



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Løsninger til eksamensopgaver på fysik A-niveau 2008 -2012

Maj 2008

Opgave 1: Geotermisk anlæg

- a) Ved at summere de to effekter til en samlet effekt, kan man udregne den årligt leverede energimængde:

$$E_{\text{leveret}} = P_{\text{samlet}} \cdot \Delta t =$$

$$(300 + 120) \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 365,2422 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 1,325390895 \cdot 10^{16} \text{ J} = \underline{\underline{1,325 \cdot 10^{16} \text{ J}}}$$

- b) På 1 sekund leveres der en varmemængde på 300MJ (da effekten er defineret som energimængde pr. tid og enheden watt svarer til J/s).

Da man kender temperaturfaldet for vandet, kan man bestemme massen af vand, der passerer anlægget pr. sekund:

$$-Q = m_{\text{vand}} \cdot c_{\text{vand}} \cdot \Delta T \Leftrightarrow$$

$$m_{\text{vand}} = \frac{-Q}{c_{\text{vand}} \cdot \Delta T} = \frac{-300 \cdot 10^6 \text{ J}}{4184 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (42 - 83)^\circ\text{C}} = 1748,82246 \text{ kg}$$

Det negative fortegn foran Q skyldes, at Q er den leverede varmemængde, der har samme størrelse som, men modsat fortegn af, energitilvæksten for det vand, der nedkøles.

Den specifikke varmekapacitet er fundet i databogen side 153 (version 1998), hvor der er valgt en værdi ved 60°C (nogenlunde midt imellem højeste og laveste temperatur).

Vands densitet ved 62,0°C slås op på side 151 til at være 0,98216 g/cm³. Hermed kan rumfanget bestemmes:

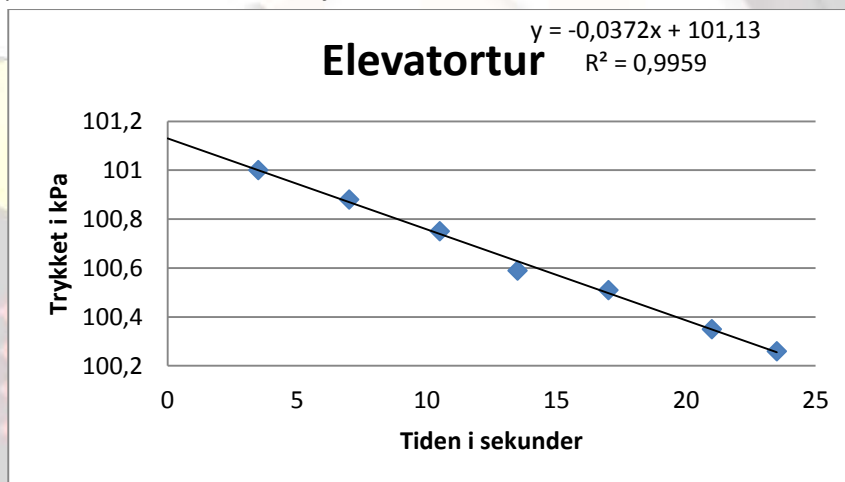
$$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{1748,82246 \text{ kg}}{982,16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1,780588 \text{ m}^3 = \underline{\underline{1,78 \text{ m}^3}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 2: En tur med elevator

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) Det er oplyst, at der er en lineær sammenhæng, så det ville være nok at lave lineær regression og aflæse b-værdien (skæringen med 2. akse), men det kan også laves i Excel, hvor man samtidig ser punkterne danne en ret linje:



Dvs. at lufttrykket ved turens start er $p = 101,13 \text{ kPa}$

- b) Trykket fra en gas- eller væskesøjle er givet ved $p_{\text{søjle}} = \rho_{\text{gas/væske}} \cdot g \cdot h_{\text{søjle}}$, og i dette tilfælde med en luftsøjle (gassøjle), kan man regne med en konstant densitet, fordi man ikke kommer så højt op i forhold til atmosfærens tykkelse.

Trykket som funktion af højden over jorden bliver så: $p(h) = \rho \cdot g \cdot (-h) + p_0$, hvor sidste led er trykket ved jordoverfladen, og hvor det negative fortegn på højden skyldes, at luftsøjlen over stedet bliver mindre, når man kommer højere op.

Ses der nu på trykændringen pr. tid (svarende til hældningen på grafen), får man:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{\Delta t} = \frac{(\rho \cdot g \cdot (-h_2) + p_0) - (\rho \cdot g \cdot (-h_1) + p_0)}{\Delta t} = \frac{\rho \cdot g \cdot (-h_2) - \rho \cdot g \cdot (-h_1)}{\Delta t} = -\rho \cdot g \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta p}{\Delta t}$ svarer som nævnt til hældning på grafen, og $\frac{\Delta h}{\Delta t}$ er den fart, elevatoren kører med. Da

densiteten og tyngdeaccelerationen er konstante, har man derfor også, at $\frac{\Delta h}{\Delta t}$ er en konstant, og dermed er elevatorens fart konstant.

Denne fart kan nu bestemmes ud fra den udledte sammenhæng:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = -\rho \cdot g \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t} \Leftrightarrow \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta p}{\Delta t}}{-\rho \cdot g} = \frac{-0,0372 \cdot 10^3 \frac{\text{Pa}}{\text{s}}}{-1,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 3,15682 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{3,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

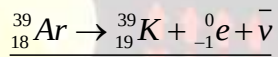


Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 3: Datering af havvand

- a) I databogen under "Radioaktive nuklider" (side 200 i 1998-udgaven) ses det, at Ar-39 er β^- -radioaktiv med halveringstiden 269 år. Det ses også, at argon er grundstof nr. 18, og ved kendskabet til, at der ved henfaldet udsendes en elektron samt ladningsbevarelse ($18 = 19 + (-1)$) og nukleontalsbevarelse ($39 = 39 + 0$) får man:



Der udsendes også altid en antineutrino (leptontalsbevarelse). At grundstof nr. 19 er kalium ses i det periodiske system.

- b) Aktiviteten kan bestemmes ud fra kendskabet til antallet af kerner og halveringstiden:

$$A = k \cdot N = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot N = \frac{\ln(2)}{269 \cdot 365,2422 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \cdot 1,3 \cdot 10^5 = 1,06150 \cdot 10^{-5} \text{ Bq} = \underline{\underline{1,1 \cdot 10^{-5} \text{ Bq}}}$$

- c) Ved hjælp af henfaldsloven kan man udlede, hvor lang tid det tager for mængden af Ar-39-atomer fra overfladevandet at være reduceret til mængden af Ar-39-atomer i vandet fra 5 km's dybde:

$$N(t) = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}} \Leftrightarrow \frac{N(t)}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}} \Leftrightarrow \frac{t}{T_{1/2}} \cdot \ln\left(\frac{1}{2}\right) = \ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right) \Leftrightarrow \frac{t}{T_{1/2}} \cdot \ln\left(\frac{2}{1}\right) = \ln\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)}{\ln(2)} \cdot T_{1/2} = \frac{\ln\left(\frac{1,3 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 10^4}\right)}{\ln(2)} \cdot 269 \text{ år} = 438,483555 \text{ år} = \underline{\underline{0,4 \text{ kår}}}$$

Opgave 4: Cykelrytter

- a) Cykelrytteren kører med konstant fart, dvs. den resulterende kraft er nul. Luftmodstanden udgør det klart største bidrag til den samlede gnidningsmodstand, og det antages, at dens bidrag er 100%. Luftmodstanden er givet ved:

$$F_{\text{luft}} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho_{\text{luft}} \cdot A \cdot v^2$$

Den effekt, cykelrytteren yder, er, da kraften peger i samme retning som bevægelsen, givet ved:

$$P = F \cdot v = F_{\text{luft}} \cdot v$$

Det sidste lighedstegn kommer af, at den resulterende kraft er nul, således at den kraft cykelrytteren yder skal svare til luftmodstanden.

Da effekten er den samme i oprejst stilling og sammenbøjet stilling, har man nu:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$P_{op} = P_{bøj}$$

$$F_{luft,op} \cdot v_{op} = F_{luft,bøj} \cdot v_{bøj}$$

$$\frac{1}{2} \cdot c_{w,op} \cdot \rho_{luft} \cdot A_{op} \cdot v_{op}^2 \cdot v_{op} = \frac{1}{2} \cdot c_{w,bøj} \cdot \rho_{luft} \cdot A_{bøj} \cdot v_{bøj}^2 \cdot v_{bøj} \Leftrightarrow$$

$$c_{w,op} \cdot A_{op} \cdot v_{op}^3 = c_{w,bøj} \cdot A_{bøj} \cdot v_{bøj}^3 \Leftrightarrow$$

$$v_{bøj} = \sqrt[3]{\frac{c_{w,op} \cdot A_{op} \cdot v_{op}^3}{c_{w,bøj} \cdot A_{bøj}}} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 0,51 \cdot \left(25 \frac{km}{t}\right)^3}{0,88 \cdot 0,36}} = 30,2458577 \frac{km}{t} = \underline{\underline{30 \frac{km}{t}}}$$

Opgave 5: Bjergbestigning

- a) Man kan med god tilnærmelse se bort fra luftmodstanden, da stenen har stor densitet og falder forholdsvis kort, så det er en bevægelse med den konstante acceleration g og begyndeshastigheden 0 (antager at stenen ikke skubbes betydeligt nedad fra start):

$$\left. \begin{aligned} v &= g \cdot t \\ \Delta s &= \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{v}{g}\right)^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{2 \cdot \Delta s \cdot g} = \sqrt{2 \cdot 22m \cdot 9,82 \frac{m}{s^2}} = 20,7865 \frac{m}{s} = \underline{\underline{21 \frac{m}{s}}}$$

- b) Den største kraft og dermed den største acceleration, som bjergbestigeren udsættes for, mens sikkerhedsrebet strammes, er når dets forlængelse er maksimal, da fjederkraften er størst i dette tilfælde.

For at finde accelerationen ses på den resulterende kraft, og da fjederkraften peger opad og er modsat rettet tyngdekraften og større end denne fås:

$$F_{res} = m \cdot a$$

$$a = \frac{F_{res}}{m} = \frac{F_{fjeder} - F_t}{m} = \frac{k \cdot \Delta y - m \cdot g}{m} = \frac{k \cdot \Delta y}{m} - g =$$

$$\frac{1,20 \cdot 10^3 \frac{N}{m} \cdot 5,5m}{86kg} - 9,82 \frac{m}{s^2} = 66,924186 \frac{m}{s^2} = \underline{\underline{67 \frac{m}{s^2}}}$$

- c) Når bjergbestigeren hænger stille, er den resulterende kraft 0, dvs. at tyngdekraften og fjederkraften udligner hinanden. Dermed kan forlængelsen af det elastiske reb beregnes:

$$F_t = F_{fjeder}$$

$$m \cdot g = k \cdot \Delta x \Leftrightarrow \Delta x = \frac{m \cdot g}{k} = \frac{86kg \cdot 9,82 \frac{m}{s^2}}{1,20 \cdot 10^3 \frac{N}{m}} = 0,70376667m$$

Da rebet er 13,0m langt inde forlængelsen, kommer bjergbestigeren til at hænge følgende stykke under fastgørelsespunktet: $h_{under} = 13,0m + 0,70376667m = \underline{\underline{13,7m}}$

Dette sted er også centralt i forbindelse med spørgsmålet om, hvornår bjergbestigeren opnår den største fart, for farten øges under faldet så længe der er en acceleration nedad, og det er det indtil det sted, hvor fjederkraften lige netop er så stor som tyngdekraften, dvs. netop det ovenfor fundne sted (kaldet ligevægtspunktet). Før ligevægtspunktet er tyngdekraften større end fjederkraften, og



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

her øges farten. Efter ligevægtspunktet er fjederkraften større end tyngdekraften, og bjergbestigeren bremses.

For at finde farten ved ligevægtspunktet udnyttes kendskabet til energien i en fjeder. Den kinetiske energi i ligevægtspunktet er fuldstændigt omdannet til potentiel energi, når det elastiske reb er helt strakt (maksimal forlængelse). Dermed har man:

$$E_{kin, ligevægtspunkt} = E_{pot, bund}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x_{ligevægtspunkt \rightarrow bund}^2$$

$$v = \sqrt{\frac{k \cdot \Delta x_{ligevægtspunkt \rightarrow bund}^2}{m}} = \sqrt{\frac{1,20 \cdot 10^3 \frac{N}{m} \cdot (5,5m - 0,70376667m)^2}{86kg}} = 17,9160267 \frac{m}{s} = \underline{\underline{17,9 \frac{m}{s}}}$$

Opgave 6: Regnsensor

- a) Grænsevinklen når lys bevæger sig fra glas ($n=1,48$) til luft ($n=1$) beregnes:

$$i_g = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1,48}\right) = 42,5^\circ$$

Da indfaldsvinklen (45°) er større end grænsevinklen, vil der ske totalrefleksion.

Hvis lyset bevæger sig fra glas ($n=1,48$) til vand ($n=1,33$) fås:

$$i_g = \sin^{-1}\left(\frac{1,33}{1,48}\right) = 64,0^\circ$$

Da indfaldsvinklen her er mindre end grænsevinklen, vil der ikke ske totalrefleksion, dvs. noget af lyset vil reflekteres, mens resten brydes (og altså bevæger sig ud gennem regndråben).

Opgave 7: Laserlys mod spejl

- a) Ud fra lysets fart i vakuum og kendskabet til brydningsindekset, kan lysets fart i krystallen bestemmes:

$$v_{krystal} = \frac{c}{n} = \frac{299792458 \frac{m}{s}}{1,470} = 203940448 \frac{m}{s} = \underline{\underline{2,04 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}}$$

- b) Antallet af overgang kan bestemmes ved at se på energien af de enkelte fotoner samt laserens effekt:

$$n_{overgange} = \frac{E_{laserlys}}{E_{foton}} = \frac{P_{laserlys} \cdot \Delta t}{E_B - E_A} = \frac{0,50W \cdot 1,00s}{(0,201 - 0,012) \cdot 10^{-18} J} = 2,64550265 \cdot 10^{18} = \underline{\underline{2,6 \cdot 10^{18}}}$$

- c) Det er oplyst, at laserlyset har bølgelængden 1053nm, hvilket man egentlig godt selv kunne have regnet ud ud fra kendskabet til energiniveauerne fra spørgsmål b).

