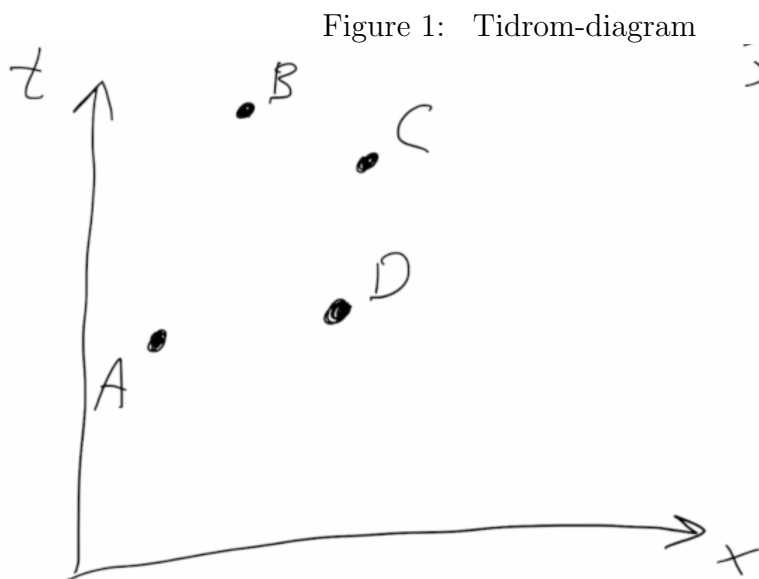


Kortsvarsoppgaver del 2B

- 1A** Tegn et tidromdiagram og tegn inn verdenslinja til et objekt som beveger seg med konstant (selvvalgt) hastighet.
- 1B** Du holder to lommelykter, en som peker langs den positive x-aksen og en langs den negative. Du står i origo ved $x = 0$. Ved tiden $t = 0$ slår du på begge lommelyktene. Tegn et tidromdiagram og tegn inn verdenslinjene til deg selv og de to lysstrålene.
- 1C** To eventer skjer med avstand 5 meter mellom seg, det ene skjer 2 sekunder etter det andre. Er eventene romlike, lyslike eller tidlike? Forklar med en setning.



- 1D** I figur 1 ser du 4 eventer tegnet inn i et tidromdiagram. Hvilke av eventene B, C og D kan være forårsaket av event A? Forklar med 1-2 setninger

