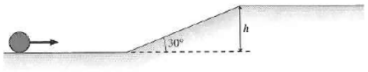
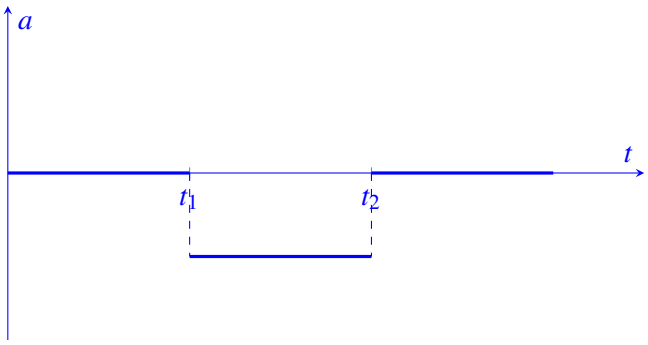
Seminaroppgaver 2

S 2.1 Bowlingball

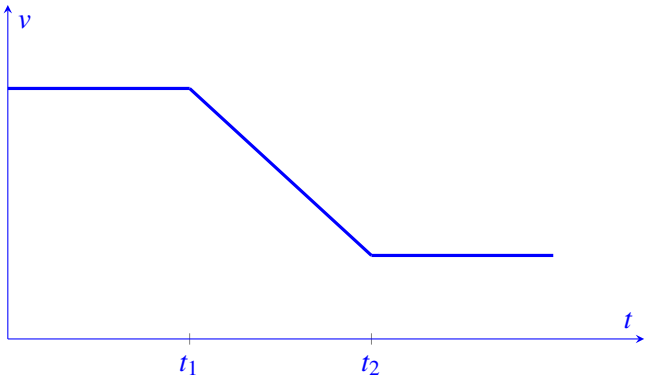


En bowlingball ruller langs en horisontal flate, så opp en skrå rampe og til slutt videre langs en horisontal flate igjen. Tegn grafer som viser posisjon, fart og akselerasjon til ballen som funksjoner av tida. Vi er ute etter posisjon fart og akselerasjon målt langs banen, ikke som vektorstørrelser.

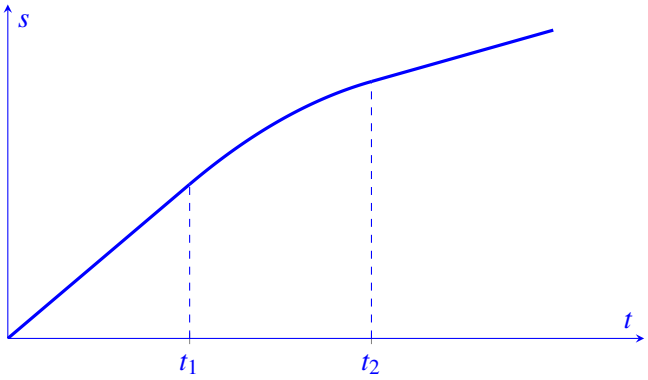
Løsning: Vi må starte med akselerasjonen, som er null der banen er flat, og negativ mens den triller opp den skrå delen fordi farta avtar. Siden vi ikke har oppgitt noen verdier kaller vi tiden den starter å trille oppover for t_1 og der den er kommet opp for t_1 og lager en skisse som viser akselerasjonen.



Farta er konstant der akselerasjonen er null, og avtar der akselerasjonen er negativ.

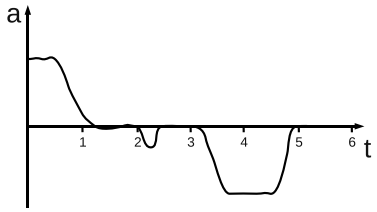


Der farta er konstant øker posisjonen lineært. Der farta avtar vil stigningstallet til posisjonsgrafen også avta, slik at den stemmer med den nye lavere farta etter t_2

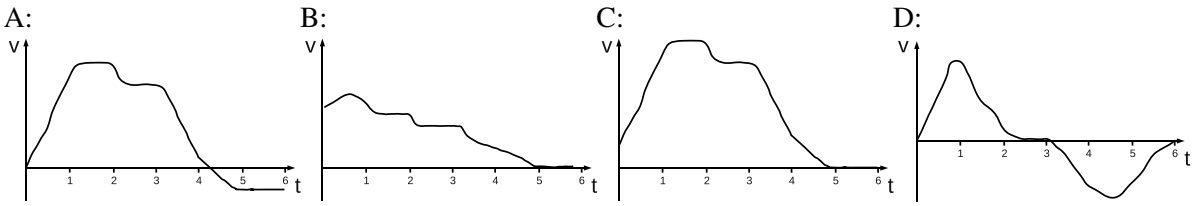


S 2.2 Akselerasjonsgraf

Figuren viser akselerasjonen som funksjon av tiden til en bil som starter i ro og kjører langs en rett vei.