De enkelte fotoner har bevægelsesmængden:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

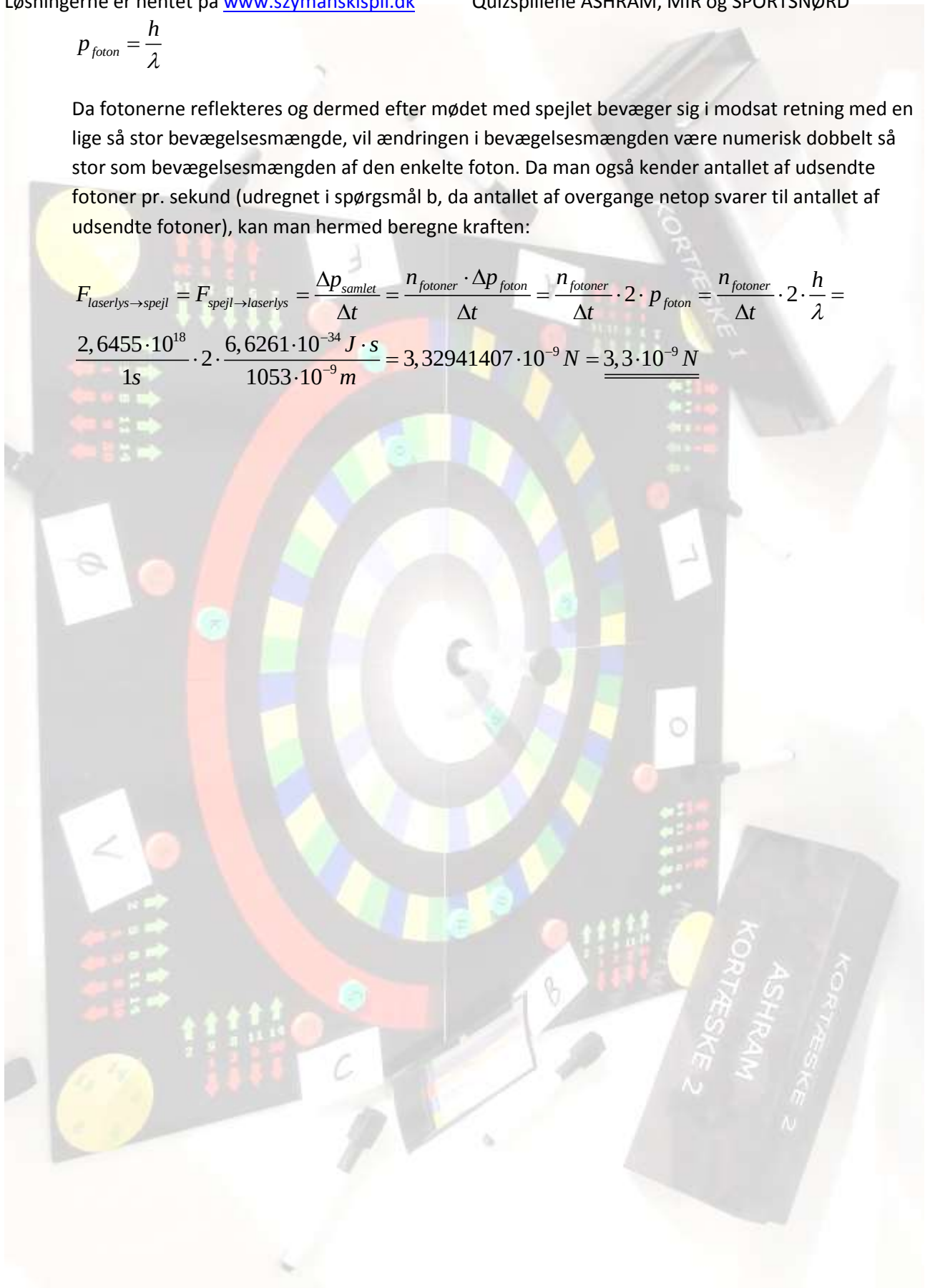
Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$p_{\text{foton}} = \frac{h}{\lambda}$$

Da fotonerne reflekteres og dermed efter mødet med spejlet bevæger sig i modsat retning med en lige så stor bevægelsesmængde, vil ændringen i bevægelsesmængden være numerisk dobbelt så stor som bevægelsesmængden af den enkelte foton. Da man også kender antallet af udsendte fotoner pr. sekund (udregnet i spørgsmål b, da antallet af overgange netop svarer til antallet af udsendte fotoner), kan man hermed beregne kraften:

$$F_{\text{laserlys} \rightarrow \text{spejl}} = F_{\text{spejl} \rightarrow \text{laserlys}} = \frac{\Delta p_{\text{samlet}}}{\Delta t} = \frac{n_{\text{fotoner}} \cdot \Delta p_{\text{foton}}}{\Delta t} = \frac{n_{\text{fotoner}}}{\Delta t} \cdot 2 \cdot p_{\text{foton}} = \frac{n_{\text{fotoner}}}{\Delta t} \cdot 2 \cdot \frac{h}{\lambda} =$$

$$\frac{2,6455 \cdot 10^{18}}{1\text{s}} \cdot 2 \cdot \frac{6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{1053 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 3,32941407 \cdot 10^{-9} \text{ N} = \underline{\underline{3,3 \cdot 10^{-9} \text{ N}}}$$





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

August 2008

Opgave 1: Q-værdi

- a) I databogen under "Nuklidens masse og bindingsenergi" (side 219 i 1998-udgaven) findes atommasserne af de indgående størrelser. Egentlig skal der regnes på kernemasser, men da man ville skulle trække 2 elektronmasser fra på begge sider, betyder det ikke noget for masseforskellen, og der regnes derfor på de fundne atommasser:

$$\Delta m = m_{\text{højreside}} - m_{\text{venstreside}} = m_{\text{He-3}} + m_n - (2 \cdot m_{\text{H-2}}) =$$

$$3,01604927u + 1,00866490u - (2 \cdot 2,01410178u) = -0,00348939u < 0$$

$$Q = -\Delta m \cdot 931,4943 \frac{\text{MeV}}{u} = 0,00348939u \cdot 931,4943 \frac{\text{MeV}}{u} = 3,250346895 \text{MeV} = \underline{\underline{3,25035 \text{MeV}}}$$

Opgave 2: Stoffet mellem stjernerne

a)

Opgave 3: Verdens hurtigste elevator

Opgave 4: Argonlaser



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 5: Ægyptere i arbejde

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) Da trækraften fra den enkelte ægypter kendes sammen med hastigheden af bevægelsen, kan effekten af det arbejde, en enkelt ægypter udfører beregnes ved:

$$P = F \cdot v = 360 N \cdot 0,45 \frac{m}{s} = 162 \frac{N \cdot m}{s} = \underline{162 W}$$

- b) Da bevægelsen foregår med konstant fart (langs en ret linje) er den resulterende kraft ifølge Newtons 1. lov nul. Farten er så lille, at der kan ses bort fra luftmodstand. Dermed påvirkes slæden med obeliskens af fire kræfter.

- 1) Tyngdekraften: Peger lodret nedad og har størrelsen:

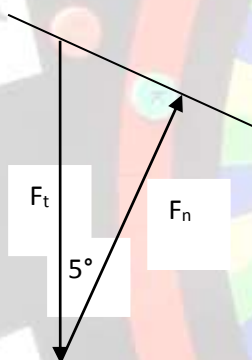
$$F_t = m \cdot g = 350 \cdot 10^3 kg \cdot 9,82 \frac{m}{s} = 3437000 N = \underline{3,44 \cdot 10^6 N}$$

- 2) Normalkraften, der peger vinkelret på underlaget.

- 3) Gnidningskraften, der peger modsat af bevægelsen.

- 4) Trækraften, der peger i bevægelsens retning, dvs. langs med underlaget.

Størrelsen af normalkraften kan bestemmes, da den lagt til tyngdekraften skal give en vektor i underlagets retning:



Dermed bliver:

$$F_n = F_t \cdot \cos(5^\circ) = 3423921 N = \underline{3,42 \cdot 10^6 N}$$

Gnidningskraften kan bestemmes ud fra normalkraften:

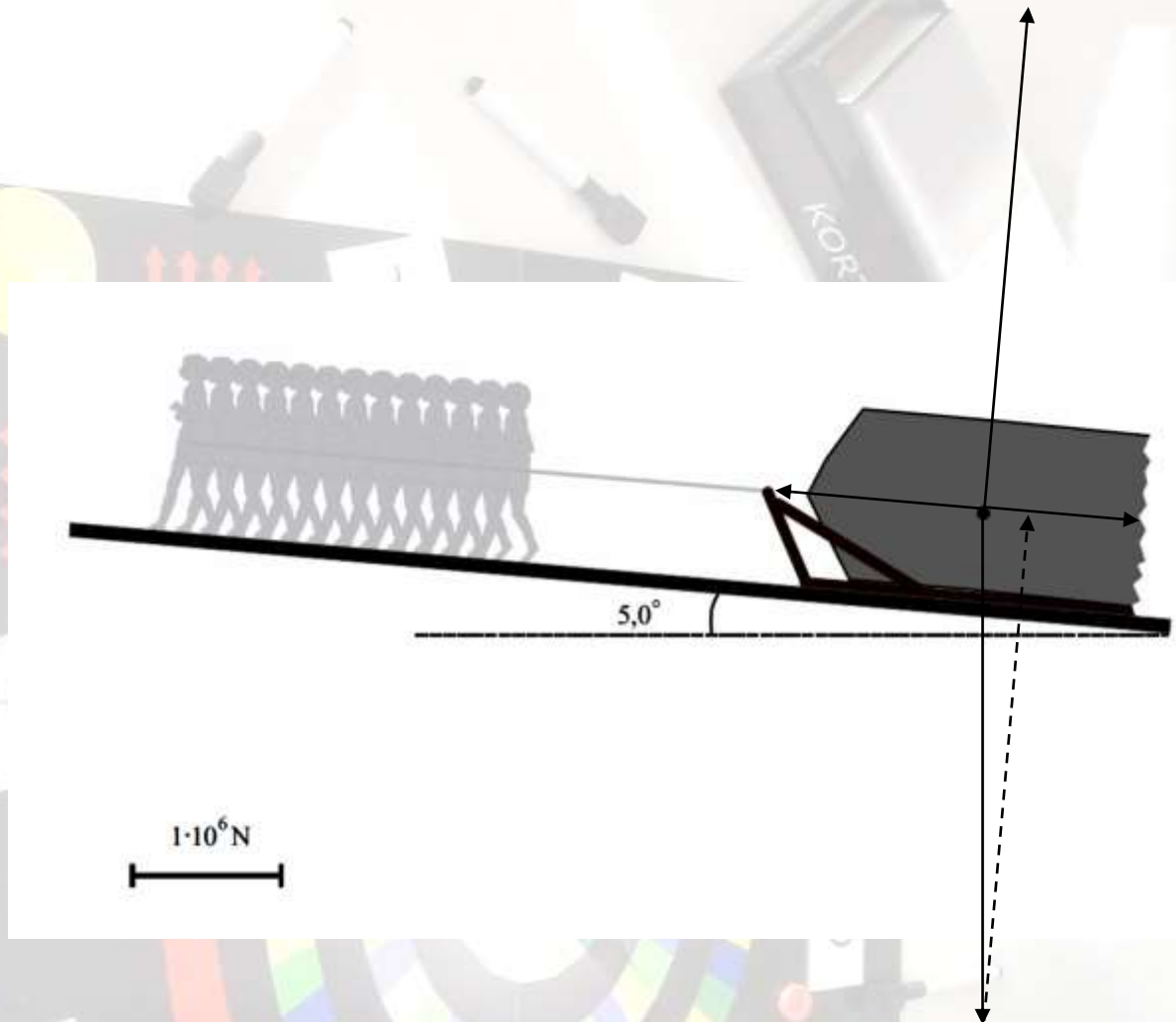
$$F_g = \mu \cdot F_n = 0,31 \cdot 3,42 \cdot 10^6 N = 1061416 N = \underline{1,06 \cdot 10^6 N}$$

Hermed kan de fire kræfter indtegnes på bilag 2, hvor det for trækraftens vedkommende er udnyttet, at den lagt til de tre andre vektorer skal sørge for, at den resulterende kraft bliver 0:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD



Tyngdekraften og normalkraften giver lagt sammen en vektor ensrettet med gnidningskraften med størrelsen:

$$F_{t+n} = F_t \cdot \sin(5^\circ) = 299554N = 0,300 \cdot 10^6 N$$

Hermed bliver som vist på figuren:

$$F_{træk} = F_{t+n} + F_g = 299554N + 1061416N = 1360970N = 1,36 \cdot 10^6 N.$$

Antallet N af ægyptere, der skal til at trække slæden, er dermed:

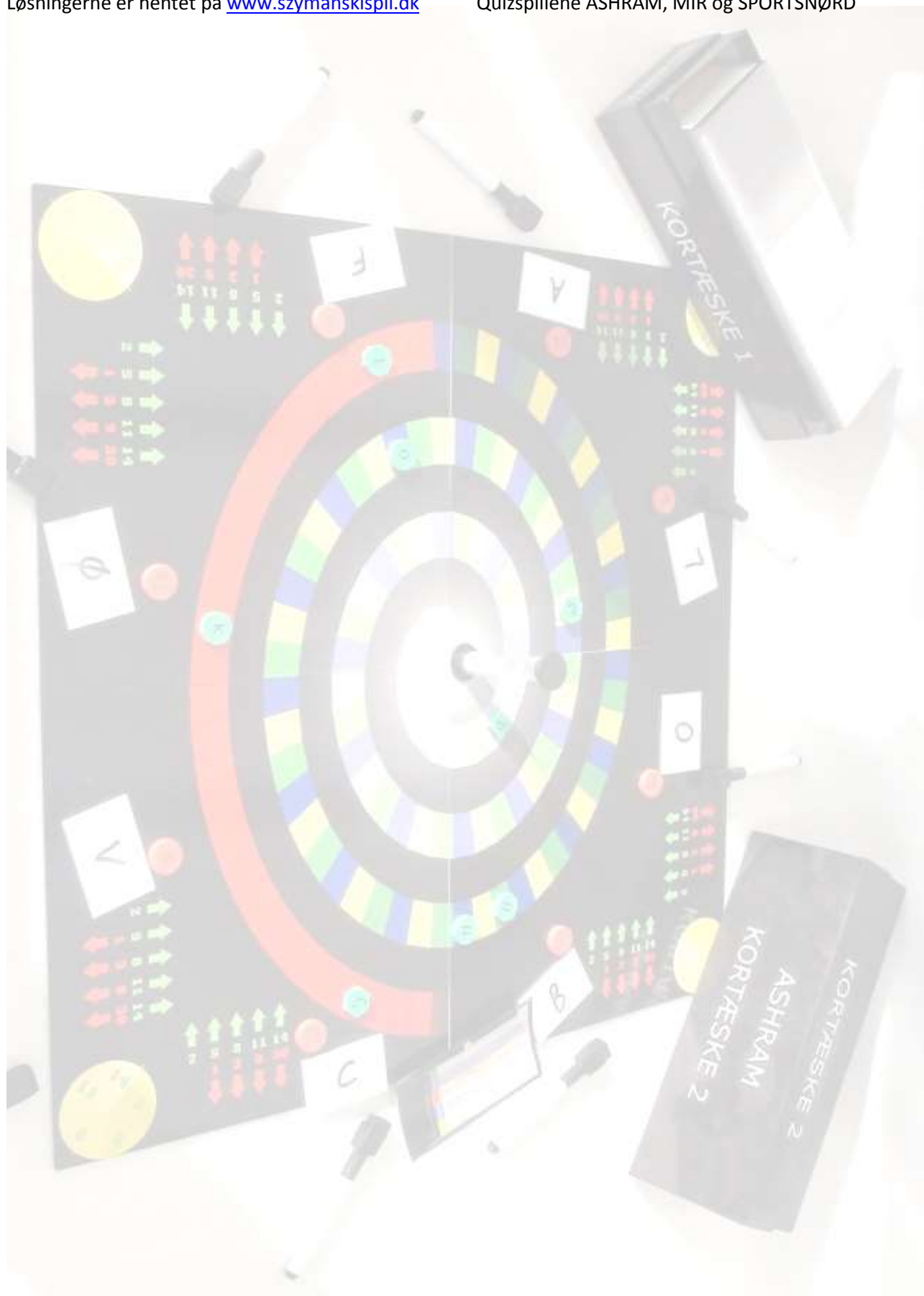
$$N = \frac{1360970N}{360N} = 3780,4718$$

Dvs. at der skal 3780 ægyptere til at trække slæden.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 6: Badekar

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Pigen på billedet er i stand til at løfte badekarret, så dets masse kan sættes til 20kg.

