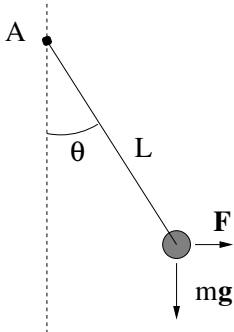


FY6013 Mekanikk. Institutt for fysikk, NTNU.  
Øving 2.

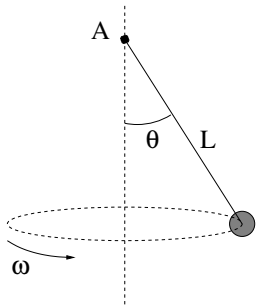
Oppgave 1.



Ei kule (punktmasse) med masse  $m$  er festet til ei vektløs stang med lengde  $L$ . Stanga er festet i et punkt A som den kan bevege seg fritt om.

a) Kula trekkes ut til siden (i papirplanet) med en horisontal kraft  $\mathbf{F}$ . Hvor stor må  $F$  være for å holde kula i ro ved vinkelen  $\theta$ ?

- A)  $F = mg \sin \theta$     B)  $F = mg \cos \theta$     C)  $F = mg \tan \theta$   
D)  $F = mg$     E)  $F = mg/3$



b) I stedet for å trekke med en kraft  $\mathbf{F}$  lar vi systemet rotere om en vertikal akse gjennom opphengningspunktet A, med vinkelhastighet  $\omega$ . Stanga danner da en vinkel  $\theta$  med vertikalaksen, bestemt ved

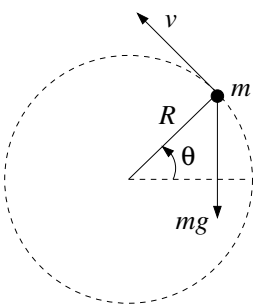
- A)  $\tan \theta = g/\omega^2 L$     B)  $\cos \theta = g/\omega^2 L$     C)  $\tan \theta = \omega^2 L/g$   
D)  $\cos \theta = \omega^2 L/g$     E)  $\sin \theta = \omega L/g$

(Denne løsningen gjelder ikke for alle verdier av  $\omega$ . Hva må  $\omega$  (minst) være for at denne løsningen skal gjelde?)

c) Til slutt tenker vi oss at pendelen henger (uten å rotere) i et fly som akselererer bortover rullebanen. Hva er flyets akselerasjon dersom  $\theta = 30^\circ$ ? (Utfør eksperimentet neste gang du er ute og flyr!)

- A)  $a = g$     B)  $a = g/2$     C)  $a = \sqrt{3}g$     D)  $a = \sqrt{2}g$     E)  $a = g/\sqrt{3}$

Oppgave 2.



En stein med masse  $m$  er festet til enden av ei (masseløs) snor med lengde  $R$ , og slynges rundt i en vertikal sirkelbane, som vist i figuren til venstre.

a) Vis at Newtons 2. lov for den tangentielle bevegelsen langs sirkelbanen kan skrives som

$$R \frac{d\omega}{dt} = -g \cos \theta,$$

og bruk kjerneregelen,  $\frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt}$ , til å finne en differensialligning for  $\omega(\theta)$ .

b) Løs ligningen og vis at

$$\omega^2 = \omega_0^2 - \frac{2g}{R} \cdot \sin \theta,$$

der  $\omega_0$  er vinkelhastigheten ved  $\sin \theta = 0$ .

c) Sett opp en ligning for sentripetalakselerasjonen  $a_\perp$  og finn snordraget  $S$  som funksjon av  $\theta$ . I hvilken posisjon av banen er det størst fare for at snora ryker? (Bruk uttrykket du har funnet for  $S(\theta)$  og sjekk det mot din sunne fornuft.) Hva må  $\omega_0$  minst være for at snora hele tida skal være stram? (Sunn fornuft gir en god sjekk også her.)

