)/T$, som gir Q=10470.

31. B. Bølgekraftverk. 56 kW Sylinderen følger en bevegelse $y = A(\omega)\cos \omega t$, og der $v_y = -A(\omega)\omega \sin \omega t$. $A(\omega)$ er oppgitt i formelsamlinga. Det er også oppgitt at $< P(t) >=< F_b(t) \cdot v_y(t) >$.

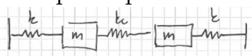
$$\langle P(t)\rangle = \langle F_b(t) \cdot v_y(t)\rangle = \langle -b v_y(t) \cdot v_y(t)\rangle = \langle b\left(A(\omega)\cdot\omega \sin(\omega t)\right)^2\rangle = \langle -b\omega^2 A^2(\omega) \sin^2(\omega t)\rangle = \frac{1}{2} b\omega^2 A^2$$

$$\gamma = b/2m, \quad F_0 = m\omega_0^2 H_0$$
$$\omega_0 = 2.92, \quad \omega = 7\pi/9,$$
$$A(\omega) = \frac{(F_0/m)^2}{(\omega^2-\omega_0^2)^2 + (2\gamma\omega)^2}$$

$$\langle P\rangle = \frac{b\omega^2\omega_0^4 H_0^2}{2\left\{(\omega^2-\omega_0^2)^2 + \left(2\frac{b}{2m}\cdot\omega\right)^2\right\}}$$
$$= \frac{3000\cdot\left(\frac{7\pi}{9}\right)^2\cdot(2.92)^4\cdot(2.5)^2}{2\cdot\left\{\left(\left(\frac{7\pi}{9}\right)^2-(2.92)^2\right)^2 + \left(\frac{3000}{900}\cdot\left(\frac{7\pi}{9}\right)\right)^2\right\}}$$
$$= \frac{8138483}{2\cdot[6.58 + 66.33]} = 56.8 \text{ kW}$$

32. B. Koplede pendler. w2=1.55 rad.

Kopling



$$\left.\begin{aligned} m\ddot{x}_1 &= -kx_1 + k_c(x_2-x_1) \\ m\ddot{x}_2 &= -kx_2 - k_c(x_2-x_1) \end{aligned}\right\} \text{ omskriv}$$

$$\ddot{x}_1 + \omega_0^2 x_1 + \omega_c^2 x_1 - \omega_c^2 x_2 = 0$$
$$\ddot{x}_2 + \omega_0^2 x_2 + \omega_c^2 x_2 - \omega_c^2 x_1 = 0$$

Tester prøveløsning:

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \phi_1) \quad \{\hat{x}_1 = \hat{A}_1 e^{i\omega t}\}$$
$$x_2 = A_2\cos(\omega t + \phi_2) \quad \{\hat{x}_2 = \hat{A}_2 e^{i\omega t}\}$$

$$-\omega^2\hat{A}_1 + \omega_0^2\hat{A}_1 + \omega_c^2\hat{A}_1 - \omega_c^2\hat{A}_2 = 0$$
$$-\omega^2\hat{A}_2 + \omega_0^2\hat{A}_2 + \omega_c^2\hat{A}_2 - \omega_c^2\hat{A}_1 = 0$$

$$\Rightarrow \underbrace{\begin{bmatrix} -\omega^2+\omega_0^2+\omega_c^2 & -\omega_c^2 \\ -\omega_c^2 & -\omega^2+\omega_0^2+\omega_c^2 \end{bmatrix}}_{\bar{A}} \underbrace{\begin{bmatrix} \hat{A}_1 \\ \hat{A}_2 \end{bmatrix}}_{\hat{X}} = 0$$

$$\det(\bar{A}) = 0$$
$$\Rightarrow (-\omega^2+\omega_0^2+\omega_c^2)^2 - (\omega_c^2)^2 = 0$$
$$\Rightarrow (-\omega^2+\omega_0^2+\omega_c^2) = \pm\omega_c^2$$