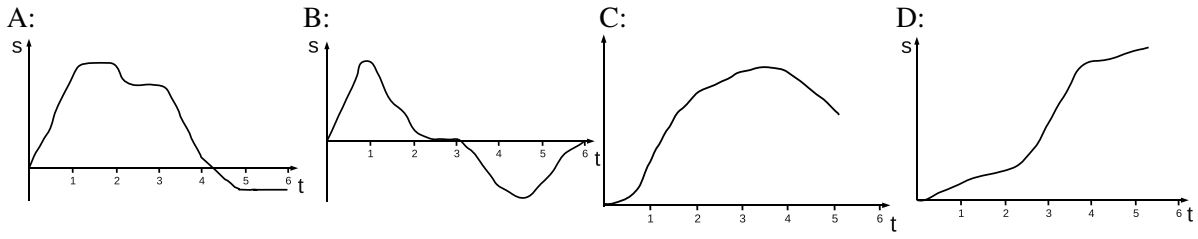


a) Hvilken graf beskriver bilens fart som funksjon av tiden?



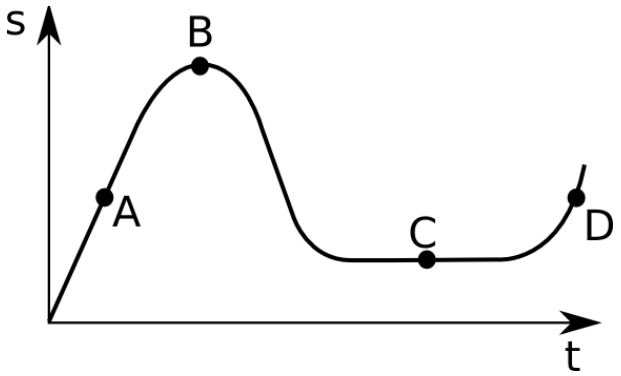
Løsning: Siden den starter i ro, må fartsgrafen begynne i origo ved $t = 0$. Dette utelukker B og C. Videre ser vi fra akselerasjonen at farten fra $t = 5$ og ut skal være konstant, ettersom akselerasjonen er 0 i det intervallet. Dette utelukker da alternativ D, som betyr at alternativ A er den rette grafen!

b) Hvilken graf beskriver bilens posisjon som funksjon av tiden?



Løsning: Alternativ A utelukkes siden det er samme figuren som vi kom fram til at var svaret i deloppgave a), derfor ville det ha vært rart om fartsgrafen og posisjonsgrafen var identiske (den eneste farten det skjer for er vel $v(t) = e^t$). Graf B indikerer at bilen står stille mellom 2s og 3s, men fartsgrafen er ikke 0 i dette intervallet. Derfor utelukkes graf B. Siden fartsgrafen krysser x-aksen i intervallet $t \in \{4,5\}$ så forventer vi et toppunkt i posisjonsgrafen i dette intervallet. Det betyr at C er det riktige alternativet.

S 2.3 Posisjonsgraf



Grafen over viser posisjonen til en gjenstand som funksjon av tiden. Vi lar a_A være akselerasjonen i punkt A osv. Hvilket av de følgende utsagnene er korrekt?

A: $a_B > a_A = a_C > a_D$

B: $a_D > a_A = a_C > a_B$

C: $a_B > a_A = a_D > a_C$

D: $a_B > a_A > a_C > a_D$

Løsning: B: Vi har $a_A = a_C = 0$ fordi farten er konstant i A og C. $a_B < 0$ siden farten avtar i B (den går fra positiv til negativ). I D øker farten, og $a_D > 0$.