Dimensionerne sættes til 1,8m x 0,5m x 0,50m, og dermed bliver det rumfang, som badekarret kan indeholde $V = 1,8m \cdot 0,5m \cdot 0,5m = 0,45m^3$

En gymnasieelevs masse sættes til 70kg.

Vandets massefylde sættes til $1kg/m^3$, da det er ferskvand.

Når badekarret flyder i vandet, er opdriften på det lige så stor som tyngdekraften af badekarret og eleverne.

Der søges det maksimale antal elever N_{maks} , og derfor regnes på det tilfælde, hvor badekarrets top ligger i vandoverfladen:

$$F_{opdrift} = F_t \Leftrightarrow$$

$$\rho_{vand} \cdot V_{badekarret} \cdot g = m_{badekar} \cdot g + N_{maks} \cdot m_{elev} \cdot g \Leftrightarrow$$

$$N_{maks} = \frac{\rho_{vand} \cdot V_{badekarret} - m_{badekar}}{m_{elev}} = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,45m^3 - 20kg}{70kg} = 6,14$$

Dvs. der kan være 6 elever i badekarret.

Opgave 7: Atlanterhavskabel

Opgave 8: Vandseng



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Maj 2009

Opgave 1: Operahuset

- a) Da tiden og effekten er kendt, kan man bestemme den tilførte energi (i form af varme) ved:

$$E_{\text{tilført}} = P \cdot \Delta t = 3,4 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 2,9376 \cdot 10^{11} \text{ J} = \underline{\underline{2,9 \cdot 10^{11} \text{ J}}}$$

- b) Den modtagne varmemængde pr. minut er:

$$E_{\text{modtaget}} = P \cdot \Delta t = 90 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot 60 \text{ s} = 5400000 \text{ J} = 5,4 \text{ MJ}$$

Denne energi er gået til at opvarme havvand, hvis specifikke varmekapacitet er slået op i databogen side 147 (1998-udgaven), og massen af havvand passeret pr. minut er så:

$$E_{\text{modtaget}} = m_{\text{havvand}} \cdot c_{\text{havvand}} \cdot \Delta T \Leftrightarrow m_{\text{havvand}} = \frac{E_{\text{modtaget}}}{c_{\text{havvand}} \cdot \Delta T}$$

$$m_{\text{havvand}} = \frac{5,4 \cdot 10^6 \text{ J}}{3,93 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (20,1 - 17,8) ^\circ\text{C}} = 597,41122 \text{ kg} = \underline{\underline{0,60 \text{ tons}}}$$

Opgave 2: Kørsel på glatbane

- a) Da man har en bevægelse med konstant acceleration (med negativt fortegn, da den er modsatrettet bevægelsen) og kender starthastigheden, kan man regne ud, hvornår hastigheden er 0 ved:

$$v(t) = a_0 \cdot t + v_0 \Leftrightarrow t = \frac{v(t) - v_0}{a_0}$$

$$t = \frac{0 - 50 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}}{-2,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 4,789272 \text{ s} = \underline{\underline{4,8 \text{ s}}}$$

- b) Bilens fart i bunden kan bestemmes ved at se på to forhold:

- 1) Da den kører ned ad bakke omdannes noget potentiel energi til kinetisk energi.
- 2) Da den bremser udføres en negativt arbejde på bilen, der derved mister noget energi.

Man har altså:

$$E_{\text{kin,bund}} = E_{\text{kin,top}} - \Delta E_{\text{pot,top} \rightarrow \text{bund}} + A_{\text{gnidning}}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{bund}}^2 = E_{\text{kin,top}} - \Delta E_{\text{pot,top} \rightarrow \text{bund}} + A_{\text{gnidning}}$$

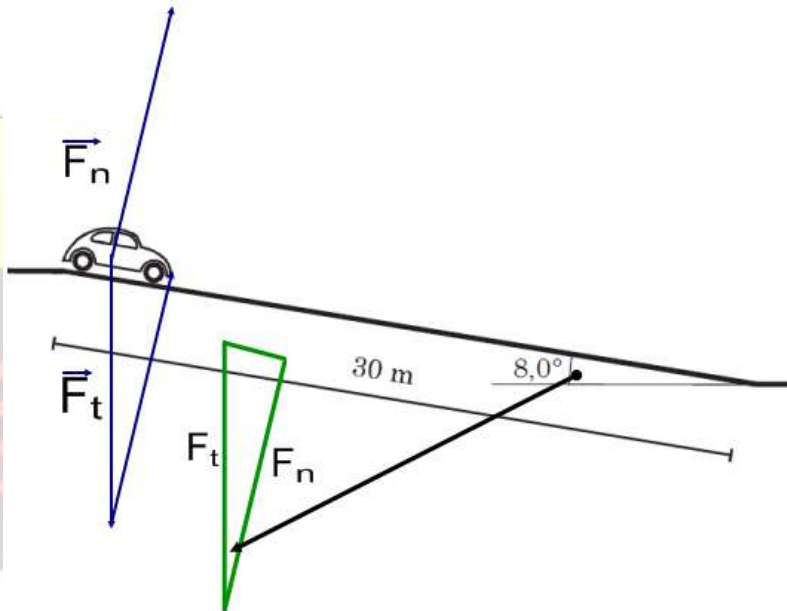
$$v_{\text{bund}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (E_{\text{kin,top}} - \Delta E_{\text{pot,top} \rightarrow \text{bund}} + A_{\text{gnidning}})}{m}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

For at bestemme arbejdet udført af gnidningskraften, skal man kende dens størrelse, og den kan findes ud fra kendskabet til den dynamiske gnidningskoefficient og normalkraften. Altså skal man som det første have bestemt normalkraften.



Da bilen bliver på underlaget, må vektorsummen af tyngdekraften og normalkraften give en vektor parallelt med underlaget, og dermed kan man bestemme normalkraften ved at regne på den retvinklede grønne trekant, der er konstrueret ud fra vektorerne, og hvor det er et synsbedrag, hvis den korteste katete ikke ser ud til at være parallel med underlaget.

$$F_n = \cos(8,0^\circ) \cdot F_t = \cos(8,0^\circ) \cdot m \cdot g = \cos(8,0^\circ) \cdot 975 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9481,3216 \text{ N}$$

$$F_g = \mu \cdot F_n = 0,26 \cdot 9481,3216 \text{ N} = 2465,1436 \text{ N}$$

$$A_g = -F_g \cdot \Delta s = -2465,1436 \text{ N} \cdot 30 \text{ m} = -73954,3 \text{ J}$$

Tabet i potentiel energi bestemmes:

$$-\Delta E_{\text{pot, top} \rightarrow \text{bund}} = m_{\text{bil}} \cdot g \cdot (-\Delta h) = 975 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 30 \text{ m} \cdot \sin(8,0^\circ) = 39975,4 \text{ J}$$

Den kinetiske energi fra start er:

$$E_{\text{kin, start}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{start}}^2 = \frac{1}{2} \cdot 975 \text{ kg} \cdot \left(50 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \right)^2 = 94039,4 \text{ J}$$

Hermed bliver bilens fart for enden af banen:

$$v_{\text{bund}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (E_{\text{kin, top}} - \Delta E_{\text{pot, top} \rightarrow \text{bund}} + A_{\text{gnidning}})}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (94039 \text{ J} + 39975 \text{ J} - 73954 \text{ J})}{975 \text{ kg}}} = 11,099589 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{11,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 3: Fusionsenergi

b) Massen og densiteten er kendt, så rumfanget kan bestemmes ved:

$$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{2,9 \cdot 10^{-7} \text{ kg}}{0,31 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}} = 9,3548387 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3 = \underline{\underline{9,4 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3}}$$

c) I databogen under "Nuklidens masse og bindingsenergi" (side 219 i 1998-udgaven) findes atommasserne af de indgående størrelser. Egentlig skal der regnes på kernemasser, men da man ville skulle trække 2 elektronmasser fra på begge sider, betyder det ikke noget for masseforskellen, og der regnes derfor på de fundne atommasser:

$$\Delta m = m_{\text{højreside}} - m_{\text{venstreside}} = m_{\text{He-4}} + m_n - (m_{\text{H-2}} + m_{\text{H-3}}) =$$

$$4,00260324u + 1,00866490u - (2,01410178u + 3,01604927u) = -0,01888291u < 0$$

$$Q = -\Delta m \cdot 931,4943 \frac{\text{MeV}}{u} = 0,01888291u \cdot 931,4943 \frac{\text{MeV}}{u} = 17,589323 \text{ MeV} = \underline{\underline{17,5893 \text{ MeV}}}$$

Antallet af reaktioner bestemmes ved at se på indholdet af tritium og deuterium-atomer. Da der er lige mange af dem, har man:

$$n_{\text{reaktioner}} = \frac{m_{\text{pille}}}{m_{\text{H-2-atom}} + m_{\text{H-3-atom}}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-7} \text{ kg}}{(2,01410178u + 3,01604927u) \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg}}{u}} =$$

$$3,4719 \cdot 10^{19}$$

Hermed bliver den energi, der kan frigøres i pillen (hvis samtlige mulige reaktioner forløber):

$$E_{\text{frigivet}} = Q \cdot n_{\text{reaktioner}} = 17,5893 \text{ MeV} \cdot 3,4719 \cdot 10^{19} \cdot \frac{\text{MJ}}{\text{MeV}} = 97,8 \text{ MJ} > 3,0 \text{ MJ}$$

Den energi, der kan frigives, er altså væsentlig større end den tilførte energi.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 4: Planteplankton

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) Da man kender energien og får at vide, at det er bølgelængden i luft (regnes som vakuum), der skal findes, har man:

$$E_{\text{foton}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{E_{\text{foton}}} = \frac{6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,560 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = 3,54724 \cdot 10^{-7} \text{ m} = \underline{\underline{355 \text{ nm}}}$$

- b) Da man kender brydningsindekset, kan man bestemme lyshastigheden i vandet, og når man husker på, at lyset skal tilbagekastes og derfor bevæge sig den samme strækning to gange (frem og tilbage), kan man bestemme afstanden under havoverfladen, når man samtidig husker, at laseren og detektoren begge er placeret 11,5m under havoverfladen:

$$h_{\text{planteplankton}} = 11,5 \text{ m} + \frac{\Delta s_{\text{lys}}}{2} = 11,5 \text{ m} + \frac{v_{\text{lys}} \cdot \Delta t_{\text{udsendelse} \rightarrow \text{registrering}}}{2} = 11,5 \text{ m} + \frac{\frac{c}{n} \cdot \Delta t_{\text{udsendelse} \rightarrow \text{registrering}}}{2}$$

$$h_{\text{planteplankton}} = 11,5 \text{ m} + \frac{\frac{299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 6,9 \cdot 10^{-8} \text{ s}}{1,35}}{2} = 19,1613628 \text{ m} = \underline{\underline{19,2 \text{ m}}}$$

- c) Da lyset svækkes med 11,9dB, og da energien af lyspulsens er 25,0mJ inden, den rammer området, er energien af lyspulsens efter passage af området:

$$dB_{\text{tab}} = 10 \text{ dB} \cdot \log \left(\frac{P_{\text{ind}}}{P_{\text{ud}}} \right) = 10 \text{ dB} \cdot \log \left(\frac{E_{\text{ind}}}{E_{\text{ud}}} \right) \Leftrightarrow$$

$$\frac{E_{\text{ind}}}{E_{\text{ud}}} = 10^{\frac{dB_{\text{tab}}}{10 \text{ dB}}} \Leftrightarrow E_{\text{ud}} = \frac{E_{\text{ind}}}{\frac{dB_{\text{tab}}}{10 \text{ dB}}} = \frac{25,0 \text{ mJ}}{\frac{11,9 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}} = 1,6141356 \text{ mJ}$$

Dermed er den afsatte energi i området:

$$E_{\text{afsat}} = E_{\text{ind}} - E_{\text{ud}} = 25,0 \text{ mJ} - 1,6141356 \text{ mJ} = 23,385864 \text{ mJ}$$

Antallet af exciterede klorofylmolekyler svarer til antallet af exciterende fotoner, der kan bestemmes, fordi man kender den afsatte energi samt energien af en enkelt foton:

$$n_{\text{klorofylexcitationer}} = \frac{E_{\text{afsat}}}{E_{\text{foton}}} = \frac{23,38586 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{0,560 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = 4,176047 \cdot 10^{16} = \underline{\underline{4,2 \cdot 10^{16}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
 Opgave 5: Månehop

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) Astronauten er kun påvirket af tyngdekraften, der kan regnes for at være konstant i nærheden af måneoverfladen. Den resulterende kraft er altså konstant, og dermed har man ifølge Newtons 2. lov en bevægelse med konstant acceleration. Dermed gælder:

$$v(t) = a \cdot t + v_0$$

Tabellens værdier indtastes derfor i en tabel med tiden (målt i sekunder) i den første kolonne og hastigheden (målt i m/s) i den anden kolonne, hvorefter der laves lineær regression med den anden kolonne (hastigheden) som funktion af den første kolonne (tiden). Dette giver ligningen:

$$v(t) = -1,61 \frac{m}{s^2} \cdot t + 1,11 \frac{m}{s}$$

Dermed kan tyngdeaccelerationen på Månen aflæses til : $\underline{\underline{g_{Måne} = 1,61 \frac{m}{s^2}}}$.

Det negative fortegn viser, at accelerationsvektoren peger nedad.

- b) Øverst i hoppet er $v(t)=0$, og derfor kan det søgte tidspunkt bestemmes ved:

$$0 = -1,61 \frac{m}{s^2} \cdot t_{top} + 1,11 \frac{m}{s} \Leftrightarrow t_{top} = \frac{1,11 \frac{m}{s}}{1,61 \frac{m}{s^2}} = 0,6873844s = \underline{\underline{0,69s}}$$

Astronautens højde kan bestemmes ud fra en energibetragtning.

