

### Løsningsforslag, midtsemesterprøve 01.10.09

#### Spørsmål 1

Riktig svar: d.

Newtons 2.lov lyder (med konstant masse),  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ , der  $\mathbf{F}$  er vektorsummen av alle kreftene som virker på legemet. At hastigheten er konstant, innebærer at akselerasjonen er null. Derved må nettokraften forsvinne,  $\mathbf{F} = 0$ .

#### Spørsmål 2

Riktig svar: a.

Den totale massen er  $m = m_1 + m_2 + m_3 = m_1(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}) = \frac{11}{6}m_1$ . Akselerasjonen er derfor  $a = 90 \text{ N} / \frac{11}{6}m_1$ . Derved må kraften i snoren som forbinder  $m_1$  og  $m_2$  være  $F = m_1 \cdot 90 \text{ N} / \frac{11}{6}m_1 = (90 \cdot 6/11) \text{ N} = 49.09 \text{ N}$ .

#### Spørsmål 3

Riktig svar: c.

Kassens vekt er snaut 1000 N. Det innebærer at med statisk friksjonskoeffisient på 0,6, trengs det en kraft på bortimot 600 N for å sette kassen i bevegelse. Med oppbud av bare 500 N vil derfor kassen bli stående i ro. Null akselerasjon gir null nettokraft, og friksjonskraften fra teppet må derfor være 500 N (når vi gjør den rimelige antakelsen at du dytter det du kan med en *horisontal* kraft).

#### Spørsmål 4

Riktig svar: c.

Konstanten  $b$  er, ifølge de oppgitte størrelsene,  $b = (315/3.0^2) \text{ N s}^2 \text{ m}^{-2} = 35 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-2}$ . Derved er slutt hastigheten gitt som  $v = \sqrt{mg/b} = \sqrt{90 \cdot 9.8/35} \text{ m/s} = 5.02 \text{ m/s}$ .

#### Spørsmål 5

Riktig svar: b.

Hastigheten i toppen av sløyfen er gitt av energibevarelse,  $Mg(H - D) = \frac{1}{2}Mv^2$ , som gir  $v^2 = 2g(H - D)$ . Kraften  $F$  fra skinnene ned på vognen, pluss vognens vekt, må tilsammen sørge for den nødvendige sentripetalkraften  $Mv^2/(D/2)$ . Derved:

$$F + Mg = 2Mv^2/D = 4Mg(H - D)/D \Rightarrow F = Mg(4H - 5D)/D.$$

#### Spørsmål 6

Riktig svar: a.

Med det felles tyngdepunktet i avstanden  $x$  fra jordas sentrum, har vi  $Mx = m(L - x)$ , der  $M$  er jordmassen,  $m$  månemassen og  $L$  avstanden jord-måne. Med andre ord:  $x = Lm/(M + m)$ . De oppgitte tallene gir  $x = 3.84 \cdot 10^5 \text{ km} \cdot 7.36/(7.36 + 589) = 4739 \text{ km}$ . Dette er *mindre* enn jordradien  $R \approx 6380 \text{ km}$ .

#### Spørsmål 7

Riktig svar: e.

Når kula blir stoppet inne i treklossen, tar vi det for gitt kula sitter fast og følger klossens videre bevegelse etter kollisjonen. Derved gir impulsbevarelse:  $(m + M)v = mv_0$ , slik at  $v = 960 \text{ m/s} \cdot 0.02/(0.02 + 4.5) = 4.25 \text{ m/s}$ .

#### Spørsmål 8

Riktig svar: b.

Med neglisjerbar friksjon og luftmotstand vil intet ytre dreiemoment påvirke bord pluss mann med to like store masser (klosser) på strak arm. Derved må dreieimpulsen relativt omdreiningsaksen for dette totalsystemet være konstant, og derved uendret når mannen slipper klossene med armene utstrakt. Klossenes bandedreieimpuls idet mannen slipper dem, er  $2mr^2\omega = 2mr^2\omega$ . Men siden klossene fortsetter rett frem og beholder sin hastighets horisontalkomponent også etter at mannen har sluppet dem, er deres bidrag til totalsystemets dreieimpuls uendret. Derved gir dreieimpulsbevarelse at også *mannens* dreieimpuls er uendret.

Alternativt kan du stole på magefølsen, som er stinn av hverdags erfaringer knyttet til klassisk mekanikk! Når du surrer rundt med det roterende bordet, og bare åpner hendene og gir slipp på klossene med armene utstrakt, vil du ikke få noe kick hverken til økt eller redusert omdreiningshastighet. Derfor må den være uendret. (Inntil du senker armene, da øker vinkelhastigheten.)

#### Spørsmål 9

Riktig svar: d.

Når kvinnen på rotasjonskrakken snur sykkelhjulet opp-ned og derved endrer dets omdreiningshastighet fra  $\omega_0$  til  $-\omega_0$ , endres hjulets dreieimpuls med  $-2L_0 = -2I\omega_0$ . Dreieimpulsen til totalsystemet er konstant, og derved må kvinne og krakk få *tilført*  $+2L_0$ .

#### Spørsmål 10

Riktig svar: b.

Den totale dreieimpulsen relativt omdreiningsaksen til dreieskiveskive pluss Katrine er bevart, siden intet ytre dreiemoment (rettet langs den vertikale aksene) påvirker dem. Dreieimpulsbevarelse gir da

$$I_0\omega_0 + mrv_0 = I\omega \Rightarrow \frac{1}{2}MR^2\omega_0 + mrv_0 = (\frac{1}{2}MR^2 + mr^2)\omega,$$

som gir svaret b. *Endringen* i vinkelhastighet kan skrives

$$\Delta\omega = \omega - \omega_0 = \frac{MR^2\omega_0 + 2mrv_0 - (MR^2 + 2mr^2)\omega_0}{MR^2 + 2mr^2} = \frac{2mr(v_0 - r\omega_0)}{MR^2 + 2mr^2}.$$

Katrine vil øke vinkelhastigheten på dreieskiven bare dersom  $v_0 > r\omega_0$ . For  $v_0 < r\omega_0$  vil hun redusere den.