S 2.4 Kulebane 1

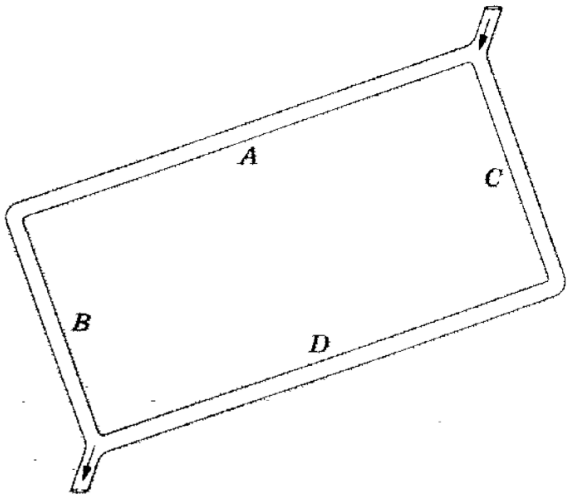


To baller slippes samtidig fra venstre enden av to baner med samme lengde. Hvilken når enden på sin bane først?

Løsning: Ballen som følger bane B kommer først fram fordi den har større fart på midten av banen der den ligger lavere.

S 2.5 Kulebane 2

Et rør formet som et rektangel med avrundede hjørner er stilt vertikalt som vist på figuren.

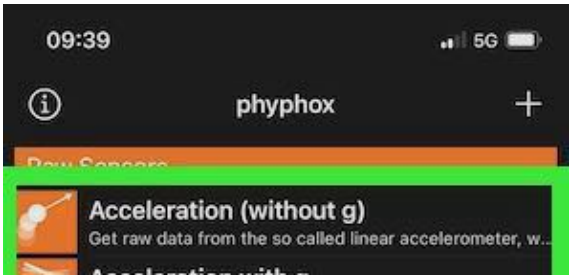


Vi slipper to kuler samtidig inn oppe til høyre, den ene følger banene AB, den andre CD. Hvilken kommer først ut nede til venstre? Eller kommer de likt? Forklar hvordan du kommer fram til svaret.

Løsning: Vi må anta at kulene beholder i hvert fall noe av farta når de passerer hjørnene. Da har kula som går CD størst akselerasjon i starten siden C er brattere enn A. Det betyr at den får stor fart over en lengre del av banen, og dermed kommer CD før AB.

S 2.6 Heistur og introduksjon til Phyphox

Last ned appen **Phyphox** på mobiltelefonen din. Still den inn på måling av akselerasjon.

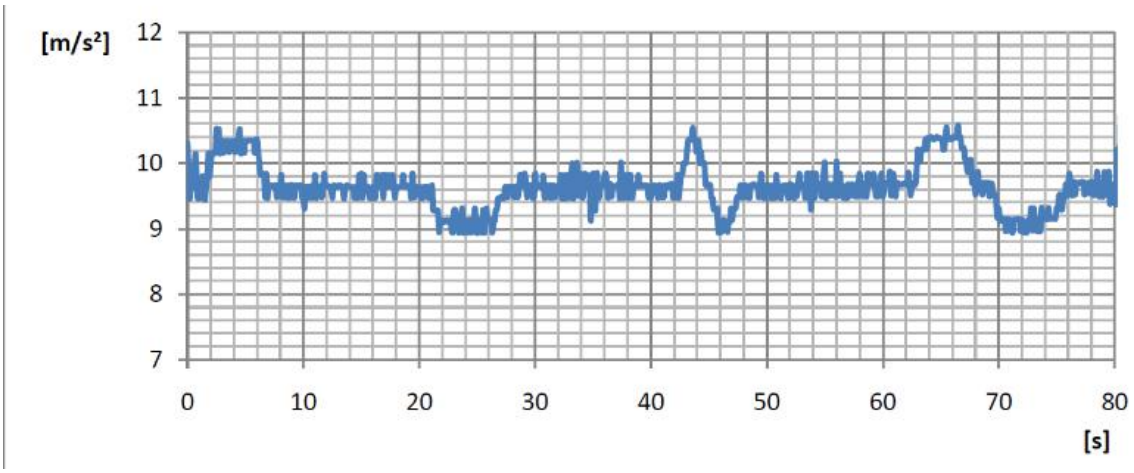


a) I Phyphox er det to forskjellige måter å måle akselersjon på, en med g og en uten g. Du finner begge under *Raw Sensors*. Legg mobilen ned på bordet og prøv begge akselerasjonsmålere. Hva er forskjellen mellom dem?

b) Tegn et skisse av mobiltelefonen, og legg på et 3D koordinatsystem.