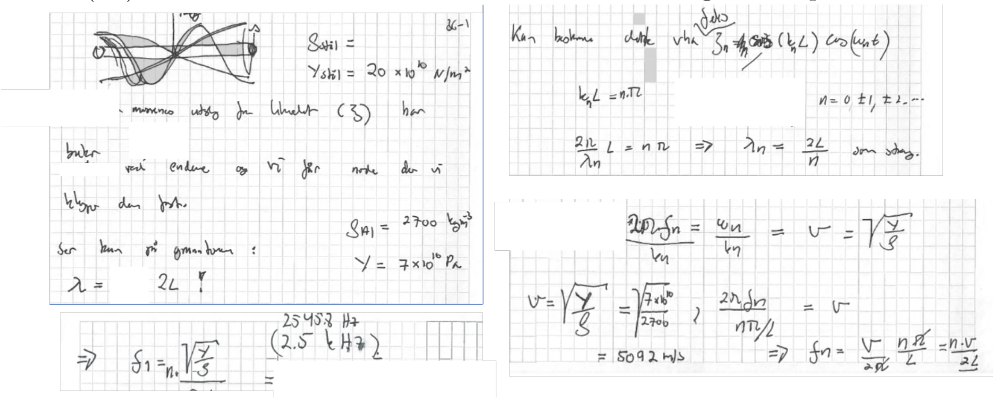
$$\omega^2 = \omega_0^2 + (\omega_c^2 \mp \omega_c^2)$$
$$\omega = \pm\sqrt{\omega_0^2 + (\omega_c^2 \pm \omega_c^2)}$$
$$\text{kun } \omega > 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\omega_0^2 \mp \omega_c^2(1 \mp 1)}$$
$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} = \frac{4}{2}, \quad \omega_c^2 = \frac{k_c}{m} = 0.2 = \frac{0.4}{2}.$$

$$\omega_1 = \omega_- = \omega_0 = \frac{k}{m} = \sqrt{2}$$
$$\omega_2 = \sqrt{2 + 0.2\cdot 2} = \sqrt{2.4} = 1.55,$$
$$\boxed{\text{SVAR B}}$$

33. E. $k^2 = k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = 1.4^2 + 1.4^2 + 1.6^2$=6.48. $v = \omega/k = 2\pi f/k$. Det medfører at $f = vk/(2\pi)$=137.7 Hz, med v=340 m/s..

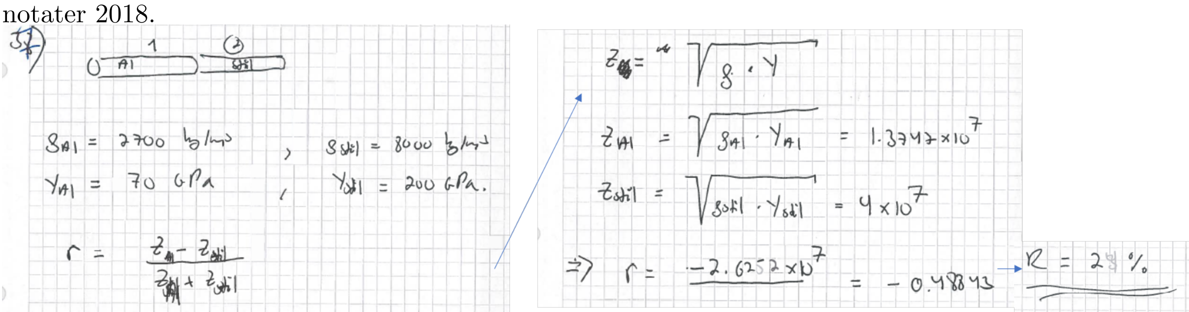
34. D. En bølge med retning $\vec{k}$, skrives som $\eta(\vec{r},t) = A\cos(\vec{k}\cdot\vec{r} - \omega t) = \cos(-[-1.4x\hat{x} - 1.4y\hat{y} - 1.6z\hat{z}])$, hvor da $\vec{k} = (-1.4, -1.4, -1.6)$, k=2.545584.$\hat{k}\cdot\hat{z} = \frac{\vec{k}}{k}\cdot\hat{z} = \frac{-1.6}{2.54558} = \cos\alpha$. Det medfører at $\cos\alpha$=-0.62853, som gir vinkelen α=128.9 grader mellom z aksen og bølgens forplantningsretning.

35. C. Her burde en started med cos(kx)cos(wt) for utsving, med grensebetingelser buk (max) på begge ender, dvs cos(kL)=max. Likevel blir det likt resultat som en streng. kL=n*pi.

