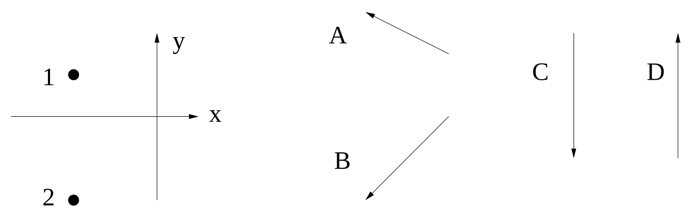
Lørdagsverksted i fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2007.
Veiledning: 8. september kl 12:15 – 15:00.

Øving 1: Bevegelse. Vektorer. Enheter.

Oppgave 1

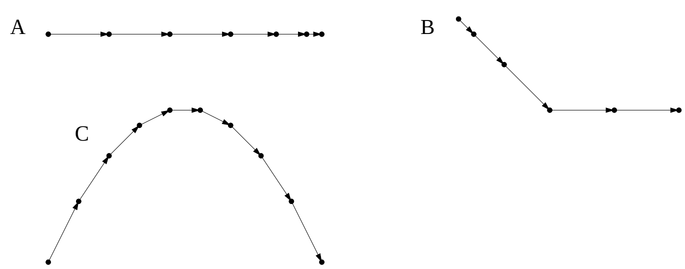
a) Per løper 800 m på 2 minutter og 40 sekunder. Hvor stor gjennomsnittsfart har Per hatt underveis? Oppgi svaret både i enheten m/s, nm/μs og km/h.

b) En biljardkule triller fra posisjon 1 til posisjon 2. Hvilken vektor viser kulas hastighet?

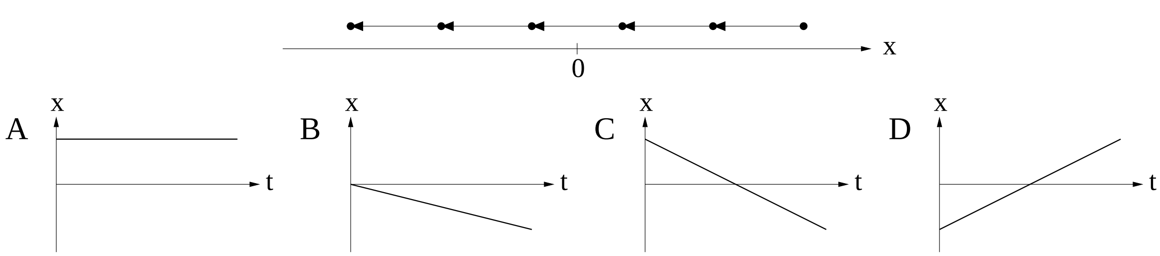


c) Spissen på det andre laget passerer deg ved midtlinjen med en fart på 6 m/s. Akkurat da står du i ro, men tar opp jakten, med jevn akselerasjon. Hvor stor må denne akselerasjonen være hvis du skal kunne takle motspilleren før han når fram til 16-meteren? Banens fulle lengde er 104 m.

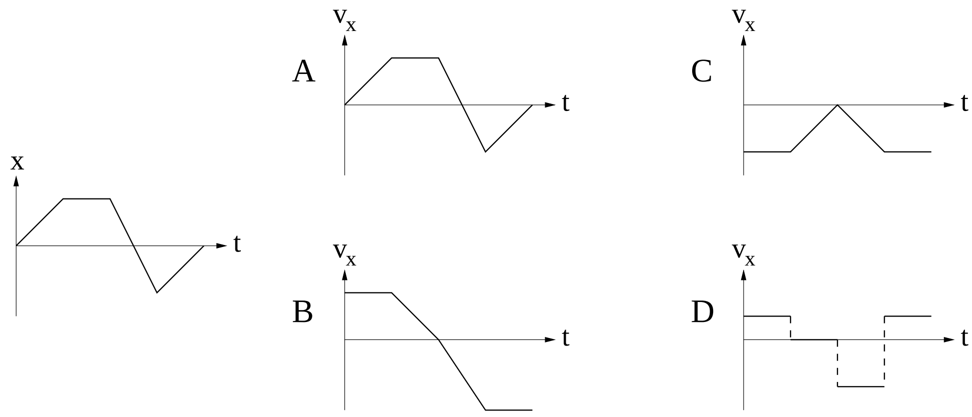
d) Figurene nedenfor viser ulike *bevegelsesdiagram*, der prikkene angir et objekts posisjoner med jevne mellomrom og pilene angir objektets (gjennomsnittlige) hastighet $\boldsymbol{v}$ mellom to påfølgende posisjoner. For hvert av diagrammene, tegn inn piler som viser objektets (gjennomsnittlige) akselerasjon $\boldsymbol{a}$ mellom tre påfølgende posisjoner, og skriv en *liten* historie om en fysisk situasjon/hendelse som har dette bevegelsesdiagrammet.



