

Eksamen 16. des. 2017. Løsningsforslag

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

Detaljer om spørsmålene:

1. A. I vakuum er det ingen luftmotstand og alle legemer har samme akselerasjon, g .

2. C. Maks statisk friksjonskraft $F_{f,s} = mg\mu_s = 250$ N. Maks kinetisk friksjonskraft $F_{f,k} = mg\mu_k = 175$ N. Begge er mindre enn trekkrafta 275 N, slik at klossen akselereres.

3. D. Klossen i ro: $\sum F = 0$ langs planet, som gir $F_f = mg \sin \theta$, friksjonen holder akkurat igjen for tyngdens komponent langs planet. Friksjonen kan maksimalt være $\mu_s mg \cos \theta$, som skjer rett før klossen begynner å gli ved θ_0 . Derfor er altså ikke $F_f = \mu_s mg \cos \theta$ for $\theta < \theta_0$.

4. D. $v(t) = \dot{s} = 6,0 \text{ m/s}^2 \cdot t + 2,0 \text{ m/s}$ som ved $t = 2,0 \text{ s}$ gir 14 m/s . Effekten kan uttrykkes $P = Fv = 10 \text{ N} \cdot 14 \text{ m/s} = 140 \text{ W}$.

5. E. Når kulene henger sammen er dette et fullstendig uelastisk støt, og det vil tapes energi. Under en kollisjon uten ytre krefter er alltid p og L bevart (her er sammenhengen $L = \ell p$ for hver av kulene, der ℓ er snorlengden).

6. E. Snorkraft $S = mg + F_c = mg + mv^2/\ell$ og farten bestemmes av energibevaring:

$$mg(\ell - \ell/4) = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow mv^2 = \frac{3}{2}mg\ell \Rightarrow S = mg + \frac{3}{2}mg = \frac{5}{2}mg.$$

7. B. Vi bruker konstant-akselerasjonslikningen $2as = v_2^2 - v_1^2$ to ganger. Etter s er farten $2v_1$ og etter $2s$ er farten v_2 som skal bestemmes:

$$2as = (2v_1)^2 - v_1^2 = 3v_1^2 \quad \text{og} \quad 2a(2s) = v_2^2 - v_1^2 \Rightarrow v_2^2 = 4as + v_1^2 = 2 \cdot 3v_1^2 + v_1^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{7}v_1.$$

8. B. Startfarten er null. Det betyr at $v = at$ og øker prop. med tida. Videre er $P = W/t = Fs/t = Fv$, og det vil si at effekten er proporsjonal med farten. Den kinetiske energien er $E = \frac{1}{2}mv^2$ og altså proporsjonal med farten kvadrert og dermed også tida kvadrert.

9. A. N2: $Mg - kv = Ma = M \frac{dv}{dt} \Rightarrow \frac{dv}{Mg - kv} = \frac{dt}{M} \Rightarrow \frac{dv}{1 - kv/Mg} = g dt.$

10. C. Uten friksjon er det kun snakk om translasjon, og tyngden til klossen gir følgende akselerasjon (Newton 2 for systemet av kloss+syylinder)

$$a = \frac{\Sigma F}{\Sigma M} = \frac{Mg}{2M} = \frac{1}{2}g.$$

11. D. Ved rein rulling er $a = \alpha R$. Rotasjonsakselerasjonen for sylindren kommer fra friksjonskraft F_f som må virke mot venstre. Newton 2 (translasjon) for systemet kloss+syylinder gir

$$Mg - F_f = 2M \cdot a, \quad (1)$$

mens spinnsatsen (N2-rot) for sylindren gir

$$\tau = I\alpha \Rightarrow F_f R = \frac{1}{2}MR^2 \frac{a}{R} \Rightarrow F_f = \frac{1}{2}Ma. \quad (2)$$

Uttrykket (??) for F_f innsatt i likn. (??) gir

$$Mg - \frac{1}{2}Ma = 2M \cdot a \Rightarrow \frac{5}{2}Ma = Mg \Rightarrow a = \frac{2}{5}g.$$

