Institutt for fysikk, NTNU

TFY4115 Fysikk, høsten 2007

Løsning midtsemesterprøve

Oppgave 1

Når steinen slippes i høyden h, er tida det tar før den treffer bakken gitt av $h = \frac{1}{2}gt^2$, med andre ord $t = \sqrt{2h/g}$. I løpet av den tida har steinen beveget seg horisontaldistansen $R = vt = v\sqrt{2h/g}$. Altså: Riktig svar er D.

Oppgave 2

Bilen beveger seg med konstant fart, altså med null akselerasjon. Da må vektorsummen $\boldsymbol{F}_{\text{total}} = 0$. Derved er bare forslagene B og C mulige svar. Men for å drive bilen oppover bakken med konstant fart, trengs en kraft parallell med bakken, og rettet oppover. Kort sagt, riktig svar er C.

Oppgave 3

Klossen har konstant akselerasjon a langs bakken. Nettokraftens komponent langs bakken er $T\cos\theta - f$. Friksjonskraften f må derfor være gitt som $f = T\cos\theta - ma$. Riktig svar: B.

Oppgave 4

Tyngdepunktet er det samme som massemiddelpunktet. Øyemål tilsier at punkt 2 må være tyngdepunktet, og kontrollregning i x- og y-retning bekrefter dette. Riktig svar er altså B.

Oppgave 5

Etter støtet (som åpenbart er uelastisk) vil energi ikke gå tapt, når vi ser bort fra luftmotstanden. Svar E er derfor korrekt, og en sjekk av de andre foreslåtte svar viser at de alle er gale. Altså:Svar E

Oppgave 6

Geværkula med massen m_1 og med hastigheten V før støtet, har hastighet (i samme retning) $V/3$ etter støtet. Kula har derfor tapt bevegelsesmengden (impulsen) $m_1 \cdot (2V/3)$ i støtet. Denne bevegelsesmengden må da klossen, med masse m_2, ha plukket opp, siden den totale bevegelsesmengde er bevart. Derved må klossen etter støtet ha hastigheten $v_{\text{kloss}} = (m_1/m_2)(2V/3)$. Riktig svar er B.

Oppgave 7

Vertikal kraftbalanse tilsier at strekket i snora er gitt av $T\cos\theta = Mg$ Horisontalkomponenten av strekket sørger for den nødvendige sentripetalkraften, som altså er $F_s = T\sin\theta = Mg\tan\theta$. Denne kraften holder massen i en sirkelbevegelse med radius $L\sin\theta$, slik at $Mg\tan\theta = M\omega^2 L\sin\theta$. Omdreiningstida er $\tau = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{L\cos\theta/g}$. Riktig svar: A.

Oppgave 8

Når tyngdekraften drar sylindre eller hjul nedover et skråplan, er kraften proporsjonal med massen. Men siden treghetsmomentet også er proporsjonalt med massen, vil Newtons andre lov for rotasjon ha faktoren masse på begge sider av likhetstegnet, og massen forkortes derved bort. Er radien den samme, vil derfor to ringer akselerere like fort, uansett materialets massetetthet. Det samme gjelder to massive sylindre. Derimot vil treghetsmomentet for gitt radius og masse være større for ringen enn for den massive sylinderen (massens "gjennomsnittsavstand" fra omdreiningsaksen er større for en ring enn for en massiv sylinder). Altså vil de to massive sylinderne akselerere raskere enn ringene, og komme først ned skråplanet. Riktig svar er B.

Oppgave 9

Her foregår bevegelsen med bevarelse av den totale mekaniske energi. Sylinderen ruller distansen s oppover skråplanet (uten å gli) før den stopper. Da har den økt sin potensielle energi med beløpet $mgs\sin\theta$. Til gjengjeld har den mistet all sin kinetiske energi, som er summen av tyngdepunktets bevegelsesenergi $\frac{1}{2}mv^2$, og rotasjonsenergien $\frac{1}{2}I_0\omega^2$. For en massiv sylinder er $I_0 = \frac{1}{2}mR^2$ og rullebetingelsen gir $\omega = v/R$. Alt i alt blir derfor startverdien av den kinetiske energien $K = (3/4)mv^2$. Derved finner vi at $s = (3/4)v^2/(g\sin\theta)$. Riktig svar er A.

Oppgave 10

Systemet består her av svinghjulet (eller dreieskiven om du vil) og jenta. Når jenta hopper på svinghjulet gir dette et uelastisk støt mellom jenta og hjulet. Energien er altså ikke bevart. Det er derimot det totale spinn relativt hjulets omdreiningsakse. Systemet (hjul pluss jente) blir ikke utsatt for noe ytre dreiemoment relativt denne aksen, altså er totalspinnet bevart. Før jenta hopper på er hjulet i ro, og totalspinnet består bare av jentas banespinn relativt hjulets akse: $L = mvr$. Etter at jenta har havnet på hjulet, og står i ro på hjulet, får vi ren rotasjon, slik at $L = I\omega$. Det totale treghetsmomentet er summen av hjulets treghetsmoment og jentas bidrag, $I = \frac{1}{2}MR^2 + mr^2$. Dette gir

$$mvr = (\tfrac{1}{2}MR^2 + mr^2)\omega,$$

eller

$$\omega = \frac{mvr}{\frac{1}{2}MR^2 + mr^2} = \frac{v/r}{1 + MR^2/(2mr^2)}.$$

Altså: Riktig svar er A. (Merk: I grensen $M \longrightarrow 0$ må nødvendigvis $\omega = v/r$. Denne enkle sjekken fjerner øyeblikkelig mulighetene B, C og D.)