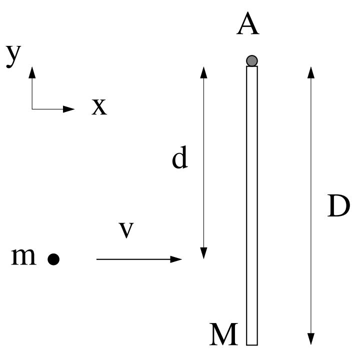
**TFY4125 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.**
**Øving 7.**

## Oppgave 1: Kollisjon mellom tynn stav og lita kule




En tynn stav med lengde $D$ og masse $M$ kan rotere friksjonsfritt om sin ene ende (A). Ei kule med masse $m$ og hastighet $\boldsymbol{v}$ kolliderer fullstendig uelastisk med staven i avstand $d$ fra A. Kula kan her regnes som en punktmasse.

*a*) Hva er treghetsmomentet $I$ til systemet stav + kule etter sammenstøtet, mhp aksen gjennom A (normalt planet)?

A) $md^2 + MD^2/3$  B) $(m+M)D^2/3$
C) $md^2 + MD^2/12$  D) $(m+M)D^2/12$

*b*) Hva er systemets impuls $\boldsymbol{p}_i$ før sammenstøtet?

A) 0  B) $mv\hat{x}$  C) $(m+M)v\hat{x}$  D) $(m+M)v(d/D)\hat{x}$

*c*) Hva er systemets dreieimpuls $\boldsymbol{L}_i$ mhp A før sammenstøtet?

A) 0  B) $mvd\hat{z}$  C) $(m+M)vd\hat{z}$  D) $(m+M)v(d+D)\hat{z}$

*d*) Hva er systemets dreieimpuls $\boldsymbol{L}_f$ mhp A umiddelbart etter sammenstøtet?

A) 0  B) $mvd\hat{z}$  C) $(m+M)vd\hat{z}$  D) $(m+M)v(d+D)\hat{z}$

*e*) Hva er systemets vinkelhastighet $\boldsymbol{\omega}$ umiddelbart etter sammenstøtet?

A) $\hat{x}\, mvd/(md^2 + MD^2/12)$  B) $\hat{x}\, mvd/(md^2 + MD^2/3)$
C) $\hat{z}\, mvd/(md^2 + MD^2/12)$  D) $\hat{z}\, mvd/(md^2 + MD^2/3)$

$f$) Hva er systemets impuls $\boldsymbol{p}_f$ umiddelbart etter sammenstøtet?

A) $\boldsymbol{p}_i \cdot (1 + MD/2md)/(1 + MD^2/3md^2)$ B) $\boldsymbol{p}_i \cdot (1 - MD/2md)/(1 - MD^2/3md^2)$
C) $\boldsymbol{p}_i \cdot (1 + MD/md)/(1 + MD^2/7md^2)$ D) $\boldsymbol{p}_i$

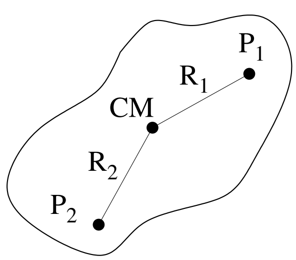
$g$) For hvilken verdi av $d$ er $p_f = p_i$?

A) Alltid B) $D/3$ C) $2D/3$ D) $D$

$h$) Hva er $|\Delta K/K_i| = |(K_f - K_i)/K_i|$, dvs relativ endring i systemets kinetiske energi i sammenstøtet?