12. E. Sylindren vil gli bortover med delvis rulling. Friksjonen blir kinematisk med frik. koeffisient $\mu = 0,10$. Friksjonskrafta virker mot venstre og er lik $F_f = 0,10 \cdot F_N = 0,10 \cdot Mg$. Likn. (??) gir

$$Mg - F_f = 2M \cdot a \Rightarrow Mg - 0,10 \cdot Mg = 2M \cdot a \Rightarrow a = \frac{9}{20}g.$$

13. D. Høydeforskjellen, H , mellom start og linja A gir potensiell energi mgH til hvert legeme ved start. Legeme 2 og 3 ruller og er utsatt for statisk friksjon og mister ingen energi slik at $E_k(2) = E_k(3) = mgH$. Legeme 1 er utsatt for glidende (kinetisk) friksjon og mister energi slik at $E_k(1) < mgH$.

14. C. På veg oppover virker friksjonskrafta og tyngdens komponent langs skråplanet begge nedover. Hvis klossen sklir nedover virker friksjonskrafta oppover, motsatt tyngdens komponent. Akselerasjonen - representert ved hellingen på v -kurva - er derfor størst på veg opp. Derfor er graf 2 rett. Men hvis friksjonen er så stor at klossen blir liggende på toppen er graf 4 rett. Altså kan både 2 og 4 være riktige forløp.

15. C. Da ingen ytre krefter virker er spinnet L konstant. Professoren gjør indre arbeid ved å trekke bøkene nærmere kroppen slik at energien øker. Dette kan også beregnes: Spinnet $L = I\omega$ konstant mens I avtar og ω øker. $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}L\omega$ må da øke.

16. C. Punktet A sin translasjonshastighet er v_t mot venstre. A's hastighet pga. rotasjonen er $v_r = \omega r = v_t$ i retning rett oppover. Vektorsummen blir $v\sqrt{2}$ i retning 45° framover (skrått mot venstre).

17. C. Treghetsmoment om transversal akse gjennom sentrum: $I_{cm} = \frac{1}{12}mL^2$ (f.eks. fra formelark). Akse $\frac{1}{3}L$ fra den ene enden $= \frac{1}{2}L - \frac{1}{3}L = \frac{1}{6}L$ fra sentrum. Steiners sats gir treghetsmoment om denne aksene:

$$I = I_{cm} + m\left(\frac{1}{6}L\right)^2 = m\left(\frac{1}{12} + \frac{1}{36}\right)L^2 = m\frac{4}{36}L^2 = m\frac{1}{9}L^2.$$

Man kan alternativt bruke oppgitt $I_e = \frac{1}{3}mL^2$ om enden til å finne I_{cm} ved Steiners sats.

18. D. Translasjonsfarten $v = \omega R$ er gitt ved energibevarelse:

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}Mv^2\left(1 + \frac{I}{MR^2}\right) = \text{lik for alle.}$$

En sylinder har større treghetsmoment enn kuler: $I_{syl} = \frac{1}{2}MR^2$, $I_{kule} = \frac{2}{5}MR^2$. Da blir v ved bunnen minst for sylindren og lik for begge kulene.

19. A. Vinkelhastighet $\omega = v/R = 4,0 \text{ s}^{-1}$. Treghetsmomentet for tynn ring er $I = mr^2 = 0,25 \text{ kg m}^2$. Spinnet er da $L = I\omega = 1,00 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$.

20. B. Newtons 2. lov for rotasjon (spinnsatsen): Kraftmoment $\tau = dL/dt$, dvs. lik den deriverte m.a.o. stigningstallet for L mot t .

21. C. Tyngden Mg av legemet fordeles med halvparten på hver av de to snorene i overkant av nedre trinse, dvs. $\frac{1}{2}Mg$. Snorkrafta i denne høyre snora må være lik over øvre trinse og over til venstre snor der F virker. Ved likevekt må derfor $F = \frac{1}{2}Mg$.

22. E. La L være bjelkens lengde. Vertikalkomponenten F_y finnes enkelt ved momentbalanse om ytterpunktet på bjelken, der kun denne krafta og bjelkens tyngde har moment: $F_y \cdot L - G \cdot L/2 = 0$, som gir $F_y = G/2 = 50,0 \text{ N}$.