Den kinetiske energi fra start er i toppunktet helt omdannes til potentiel energi, så man har:

$$E_{kin,start} = E_{pot,top} \Leftrightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{start}^2 = m \cdot g_{måne} \cdot h_{top} \Leftrightarrow$$

$$h_{top} = \frac{v_{start}^2}{2 \cdot g_{måne}} = \frac{\left(1,11 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 1,61 \frac{m}{s^2}} = 0,38043845m = \underline{\underline{0,38m}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 6: Den internationale rumstation ISS

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) På 56,8 døgn ses rumstationen at have tabt højde fra 344km til 338km. Den taber dermed højde med farten:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{(344 - 338) \text{ km}}{56,8 \text{ døgn}} = \frac{6000 \text{ m}}{56,8 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = 0,001222613459 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{1,22 \frac{\text{mm}}{\text{s}}}}$$

- b) Rumstationen er kun påvirket af tyngdekraften fra jorden, der dermed udgør den nødvendige centripetalkraft i cirkelbevægelsen. Man har dermed:

$$F_t = F_c \Leftrightarrow$$

$$G \cdot \frac{M_{\text{jord}} \cdot m_{\text{ISS}}}{r^2} = m_{\text{ISS}} \cdot \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r}{T^2} \Leftrightarrow$$

$$T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^3}{G \cdot M_{\text{jord}}} \Leftrightarrow T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (r_{\text{jord}} + h_{\text{ISS}})^3}{G \cdot M_{\text{jord}}} \Leftrightarrow$$

$$T = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (6371000 \text{ m} + 338000 \text{ m})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}}} = 5468,8794 \text{ s} = \underline{\underline{1,52 \text{ timer}}}$$

- c) Det er en centralbevægelse (med Jorden som centrallegeme), og den mekaniske energi er derfor givet ved:

$$E_{\text{mek}} = -\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$$

Den tilførte energi fra raketmotoren kan dermed bestemmes:

$$E_{\text{raketmotor}} = \Delta E_{\text{mek}} = E_{\text{mek,høj}} - E_{\text{mek,lav}} = -\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M_{\text{jord}} \cdot m_{\text{ISS}}}{r_{\text{jord}} + h_{\text{ISS,høj}}} - \left(-\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M_{\text{jord}} \cdot m_{\text{ISS}}}{r_{\text{jord}} + h_{\text{ISS,lav}}} \right) =$$

$$\frac{1}{2} \cdot G \cdot M_{\text{jord}} \cdot m_{\text{ISS}} \cdot \left(\frac{1}{r_{\text{jord}} + h_{\text{ISS,lav}}} - \frac{1}{r_{\text{jord}} + h_{\text{ISS,høj}}} \right) =$$

$$\frac{1}{2} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 300 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \left(\frac{1}{6371000 \text{ m} + 338000 \text{ m}} - \frac{1}{6371000 \text{ m} + 345000 \text{ m}} \right) =$$

$$\underline{\underline{9288749319 \text{ J} = 9,29 \text{ GJ}}}$$

Opgave 7: Skøjteløber

- a) Det antages, at skøjteløberen vejer 55kg. Skøjterne vurderes at have bredden 0,5cm og længden 15cm, og det antages, at skøjteløberen kun bruger én skøjte ad gangen, dvs. at al vægten fordelen på én fod.

Trykket på isen skyldes, at personen påvirkes nedad af tyngdekraften, så man har:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F_t}{A_{\text{skøjte}}} = \frac{m \cdot g}{l_{\text{skøjte}} \cdot b_{\text{skøjte}}} = \frac{55 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,15 \text{ m} \cdot 0,005 \text{ m}} = 720133 \text{ Pa} = \underline{\underline{7 \text{ bar}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

August 2009

Opgave 1: Verdens højest beliggende jernbane

$$a) \frac{E_{\text{modtaget}}}{A} = \frac{P \cdot \Delta t}{A} = 430 \frac{W}{m^2} \cdot 8,0 \cdot 3600s = 12384000 \frac{J}{m^2} = 12,4 \frac{MJ}{m^2}$$

- b) Det er ikke muligt at komme med et kvalificeret bud på, hvor stor en procentdel af energien, der vil gå til smeltningen, da det bl.a. afhænger af isens tykkelse og gennemsigtighed. Så det antages, at al energi afsættes i det lag, der smelter, hvor man så bare skal være opmærksom på, at det bliver den øvre grænse for lagtykkelsen, der bestemmes:

Isen skal først opvarmes til smeltepunktet, hvorefter den skal smeltes. Med 41,5MJ til rådighed (svarende til 1m²) får man:

$$E_{\text{tilført}} = m_{\text{is}} \cdot c_{\text{is}} \cdot \Delta T + m_{\text{is}} \cdot L_{\text{s, is}} \Leftrightarrow m_{\text{is}} = \frac{E_{\text{tilført}}}{c_{\text{is}} \cdot \Delta T + L_{\text{s, is}}}$$

$$m_{\text{is}} = \frac{41,5 \cdot 10^6 J}{2,1 \cdot 10^3 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 5,0^\circ C + 334 \cdot 10^3 \frac{J}{kg}} = 120,46444 kg$$

Den specifikke varmekapacitet og smeltevarmen for is er fundet på side 153 i databogen (1998-udgaven).

Isens densitet findes på side 152, og den benyttes til at omregne massen til et rumfang:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{120,46444 kg}{0,92 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3}} = 0,1309396 m^3$$

Da det var et område på 1m², svarer dette til en dybde på: $d_{\text{is}} = 0,1309396 m = \underline{\underline{13cm}}$

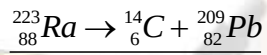
Dette er som nævnt en øvre grænse.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 2: Eksotisk henfald

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) Ved opslag i det periodiske system ses Ra (radium) at være grundstof nr. 88, og kulstof er nr. 6, så ved at benytte ladningsbevarelse ($88 = 6 + 82$) og nukleontalsbevarelse ($223 = 14 + 209$), samt i det periodiske system at se, at grundstof nr. 82 er bly (Pb), får man:



Der er ingen leptoner involveret i henfaldet.

For at finde masseændringen, skal man egentlig regne på kernemasser, men da lige mange elektroner skulle trækkes fra på begge sider, kan man nøjes med at regne på atommasser, som slås op under "Nuklidens masse og bindingsenergi" begyndende side 219 i databogen (1998-udgaven):

$$\Delta m = m_{\text{højresiden}} - m_{\text{venstresiden}} = m_{\text{Pb-209-atom}} + m_{\text{C-14-atom}} - m_{\text{Ra-223-atom}} =$$

$$208,981065u + 14,00324198u - 223,018501u = -0,03419402u < 0 \text{ (energifrigivelse)}$$

$$Q = -\Delta m \cdot 931,4943 \frac{\text{MeV}}{u} = 0,03419402u \cdot 931,4943 \frac{\text{MeV}}{u} = 31,8515347241 \text{ MeV} = \underline{\underline{31,85 \text{ MeV}}}$$

- b) I databogen under "Radioaktive nuklider" ses Ra-223 (som det også fremgår af opgaveteksten) at være alfa-radioaktiv, og halveringstiden for henfaldet er 11,435 døgn.

Man kender massen af Ra-223-atomer fra tidligere, så antallet af alfahenfald pr. minut (dette tidsrum er så kort, at man kan regne med en konstant mængde kerner hele tiden) kan beregnes ved at gange aktiviteten A med tidsrummet:

$$n_{\text{alfahenfald}} = A \cdot \Delta t = k \cdot N_{\text{kerner}} \cdot \Delta t = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot \frac{m_{\text{Ra-223-klump}}}{m_{\text{Ra-223-atom}}} \cdot \Delta t$$

$$n_{\text{alfahenfald}} = \frac{\ln(2)}{11,435 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \cdot \frac{2,0 \text{ g}}{223,01850u \cdot 1,66054 \cdot 10^{-24} \frac{\text{g}}{u}} \cdot 60 \text{ s} = 2,27335136 \cdot 10^{17}$$

Dette er antallet af alfahenfald, og dermed er antallet af C-14-henfald:

$$n_{\text{C-14-henfald}} = \frac{n_{\text{alfahenfald}}}{1,2 \cdot 10^9} = \frac{2,27335 \cdot 10^{17}}{1,2 \cdot 10^9} = 189445947 = \underline{\underline{1,89 \cdot 10^8}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 3: Brud på lysleder

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) Lyset reflekteres og bevæger sig altså frem og tilbage, dvs. tiden ind til bruddet er kun det halve af den målte tid, og da lysets hastighed i lyslederen kan beregnes ud fra brydningsindekset, kan afstanden ind til bruddet bestemmes ved:

$$\Delta s = v \cdot \Delta t = \frac{c}{n} \cdot \frac{t_{\text{målt}}}{2} = \frac{299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,453} \cdot \frac{0,186 \cdot 10^{-3} \text{s}}{2} = 19188,3679 \text{m} = \underline{\underline{19,2 \text{km}}}$$

- b) Det tilladte effekttab er på:

$$dB_{\text{tab}} = 10 \cdot \log \left(\frac{P_{\text{ind}}}{P_{\text{ud}}} \right) = 10 \cdot \log \left(\frac{920 \mu\text{W}}{12,0 \mu\text{W}} \right) = 18,846066 \text{dB}$$

Da effekttabet er på 0,19dB/km, svarer dette til:

$$\Delta s = \frac{18,846066 \text{dB}}{0,19 \frac{\text{dB}}{\text{km}}} = 99,18982 \text{km}$$

Da lysstrålen både skal frem og tilbage, svarer dette til et kabelstykke med længden:

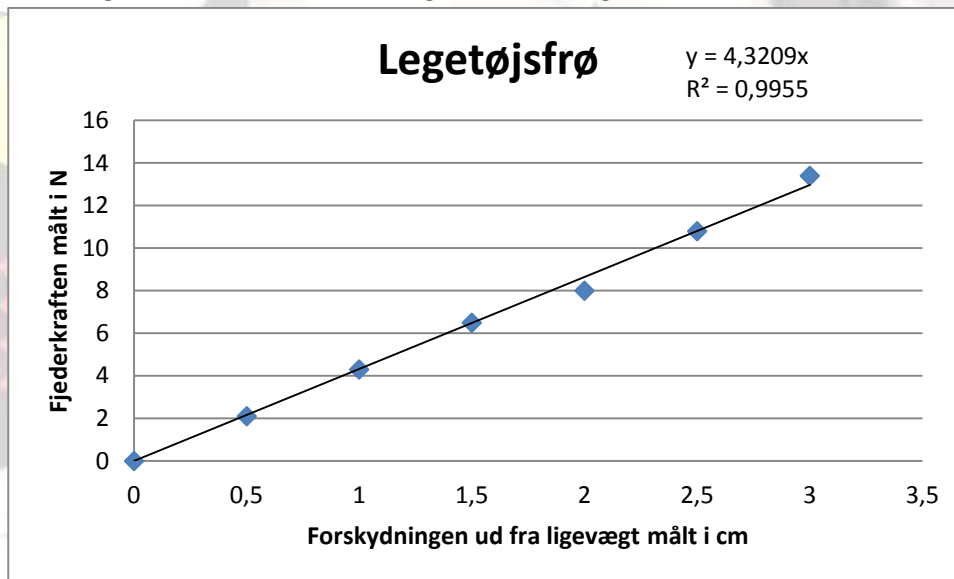
$$l_{\text{kabelstykke}} = \frac{\Delta s}{2} = \frac{99,18982 \text{km}}{2} = 49,5949 \text{km} = \underline{\underline{50 \text{km}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 4: Legetøjsfrø

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) Hookes lov siger, at $F = k \cdot x$, hvor x er forskydningen ud fra ligevægtsstillingen, F er fjederkraften vendt mod ligevægtsstillingen og k er fjederkonstanten. Dermed kan fjederkonstanten findes ved at lave lineær regression på tallene fra tabellen og tvinge grafen gennem (0,0), hvorefter hældningskoefficienten er k . Dette gøres i Excel, og man får:



Forskydningen er målt i cm, så man får:

$$k = 4,3209 \frac{N}{cm} = 432,09 \frac{N}{m} = 0,43 \frac{kN}{m}$$

(hvis grafen ikke tvinges gennem (0,0) fås de angivne 0,44kN/m).

- b) Den potentielle energi i fjederen, når den er trykket 2,5cm ned fra ligevægt er:

$$E_{pot, fjeder} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot 432,09 \frac{N}{m} \cdot (0,025m)^2 = 0,135028125J$$

Denne energi omdannes i første omgang til kinetisk energi, så frøen hopper, og i toppen af hoppet er denne kinetiske energi omdannet til potentiel energi. Dvs. fjederens potentielle energi er blevet til potentiel energi i tyngdefeltet.

Med den energi, der er til rådighed, kan 13,2g hæves:

$$E_{pot, tyngdefeltet} = m \cdot g \cdot h \Leftrightarrow h = \frac{E_{pot, tyngdefeltet}}{m \cdot g} = \frac{E_{pot, fjeder}}{m \cdot g} = \frac{0,135028J}{0,0132kg \cdot 9,82 \frac{m}{s^2}} = 1,041691m$$

Hvis det meste af massen er placeret i frøen og fjederen, skal der trækkes knap 2,5cm fra dette tal, men samlet set kan det vurderes, at frøen hopper 1,0m opad.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 5: Svævebane

- a) Da manden bevæger sig med konstant hastighed, er den resulterende kraft 0.
De tre kræfter, der virker på manden, er:

Kraft nr. 1:

Tyngdekraften F_t : Har retning lodret nedad og størrelsen $F_t = m \cdot g = 72 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 707,04 \text{ N}$.

Med den angivne målestok, kan kraften indtegnes på bilaget.

Kraft nr. 2:

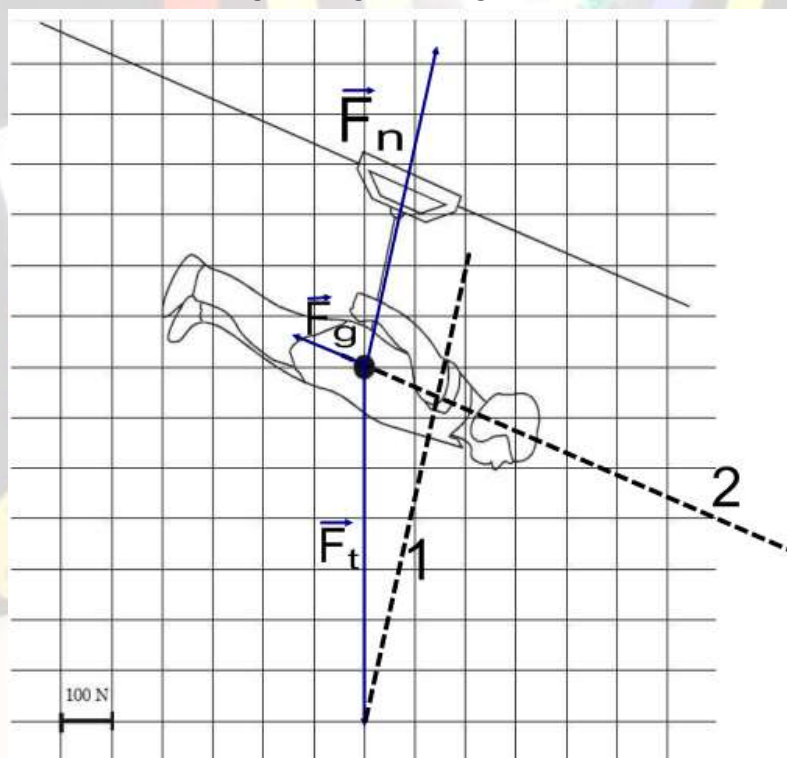
Kraften fra snoren ned til selen F_s : Snoren kan kun trække, dvs. denne kraft har samme retning som snoren peger. Der tegnes altså en stiplet linje (linje 1), der er parallel med snoren, og som går gennem endepunktet af tyngdekraften (se figur).

Kraft nr. 3:

Gnidningsmodstanden (inkluderer luftmodstanden) F_g : Den har samme retning som bevægelsen, og derfor tegnes en stiplet linje (linje 2) parallel med bevægelsesretningen og gennem massemidtpunktet (se figur).

Da den resulterende kraft som nævnt er nul, skal kræfterne lagt sammen som vektorer give nulvektoren, og dermed kan normalkraften tegnes fra endepunktet af tyngdekraften og op til linje 2, hvorefter den flyttes, så den får begyndelsespunkt i massemidtpunktet.