Beveg mobiltelefonen din på en passende måte og bestem hvordan koordinataksene er orientert i forhold til telefonen. Noter dette på skissen.

Grafen under viser akselerasjonen målt med mobiltelefon i en heis. Heisen stod stille idet målingen starten.



c) Hvilken av de to Phyphox sensorene kunne vi ha brukt for å lage denne grafen? Hvordan vet du det? Klarer du å reprodusere noen spesifikke deler av grafen med denne sensoren?

d) Hvordan kan man se hvilken vei heisen beveger seg ut fra figuren?

Løsning: Vi ser at det er perioder med konstant akselerasjon nær g, og vi antar at det betyr at den egentlig ikke akselererer. Telefonen viser altså ikke den riktige akselerasjonen, men egentlig krafta som virker på en liten sensor inni den. Akselerasjonen i disse periodene er ikke konstant, men fluktuerer. Dette er ikke reelt, men støy i sensoren/målesystemet. Middelverdien er heller ikke helt 9,81 m/s^2, og det er en systematisk feil i kalibreringa av sensoren. Vi har fått oppgitt at heisen starter i ro, og den virkelige akselerasjonen er da omtent 0 de første to sekundene. Etter det følger

en priode med større akselerasjon. Dette er i virkeligheten et uttrykk for at krafta på sensoren er litt større enn om den er i ro, og må bety at den akselererer oppover. Dette varer til ca $t = 6$ s der akselerasjonen går tilbake til 0. Heisen har da konstant fart oppover før den akselererer negativt (bremser opp mellom $t = 22$s og 26 s. Etter dette stopper den. Seinere er det to tilsvarende perioder med positiv akselerasjon etterfulgt av like stor negativ akselerasjon. Heisen går altså oppover eller står stille i hele perioden figuren viser.

e) Hvor mange stopp gjør heisen?

Løsning: Heisen starter i ro og gjør 3 stopp etter det.

f) I hvilke tidsrom står den stille?

Løsning: Før 2 s, mellom 26 s og 42 s, mellom 48 s og 62 s, etter 76 s.

g) Hvilken metode ville du ha brukt for å estimere hvor mange etasjer heisen har kjørt?

Løsning: Man må ut ifra akserelasjonen finne hvor langt heisen har kjørt, så må man dele dette på hvor stor distanse det er mellom etasjene. Man kan finne denne distansen ved numerisk integrasjon eller ved analytiske metoder, dog krever dette en del forenklinger.

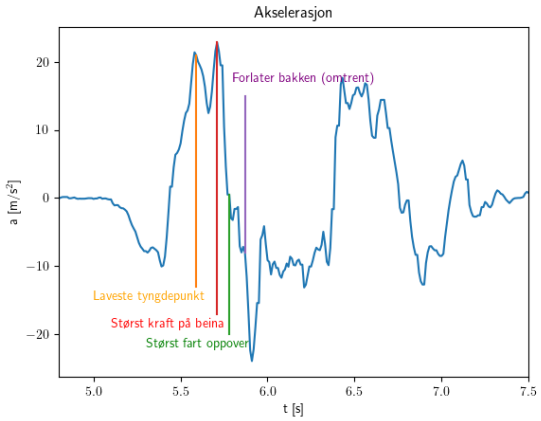
h) *Ekstraoppgave hvis det er tid til overs*

Kan du anslå hvor mange etasjer heisen kjørte?

S 2.7 Mål akselerasjon mens du hopper

Hold telefonen så godt du klarer i ro i forhold til ditt tyngdepunkt. Mål akselerasjon som funksjon av tida når du gjør et enkelt, vertikalt hopp. Se på grafen og finn hvor disse tingene skjer: Tyngdepunktet er på sitt laveste. Krafta fra beina er størst. Du forlater gulvet. Farten oppover er størst. Er det andre interessante punkter på grafen som du kan identifisere?

Løsning:


Akselerasjon
Forlater bakken (omtrent)
Laveste tyngdepunkt
Størst kraft på beina
Størst fart oppover
a [m/s²]
t [s]
20
10
0
−10
−20
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5