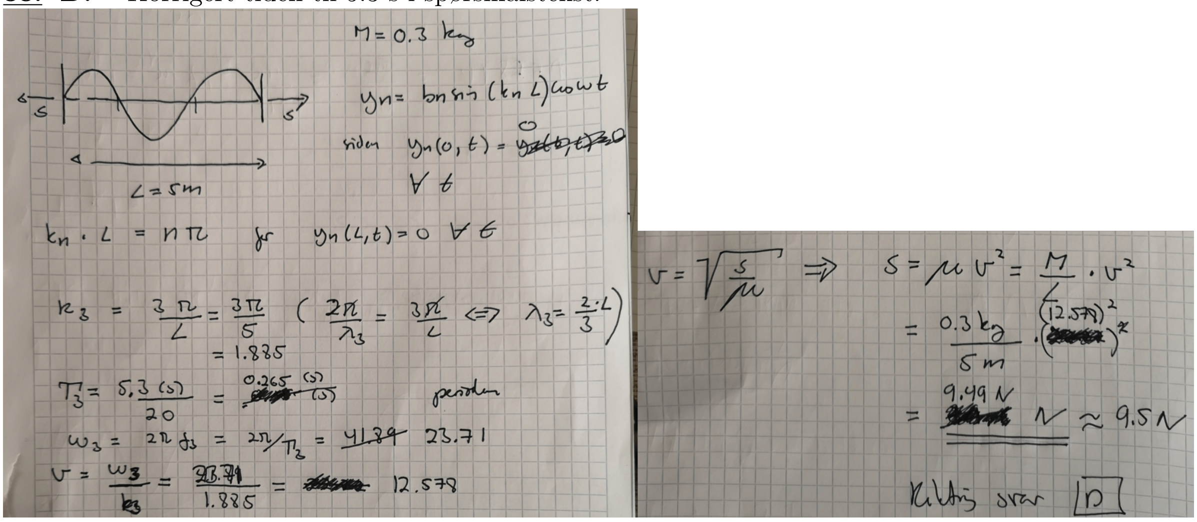


36. D. $r = \frac{\sqrt{\mu_2}-\sqrt{\mu_1}}{\sqrt{\mu_2}+\sqrt{\mu_1}} = \frac{\sqrt{90}-\sqrt{15}}{\sqrt{90}+\sqrt{15}}$=0.4202.$y_i$=6 mm. Dermed er $y_r = r\cdot y_i$=2.52 mm.

37. B. I formelsamlinga, er det kun definert Z=p/v. Da må en enten huske $Z = \sqrt{elastisitetsmodul * massetetthet}$, eller utlede at $Z = p/v = \sqrt{B\rho}$. Deretter må man bytte til elastisk modul for lydbølger i tynn stang $Z = sqrtY\rho$. Deretter anvendes ligning for refleksjons koeffisienten r, som gir R=r^2 = 24%, samme som eksemplet i forelesningsnotater 2018.

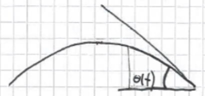


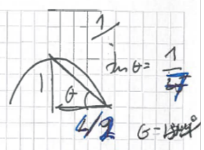
38. D. Korrigert tiden til 5.3 s i spørsmålstekst.



39. B. Her må en bruke $\tan(\theta(x)) = dy/dx$. Get, see below, $\theta = \pi/14$ rad, dvs. $\theta = 12.85$ grader.

39)





$$G(t) = \tan\theta(t) = \left.\frac{\partial y}{\partial x}\right|_{x=L}$$

$$y(x) = b_n \sin kx \cos \omega t$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = b_n \cos kx \cos\omega t \cdot k_1$$

$$G(t)_{max} = b_n \cdot k_1 \cdot \cos k_1 L \cdot 1 \quad , \; k_1 L = 1\cdot\frac{\pi}{2}$$

$$k_1 = \left(\frac{\pi}{2L}\right)$$

$$= b_n \cdot \frac{\pi}{2L} \cos\left(\frac{\pi}{L}\cdot L\right)$$

$$= b_n \cdot \frac{\pi}{2L} = 1\,\mathrm{m} \cdot \frac{\pi}{2 \cdot 14}$$

40. B.

$$\xi = \xi_0 \sin kx \sin \omega t$$

$$\xi(0,t) = 0 \quad \wedge \quad k_n L = n\cdot\frac{\pi}{2} \quad (\text{max aks})$$

$$k_1 = \frac{1\cdot\pi}{2L}$$

$$\frac{\omega}{k_1} = v = \frac{2\pi f_1}{k_1}$$

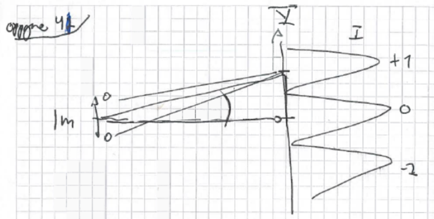
$$\Rightarrow f_1 = \frac{v\cdot k_1}{2\pi} = \frac{v\cdot \cancel{\pi}}{2L\cdot 2\cancel{\pi}} = \frac{v}{4L}$$