### Oppgave 3.

En kloss med masse  $m$  ligger i ro på et skråplan med helningsvinkel  $\theta$ . Statisk og kinetisk friksjonskoeffisient for kontaktflaten mellom kloss og skråplan er hhv  $\mu_s$  og  $\mu_k < \mu_s$ .

a) Hvor stor er normalkraften  $N$  fra skråplanet på klossen? ( $\cot x = \cos x / \sin x = 1 / \tan x$ )

- A)  $N = mg$     B)  $N = mg \sin \theta$     C)  $N = mg \cot \theta$     D)  $N = mg \tan \theta$     E)  $N = mg \cos \theta$

b) Hvor stor er friksjonskraften  $f$  fra skråplanet på klossen?

- A)  $f = mg$     B)  $f = mg \sin \theta$     C)  $f = mg \cot \theta$     D)  $f = mg \tan \theta$     E)  $f = mg \cos \theta$

c) Hvor stor må  $\mu_s$  minst være for at klossen skal ligge i ro?

- A)  $\mu_s^{\min} = \sin \theta$     B)  $\mu_s^{\min} = \cos \theta$     C)  $\mu_s^{\min} = \tan \theta$     D)  $\mu_s^{\min} = \cot \theta$     E)  $\mu_s^{\min} = 1$

d) Hva blir klossens akselerasjon  $a_{\parallel}$  nedover skråplanet dersom  $\mu_s$  ikke er stor nok til at klossen blir liggende i ro?

- A)  $a_{\parallel} = g(\sin \theta - \mu_k \cos \theta)$     B)  $a_{\parallel} = g(\cos \theta - \mu_k \sin \theta)$     C)  $a_{\parallel} = g(\sin \theta - \mu_s \cos \theta)$   
D)  $a_{\parallel} = g(\cos \theta - \mu_s \sin \theta)$     E)  $a_{\parallel} = g(\cos \theta + \mu_k \sin \theta)$

e) Anta at  $\mu_s$  er for liten til å holde klossen i ro, slik at den akselererer nedover skråplanet. Til hvilken helningsvinkel  $\alpha$  må du justere skråplanet for at klossen skal gli med konstant hastighet?

- A)  $\alpha = \mu_k$     B)  $\alpha = \mu_s$     C)  $\alpha = \arcsin \mu_k$     D)  $\alpha = \arccos \mu_k$     E)  $\alpha = \arctan \mu_k$

### Oppgave 4.

To klosser med masse hhv  $m_1$  og  $m_2$  og kinetisk friksjonskoeffisient hhv  $\mu_1$  og  $\mu_2$  glir nedover et skråplan med helningsvinkel  $\beta$ . De to klossene er forbundet med ei tilnærmet masseløs snor. Klossen med masse  $m_1$  ligger øverst på skråplanet. Snordraget betegner vi med  $S$ ;  $S = 0$  hvis snora er slakk og  $S > 0$  hvis snora er stram.

a) Hvor stor er friksjonskraften  $f_i$  fra skråplanet på kloss nr  $i$  ( $i = 1, 2$ )?

- A)  $f_i = \mu_i m_i g \sin \beta$     B)  $f_i = \mu_i m_i g \cos \beta$     C)  $f_i = \mu_i m_i g \tan \beta$     D)  $f_i = \mu_i m_i g \cot \beta$     E)  $f_i = \mu_i m_i g$

b) Hva er akselerasjonen  $a_1$  til kloss nr 1?

- A)  $a_1 = g(\sin \beta + \mu_1 \cos \beta) + S/m_1$     B)  $a_1 = g(\sin \beta - \mu_1 \cos \beta) + S/m_1$   
C)  $a_1 = g(\sin \beta + \mu_1 \cos \beta) - S/m_1$     D)  $a_1 = g(\sin \beta - \mu_1 \cos \beta) - S/m_1$   
E)  $a_1 = g(\cos \beta - \mu_1 \sin \beta) + S/m_1$

c) Hva er akselerasjonen  $a_2$  til kloss nr 2?