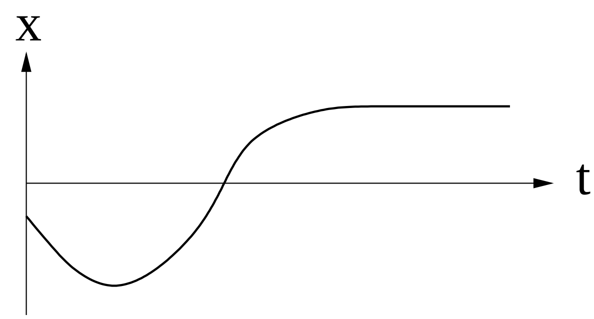
e) Hvilken graf passer til bevegelsesdiagrammet?



f) Hvilken $v_x(t)$ tilsvarer $x(t)$?



g) Figuren viser posisjonen $x(t)$ for en bil. Tegn opp den tilsvarende $v_x(t)$.

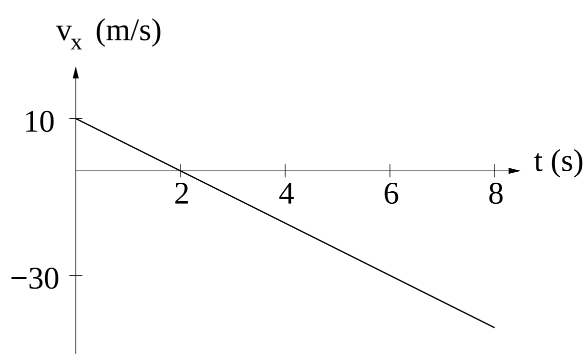


h) Posisjonen til en partikkel beskrives ved funksjonen

$$x(t) = x_0 \left(4t/t_0 - t^3/t_0^3\right)$$

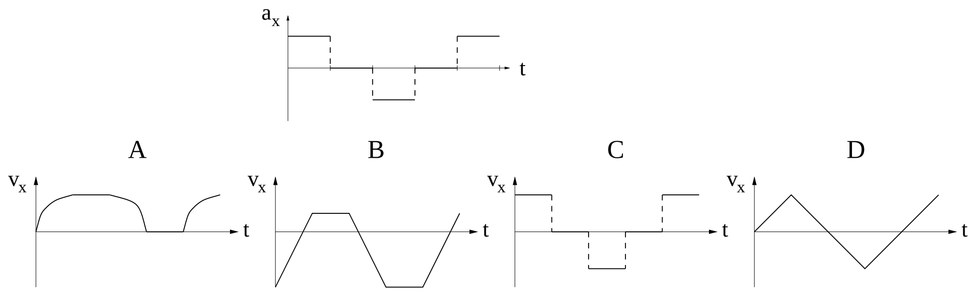
der x_0 angir en konstant langde og t_0 angir en konstant tid (tidsintervall). Bestem partikkelens hastighet $v_x(t)$ og skisser både $x(t)$ og $v_x(t)$ mellom $t = -3t_0$ og $t = 3t_0$.

i) Hastigheten til en bil som passerer posisjonen $x_i = 30$ m ved tidspunktet $t_i = 0$ s er gitt ved følgende kurve:

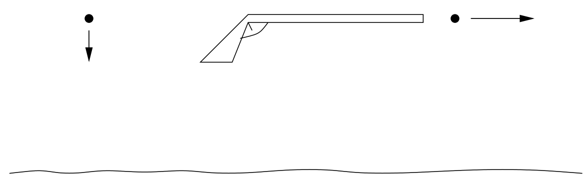


Hvor snur bilen? Når er bilen framme ved $x = 0$?