$$L = \frac{v}{4f} = 1{,}88\,\mathrm{m}$$

dvs 189 cm

Svar B

41. A.



$$Y_1 = 6.4695\ \mathrm{m} \quad , \quad Y_0 = 0$$

$$Y_{-1} = -6.4695\ \mathrm{m}$$

2 x kildeåpninger $I = 4I_0 \cos^2\left(\frac{ka\sin\theta}{2}\right)$ — π for [illegible]

eller bruk [illegible] for forsterkning: $a\sin\theta_n = n\lambda$

$$\left(\frac{ka\sin\theta_1}{2} - \frac{ka\sin\theta_0}{2}\right) = \pi\ 2$$

$$\tan\theta_1 = \frac{Y_1}{z} \Rightarrow \theta_1 = 17.925^\circ$$

$$k = \frac{2\pi}{a\sin\theta_1} = 20.415$$

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{2\pi\, 1000}{2\pi / a\sin\theta} = 1000\, a\sin\theta = 307.77\ \mathrm{m/s}$$

42. D.

$$\cos(\vec{k}_1\cdot\vec{r} - \omega t) + \cos(\vec{k}_2\cdot\vec{r} - \omega t)$$

$$= \cos(x + 0.1y - \omega t) + \cos(x - 0.1y - \omega t)$$

Bruker $\cos(a) + \cos(b) = \frac{1}{2}\cos\left(\frac{a-b}{2}\right)\cos\left(\frac{a+b}{2}\right)$

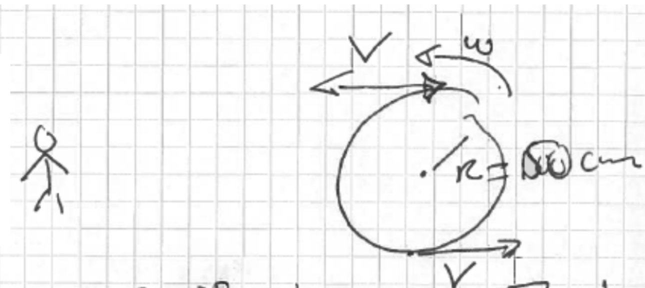
$$\Rightarrow \langle I\rangle = \frac{1}{4}\cos^2\left(\frac{\Delta k}{2}y\right) \quad , \; \Delta k = 0.2$$

$\frac{\Delta k}{2} y = \pi$ gir interferens maxima

$$\Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{\Delta k} = \frac{2\pi}{0.2} = \frac{2\pi}{\frac{1}{5}} = 10\pi$$

$\lambda = \frac{\lambda}{\theta}$ gir da galt svaret.

43. E.



$$T = 200\ \text{ms}$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{100 \times 10^{-3}}$$

$$V = \frac{2\pi}{100} \cdot 10 = 20\pi$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 62.83$$

$$\omega = \frac{V}{R} \Rightarrow V_s = \omega \cdot R$$

$$V = 31.4$$

$$f' = \left(\frac{v - v_0}{v - v_s}\right) f$$

$$v_0 = 0, \quad v = 340\ \text{m/s}, \quad v_s = V, -V$$

$$f_r = \left(\frac{v}{v - V}\right) f = \underbrace{\left(\frac{340}{340 + 31.4}\right)}_{0.9154} f = 402.7$$

$$f_{-r} = \left(\frac{340}{340 + \omega R}\right) f = \frac{340}{340 - 31.4} f = 484.8$$

44. D!.

44)

$$\omega(k) = \omega_0 \sin(kd/2), \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{4s}{d}}$$

$$\lambda = 4d \Rightarrow k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{4d} = \frac{\pi}{2d}$$

$$v_g = \frac{d\omega}{dk}, \quad v = \frac{\omega}{k} = \frac{d\,\omega_0}{2} \frac{\sin(kd/2)}{kd/2}$$

$$v(k{=}0) = \frac{\omega_0 d}{2} = v_0, \text{ da } \frac{\sin x}{x} \text{ for } x \to 0$$

$$\frac{d\omega}{dk} = \omega_0 \cos(kd/2) \cdot \frac{d}{2} = \frac{\omega_0 d}{2} \cos(kd/2) = v_0 \cos(kd/2)$$

$$v_g(\lambda = 4d) = v_0 \cos\left(\frac{\pi}{2d} \cdot \frac{d}{2}\right) = v_0 \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = v_0 \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.71 \cdot v_0$$

Riktig svaralternativ (D)

45. . Se eventuelt notater om svevning. vg=0.1667, v=0.2352, Dispersiv = JA fordi $v_g < v$.