23. C.

(C) En kraft nedover ($-z$ retning) på akslingen med hjulet gir et kraftmoment $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ som etter høyrehåndsregelen går i $+y$ -retning. Ifølge spinnsatsen endres \vec{L} i samme retning som $\vec{\tau}$. Spinnet \vec{L} går i retning $+x$, slik at akslingen med hjulet vil dreie i $+y$ -retning.

24. B. $L_A = L_{b1} + L_{b2} + L_{spinn} = 5mrv/2$.

$$I_0 = \frac{mr^2}{2} \quad \vec{L}_A = \underbrace{\vec{L}_{m_1}}_{bæ} + \underbrace{\vec{L}_{m_2}}_{bæ} + \underbrace{\vec{L}_{spin}}_{mdr/spin}$$

$$\vec{L}_A = mrv_1 \hat{z} + mrv_2 \hat{z} + I_0 \omega \hat{z}$$

$$v = r\omega$$

$$\Rightarrow L_A = mrv + mrv + \frac{mr^2}{2} \frac{v}{r} = \underline{\underline{\frac{5mrv}{2}}}$$

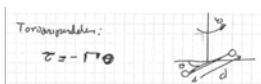
25. C. For harmonisk svingning er $a = -\omega^2 x(t)$, slik at her er vinkelhastigheten $\omega = 4,0 \text{ s}^{-1}$. Da er perioden $T = 2\pi/\omega = 1,57 \text{ s}$.

26. C. $\dot{x}(t) = -0,040 \text{ m} \cdot 30 \text{ s}^{-1} \cdot \sin(30 \text{ s}^{-1} t + \pi/6)$ og maks. hastighet er $= |-0,040 \text{ m} \cdot 30 \text{ s}^{-1}| = 1,2 \text{ m/s}$.

27. B. For en udempa tyngdependel er $T \propto \sqrt{\ell/g}$. Når ℓ må reduseres for å gi samme T , må g på planeten være mindre. Om maksimalt vinkelutslag blir stort er fortsatt $T \propto \sqrt{\ell/g}$ (men T øker noe med økende maks. utslag.)

28. D.

Hookes lov for torsjon :



N2-Rotasjon:

$$\sum \tau = \frac{dL}{dt}, \quad L = I\omega = I\dot{\theta}$$

$$I = I_{\text{stat}} + 2 \cdot m \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{1}{12}md^2 + 2 \cdot m \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{7}{12}md^2$$

$$\frac{dL}{dt} = I\ddot{\theta}$$

$$\Rightarrow -\Gamma\theta = I\ddot{\theta} \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{\Gamma}{I}\theta = 0$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{\Gamma}{I}} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \Gamma = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot I = \frac{7}{3} \frac{\pi^2}{T^2} md^2$$

29. D.

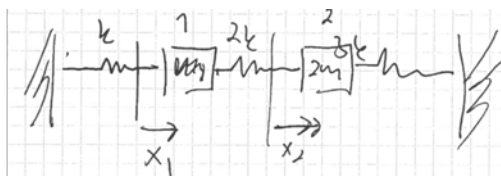
$$\sum F = m\ddot{x}_1 = -2kx_1 - kx_1 = -3kx_1$$

$$\ddot{x}_1 + \left(\frac{3k}{m}\right)x_1 = 0$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{3k}{m}} \quad (D)$$

(Fra øvingsoppgave)

30. B.



$$\sum F_{m1} = m\ddot{x}_1 = -kx_1 - 2k(x_1 - x_2) \quad (1)$$

$$\sum F_{m2} = m\ddot{x}_2 = -3kx_2 - 2k(x_2 - x_1) \quad (2)$$

$$\textcircled{1} \quad m\ddot{x}_1 + (k+2k)x_1 = +2kx_2$$

$$\ddot{x}_1 + \frac{3k}{m}x_1 = \frac{2k}{m}x_2$$

$$\textcircled{2} \quad 2m\ddot{x}_2 + (3k+2k)x_2 = +2kx_1$$

$$\ddot{x}_2 + \frac{5k}{2m}x_2 = \frac{k}{m}x_1$$

(Fra øvingsoppgave).

