FYSIKK-OLYMPIADEN 2023 - 2024

Løsningsforslag til 1. runde

Oppgave 1

Alternativ A.

Farten avtar hele tiden og da er akselerasjonen mindre enn null.

Oppgave 2

Alternativ C.

Siden banefarta er konstant må summen av krefter horisontalt være null, og dermed $F = R$. For at bilen skal følge en sirkelbane må summen av kreftene være rettet inn mot sentrum. Det betyr at $N < G$.

Oppgave 3

Alternativ B.

I løpet av den tida t som toget tuter beveger det seg strekningen $d = vt$. Slutten av signalet har derfor denne strekningen kortere fram til deg enn starten, og dermed forkortes signalet med d/c der c er lydfarten. Det betyr at du hører lyden i tiden

$$t - \frac{vt}{c} = t(1 - \frac{v}{c}) = 2,7 \text{ s}.$$

Oppgave 4

Alternativ D.

Fra bevaring av mekanisk energi får man:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh, \qquad \Rightarrow \qquad v = \sqrt{2gh}.$$

Dobles farta så gir det:

$$2v = 2\sqrt{2gh} = \sqrt{2g(4h)}.$$

Eventuelt kan en bruke at $h = v^2/(2g)$.

Oppgave 5

Alternativ D.

Maksimal avstand er når de har samme fart ved tiden t. Da har motorsykkelen farten $v = at$, og tiden blir $t = v/a$ Strekningene blir $s_{bil} = vt$ og $s_{motorsykkel} = \frac{1}{2}at^2$. Avstanden blir da $\delta s = vt - \frac{1}{2}at^2$ som gir $\delta s = v^2/2a$.

Oppgave 6

Alternativ A.

Det må gå samme strøm, I_1, gjennom de tre parallelle motstandene. Strømmen gjennom $2R$ er da $I = 3I_1$. Vi får også at

$$U = RI_1 + 2RI = \frac{RI}{3} + 2RI.$$

Dermed blir $I = \frac{3U}{7R}$.

Oppgave 7

Alternativ D.

Ut i fra opplysningene i teksten så får vi følgende ligninger fra bevaring av bevegelsesmengde og mekanisk energi:

$$\begin{aligned} m(3v) + Mv &= MV \\ \frac{1}{2}m(3v)^2 + \frac{1}{2}Mv^2 &= \frac{1}{2}MV^2. \end{aligned}$$

Sett $\eta = M/m$, så kan vi skrive om disse ligningene til:

$$\begin{aligned} 3v + \eta v &= \eta V \\ 9v^2 + \eta v^2 &= \eta V^2. \end{aligned}$$

Ganger vi den siste ligningen med η og kvadrerer den første får vi:

$$9\eta v^2 + \eta^2 v^2 = (3v + \eta v)^2.$$

Når støvet har lagt seg så må:

$$9\eta v^2 + \eta^2 v^2 = 9v^2 + 6\eta v^2 + \eta^2 v^2 \qquad \Rightarrow \qquad 9\eta v^2 = 9v^2 + 6\eta v^2$$

som betyr at $\eta = 3$.

Oppgave 8

Alternativ B.

La positiv x-retning være nedover langs skråplanet. I dette tilfelle blir normalkraften, og tyngdekraftens komponent langs skråplanet være like store:

$$N = G_x = \frac{1}{\sqrt{2}}mg.$$

Friksjonskraften på kloss B har størrelse $R = \mu N = \mu \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}mg$. For kloss A er akselerasjonen og tiden det tar opp og ned lik, slik at en får:

$$a_A = \frac{g}{\sqrt{2}}.$$

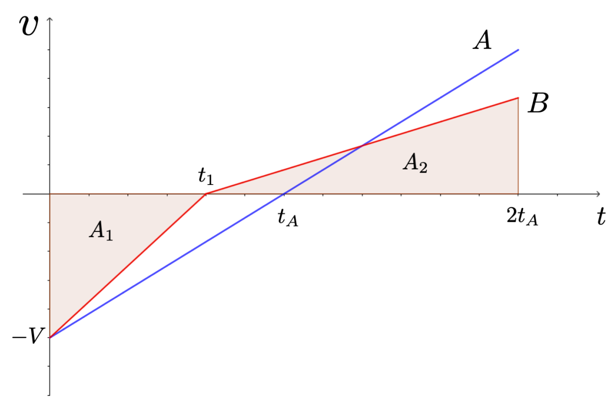
For kloss B er akselerasjonen ulik, og er gitt ved:

$$a_{B\pm} = \frac{g}{\sqrt{2}} \pm \mu \cdot \frac{g}{\sqrt{2}} = \frac{g}{\sqrt{2}}(1 \pm \mu).$$

Siden $\mu = 0,5 = \frac{1}{2}$ så skal vi skrive:

$$a_{B-} = \frac{1}{2}a_A, \qquad a_{B+} = \frac{3}{2}a_A, \qquad a_A = \frac{g}{\sqrt{2}}.$$

Vi tegner en fartsgraf for hver av klossene. Her er hver linje gitt ved $v = v_0 + at$, hvor $v_0 = -V$ og kloss A snur etter $t = t_A$, og kommer derfor tilbake til utgangspunktet når $t = 2t_A$. I det samme tidsrommet vil kloss B ha en fartsgraf gitt ved den røde linja.



Arealet under grafen tilsvarer posisjonen. Vi beregner arealene. Finner først uttykkene for tidsintervallene:

$$t_A = \frac{V}{a_A}, \quad t_1 = \frac{V}{a_{B+}} = \frac{2}{3}t_A, \quad (2t_A - t_1) = \frac{4}{3}t_A$$

Ved å bruke at farten til B ved $t = 2t_A$ er $v_f = (4/3)t_A \cdot (1/2)a_A = (2/3)V$, blir arealene:

$$A_1 = \frac{1}{2}Vt_1 = \frac{1}{3}Vt_A, \qquad A_2 = \frac{1}{2}v_f(2t_A - t_1) = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3}V \cdot \frac{4}{3}t_A = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{3}Vt_A$$

Dermed er $A_1 < A_2$ slik at kloss B må ha passert startsposisjonen allerede.

Oppgave 9

Hvis vi kaller jordas radius r er farta til jordoverflata som skyldes rotasjonen $v_0 = \frac{2\pi r}{T}$ der T er omløpstida (vi bruker 24 timer = 86400 sekunder selv om vi kanskje heller burde brukt siderisk omløpstid). HVis flyet har farta v i forhold til jordoverflata har vi

$$G_1 = mg - m\frac{(v_0 + v)^2}{r}$$
$$G_2 = mg - m\frac{(v_0 - v)^2}{r}$$

Dermed er

$$G_2 - G_1 = \frac{m}{r}[(v_0 + v)^2 - (v_0 - v)^2] = \frac{8\pi}{T}mv = 0,073 \text{ N}.$$

Oppgave 10

Trykket i en væske i en lik høyde er lik. Ved å bruke Newtons 1.lov på delen med væske på venstre side som befinner seg over væsken på høyre siden så får man:

$$p_1 A + mg - p_2 A = 0.$$

Her er $m = \rho V = \rho A h$. Dermed:

$$p_1 A - p_2 A + \rho A h g = 0.$$

Løser man dette med hensyn på Δp:

$$p_2 - p_1 = \rho g h.$$