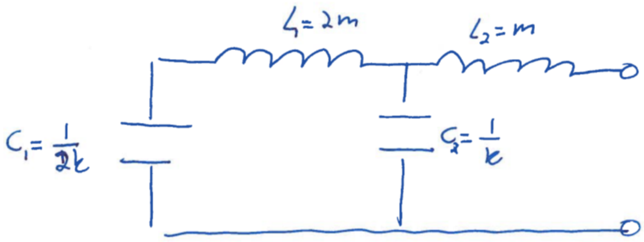
$$\cos(28x - 7t) + \cos(40x - 9t)$$

$$v_g = \frac{\Delta\omega}{\Delta k} = \frac{(9-7)}{(40-28)} = 0.167$$

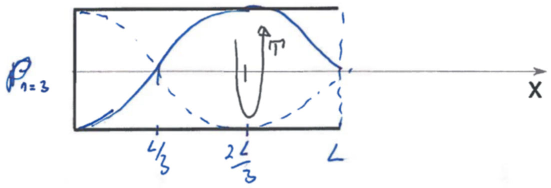
$$v = \frac{\overline{\omega}}{\overline{k}} = \frac{(7+9)/2}{(40+28)/2} = \frac{16}{68} = 0.2353$$

$v_g < v$ o.k. $\Rightarrow$ dispersiv $\boxed{\text{JA}}$

46. X. Husker fra øvingsoppgaveat F=V,q=x, L=m,k=1/C. Fjærene lagrer energi som en kondenstorer og disse er koplet til jord. Verdier $L_{venstre}$=2m,$C_{venstre}$=1/(2k),$L_{høyre}$=m, $C_{høyre}$=1/(k). Kretsen har åpne porter på høyre side, som vist i figur.

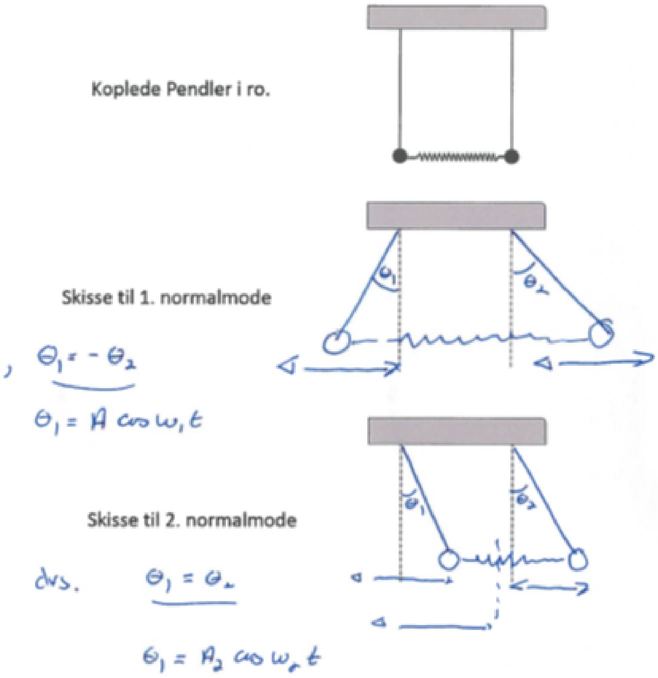


47. E. Man bør vite at trykkutsving er kontinuerlig ved åpen ende, og max ved lukket ende! Grensebetingelser fås da ved hjelp av $\cos(kx)\cos(\omega t)$. Finner nå at $kL = n * \pi/2$, n=1,3,5,7. Det blir spurt om første overtone som da blir n=3. Riktig svar, blir da som i figur.



$\lambda_3 = \frac{4L}{3}$, node ved åpen ende for [illegible], buk ved lukket ende for [illegible].

48. . Tegner in symmetrisk og antisymmetrisk mode for pendlene. Viktig her å få med at $\theta_1(t) = \theta_2(t)$ i symmetrisk mode, og $\theta_1(t) = -\theta_2(t)$ i antisymmetrisk mode, se eventuelt Youtube video eller notater.



M.K. revised. des. 2018.