31. B.

$$\psi(\vec{r}, t) = \psi_0 \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} + \omega t + \rho)$$

$$k^2 = k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = (1.2)^2 + (1.2)^2 + (1.6)^2$$

$$k = 2.3323 = \frac{2\pi}{\lambda} \Leftrightarrow \underline{\underline{\lambda = 2.69 \text{ m}}}$$

32. D.

$$\vec{k} = -(1.2, 1.2, 1.6) \quad \text{siden bølgen er i motsatt retning}$$

$$\vec{k} \cdot \hat{z} = -1.6 = |\vec{k}| \cdot |\hat{z}| \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{-1.6}{k} = \frac{-1.6}{2.3323}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\alpha = 133.31^\circ}}$$

jfr. eksamen TFY4109 2015, men med bølge i motsatt retning!

33. X Alle fikk full score på denne oppgaven i 2017, da den manglet riktig svar, som burde vært 4 timer og 30 minutter.

oppgitt $\omega(k) = \sqrt{gk}$, $k = \frac{2\pi}{100} \text{ m}^{-1}$

fasehastighet $v = \frac{\omega}{k} = \sqrt{\frac{g}{k}} = \frac{12.44 \text{ m/s}}{100} = 0.1244 \text{ m/s}$

$\Rightarrow s = v \cdot t = 100 \text{ km}$

$t = \frac{100 \cdot 10^3}{0.1244} = 8003 \text{ (s)} \approx 2 \text{ timer og } 10 \text{ min (s)} \quad \text{(feil svar)}$

Kontroll over andre vekt:

$$v_g = \frac{d\omega}{dk} = +\frac{g}{2\sqrt{gk}} = +\frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{k}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{9.81}{2\pi/100}} = \frac{1V}{2}$$

dypvannsbølger (dispersive) $t = \frac{100 \cdot 10^3}{v_g/2} = 16006 \text{ (s)}$

$\approx 4 \text{ timer og } 30 \text{ min}$

(riktig svar)

Mange har spurt seg om hva som er riktig mht om en skal anvende fasehastighet eller gruppehastighet for å beregne ankomsttid til dønninger etter et uvær. Vi refererer da hovedsakelig til videoer på vannbølgepakke i bølgerenna, se Blackboard, eller gå direkte til f.eks.

<http://web.phys.ntnu.no/stovngeng/FY10012016/Notater2015/vannbolger.pdf>.

Først og fremst, dypvannsbølger er disersive slik at gruppehastigheten er ulik fasehastigheten.

Man kunne muligens forstått det slik at her ville en spurt etter fasehastigheten, som ville gitt svaralternativ (B), siden dette ville gi oss tiden til de første (små) dønninger (små bølger) ville nå land, ikke bølgepakken av de største dønningene generert av uværet. Samtidig så vet vi at «informasjonen», som nå er senteret på uværet, reiser med gruppehastigheten, se videoen i pdf fila, og dermed burde de «store» dønningene som tilsvarer senteret på uværet, komme frem som gitt av gruppehastigheten til denne bølgepakken.

34. C.

1h. Variant av øvingsoppgave.

$$\omega = \sqrt{gk + \frac{\rho k^3}{8}}, \quad v_0 = \frac{d\omega}{dk} \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.3$$

$$\frac{\rho k^3}{8} = 2.1 \times 10^6 \ll gk = 3$$

(ikke nødvendig å sjekke om det er gravitasjonsbølge eller kapillærbølge, men greit å gjøre, kan like gjerne derivere i vei og sette inn i det endelige uttrykket)

$$\Rightarrow \frac{d\omega}{dk} = \frac{d}{dk} \sqrt{gk} = 2.81 \text{ m/s}$$

$$tid = \text{avstand} / v_g = 2.81 \text{ m/s} / 10 \times 10^3 \text{ m} = 3555.3 \text{ s} \Rightarrow \text{tid} = 1 \text{ time}$$

35. B. 1.7 mm. Fra øvingsoppgave.

$$y_{ro} = r y_0 \quad y_j = y_0 \cos \theta_j$$

$$r = \frac{\sqrt{\mu_2} - \sqrt{\mu_1}}{\sqrt{\mu_2} + \sqrt{\mu_1}} = \frac{\sqrt{90} - \sqrt{15}}{\sqrt{90} + \sqrt{15}} = 0.12$$

$$\Rightarrow y_{ro} = 1.68 \approx 1.7 \text{ mm}$$

36. A. 2.0 mW. Fra øvingsoppgave.

$$P_{\pm} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \omega^2 y_{\pm}^2 \quad v_{\pm} = \sqrt{\frac{g}{\mu_{\pm}}} = 3.1649 \text{ m/s}$$

$$\epsilon = \frac{2\sqrt{\mu_2}}{\sqrt{\mu_2} + \sqrt{\mu_1}} = 0.579 \Rightarrow P_{\pm} = 0.269 \text{ mW}$$