A) $1/(1 + 3md^2/MD^2)$ B) $1/(1 - 3md^2/MD^2)$ C) $1 + 3md^2/MD^2$ D) $1 - 3md^2/MD^2$

**Oppgave 2: Mer om $I$ og $L$**



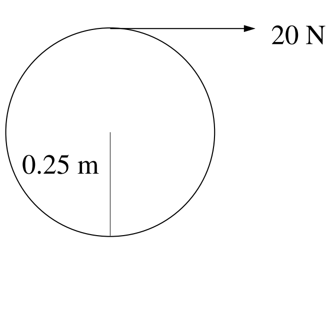

$a$) For legemet i figuren er $R_1 = R_2$, og CM angir tyngdepunktet. Treghetsmomentene om parallelle akser gjennom CM, $P_1$ og $P_2$ er hhv $I_0$, $I_1$ og $I_2$. (Punktene CM, $P_1$ og $P_2$ ligger alle i papirplanet, og de tre aksene står normalt på papirplanet.) Da er

A) $I_0 = I_1 = I_2$.
B) $I_0 > I_1 = I_2$.
C) $I_0 < I_1 = I_2$.
D) $I_0 < I_1 < I_2$.


http://www.kaosdesign.no/photogallery.htm

$b$) Du kjører en liten personbil rett østover fra Trondheim og holder omtrent fartsgrensen på 90 km/h. Hva er da bilens dreieimpuls relativt Oslo sentrum, sånn omtrent, angitt i SI-enheter?

A) Eksakt null.
B) $10^5$.
C) $10^{10}$.
D) $10^{20}$.




$c$) Ei tynn, masseløs snor er trukket rundt en slipestein med radius 0.25 m. Steinen kan rotere friksjonsfritt om symmetriaksen. En konstant kraft på 20 N i snora får steinen til å øke vinkelhastigheten fra null til 60 rad/s på 12 sekunder. Da er slipesteinens treghetsmomentet, i enheten kg m$^2$,

A) 1.00.
B) 3.00.
C) 5.00.
D) 7.00.

**Oppgave 3: Svingninger**

En kloss med masse $m$ er festet til ei (masseløs) fjær med fjærkonstant $k$. Fjæra er festet til en vegg i sin venstre ende. Klossen kan gli uten friksjon på et horisontalt underlag. Bevegelsen blir startet (ved $t = 0$) ved å dra klossen fra likevektsposisjonen $x = 0$ mot høyre til posisjon $x_0$ og gi den en hastighet $v_0$ mot høyre. Klossen utfører deretter harmoniske svingninger beskrevet ved $x(t) = A\cos(\omega_0 t + \phi)$ der $\omega_0 = 2\pi/T$ er vinkelfrekvensen, $T$ er perioden og $\phi$ er en fasekonstant.

*a*) Hva er perioden $T$ for denne harmoniske svingningen?

A) $2\pi\sqrt{k/m}$   B) $\sqrt{k/m}$   C) $2\pi\sqrt{m/k}$   D) $\sqrt{m/k}$

*b*) Hva er amplituden $A$ for denne harmoniske svingningen?

A) $\sqrt{x_0^2 + (v_0/\omega_0)^2}$   B) $x_0/\cos(\arctan(v_0/x_0\omega_0))$
C) Både A og B er riktige svar   D) Verken A eller B er riktige svar

*c*) Hva er fasekonstanten $\phi$ for denne harmoniske svingningen?

A) $-\arctan(v_0/x_0\omega_0)$   B) $\arccos(1/\sqrt{1 + mv_0^2/kx_0^2})$
C) Både A og B er riktige svar   D) Verken A eller B er riktige svar

*d*) Hva er systemets totale mekaniske energi $E$?

A) $kx_0^2/2$   B) $mv_0^2/2$   C) $kx_0^2/2 + mv_0^2/2$   D) 0

*e*) Vi kunne alternativt ha skrevet løsningen på formen $x(t) = B\cos\omega_0 t + C\sin\omega_0 t$. Hva blir da de to koeffisientene $B$ og $C$?

A) $B = v_0/\omega_0$ og $C = x_0$   B) $B = x_0$ og $C = v_0/\omega_0$   C) $B = C = x_0$   D) $B = C = v_0/\omega_0$

*f*) Hva blir svingebevegelsens maksimale utsving og maksimale hastighet dersom $m = 100$ g, $k = 10$ N/m, $x_0 = 1.0$ cm og $v_0 = 10$ cm/s.