Figure 2: Tidrom-diagram

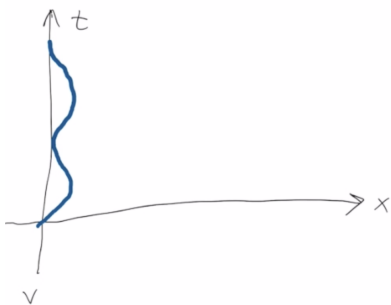


Figure 3: (A) Graf av fart som funksjon av tid

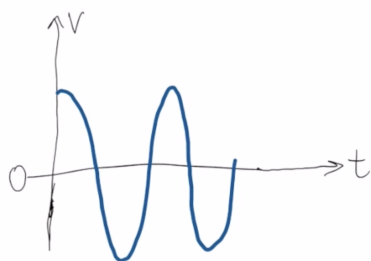


Figure 4: (B) Graf av fart som funksjon av tid

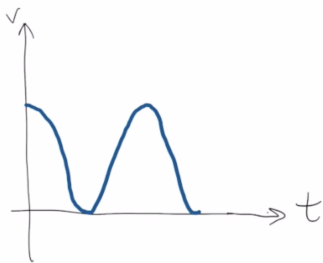


Figure 5: (C) Graf av fart som funksjon av tid

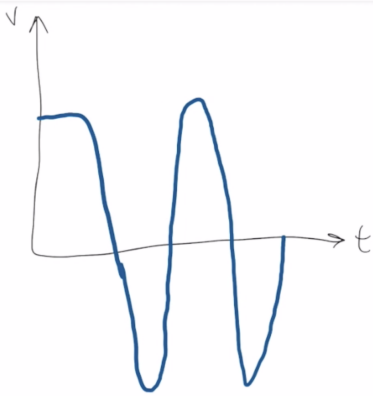


Figure 6: (D) Graf av fart som funksjon av tid

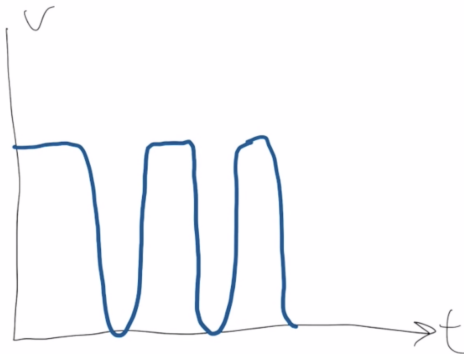
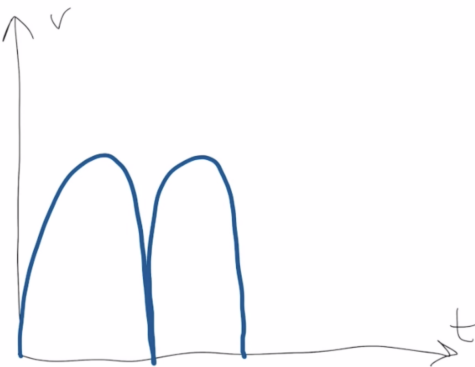
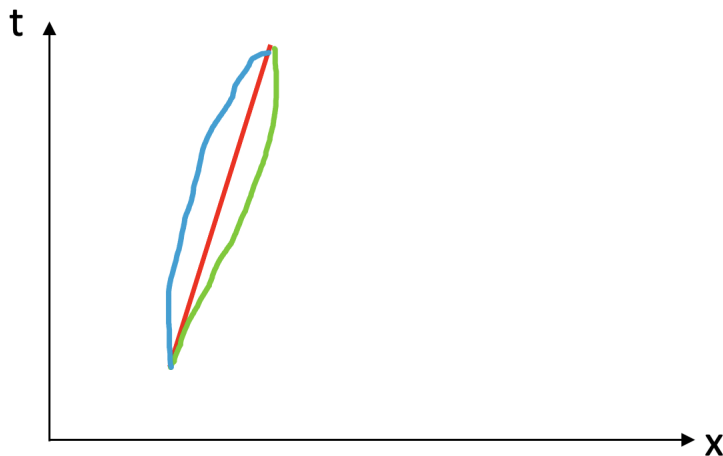


Figure 7: (E) Graf av fart som funksjon av tid



- 1E** I figur 2 ser du et tidromsdiagram med en verdenslinje for et legeme i blått. I figur 3 til figur 7 ser du 5 plott, A til E, med tid på x-aksen og hastighet på y-aksen. Hvilke av disse 5 plottene, A, B, C, D eller E, passer best til tidromdiagrammet i figur 2? Legg spesielt merke til formen på første del av verdenslinja. (sier "passer best" fordi tegningene på ingen måte er perfekte) MERK: der hvor t-aksen krysser v-aksen tilsvarer alltid $v = 0$ i alle figurene.
- 1F** Du skal skissere følgende situasjon med verdenslinjer i et tidromdiagram: Ved tiden $t = 0$ så er 3 biler alle i samme x-posisjon. Bil 1 går med konstant fart, bil 2 går også med konstant fart med rakere enn bil 1. Bil 3 starter i ro ved $t = 0$ og akselererer bit for bit til den når farta til bil 2, deretter fortsetter den med konstant fart. Marker tydelig hvilken verdenslinje som tilhører hvilken bil.
- 1G** En bil kjører med konstant fart. Så plutselig et kort øyeblikk slår den på og så av både front og baklysene. Bilen fortsetter hele tiden med samme konstante hastighet, også etter å ha blinket en gang med lysene. Tegn inn bilen samt en lysstråle fra frontlykta og en lysstråle fra baklykte. Marker tydelig hvilken verdenslinja tilsvarer hva.