37. C. 164 Hz. Fra øvingsoppgave.

$$S = 150 \text{ N}$$

$$L = 80 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$$

$$m = 15.7 \text{ g} \Rightarrow \mu = \left(\frac{15.7}{0.8} \right) = 19.625 \text{ g/m}$$

string festet i begge ender: $y(x,t) = \sum y_n \cos k_n x \cos \omega_n t$

$$k_n L = n\pi \Rightarrow k_n = \frac{n\pi}{L}$$

$$v = \frac{\omega_n}{k_n} = \sqrt{\frac{S}{\mu}} = 37.426 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow f_n = \frac{1}{2L} k_n \sqrt{\frac{S}{\mu}} \quad \text{spør etter } f_3 = 163.92 \text{ Hz}$$

38. D. 23750 = 24 kPa

$$z_0 \cos(kx - \omega t)$$

$$v = 340 \text{ m/s} \quad z_0 = 2.7 \text{ mm} \quad \lambda = 10 \text{ cm}$$

$$p = -\rho \frac{\partial z}{\partial x} = -\rho k z_0 \omega \cos(kx - \omega t)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 62.83$$

$$p_0 = \rho k z_0 = 23750 \text{ Pa} \approx 24 \text{ kPa}$$

(tilsvarer ca 182 dB!)

39. D. 425 cm.

$$p(x,t) = z_0 \cos k_n x \cos \omega_n t$$

Denne tilfredstiller grensebetingelsene lukket ende har max trykk. I tillegg forlanger vi at åpen ende har kontinuitet i trykk:

$$\Rightarrow k_n L = \frac{n}{2}, \frac{3n}{2}, \frac{5n}{2}$$

$$= (n - \frac{1}{2})\pi, \quad v = \frac{\omega_n}{k_n}$$

$$\Rightarrow L = \frac{(n - \frac{1}{2})\pi}{k_n} = \frac{(n - \frac{1}{2}) 340}{2f_n}$$

$$L^{**} (n=3, f_1=20 \text{ Hz}) = \frac{340}{4 \cdot 20} = 4.25 \text{ m}$$

40. C. Basert på L=425 cm fra oppgave 39, så gir dette 60 Hz.

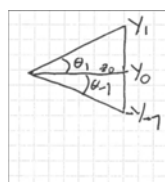
Som i oppgave 39, så har vi:

$$f_1 = \frac{(n - \frac{1}{2}) \cdot 340}{2L}$$

$$\Rightarrow f_2 = \frac{\frac{3}{2} \cdot 340}{2 \cdot L} = 60 \text{ Hz}$$

41. C. 0.75m

oppsett Blyss lar: $a \sin \theta_n = n \lambda \Rightarrow a = \frac{n \lambda}{\sin \theta_n}$



$$\tan \theta_1 = \frac{y_1}{x_0}$$

$$\Rightarrow \theta_1 = \arctan \frac{11.82}{20}$$

$$= 5.19959^\circ$$

$$\Rightarrow a = \frac{1 \cdot \lambda}{\sin \theta_1} = 11.03$$

$$\frac{\omega}{k} = v = 340 \text{ m/s} = \frac{2\pi f}{(2\pi/\lambda)} = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{5000} = 0.068 \text{ m}$$