A) 1.4 cm og 14 cm/s   B) 1.4 m og 14 m/s
C) 14 m og 1.4 m/s   D) 14 cm og 1.4 cm/s

*g*) Svingesystemet dreies 90 grader slik at massen $m$ henger vertikalt i tyngdefeltet. Med hvilken vinkelfrekvens $\omega$ vil massen nå svinge opp og ned?

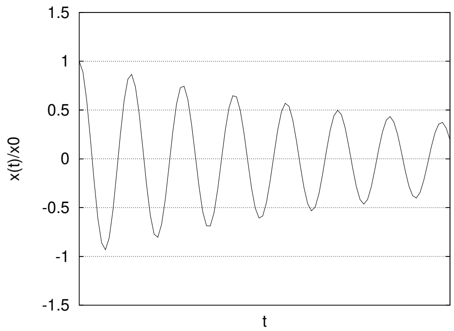
A) $\omega = \omega_0$   B) $\omega = 2\omega_0$   C) $\omega = 3\omega_0$   D) $\omega = 4\omega_0$

$h$) Figuren viser utsvinget

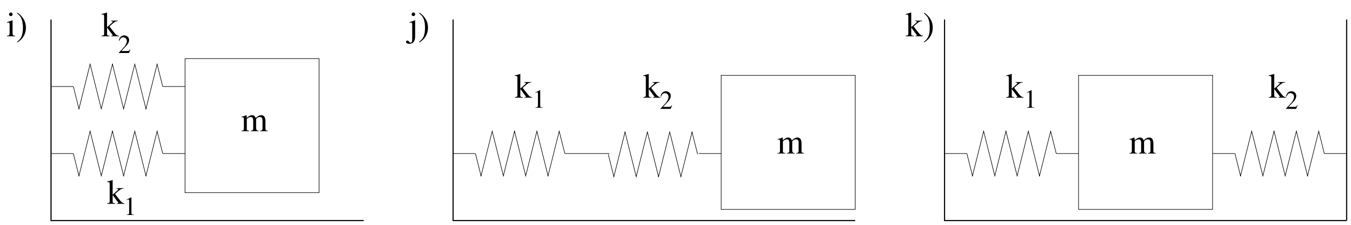
$$x(t) = x_0 e^{-t/\tau} \cos \omega t,$$

eller rettere sagt $x(t)/x_0$, for en dempet harmonisk svingning. Omtrent hvor stort er produktet $\omega\tau$ mellom vinkelfrekvensen og den "karakteristiske tiden" for dempingsforløpet?

A) 0.022
B) 1.7
C) 14
D) 45




Et enkelt masse-fjær-svingesystem med masse $m$ og fjærstivhet $k$ har som kjent vinkelfrekvens $\omega = \sqrt{k/m}$. Sett opp "N2" for de tre svingesystemene vist i figuren nedenfor og finn vinkelfrekvensen for hvert av systemene uttrykt ved $\omega_1 = \sqrt{k_1/m}$ og $\omega_2 = \sqrt{k_2/m}$. I alle tilfellene er fjærene masseløse, og det er ingen friksjon.




$i$) $\omega_i = \ldots$

A) $\omega_1 + \omega_2$ B) $\omega_1\omega_2/\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}$ C) $\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}$ D) $\sqrt{\omega_1\omega_2}$

$j$) $\omega_j = \ldots$

A) $\omega_1 + \omega_2$ B) $\omega_1\omega_2/\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}$ C) $\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}$ D) $\sqrt{\omega_1\omega_2}$

$k$) $\omega_k = \ldots$

A) $\omega_1 + \omega_2$ B) $\omega_1\omega_2/\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}$ C) $\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}$ D) $\sqrt{\omega_1\omega_2}$