FY1001/TFY4145/TFY4109. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2015.
Løsningsforslag til Test 6.

Oppgave 1
De fire stavenes massesenter har lik akselerasjon når netto ytre kraft $\boldsymbol{F}$ er den samme. Kraftens angrepspunkt har ingen betydning for tyngdepunktbevegelsen. Riktig svar: B.

Oppgave 2
Kloss og spole bryter mållinjen samtidig, av samme grunn som i forrige delspørsmål. Snordraget har en arm (lik spolens radius) relativt spolens massesenter, så spolen utsettes for et ytre dreiemoment relativt massesenteret. Da gir N2 for rotasjon (spinnsatsen) at spolen får en vinkelakselerasjon, dvs den roterer med økende vinkelhastighet. Riktig svar: C.

Oppgave 3
Langs skråplanet virker tyngdens komponent ($mg \sin\alpha$, der α er helningen på skråplanet) nedover, like stor for alle tre, samt friksjonskraften f_i ($i = 1, 2, 3$) fra underlaget, rettet oppover. Nettokraften $mg \sin\alpha - f_i$ bestemmer tyngdepunktets akselerasjon, som tydeligvis har vært størst for legeme 3, og like stor for 1 og 2. Ergo er f_3 mindre enn $f_1 = f_2$. Riktig svar: A.

Oppgave 4
Den største massen må nødvendigvis vinne nappetaket her, og m_1 vil derfor akselereres nedover, m_2 oppover: Rotasjon mot klokka. Snordraget S_1 må være større enn S_2 siden det er snorene som skal få sving på trinsa med treghetsmomentet $I_0 = \frac{1}{2}MR^2$. Riktig svar: C.

Oppgave 5
Når snora ikke glir på skiva, har vi "rullebetingelsen" $\omega = v/R$. Riktig svar: B.

Oppgave 6
Skiva har indre dreieimpuls (spinn) mhp CM $L_{\text{skive}} = I_0\omega = (MR^2/2)\, v/R = MRv/2$. De to loddene har banedreieimpuls mhp CM hhv $L_1 = m_1Rv$ og $L_2 = m_2Rv$. Alle bidrar med samme fortegn, dvs som vektorer $\boldsymbol{L} = \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{p}$ peker alle tre ut av planet. Dermed: $L = MRv/2 + m_1Rv + m_2Rv = (M/2 + m_1 + m_2)Rv$. Riktig svar: A.

Oppgave 7
Uten friksjon mellom snor og hjul blir snordraget S likt i hele snora. N2 gir da $m_1g - S = m_1a$ og $S - m_2g = m_2a$, med positiv retning nedover for m_1 og oppover for m_2 (siden vi vet hvilken vei de to vil bevege seg). Addisjon av disse to eliminierer S og gir $(m_1 - m_2)g = (m_1 + m_2)a$, dvs $a = g(m_1 - m_2)/(m_1 + m_2) = g(1 - b)/(1 + b)$. Riktig svar: E.

Oppgave 8
N2: $F = \Delta p/\Delta t = MV_0/\Delta t \Rightarrow V_0 = F\Delta t/M = 500 \cdot 0.001/0.128 = 3.9$ m/s.
Riktig svar: E.

Oppgave 9
Mhp CM er $\tau = 0$ i selve støtet, slik at kula glir uten å rulle i starten. Dermed må friksjonskraften f virke mot venstre, og figur A blir riktig. ($N = Mg$) Riktig svar: B.

Oppgave 10
Vi bruker dreieimpulsbevarelse: $MRV_0 = MRV + I_0\omega$ som med ren rulling ($V = \omega R$) og oppgitt treghetsmoment I_0 gir $MRV_0 = MRV + 2MRV/5 = 7MRV/5$, dvs $V = 5V_0/7$. Riktig svar: E.

Oppgave 11
Null hastighet betyr kinetisk energi $K = 0$, og siden $E = K + U$, er det klart at $v = 0$ betyr at $U = E$. Riktig svar: C.

Oppgave 12
For harmonisk svingning, $x(t) = x_0 \sin \omega t$, er akselerasjonen $a(t) = -\omega^2 x_0 \sin \omega t = -\omega^2 x(t)$ i motfase med posisjonen x. Dette stemmer med graf nr 2. Riktig svar: B.

Oppgave 13
For harmonisk svingning, $x(t) = x_0 \sin \omega t$, er akselerasjonen $a(t) = -\omega^2 x(t)$, slik at $T = 2\pi/\omega = 2\pi/\sqrt{40} = \pi/\sqrt{10} \simeq 1$ s. Riktig svar: A.

Oppgave 14
Total mekanisk energi er $kA^2/2$ for en enkel harmonisk oscillator med amplitude A og fjærkonstant k. Potensiell energi er $kx^2/2$, slik at med $x = A/2$ utgjør potensiell energi 1/4 av total energi. Riktig svar: C.

Oppgave 15
Her har vi med god tilnærmelse $\omega = \sqrt{k/m} \simeq \sqrt{800/(1.66 \cdot 10^{-27})} \simeq 2\pi \cdot 10^{14}\ \mathrm{s}^{-1}$, slik at $f \simeq 10^{14}$ Hz. Riktig svar: D.

Oppgave 16
Her har vi $f = \omega/2\pi = \sqrt{k/m}/2\pi = \sqrt{4600/(16 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27})}/2\pi \simeq 6.6 \cdot 10^{13}$ Hz. Riktig svar: C.

Oppgave 17
Energibevarelse gir $mv^2/2 = kx_2^2/2$, dvs $v = |x_2|\sqrt{k/m} = 0.05 \cdot \sqrt{500/2.5} = 0.05 \cdot 10\sqrt{2} \simeq 0.71$ m/s. Riktig svar: A.

Oppgave 18
Med strekk x_0 er $E = U = kx_0^2/2$. Med maksimal hastighet v er $E = K = mv^2/2$. dermed: $v = x_0\sqrt{k/m} = x_0\omega$. Riktig svar: A.

Oppgave 19
Vi har $x = x_0 \sin \omega t$, $v = \omega x_0 \cos \omega t$ og $a = -\omega^2 x_0 \sin \omega t$. Dermed er

$$(v/\omega)^2 + (a/\omega^2)^2 = x_0^2,$$

dvs

$$x_0 = \sqrt{(v/\omega)^2 + (a/\omega^2)^2}.$$

Riktig svar: D.

Oppgave 20
Avlesning fra figuren gir uten videre at $x(0) = 0.6$ m, og at $\dot{x}(0) > 0$. Bare alternativ C kan stemme med dette. Riktig svar: C.