$$\Rightarrow a \approx 0.75 \text{ m}$$

42. D. 0.67a (D).

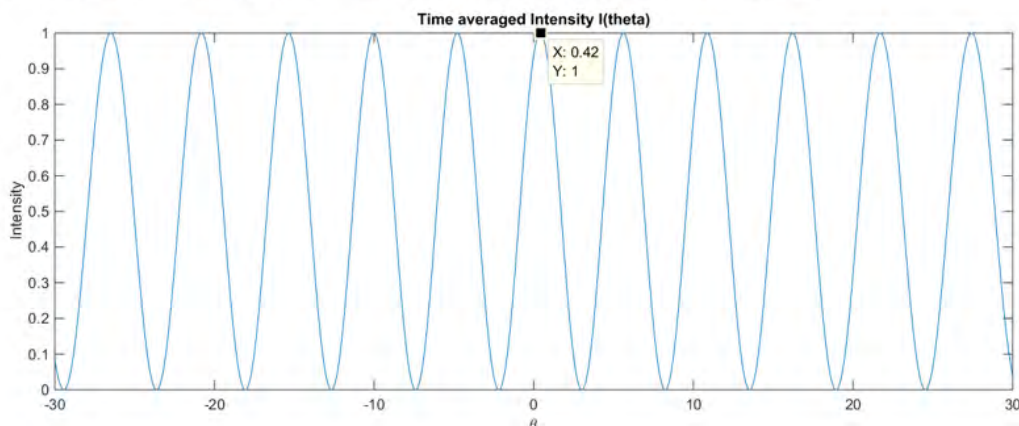
42. D. (0.67a) Her har det blitt oppgitt feil eller alt for diffust svaralternativ i originalt LF. Riktig svar ved hjelp av paraxial løsningsmetode burde være, svar D:0.7a. Det simulerte tidsmidlere intensitetsmønsteret var simulert vha :

$$\langle I \rangle = 1 * \cos^2(0.5ka \sin(\theta) - 0.25),$$

der $k=92.4$, og $a=0.75$, og $\Delta\phi = \frac{0.5}{0.75}a = 0.67a$. Merk, at det er heller ikke oppgitt helt riktige tall i oppgaven, men dette gjør i utgangspunktet ikke noe i denne oppgaven. Hvis du prøver å gjenskape dette numerisk, så vil du finne ca maxima: $Y_{max} = (\dots, -3.53, -1.67, 0.143, 1.97, \dots) = 20 \cdot \tan(\theta_{max})$. Utleder fra scratch eller husker form: $I = 4I_0 \cos^2(0.5ka \sin(\theta_m) - \phi/2) = \max$ for $0.5ka \sin(\theta_m) - \phi/2 = m\pi$. Gjetter/velger at $Y=0.143$, som tilsvarer $m=0$, som gir

$$\sin(\theta_0) = \frac{2\phi/2}{k \cdot a} = \frac{0.143}{20} = 0.0071.$$

Bruker videre at $k=92.4$, som endelig gir $\phi = k \cdot a \cdot 0.0071 = 92.4 \cdot 0.0071 \cdot a = 0.67a$. (Hvis en nå i stedet bruker $m=0$ på f.eks. $Y=-1.6759$, så fås selvfølgelig en annen større fase, svaret er derfor ikke entydig.)



43. B.

Gitt

$$\cos(2x - 7t) + \cos(50x - 10t) = \cos(k_1 x - \omega_1 t) + \cos(k_2 x - \omega_2 t)$$

Leser da rett ut at

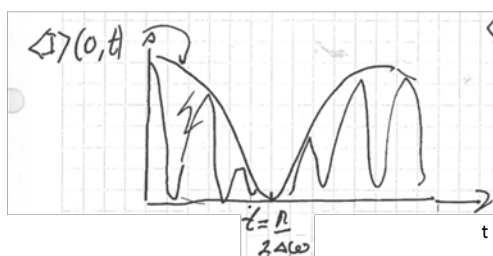
$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{k_1 + k_2} = \frac{7 + 10}{28 + 50} = \frac{17}{78} = 0.218$$

$$v_g = \frac{(\omega_1 - \omega_2)}{(k_1 - k_2)} = \frac{7 - 10}{28 - 50} = \frac{-3}{-22} = 0.136$$

44. C. 438 eller 442 Hz. Se øving 12.

$$I(x,t) \approx \tilde{I}^2 \sim \gamma^2 (E_x - \tilde{\omega} t) \cos^2(\Delta k x - \Delta \omega t)$$

$$\langle I \rangle \sim \cos^2(\Delta k x - \Delta \omega t)$$



$$\Delta\phi = \frac{1}{2\pi} = \frac{1}{2 \cdot 0.5} = 1$$

$$\Delta t = \frac{1}{\omega} |\phi_1 - \phi_2| \Rightarrow \phi_1 = \pm 2\pi + \phi_2$$

$$\Delta \rightarrow$$

$$\pi \approx \frac{\omega}{\Delta\omega}$$

45. E.

Først beregnes den frekvensen vegg (i ro) observerer fra kilde i bevegelse (kilde med hastighet v_F).

