FY1001/TFY4145 Mekanisk fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2014.
Øving 1. Veiledning: 2. - 5. september. Innleveringsfrist: Mandag 8. september kl 14.

Oppgave 1: Vertikalt kast.

Når du kaster en stein vertikalt i tyngdefeltet, og hvis luftmotstanden kan neglisjeres, vil steinen bevege seg med konstant akselerasjon $a = -g$ fra den forlater hånda di, $t = 0$, og helt til den lander på bakken. Velg positiv retning oppover, og la y_0 og v_0 angi steinens posisjon og hastighet ved $t = 0$. Vi lar $y = 0$ tilsvare bakkenivå.

a) Utled uttrykk for steinens hastighet $v(t)$ og posisjon $y(t)$ for $t > 0$ (og til den lander) ved å integrere $a = dv/dt$ og $v = dy/dt$.

b) Hvor lang tid t_1 tar det for steinen å nå sin maksimale høyde y_1, og hva er denne høyden?

c) Hva er hastigheten v_2 idet steinen lander på bakken? Hvor lang tid t_2 har den brukt på hele "turen"?

Oppgave 2: Skrått kast i motbakke.

Ei pil skytes fra bakkenivå oppover en bakke med helningsvinkel α. Pila har utgangsfart v_0 og utgangsvinkel θ i forhold til horisontalplanet ($\theta > \alpha$). Se bort fra luftmotstand. Rekkevidden til skuddet (dvs avstanden oppover langs bakken, fra startpunkt til nedslagspunkt) betegner vi med L. (En figur vil nok være nyttig for å løse denne oppgaven.)

Hvor lang tid tar det fra pila skytes ut til den treffer bakken?
Vis at skuddets rekkevidde er

$$L = \frac{2v_0^2 \cos^2\theta}{g\cos\alpha} \cdot (\tan\theta - \tan\alpha)$$

Hvilken vinkel, $\theta_{\max}$, gir maksimal rekkevidde? (Tips: Sjekk svaret for $\alpha = 0$.)

Det oppgis at $1/\tan\alpha = -\tan(\alpha + \pi/2)$. Formler for $\sin 2\theta$ og $\cos 2\theta$ kan også være nyttige. (Se Rottmann eller andre kilder.)

Bruk Matlab til å plotte $L(\theta)$ for verdier av θ mellom α og $\pi/2$. Bruk programmet skraattkast.m. (Et par tips om Matlab nedenfor.)

Matlab-tips (basert på en test på Windows; ser forhåpentlig omtrent slik ut også på Mac):

- Dersom du ikke allerede har gjort det: Installer Matlab på din egen maskin. Lenker til instruksjonsvideoer ligger under Matlab på hjemmesiden. Alternativt, bruk en maskin i Realfagbygget med Matlab installert. Matlab kan også kjøres i en nettleser fra adressen farm.ntnu.no. (I mappen "Math and Statistics".)

- Kopier programmet skraattkast.m fra hjemmesiden. Lagre fila på et passende sted på maskinen du jobber på. Åpne programmet i Matlab.

- Les gjennom programmet. Det er kun 11 linjer Matlab-kode, resten er kommentarer som forklarer hva programmet gjør. I Matlab er all tekst på en linje etter et %-tegn kommentarer og "tolkes" ikke når programmet kjøres. (Som i LaTeX.)

- Trykk "kjør-knappen" oppe i menyen. Nå kjøres programmet, og den ønskede figuren kommer forhåpentlig opp på skjermen.

- Programmet bruker i utgangspunktet en helningsvinkel på 30 grader. Prøv noen ulike verdier for helningsvinkelen α og sjekk at utgangsvinkelen som gir maksimal lengde er konsistent med uttrykket for $\theta_{\max}$ som du fant ovenfor.
- Det er ikke nødvendig å levere noe skriftlig "matlab-generert" til studassen på denne første øvingen.

Oppgave 3: Noen flervalgsoppgaver.

Eksamen kommer til å inneholde noen flervalgsoppgaver. Derfor vil en del av øvingsoppgavene bli presentert i et tilsvarende format. På flervalgsoppgavene til eksamen vil svarene bestå av kryss i en tabell, forhåpentlig de fleste av dem på riktig plass. Regneøvingene, derimot, gjør du på vanlig måte, dvs du leverer inn både utregninger og svar.

a) Det finnes eksempler på at fallskjermhoppere som har hoppet uten at fallskjermen har åpnet seg, har overlevd fallet ved at de har truffet et tre, ei snøfonn eller en bratt skråning. Det er mulig å overleve et fall når akselerasjonen idet en stopper mot underlaget er mindre enn ca 500 m/s^2 (i absoluttverdi), noe som tilsvarer ca $50\,g$, der tyngdens akselerasjon er $g = 9.8\,\mathrm{m/s}^2$. Hvor langt ned i ei snøfonn beveger fallskjermhopperen seg før han stopper, dersom akselerasjonen er konstant lik $(-)50\,g$? Hastigheten idet han treffer snøfonna er 40 m/s.
A 23 cm B 1.6 m C 23 m D 160 m

b) Hvor lang tid tar det fra fallskjermhopperen treffer snøfonna til han stopper?
A 0.082 s B 0.41 s C 0.22 s D 1.2 s

c) Akselerasjonen til ei klinkekule som beveger seg med relativt stor hastighet v gjennom en væske kan med god tilnærmelse skrives som

$$a = -kv^2,$$

der k er en (positiv) konstant som avhenger av væskens egenskaper og klinkekulas masse og radius. Vi ser bort fra tyngdens akselerasjon i denne og de to neste oppgavene. Dersom klinkekula treffer væsken med hastigheten v_0, hva blir uttrykket for kulas hastighet $v(t)$ som funksjon av tida?
A $v(t) = v_0 \exp(-kt)$ B $v(t) = v_0 \exp(-k^2 t)$ C $v(t) = v_0/(1 + kv_0 t)^2$ D $v(t) = v_0/(1 + kv_0 t)$

d) Dersom $k = 3.0\,\mathrm{m}^{-1}$ og $v_0 = 1.50$ m/s, hvor lang tid tar det før hastigheten er redusert til det halve?
A 0.082 s B 0.41 s C 0.22 s D 1.2 s

e) Og hvor langt har da kula beveget seg i væsken?
A 23 cm B 1.6 m C 23 m D 160 m