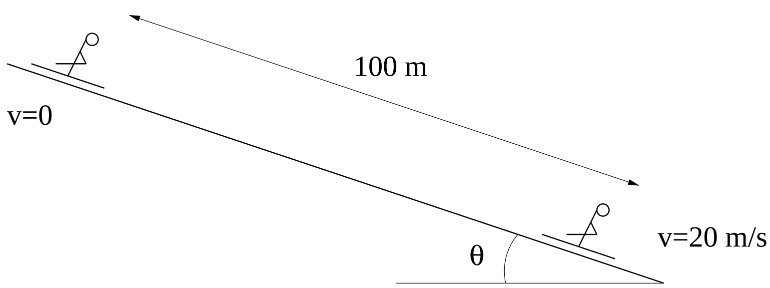
j) Hvilken hastighet $v_x(t)$ passer til denne akselerasjonen $a_x(t)$?



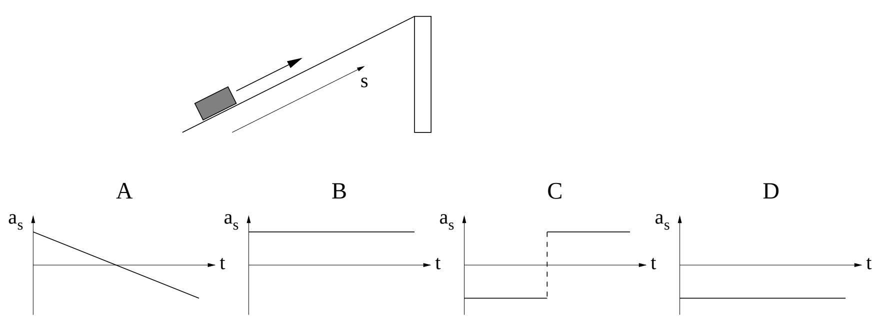
k) En kule skytes ut horisontalt fra et gevær. Samtidig slippes en annen kule fra samme høyde. Hvilken kule treffer bakken først?



l) En skiløper som startet i ro 100 m oppe i bakken har nå en fart på 20 m/s. Bestem bakkens helning. (Se bort fra luftmotstand og friksjon mot snøen, selv om dette nok ikke er spesielt gode antakelser i virkeligheten.)

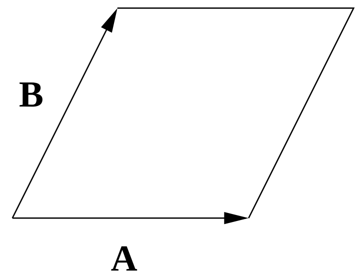


m) Klossen glir friksjonsfritt oppover rampen og snur. Hvilken graf viser klossens akselerasjon $a_s(t)$?



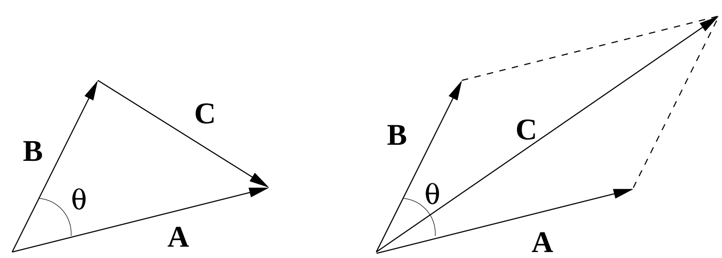
Oppgave 2

a) Forklar hvorfor absoluttverdien av kryssproduktet mellom to vektorer, $|\boldsymbol{A} \times \boldsymbol{B}|$, blir det samme som arealet av parallellogrammet som utspennes av $\boldsymbol{A}$ og $\boldsymbol{B}$.