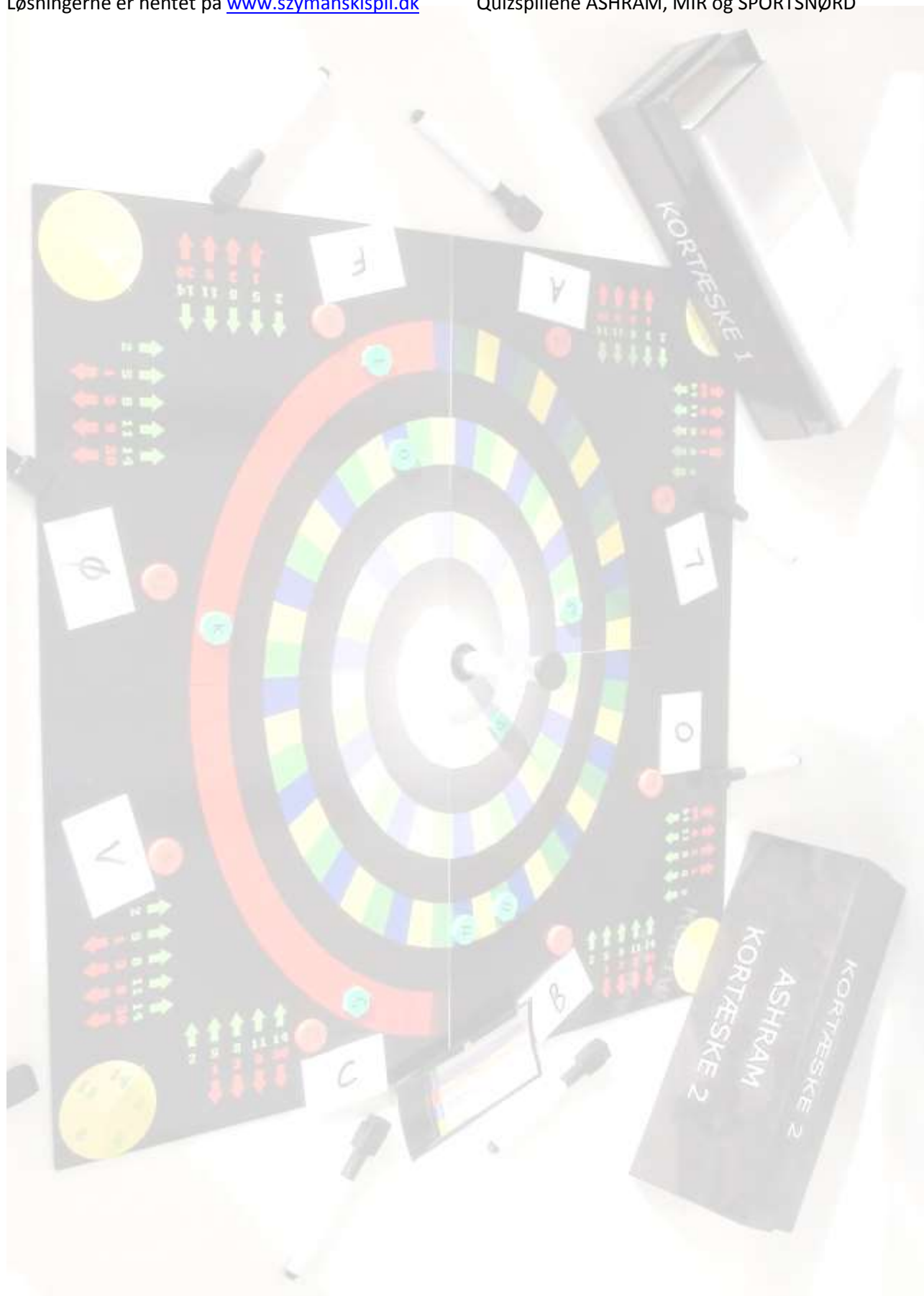
Gnidningsmodstanden kan så tegnes så det punkt, hvor linjerne 1 og 2 skærer og ind til massemidtpunktet, hvorefter den flyttes, så begyndelsespunktet er massemidtpunktet. På denne måde har vektorerne fået både rigtige retninger og længder, da retningerne er fastlagt som beskrevet ovenfor, og da længderne følger af, at den resulterende kraft er nul.





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
 Opgave 6: Skibsforlis

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) Da gennemsnitsfarten og strækningen kendes, kan den benyttede tid findes:

$$v_{gen} = \frac{\Delta s}{t} \Leftrightarrow t = \frac{\Delta s}{v_{gen}} = \frac{5550 \cdot 10^3 m}{12,0 \frac{m}{s}} = 462500 s = \underline{\underline{5,4 \text{ døgn}}}$$

- b) Da de to færger hænger sammen efter sammenstødet (fuldstændig uelastisk sammenstød), kan tabet i kinetisk energi bestemmes ved:

$$\begin{aligned} E_{kin, tab} &= -Q = -\Delta E_{kin} = E_{kin, før} - E_{kin, efter} = \\ &= \frac{1}{2} \cdot m_{AD} \cdot u_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_S \cdot u_2^2 - \frac{1}{2} \cdot (m_{AD} + m_S) \cdot v_{fælles}^2 = \\ &= \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 10^6 kg \cdot \left(11,3 \frac{m}{s}\right)^2 + \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 10^6 kg \cdot \left(9,8 \frac{m}{s}\right)^2 - \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 10^6 kg \cdot \left(10,4 \frac{m}{s}\right)^2 = \\ &= \underline{\underline{269400000 J = 0,27 GJ}} \end{aligned}$$

- c) Ved sammenstødet er den samlede bevægelsesmængde bevaret.

Bevægelsesmængden i vandret retning må altså efter sammenstødet være:

$$\begin{aligned} p_{efter, vandret} &= p_{før, vandret} = p_{før, AD} + p_{før, S} \cdot \cos(33^\circ) = m_{AD} \cdot u_1 + m_S \cdot u_2 \cdot \cos(33^\circ) = \\ &= 40 \cdot 10^6 kg \cdot 11,3 \frac{m}{s} + 20 \cdot 10^6 kg \cdot 9,8 \frac{m}{s} \cdot \cos(33^\circ) = 616379431 kg \cdot \frac{m}{s} \end{aligned}$$

Bevægelsesmængden i lodret retning er:

$$\begin{aligned} p_{efter, lodret} &= p_{før, lodret} = p_{før, S} \cdot \sin(33^\circ) = m_S \cdot u_2 \cdot \sin(33^\circ) = \\ &= 20 \cdot 10^6 kg \cdot 9,8 \frac{m}{s} \cdot \sin(33^\circ) = 106749251 kg \cdot \frac{m}{s} \end{aligned}$$

Størrelsen af bevægelsesmængden er dermed:

$$p_{efter} = \sqrt{p_{efter, vandret}^2 + p_{efter, lodret}^2} = 625554958 kg \cdot \frac{m}{s}$$

Så kan den fælles fart bestemmes:

$$v_{fælles} = \frac{p_{efter}}{m_{AD} + m_S} = \frac{625554958 kg \cdot \frac{m}{s}}{40 \cdot 10^6 kg + 20 \cdot 10^6 kg} = 10,4259 \frac{m}{s} = \underline{\underline{10,4 \frac{m}{s}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 7: Kobberlaser

- a) Bølgelængderne omregnes til energier (i enheden aJ):

$$E_{\text{foton}} = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$E_{\text{foton},1} = \frac{6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{510,6 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 3,89043 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0,3890 \text{ aJ}$$

$$E_{\text{foton},2} = \frac{6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{578,2 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 3,43558 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0,3456 \text{ aJ}$$

Laseren fungerer ved, at atomet pumpes op til en exciteret tilstand, hvorfra den henfalder til en lavere exciteret tilstand, hvor den ved stimulering med en foton kan henfalde igen til en endnu lavere tilstand, og dette kan lade sig gøre, hvis atomet anslåes til tilstand D, henfalder til tilstand C, hvorfra laserlyset udsendes, når atomet henfalder fra tilstand C til enten tilstand B eller tilstand A. Derfor undersøges det, om energiforskellene mellem C og B samt C og A passer med energierne af fotonerne:

$$E_C - E_B = 0,6066 \text{ aJ} - 0,2631 \text{ aJ} = 0,3435 \text{ aJ}$$

$$E_C - E_A = 0,6066 \text{ aJ} - 0,2225 \text{ aJ} = 0,3841 \text{ aJ}$$

Disse tal stemmer faktisk ikke helt overens inden for den opgivne nøjagtighed, men det er de bedste muligheder, og afvigelserne skyldes sandsynligvis, at opgavestillerne har forestillet sig, at man regner med afrundede værdier for Plancks konstant og lysets hastighed.

Så de pågældende overgange må altså være C→B og C→A.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

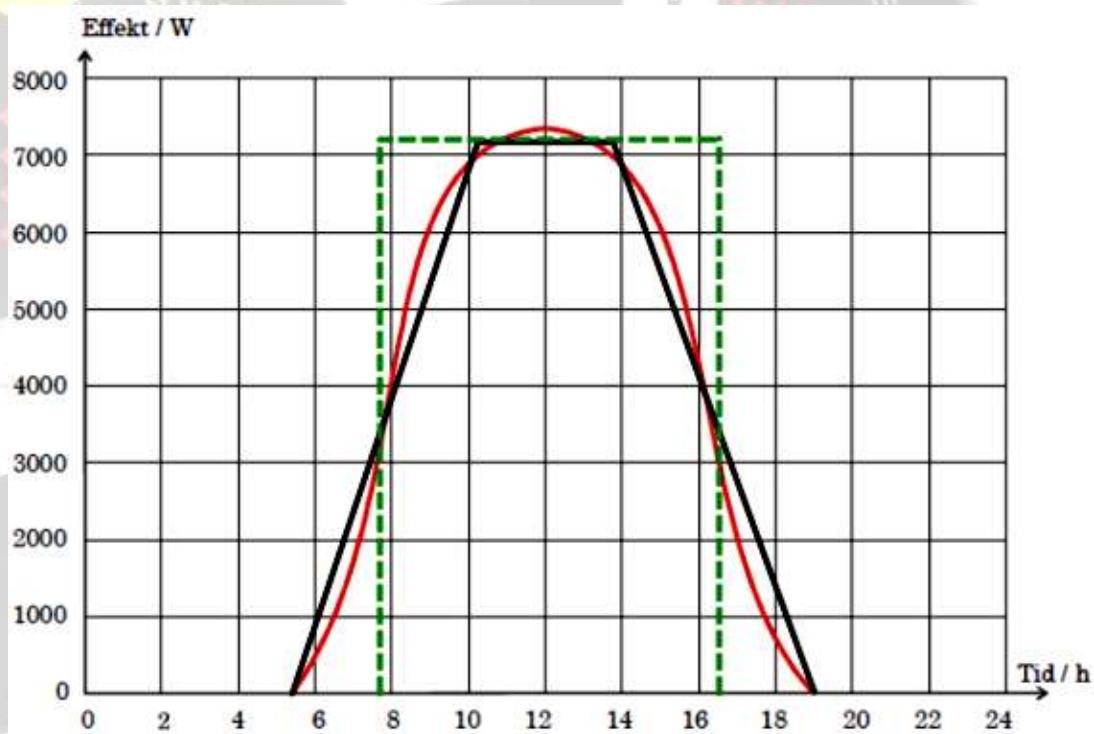
Opgave 8: Solcelledrevet vandpumpe

- a) Man kender den afsatte effekt og spændingsfaldet, så strømstyrken kan beregnes ved:

$$P_{\text{afsat}} = U \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{P_{\text{afsat}}}{U} = \frac{165W}{24V} = 6,875A = \underline{\underline{6,9A}}$$

- b) Den tilførte solenergi kan bestemmes som arealet under grafen, da det er en (t,P)-graf, og da:

$$P(t) = \frac{dE(t)}{dt} \Leftrightarrow E = \int P(t)dt$$



Arealet bestemmes ved først at tegne et trapez (den sorte figur), hvor lige store dele af arealet skal ligge udenfor som indenfor. Derefter tegnes et rektangel med et lige så stort areal som trapezet (sidelængden gennemsnittet af trapezets sidelængder). Arealet (energien) bliver så:

$$E_{\text{sol}} = (16,4 - 7,7) \cdot 3600s \cdot 7200W = 225504000J = 0,23GJ$$

Da kun 4,8% af denne energi udnyttes, og da udnyttes svarer til en omdannelse til potentiel energi, har man så:

$$\Delta E_{\text{pot}} = 0,048 \cdot E_{\text{sol}} = 0,048 \cdot 0,225504GJ = 10824192J = 11MJ$$

Der regnes med en densitet for vand på $1,0g/cm^3$, og da brønden er 80m dyb får man altså:

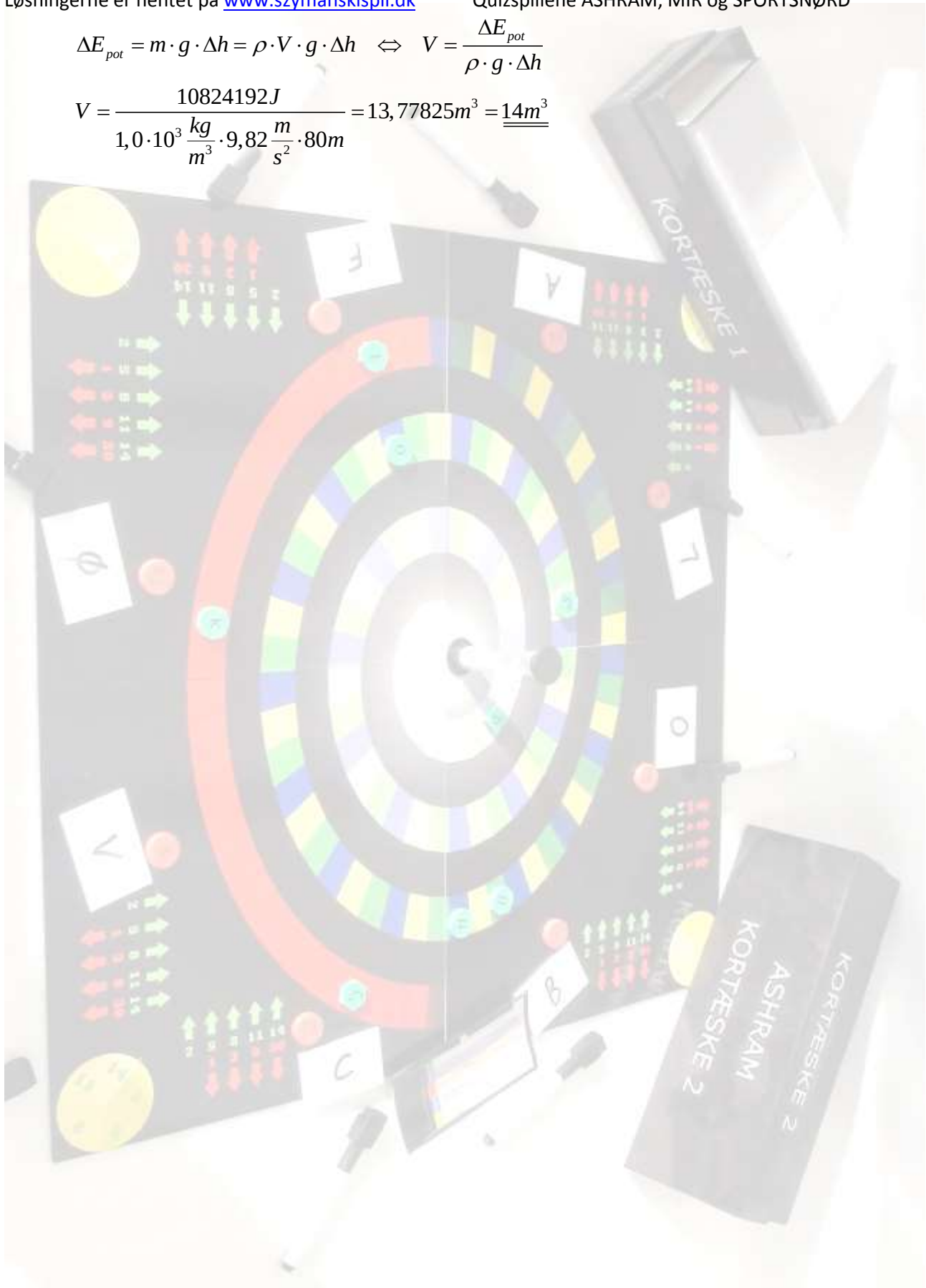


Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$\Delta E_{pot} = m \cdot g \cdot \Delta h = \rho \cdot V \cdot g \cdot \Delta h \Leftrightarrow V = \frac{\Delta E_{pot}}{\rho \cdot g \cdot \Delta h}$$

$$V = \frac{10824192J}{1,0 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,82 \frac{m}{s^2} \cdot 80m} = 13,77825m^3 = \underline{\underline{14m^3}}$$