$v_F = 10 \text{ m/s}$

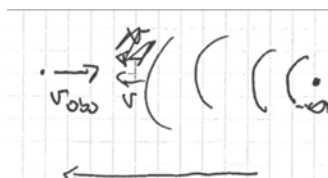
$$f_0 = \left(\frac{v + v_m - v_o}{v + v_m - v_s} \right) \cdot f_s$$

$v_m = 0$

$$f_{\text{veg}} = \frac{v - v_F}{v - v_F} \cdot f_s = \left(\frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} - 10} \right) \cdot f = 1.03 f$$

 (generell formel fra formelsamlinga)

Deretter beregnes den frekvensen flaggermusa hører (observatør med hastighet v_F), av signal sendt ut fra vegg med frekvens f_V



$$f_F = \frac{v - (-v_F)}{v} \cdot f_V$$

$$= \frac{v + v_F}{v} \cdot f_V$$

$$= \frac{350}{340} \cdot f_V = 1.06 f$$

46. D.

Vi forestiller oss enten en observatør som beveger seg eller en kilde.

For en observatør som beveger seg mot kilden:

$$\lambda'_{\text{Fera}} = (v + v_s) \cdot T$$

For en observatør som beveger seg bort fra kilden:

$$\lambda'_{\text{Mot}} = (v - v_s) \cdot T$$

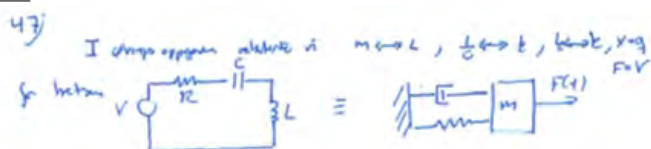
Her er v lyshastigheten, v_s observatørens hastighet, og T perioden.

Leser ut fra figuren med hjelp at

$$\frac{\lambda'_{\text{Mot}}}{\lambda_{\text{Fera}}} \approx 2,5 = \frac{(v - v_s)T}{(v + v_s)T}$$

$\Rightarrow v_s = \frac{v}{2}$, bort fra 0

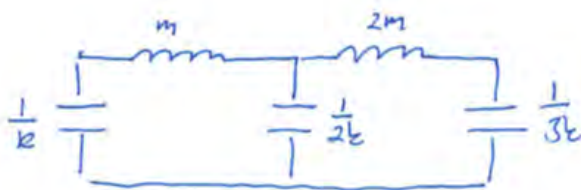
47.



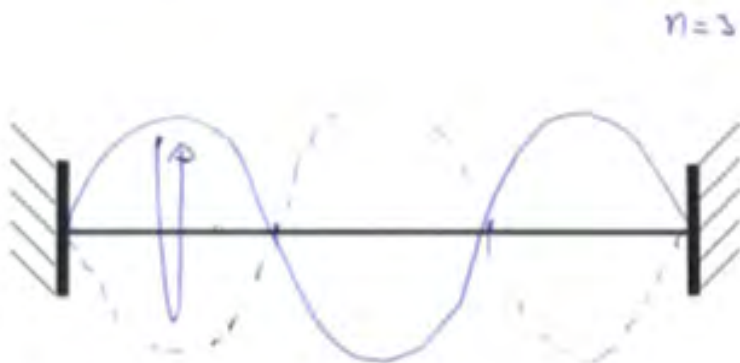
Alt dette gir

$$C_1 = \frac{1}{2k} \quad \frac{1}{\frac{1}{2k} + L} = \frac{1}{k} = C_2 \quad \Rightarrow \quad C_{\text{eff}} = \frac{1}{2k} \quad m = L$$

48.



49.



50.

$p(x=0,0)$ - max utslagsstyrke. $p(x=L,0)$ - konstant med utslagsstyrke.