Figure 8: (E) Tidromdiagram for 3 biler



- 1H** I tidromdiagrammet i figur 8 ser du 3 biler som ved $t = 0$ er i samme x-posisjon og etter en viss tid igjen befinner seg i samme x-posisjon.

Målt fra bakkens referansesystem (som er det referansesystemet som tidromsdiagrammet er tegnet i) så tok det 10 sekunder fra bilene møttes til de møttes i samme x-posisjon for 2.gang. På klokkene i bilene tok det 3 sekunder for den ene bilen, 5 sekunder for den andre og 7 sekunder for den siste bilen. Hvilken av bilene tok det 7 sekunder for? Den røde, den blå eller den grønne? Merk at det ikke trengs noen regning her! Begrunn svaret med en setning.

1I Kan du gi en enkel fysisk tolkning av tidromsavstanden Δs mellom to tidslige (kan være kausalt forbundet) hendelser? Maksimalt 2 setninger.

1J Event A er at vi slipper et legeme som har hastighet v og lar det bevege seg fritt uten påvirkning fra noen krefter. Legemet er i **fri flyt**. Hva skjer så videre med dette legemet? La oss si at legemet en tid Δt etterpå eksploderer i et event B i en posisjon Δx lenger bort langs x-aksen. Hva slags vei i tidrommet (formen på kurven) har dette legemet tatt fra eventa A til event B? Og hvordan vet vi det? Bruk relativitetsteori til å forklare med maks 2-3 setninger.

1K Hvilke av disse to er riktig matematisk definisjon av 4-hastighet, (A) eller (B)?

$$(A) : V_{\mu} = \frac{dx_{\mu}}{dt} \quad (B) : V_{\mu} = \frac{dx_{\mu}}{dt'}$$

der x_{μ} er posisjonen til objektet som vi beregner 4-hastigheten til, t er tiden målt på klokka til observatøren som måler 4-hastighet og t' er tiden målt på klokka som følger objektet som vi beregner hastigheten til. Begrunn svaret med en setning.

1L Hvis du skulle definere 4-akselerasjon matematisk, hvordan ville du skrive opp likningen for definisjonen? Forklar alle symbolene. Ta utgangspunkt i definisjonen av 4-hastighet.

1M Sett at du observerer et fly og måler at flyet har en 4-hastighet V_{μ} . En annen observatør som kjører forbi med en fart v i forhold til deg observerer det samme flyet. Vil observatøren i bilen observerer en annen 4-hastighet enn deg eller er V_{μ} en invariant størrelse slik at observatøren i bilen observerer samme 4-hastighet som deg? Begrunn svaret med 2-3 setninger.

- 1N** Kan du skrive opp den matematiske definisjonen av 4-bevegelsemengde P_μ og uttrykke t - og x -komponentene ved massen m og hastighet v_x til legemet? Hvilken tolkning har tidskomponenten?
- 1O** Sett at du observerer et fly og måler at flyet har bevegelsemengde \vec{p} og energi E . En annen observatør som kjører forbi med en fart v_{bil} i forhold til deg observerer det samme flyet. Observatøren i bilen måler at flyet har bevegelsemengde \vec{p}' og energi E' . Hvordan kunne du bruke 4-vektorer til å finne en relasjon mellom \vec{p} , E og \vec{p}' , E' . Beskriv hvordan du ville gått frem med ord uten likninger. Maks 3 setninger.
- 1P** Hvordan kan du beregne massen til et legeme gitt at du kjenner 4-bevegelsemengde P_μ ? Forklar med maks 3 setninger.
- 1Q** Hvis du først legger to deuteriumkjerner (et proton og et nøytron) på en vekt og deretter en heliumkjerne (to protoner og to nøytroner) så vil du finne at vekten er forskjellig i de to tilfellene selv om det i begge tilfeller er to protoner og to nøytroner på vekta. Kan du forklare hvorfor det er slik ved å bruke 4-vektorer i forklaringen. Forklar med maks 3-5 setninger.