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

December 2009

Opgave 1: Lys i svømmebassin

- a) Effekten og spændingsfaldet kendes, så strømstyrken kan beregnes ved:

$$P = U \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{150W}{230V} = 0,65217391A = \underline{\underline{0,65A}}$$

- b) Grænsevinklen, der også er den mindste indfaldsvinkel en lysstråle må ramme grænsefladen med, hvis (alt) lyset skal forblive i lyslederens kerne, bestemmes ud fra de opgivne brydningsindeks:

$$i_g = \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{1,403}{1,492}\right) = 70,110169^\circ = \underline{\underline{70,1^\circ}}$$

- c) Man kender effekttabet efter 12m, men skal kende det efter 1m for at kunne udregne det i enheden dB/m. Effekten aftager eksponentielt, og man har så:

$P(x) = P(0) \cdot e^{-\alpha \cdot x}$, hvor α er den konstant. Denne konstant bestemmes:

$$0,57 \cdot P(0) = P(0) \cdot e^{-\alpha \cdot 12m} \Leftrightarrow e^{-\alpha \cdot 12m} = 0,57 \Leftrightarrow -\alpha \cdot 12m = \ln(0,57) \Leftrightarrow$$

$$\alpha = -\frac{\ln(0,57)}{12m} = 0,04684324m^{-1}$$

Hermed kan det procentvise fald i effekten pr. meter bestemmes:

$$\frac{P(1m)}{P(0)} = \frac{P(0) \cdot e^{-\alpha \cdot 1m}}{P(0)} = e^{-0,046843m^{-1} \cdot 1m} = 0,954236969$$

Udtrykt i dB pr. meter bliver dette:

$$dB_{tab} = 10 \frac{dB}{m} \cdot \log\left(\frac{P_{ind}}{P_{ud}}\right) = 10 \frac{dB}{m} \cdot \log\left(\frac{P(0)}{P(1m)}\right) = 10 \frac{dB}{m} \cdot \log\left(\frac{1}{0,9542369}\right) =$$

$$0,20343762 \frac{dB}{m} = \underline{\underline{0,2 \frac{dB}{m}}}$$

Opgave 2: Sporvogn i San Francisco

- a) Kablet ligger mellem skinnerne (ifølge opgaveteksten), og det trækker dermed i vognens bevægelsesretning, hvorfor der gælder:

$$P = F \cdot v \Leftrightarrow F = \frac{P}{v} = \frac{380 \cdot 10^3 W}{15 \cdot \frac{1000m}{3600s}} = 91200N = \underline{\underline{9 \cdot 10^4 N}}$$

- b) Sporvognen kører med konstant fart, så den resulterende kraft på den er nul. Den påvirkes af tyngdekraften, gnidningskraften, normalkraften og trækraften fra kablet. Trækraften $F_{træk}$ er ensrettet med bevægelsesretningen. Gnidningskraften F_g er modsatrettet bevægelsesretningen. Normalkraften F_n peger vinkelret op fra underlaget.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
 Tyngdekraften F_t peger lodret nedad.

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Trækkraften er angivet til at være 124kN, og med den anviste målestok kan den indtegnes på bilaget.

Tyngdekraften beregnes: $F_t = m \cdot g = 1,5 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 147300 \text{ N} = 147,3 \text{ kN}$. Dette indtegnes på bilaget.

Den komponent af tyngdekraften, der står vinkelret på underlaget (se den sorte, stiplede pil på bilaget), må udlignes af normalkraften, da hverken trækkraften eller gnidningskraften har komponenter i denne retning. Dermed kan normalkraftens størrelse bestemmes ved at regne på den retvinklede trekant dannet af tyngdekraften og den sorte, stiplede pil:

$$F_n = \cos(21^\circ) \cdot F_t = \cos(21^\circ) \cdot 147300 \text{ N} = 137516,3968 \text{ N} = 137,5 \text{ kN}$$

Dette indtegnes på bilaget.

Gnidningskraften kan bestemmes ved at kigge på tyngdekraften og trækkraften, fordi normalkraften står vinkelret på gnidningskraften og dermed ikke har en komponent i dennes retning.

Gnidningskraften må sammen med den del af tyngdekraften, der peger i underlagets retning, udligne trækkraften. Når der ses på størrelserne af kræfterne, har man altså:

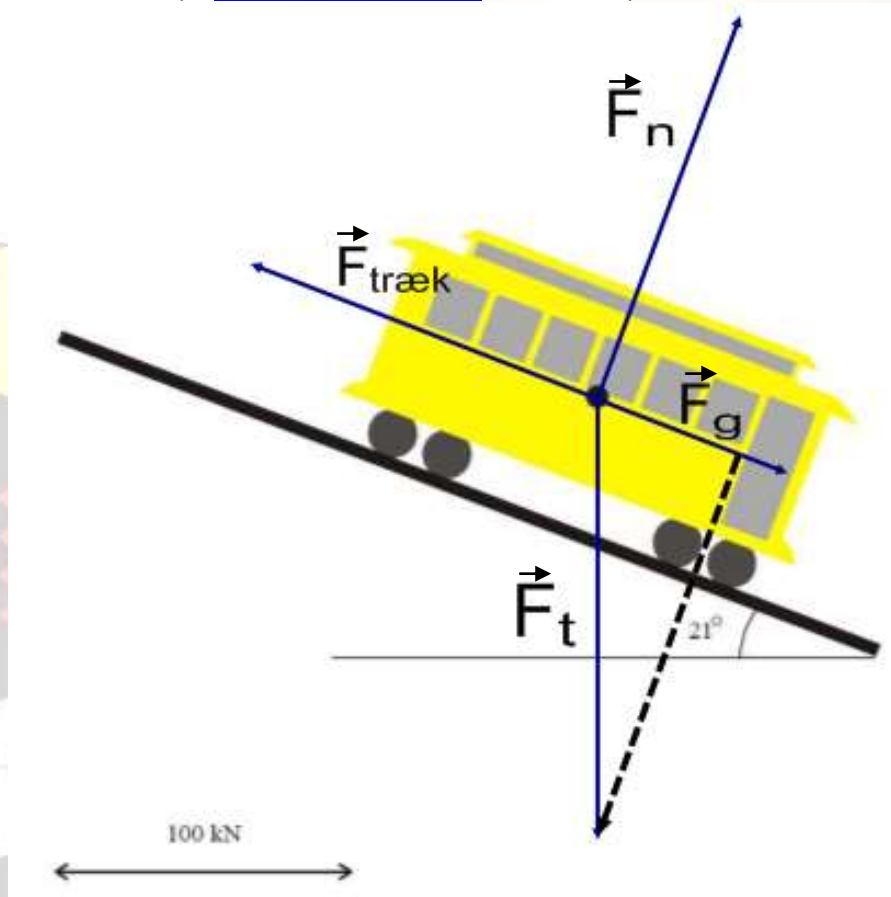
$$F_g = F_{\text{træk}} - F_{t, \text{underlagskomponent}} = F_{\text{træk}} - \sin(21^\circ) \cdot F_t = 124 \text{ kN} - \sin(21^\circ) \cdot 147,3 \text{ kN} = 71,2124 \text{ kN} = \underline{7 \cdot 10^4 \text{ N}}$$

Dette indtegnes på bilaget:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD



Opgave 3: Globtik Tokyo

- a) Da både farten og massen kendes, kan den kinetiske energi bestemmes ved:

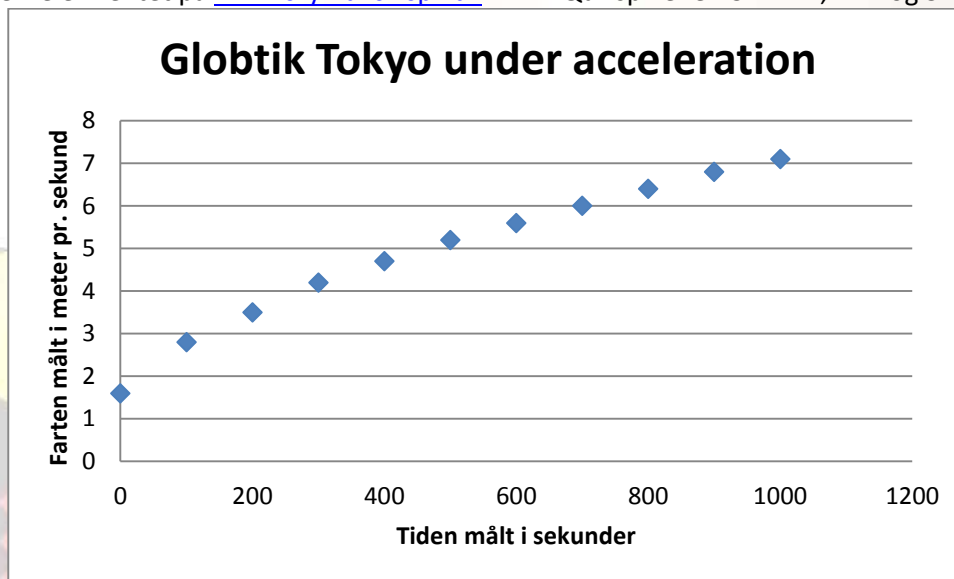
$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 6,5 \cdot 10^8 \text{ kg} \cdot \left(7,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 1,6848 \cdot 10^{10} \text{ J} = \underline{\underline{1,68 \cdot 10^{10} \text{ J}}}$$

- b) Der er målt for hver 100s, så tidsintervallerne er lige store, og det ses også, at hastigheden ændrer sig, samt at ændringen IKKE er konstant i de lige store tidsintervaller. Dvs. at det er hverken en bevægelse med konstant hastighed eller acceleration. Man kunne godt forsøge at finde en forskrift for en funktion, der beskrev accelerationen, men det er ikke nødvendigt for at kunne løse opgaverne b) og c), og desuden ses det på punkterne, at der ikke er nogen simpel forskrift, der kan beskrive accelerationen, da punkterne først lægger sig på en bue og derefter danner noget, der kunne minde om en ret linje:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD



Spørgsmålet besvares derfor ud fra punkterne i tabellen:

For at bestemme accelerationen ved $t = 400s$, ses på de to punkter på hver side, hvilket ligner en god tilnærmelses, da farten er ændret lige meget til begge sider. Man har altså:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5,2 \frac{m}{s} - 4,2 \frac{m}{s}}{500s - 300s} = \frac{1,0 \frac{m}{s}}{200s} = \underline{\underline{0,0050 \frac{m}{s^2}}}$$

c) For at finde den sejlede strækning på de 1000s, ses på gennemsnitsfarten i hvert interval:

$$\Delta s = \sum v_{gen} \cdot \Delta t = \left(\frac{1,6+2,8}{2} + \frac{2,8+3,5}{2} + \frac{3,5+4,2}{2} + \dots + \frac{6,4+6,8}{2} + \frac{6,8+7,1}{2} \right) \frac{m}{s} \cdot 100s =$$

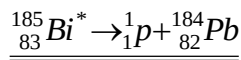
$$\left(\frac{1,6}{2} + 2,8 + 3,5 + 4,2 + 4,7 + 5,2 + 5,6 + 6,0 + 6,4 + 6,8 + \frac{7,1}{2} \right) \frac{m}{s} \cdot 100s = 4955m = \underline{\underline{5,0km}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 4: Protonhenfald

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) I det periodiske system ses bismuth at være grundstof nr. 83. Henfaldsskemaet bliver:



Protonen er angivet som ${}_1^1\text{p}$, men den kunne også være angivet som en hydrogenkerne ${}_1^1\text{H}$.

Ladningsbevarelsen giver, at datterkernen er grundstof nr. 82, der i det periodiske system ses at være bly, Pb. Nukleontalsbevarelsen fortæller, at Pb-isotopen skal have 184 nukleoner.

Der indgår ingen leptoner i regnskabet.

- b) Da aktiviteten er faldet til 20,7% efter 100 mikrosekunder, kan halveringstiden bestemmes ved:

$$A(t) = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$0,207 \cdot A_0 = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{100 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{T_{1/2}}} \Leftrightarrow$$

$$0,207 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{100 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{T_{1/2}}} \Leftrightarrow$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln(0,5)}{\ln(0,207)} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 44,0083253 \cdot 10^{-6} \text{ s} = \underline{\underline{44 \mu\text{s}}}$$

- c) Der spørges om massen af Bi-185-atomet, så der regnes med atommasser i stedet for kernemasser. Først bestemmes massen af højresiden i henfaldsskemaet:

$$m_{\text{højreside}} = m_{\text{Pb-184}} + m_{\text{H-1}} = 183,9881u + 1,00782504u = 184,99592504u$$

Da Q-værdien er positiv (der frigives energi), er massen af venstresiden (Bi-185 i exciteret form) større end ovenstående masse. HVIS henfaldet kunne være foregået fra den ikke exciterede tilstand, ville Q-værdien have været: $Q = 0,2554 \text{ pJ} - 0,0352 \text{ pJ} = 0,2202 \text{ pJ}$. Denne energi kan omregnes til masse, og dermed kan massen af Bi-185 i ikke exciteret tilstand bestemmes:

$$m_{\text{Bi-185}} = m_{\text{højreside}} + \frac{E}{c^2} = 184,99592504u + \frac{0,2202 \cdot 10^{-12} \text{ J}}{\left(299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \cdot \frac{1}{1,66054 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg}}{u}} =$$

$$184,99740049703u = \underline{\underline{184,9974u}}$$

Opgave 5: Håndvarme

- a) Det vurderes, at man pr. sekund kan nå at gnide hænderne 5 gange frem og tilbage, hvor hver bevægelse strækker sig over 10 cm, dvs. det pr. sekund drejer sig om en bevægelse over 100cm. Hver hånd presser med en kraft på 200N (svarende til at skubbe ca. 20kg opad) mod hinanden, dvs. der regnes med en normalkraft på 400N, og hvis gnidningskoefficienten sættes til 0,1, giver det en gnidningskraft på 40N.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Det udførte arbejde er så: $A = F \cdot \Delta s = 40\text{ N} \cdot 1,0\text{ m} = 40\text{ J}$, og da det foregik på et sekund, bliver det til en effekt på: $P = \underline{\underline{40\text{ W}}}$

Opgave 6: Lasersvejsning

- a) Man kender nyttevirkningen η og effekten af laseren, så energiforbruget pr. time bliver:

$$\eta = \frac{E_{\text{laser}}}{E_{\text{tilført}}} \Leftrightarrow E_{\text{tilført}} = \frac{E_{\text{laser}}}{\eta} = \frac{P_{\text{laser}} \cdot \Delta t}{\eta} = \frac{12 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s}}{0,11} = 392727272,7 \text{ J} = \underline{\underline{0,4\text{ GJ}}}$$

- b) Den maksimale fart svarer til, at der ikke afgives energi til omgivelserne, og at det kun er det område, som laserstrålen rammer, der bliver opvarmet.