b) Vis at dersom $\boldsymbol{C} = \boldsymbol{A} \pm \boldsymbol{B}$, så er lengden av vektoren $\boldsymbol{C}$ gitt ved

$$C = |\boldsymbol{C}| = \sqrt{A^2 + B^2 \pm 2\,A\,B\,\cos\theta}$$



Oppgave 3

Regn ut følgende produkt av to eller flere enhetsvektorer:

$$\hat{x} \cdot \hat{x} \quad , \quad \hat{x} \cdot \hat{z} \quad , \quad \hat{y} \times \hat{z} \quad , \quad \hat{y} \times \hat{y}$$

$$(\hat{x} \times \hat{y}) \times \hat{z} \quad , \quad (\hat{x} \times \hat{y}) \times \hat{x} \quad , \quad \hat{x} \cdot (\hat{z} \times \hat{y}) \quad , \quad (\hat{z} \times \hat{y}) \times (\hat{x} \times \hat{z})$$

Oppgave 4

Et landpostbud drar fra postkontoret og kjører 22.0 km i nordlig retning til nabobyen. Deretter dreier han 150 grader mot høyre og kjører 47.0 km til neste landsby. Hvor langt fra postkontoret er han nå?

Oppgave 5

En båt skal ta seg over ei elv. Hastigheten til båten på stille vann (i forhold til vannet) er 1.85 m/s, og vannet i elva renner med en hastighet 1.20 m/s.

a) Båten ønsker å seile tvers over elva til motsatt side. Hvilken retning må den da peile seg inn på?

Den samme båten legger nå kursen på tvers av strømretningen.

b) Hva er hastigheten (størrelse og retning) til båten i forhold til land?

c) Hvis elva er 110 m bred, hvor lang tid vil båten bruke til den andre siden, og hvor langt nedover elva har den drevet?

Oppgave 6

a) Når du har det travelt og skal rekke fysikkforelesningene om morgenen, sykler du kanskje med en hastighet på 36 km/h. Hvor mange omdreininger foretar da sykkelhjulet ditt per sekund? (Anslå selv størrelsen på hjulet.)

b) Anta at du har malt på en hvit flekk på dekket på forhjulet. Sett fra *din* synsvinkel, hvor stor hastighet har den hvite flekken?

c) Oppe i et tre som du passerer på veien sitter det ei kråke. Hva tror du kråka vil si om den hvite flekkens bevegelse og hastighet? (Tenk først og fremst *kvalitativt* her. Kråker er tross alt ikke så flinke til å regne.)

Oppgave 7

En DVD kan lagre data mellom en indre radius $r_i = 24$ mm og en ytre radius $r_y = 58$ mm. Tidligere var det vanlig å skrive ("brenne") DVD-er i såkalt *Constant Linear Velocity* modus (CLV), dvs med samme *hastighet* på området på DVD-en som passerte rett over laseren til enhver tid. I dag er det mer vanlig at DVD-er brennes i *Constant Angular Velocity* modus (CAV), dvs med fast *vinkelhastighet*, uavhengig av om laseren skriver innerst, ved r_i, eller ytterst, ved r_y.

a) "6x CLV" innebærer at DVD-en roterer med 8400 rpm (revolutions per minute) når laseren skriver ved r_i. Hvor stor vinkelhastighet (i rad/s) tilsvarer dette? Hvor stor hastighet har et punkt som passerer over laseren? Hvor mange rpm utfører DVD-en når laseren skriver ved r_y?

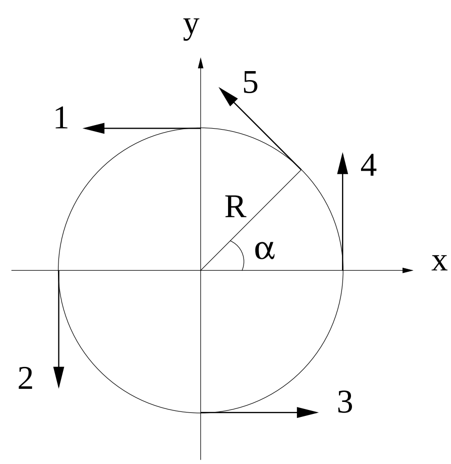
b) Anta nå at du har en DVD-brenner hvor "CAV/9200 rpm" er oppgitt i de tekniske spesifikasjonene. Bestem hastigheten på DVD-en ved r_i og ved r_y. Bestem deretter akselerasjonen til punkter på DVD-en ved r_i og r_y. Sammenlign tallverdiene med tyngdens akselerasjon g.