- A)  $a_2 = g(\sin \beta + \mu_2 \cos \beta) + S/m_2$     B)  $a_2 = g(\sin \beta - \mu_2 \cos \beta) + S/m_2$   
C)  $a_2 = g(\sin \beta + \mu_2 \cos \beta) - S/m_2$     D)  $a_2 = g(\cos \beta - \mu_2 \sin \beta) + S/m_2$   
E)  $a_2 = g(\sin \beta - \mu_2 \cos \beta) - S/m_2$

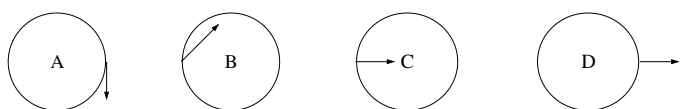
d) Hva er betingelsen for at snora skal holde seg stram? (Dvs, med et snordrag  $S > 0$ .)

- A)  $m_1 > m_2$     B)  $\mu_1 > \mu_2$     C)  $\mu_1 m_1 = \mu_2 m_2$     D)  $\mu_1 m_1 > \mu_2 m_2$     E)  $m_1/\mu_1 > m_2/\mu_2$

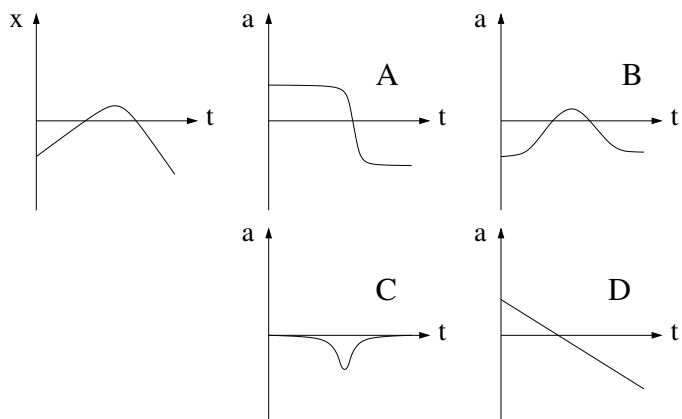
e) Hva må vinkelen  $\beta$  være for at de to klossene skal gli nedover skråplanet med samme konstante hastighet?

- A)  $\beta = \arcsin[(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)/(m_1 + m_2)]$     B)  $\beta = \arctan[(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)/(m_1 + m_2)]$   
C)  $\beta = \arcsin[(m_1 + m_2)/(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)]$     D)  $\beta = \arccos[(m_1 + m_2)/(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)]$   
E)  $\beta = \arctan[(m_1 + m_2)/(\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2)]$

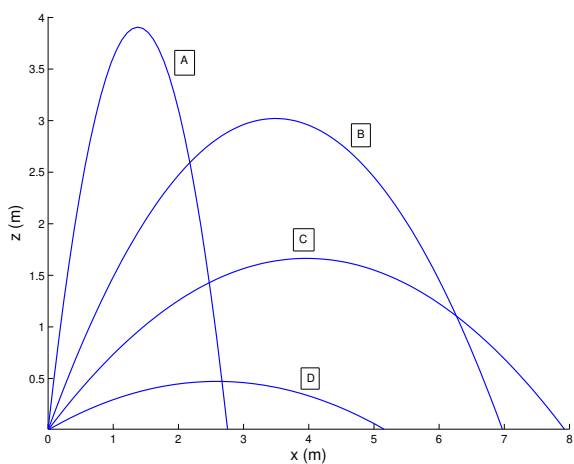
### Oppgave 5.



a) En partikkel beveger seg i en sirkulær bane, med jevnt økende hastighet. Hvilken figur viser korrekt akselerasjon?



b) Et legeme beveger seg langs en rett linje ( $x$ ) som vist i figuren til venstre. Hvilken figur viser best legemets akselerasjon  $a$ ?



c) Figuren viser banen for fire projektiler som skytes ut under ulike vinkler, men med samme absoluttverdi av hastigheten. Hvilket prosjektil var lengst i lufta?