For at smelte pladen, skal den først opvarmes til 1515°C , hvorefter den skal skifte fase fra fast til flydende. På 1s afgiver laserstrålen 12kJ, og denne energimængde kan smelte følgende stålmasse:

$$E_{\text{tilført}} = m_{\text{stål}} \cdot c_{\text{stål}} \cdot \Delta T + m_{\text{stål}} \cdot L_{s,\text{stål}} \Leftrightarrow m_{\text{stål}} = \frac{E_{\text{tilført}}}{c_{\text{stål}} \cdot \Delta T + L_{s,\text{stål}}}$$

$$m_{\text{stål}} = \frac{12 \cdot 10^3 \text{ J}}{620 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (1515 - 20)^\circ\text{C} + 2,47 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 0,0102223358\text{ kg}$$

Da man kender densiteten af stålet, kan man omregne massen til et rumfang:

$$V_{\text{stål}} = \frac{m_{\text{stål}}}{\rho_{\text{stål}}} = \frac{0,0102223358\text{ kg}}{7,86 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1,3005516 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 1300,55\text{ mm}^3$$

Det smeltede område regnes som en kasse, og da tykkelsen (højden) er 12,0mm og bredden af strålen 4,0mm, svarer dette rumfang til en kasselængde på:

$$V = h \cdot b \cdot l \Leftrightarrow l = \frac{V}{h \cdot b} = \frac{1300,55\text{ mm}^3}{12,0\text{ mm} \cdot 4,0\text{ mm}} = 27,0948\text{ mm}$$

Denne længde kan strålen bevæge sig på 1 sekund, så den maksimale fart er: $v_{\text{maks}} = \underline{\underline{2,7 \frac{\text{cm}}{\text{s}}}}$

Opgave 7: Laser

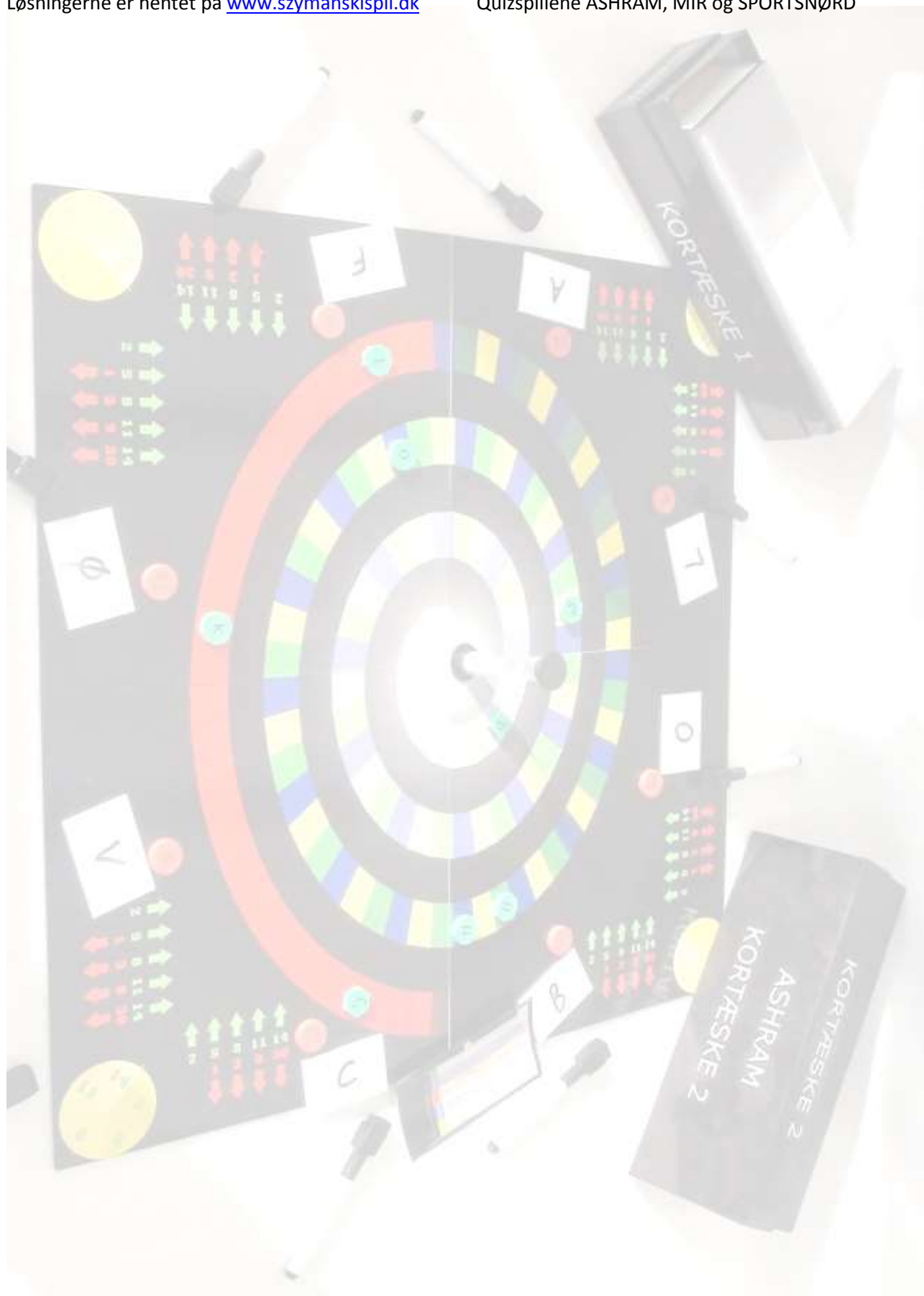
- a) Gassen pumpes op i den exciterede tilstand B, hvorefter den henfalder til tilstand A. Det er fra denne tilstand til grundtilstanden, at den stimulerede emission foregår, dvs. at laserstrålingen får bølgelængden:

$$E_{\text{foton}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{E_{\text{foton}}} = \frac{6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 299792458 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,1282 \cdot 10^{-18} \text{ J} - 0 \text{ J}} = 1,5495 \cdot 10^{-6} \text{ m} = \underline{\underline{1550\text{ nm}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

27.maj 2010

Opgave 1. Afbrænding af peanuts.

- a) Da den frigivne energi inden for et angivet tidsrum er kendt, kan effekten P bestemmes ud fra definitionen på begrebet:

$$P_{\text{gen}} = \frac{E_{\text{frigivet}}}{\Delta t} = \frac{5,8 \cdot 10^3 \text{ J}}{90 \text{ s}} = 64,4444 \text{ W} = \underline{64 \text{ W}}$$

- b) De specifikke varmekapaciteter for aluminium og vand findes i Databogen (henholdsvis side 142 og 147 i 1998-udgaven): $c_{\text{Al}} = 896 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ og $c_{\text{vand}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

$$c_{\text{Al}} = 896 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \text{ og } c_{\text{vand}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Hermed kan energitilvæksten for dåse og vand bestemmes:

$$\begin{aligned} \Delta E_{\text{dåse+vand}} &= \Delta E_{\text{dåse}} + \Delta E_{\text{vand}} = m_{\text{dåse}} \cdot c_{\text{Al}} \cdot \Delta T + m_{\text{vand}} \cdot c_{\text{vand}} \cdot \Delta T = \\ &= 0,014 \text{ kg} \cdot 896 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 8,3 \text{ K} + 0,142 \text{ kg} \cdot 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 8,3 \text{ K} = 5030,6632 \text{ J} \end{aligned}$$

Fra teksten til spørgsmål a) kendes den frigivne (tilførte) energi, og energien modtaget af dåse og vand kendes fra spørgsmål b). Hermed kan nyttevirkningen bestemmes:

$$\eta = \frac{E_{\text{nyttig}}}{E_{\text{tilført}}} = \frac{5030,6632 \text{ J}}{5,8 \cdot 10^3 \text{ J}} = 0,86735572413793 = \underline{87\%}$$

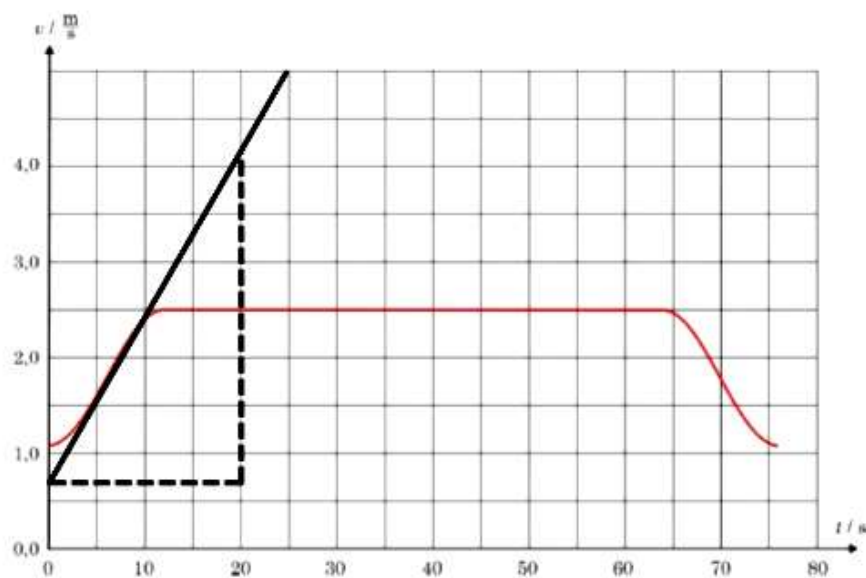


Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

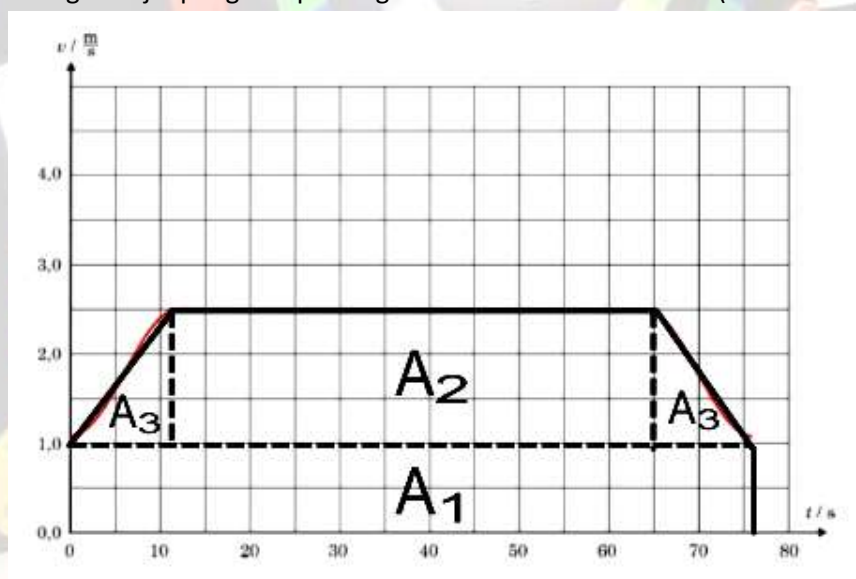
Opgave 2. Rullende fortov

- a) Det er en (t,v)-graf, så accelerationen til et bestemt tidspunkt kan bestemmes som hældningen for tangenten til grafen det pågældende sted. Derfor indtegnes tangenten på bilaget:



$$a(5,0s) = \frac{(4,2 - 0,7) \frac{m}{s}}{20s} = \frac{3,5 \frac{m}{s}}{20s} = \underline{\underline{0,175 \frac{m}{s^2}}}$$

- b) Det er en (t,v)-graf, så den tilbagelagte strækning kan bestemmes som arealet under grafen. Der indtegnes hjælpefigurer på bilaget til at bestemmes arealet (de to trekanter har samme areal):





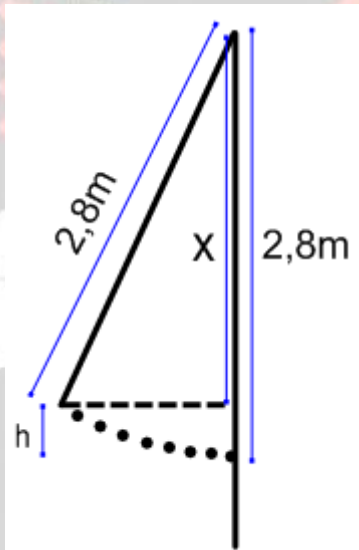
Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$l_{\text{fortov}} = A_1 + A_2 + 2 \cdot A_3 = 1,0 \frac{m}{s} \cdot 76s + 1,5 \frac{m}{s} \cdot (65 - 11)s + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,5 \frac{m}{s} \cdot 11s = 76m + 81m + 16,5m = 173,5m = \underline{\underline{174m}}$$

Opgave 3: Gynge

- a) Længden af kablerne vurderes ud fra drengens størrelse til at være 2,8m (Drengens overkrop vurderet til 70cm). Der regnes med, at drengen er på det højeste punkt, dvs. at han står stille, og det antages, at den mekaniske energi er bevaret (dvs. der ses bort fra luftmodstand, og der regnes med, at drengen sidder stille). Udsvingets vinkel vurderes til at være 30°.