Oppgave 8

a) Pilene i figuren nedenfor angir hastigheten $\boldsymbol{v}$ til en partikkel som beveger seg med konstant $v = |\boldsymbol{v}|$ i en sirkulær bane med radius R. Skriv hastigheten på formen

$$\boldsymbol{v} = v_x \hat{x} + v_y \hat{y}$$

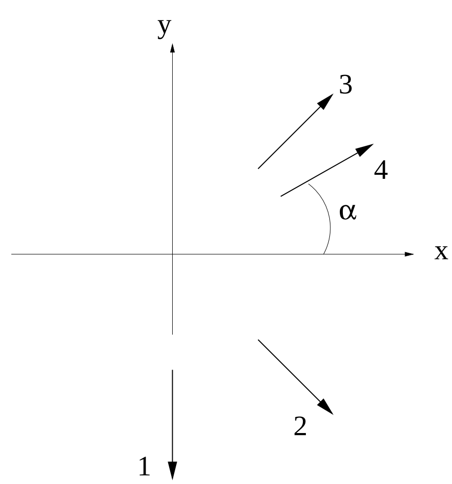
og bestem komponentene v_x og v_y i de fem tilfellene 1 - 5.



b) Pilene i figuren nedenfor angir enhetsvektorer $\hat{r}$, dvs dimensjonsløse vektorer med lengde 1 som peker radielt bort fra origo. Skriv $\hat{r}$ på formen

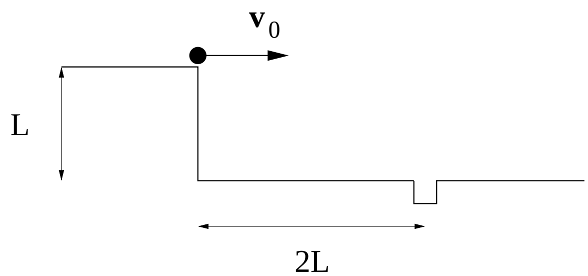
$$\hat{r} = x\hat{x} + y\hat{y}$$

og bestem komponentene x og y for enhetsvektorene 1, 2 og 3. (Vinkelen mellom x-aksen og de to sistnevnte er 45 grader). Hva blir komponentene x og y for enhetsvektor nr 4, som danner en "vilkårlig" vinkel α med x-aksen? Hva er enheten til x og y i denne oppgaven?



Oppgave 9

En ball sparkes ut horisontalt fra kanten av et stup som har høyde L (se figuren nedenfor). Hvor stor må v_0 være for at ballen skal treffe hullet som ligger en avstand $2L$ til høyre? Hvor lenge er ballen i lufta? Bestem hastigheten $\boldsymbol{v}$ (størrelse og retning) som ballen har i det den treffer hullet. Kontroller at alle uttrykkene du har regnet ut har riktig enhet. Sett til slutt inn tallverdier, i det du antar at $L = 1.0$ m og $g = 9.8$ m/s^2.



En litt vanskeligere oppgave: Anta at du kunne gi ballen et spark slik at den startet ut med en vinkel α i forhold til horisontalen. Bestem den vinkelen α som fordrer minst mulig starthastighet v_0, og slik at ballen fortsatt treffer hullet.

Oppgave 10

En partikkel har en bevegelse i planet som er slik at dens posisjon kan beskrives med polarkoordinater r og θ på følgende vis:

$$r = r_0 e^{-at} \quad , \quad \theta = bt$$

Her angir t tiden ($t \geq 0$), mens a, b og r_0 alle er positive konstanter.

a) Hva blir enhetene til konstantene a, b og r_0?

b) Hvor starter partikkelen (dvs ved $t = 0$)? Og hvor ender den (dvs når $t \to \infty$)?

c) Prøv om du kan skissere partikkelens bane.

d) Bestem partikkelens hastighet $\boldsymbol{v}$ uttrykt i polarkoordinater, dvs på formen

$$\boldsymbol{v} = \frac{dr}{dt}\,\hat{r} + r\,\frac{d\theta}{dt}\,\hat{\theta}$$