Så er drengens højde over det laveste punkt:

$$h = 2,8m - x = 2,8m - 2,8m \cdot \cos(30^\circ) = 0,375m$$

Den potentielle energi omdannes til kinetisk energi:

$$E_{\text{kin,bund}} = -\Delta E_{\text{pot}}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{bund}}^2 = m \cdot g \cdot h \Leftrightarrow v_{\text{bund}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \frac{m}{s^2} \cdot 0,375m} = 2,7143 \frac{m}{s} = \underline{\underline{2,7 \frac{m}{s}}}$$

Opgave 4: Gasflaske med oxygen

- a) Gassen regnes som en idealgas, da det er simple molekyler og trykket ikke er voldsomt stort. Da rumfanget V og stofmængden n (et mål for antallet af gasmolekyler) ikke ændres ved temperaturstigningen, har man:

$$\left. \begin{array}{l} p_{\text{start}} \cdot V = n \cdot R \cdot T_{\text{start}} \\ p_{\text{slut}} \cdot V = n \cdot R \cdot T_{\text{slut}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_{\text{slut}}}{p_{\text{start}}} = \frac{T_{\text{slut}}}{T_{\text{start}}} \Leftrightarrow p_{\text{slut}} = \frac{T_{\text{slut}}}{T_{\text{start}}} \cdot p_{\text{start}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Det er den absolutte temperatur (dvs. f.eks. temperaturen målt i Kelvin), der indgår i formelen, så man har:

$$p_{\text{slut}} = \frac{T_{\text{slut}}}{T_{\text{start}}} \cdot p_{\text{start}} = \frac{(320 + 273,15) \text{ K}}{(18 + 273,15) \text{ K}} \cdot 21,3 \text{ MPa} = 43,393766 \text{ MPa} = \underline{\underline{43,4 \text{ MPa}}}$$

Opgave 5: Gliese 876

- a) Den udsendte stråling fra Gliese 876 udbreder sig på en kugleflade, dvs. den udsendte effekt P vil i den afstand, hvor Jorden befinder sig fra Gliese 876, have fordelt sig på et areal svarende til overfladearealet af en kugle med en radius svarende til afstanden mellem Jorden og Gliese 876:

$$I = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot d_{\text{Jord-Gliese}}^2} \Leftrightarrow P = I \cdot 4 \cdot \pi \cdot d_{\text{Jord-Gliese}}^2$$

$$P = 1,79 \cdot 10^{-11} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 4 \cdot \pi \cdot (1,45 \cdot 10^{17} \text{ m})^2 = 4,729322 \cdot 10^{24} \text{ W} = \underline{\underline{4,7 \cdot 10^{24} \text{ W}}}$$

- b) Temperaturen er et udtryk for den gennemsnitlige kinetiske energi, så først skal T bestemmes. Dette gøres med Wiens forskydningslov, da man kender den bølgelængde, hvor intensitetsfordelingen har sit maksimum:

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

$$T = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{833 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 3478,9916 \text{ K}$$

Hermed kan den gennemsnitlige kinetiske energi for partiklerne bestemmes:

$$E_{\text{kin, gen}} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = \frac{3}{2} \cdot 1,38066 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 3478,9916 \text{ K} = 7,2049568 \cdot 10^{-20} \text{ J} = \underline{\underline{7,20 \cdot 10^{-20} \text{ J}}}$$

- c) Tyngdekraften fra Gliese 876 udgør den nødvendige centripetalkraft for den jævne cirkelbevægelse, så man har:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$F_t = F_c$$

$$G \cdot \frac{M_{\text{Gliese}} \cdot m_{\text{planet}}}{r_{\text{bane}}^2} = m_{\text{planet}} \cdot \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_{\text{bane}}}{T_{\text{omløb}}^2}$$

$$M_{\text{Gliese}} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r_{\text{bane}}^3}{G \cdot T_{\text{omløb}}^2} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (3,097 \cdot 10^9 \text{ m})^3}{6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot (1,938 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s})^2} =$$

$$6,2683499 \cdot 10^{29} \text{ kg} = \underline{\underline{6,27 \cdot 10^{29} \text{ kg}}}$$





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 6: Bueskydning

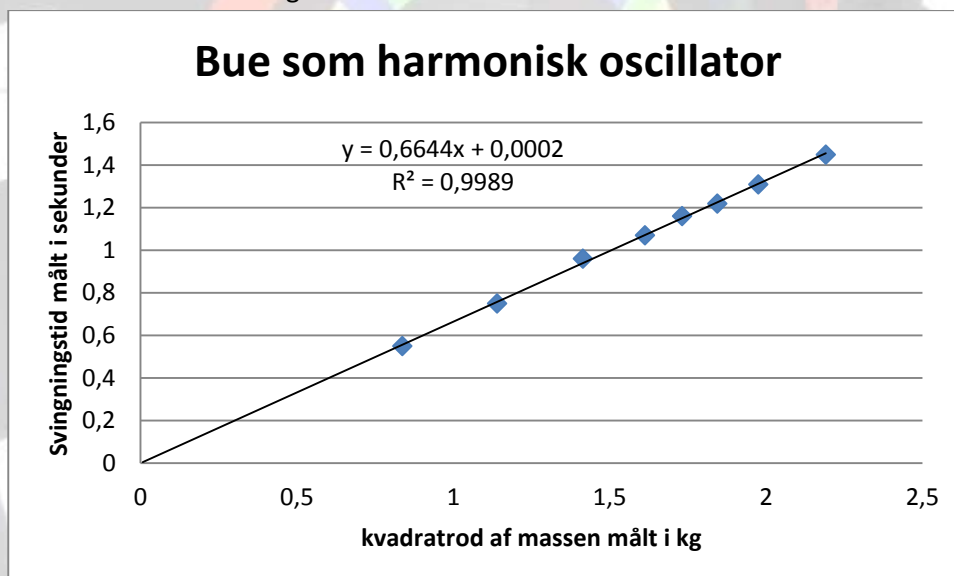
- a) Vanddunken hænger stille. Dermed er den resulterende kraft på den nul. Den påvirkes nedad af tyngdekraften, og den må derfor påvirkes opad af buen med en kraft, der er lige så stor som (men modsatrettet) tyngdekraften. Ifølge Newtons 3. lov påvirker vanddunken dermed også buen med en kraft, der er lige så stor som tyngdekraften (og ensrettet med denne):

$$F_{\text{vanddunk}} = F_t = m \cdot g = 3,0 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 29,46 \text{ N} = \underline{\underline{29 \text{ N}}}$$

- b) Når buen fungerer som en fjeder med fjederkonstanten k , hvor vanddunken med massen m hænger og svinger, gælder:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Tabellens værdier indtegnes med tiden som funktion af kvadratroden af massen:



Det ses, at punkterne danner en ret linje i overensstemmelse med formlen ovenfor, og ud fra forskriften kan værdien for k bestemmes:

$$0,6644 = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{k}} \Leftrightarrow \sqrt{k} = \frac{2 \cdot \pi}{0,6644} \Leftrightarrow k = \left(\frac{2 \cdot \pi}{0,6644} \right)^2 = 89,43355$$

Med enheder har man altså, at:

$$\underline{\underline{k = 0,89 \frac{\text{N}}{\text{m}}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- c) Den potentielle energi, når buen er trukket 0,55m tilbage er:

$$E_{pot} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot 89,43355 \frac{N}{m} \cdot (0,55m)^2 = 13,526825J$$

Da 60% af denne energi går til bevægelsen, bliver den kinetiske energi for pilen:

$$E_{kin} = 0,60 \cdot E_{pot} = 0,60 \cdot 13,526825J = 8,11609466J$$

Pilens masse kendes, så dens fart (der svarer til den vandrette hastighed) kan bestemmes:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{kin}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8,11609466J}{0,0328kg}} = 22,245984 \frac{m}{s}$$

Den lodrette bevægelse er en bevægelse med konstant acceleration og begyndelseshastigheden 0, så tiden inden pilen rammer jorden er:

$$s(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$$

$$0 = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + 0 \cdot t + s_0 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot s_0}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,58m}{9,82 \frac{m}{s^2}}} = 0,567267s$$

Dermed kommer pilen i vandret retning:

$$\Delta s_{vandret} = v_{vandret} \cdot t = 22,245984 \frac{m}{s} \cdot 0,567267s = 12,619421m = \underline{\underline{12,6m}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 7: Verdens største accelerator

a) Da man kender både omkredsen og omløbstiden, kan farten i cirkelbevægelsen bestemmes:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{O}{T} = \frac{26659m}{8,8925 \cdot 10^{-5}s} = 299791960 \frac{m}{s} = \underline{\underline{2,9979 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}}$$

Lysets hastighed er 299792458 m/s, så det ses, at farten er meget tæt på lysets hastighed (faktisk kan man inden for måleusikkerhederne ikke skelne de to).

b) For at bestemme den elektriske strømstyrke skal man finde ud af, hvor meget ladning der passerer et bestemt sted (tværsnit) i røret.

På ét sekund er antallet N af gange hver proton passerer et sted givet ved:

$$N = \frac{\Delta t}{T} = \frac{1s}{8,8925 \cdot 10^{-5}s} = 11245,4315434$$

Dvs. at antallet af protoner N_p , der hvert sekund passerer det pågældende sted er:

$$N_p = N \cdot 3,09 \cdot 10^{14} = 3,47483834692 \cdot 10^{18}$$

Da hvert proton har én elementarladning, bliver strømmen:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{3,4748383 \cdot 10^{18} \cdot 1,602176565 \cdot 10^{-19}C}{1s} = 0,556730A = \underline{\underline{0,557A}}$$

c) Der dannes en proton og en antiproton (der har samme masse som protonen). Ifølge Einsteins energi-masse-ækvivalens-formel kræver det:

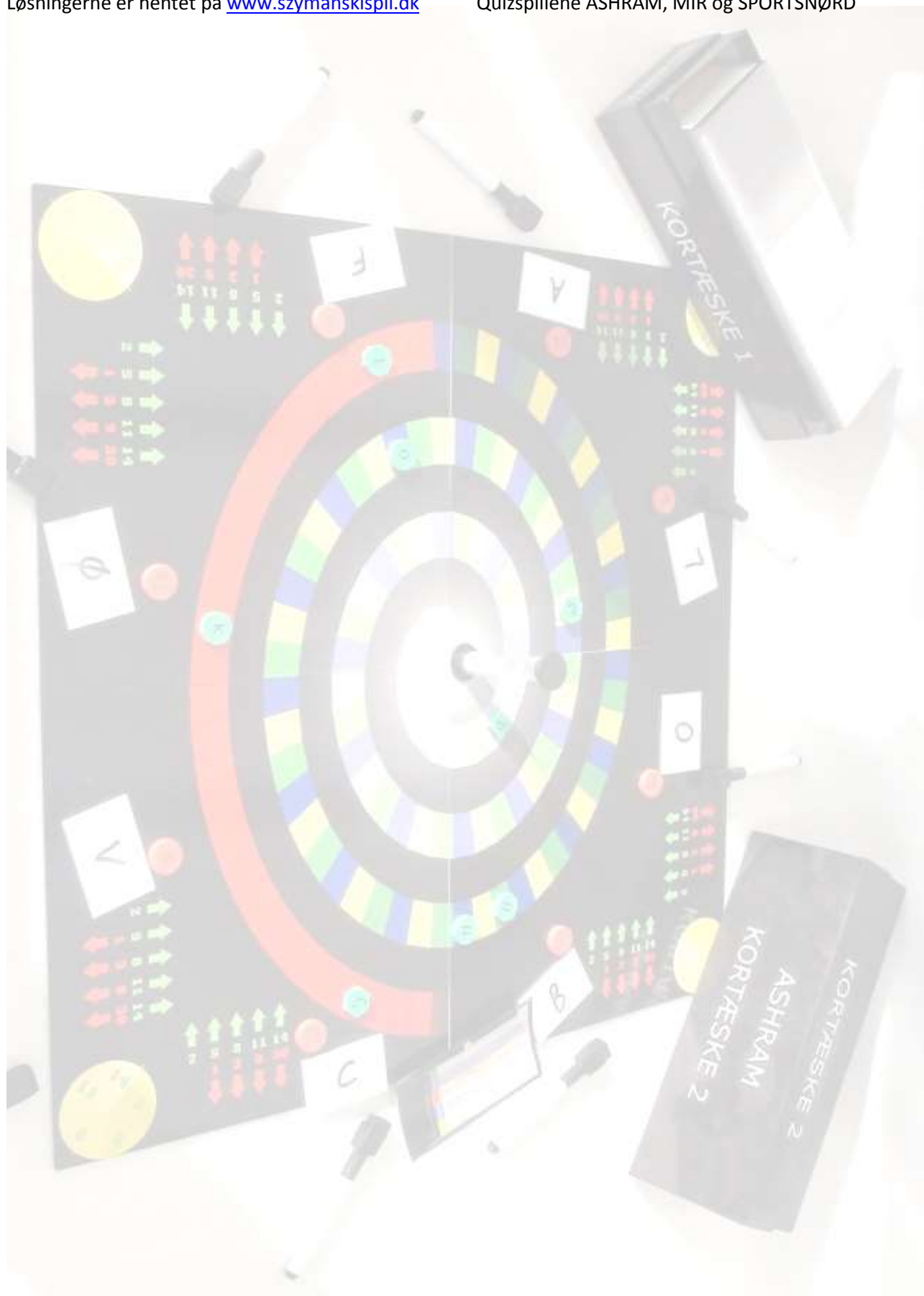
$$E = m \cdot c^2 = 2 \cdot m_p \cdot c^2 = 2 \cdot 1,672623 \cdot 10^{-27} kg \cdot \left(299792458 \frac{m}{s} \right)^2 = 3,006557 \cdot 10^{-10} J$$

Da de kolliderende protoner har en energi i størrelsesordenen $10^{-6}J$, er der tilstrækkelig energi til rådighed til at der kan dannes en proton og en antiproton.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

28. maj 2010

Opgave 1: Sutteflaske

- a) Den samlede tilførte energi er 18kJ, og den tilføres i løbet af 240s, så den gennemsnitlige effekt er:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{18 \cdot 10^3 \text{ J}}{240 \text{ s}} = \underline{\underline{75 \text{ W}}}$$

- b) Det antages, at al den frigivne energi går til opvarmning af mælken og stålelementet, så man har:
 $E_{\text{frigivet}} = m_{\text{stålelement}} \cdot c_{\text{stål}} \cdot \Delta T_{\text{stålelement og mælk}} + m_{\text{mælk}} \cdot c_{\text{vand}} \cdot \Delta T_{\text{stålelement og mælk}}$, hvor det er anvendt, at man for mælk kan regne med samme specifikke varmekapacitet som vand.

I databogen (fra 2000) findes ståls specifikke varmekapacitet på side 143: $c_{\text{stål}} = 510 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Vands specifikke varmekapacitet er: $c_{\text{vand}} = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Hermed kan massen af mælken bestemmes:

$$E_{\text{frigivet}} - m_{\text{stålelement}} \cdot c_{\text{stål}} \cdot \Delta T_{\text{stålelement og mælk}} = m_{\text{mælk}} \cdot c_{\text{vand}} \cdot \Delta T_{\text{stålelement og mælk}} \Leftrightarrow$$

$$m_{\text{mælk}} = \frac{E_{\text{frigivet}} - m_{\text{stålelement}} \cdot c_{\text{stål}} \cdot \Delta T_{\text{stålelement og mælk}}}{c_{\text{vand}} \cdot \Delta T_{\text{stålelement og mælk}}} =$$

$$\frac{18 \cdot 10^3 \text{ J} - 0,129 \text{ kg} \cdot 510 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (37 - 15)^\circ \text{C}}{4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (37 - 15)^\circ \text{C}} = 0,179998 \text{ kg} = \underline{\underline{0,18 \text{ kg}}}$$

Opgave 2: Airbus

- a) Der tænkes på tyngdekraften "nær" jordoverfladen (hvilket både dækker, når flyet står på jorden, og når det flyver i f.eks. 10km's højde), og den kan bestemmes ud fra den opgivne masse:

$$F_t = m \cdot g = 69,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 677580 \text{ N} = \underline{\underline{678 \text{ kN}}}$$

- b) Gnidningskraften dækker over både luftmodstanden og modstanden fra startbanen. Den resulterende kraft på flyet er:

$$F_{\text{res}} = F_{\text{motorer}} - F_{\text{gnidning}} = 284 \text{ kN} - 70,7 \text{ kN} = 213,3 \text{ kN}$$

Ifølge Newtons 2. lov er dets acceleration så:

$$F_{\text{res}} = m \cdot a \Leftrightarrow a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{213,3 \cdot 10^3 \text{ N}}{69,0 \cdot 10^3 \text{ kg}} = 3,09130 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{3,09 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

- c) Accelerationen er defineret som: $a(t) = v'(t)$.

Så hvis man kender accelerationen som funktion af tiden i et interval, kan man findes tilvæksten af hastigheden (der, når flyet står stille fra start, er det samme som hastigheden til slut, dvs. når det letter) ved at udregne det bestemte integral i intervallet:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$v_{slut} = \Delta v = \int_{t=0}^{t=29s} a(t) dt = \int_{t=0}^{t=29s} \left(-0,044 \frac{m}{s^3} \cdot t + 3,1 \frac{m}{s^2} \right) dt = 71,398 \frac{m}{s} = \underline{\underline{71 \frac{m}{s}}}$$

Opgave 3: Skilift

- a) Vanddråben bevæger sig i en jævn cirkelbevægelse, så den resulterende kraft må pege vandret mod venstre på figuren, da den således udgøres den nødvendige centripetalkraft.

Den lodrette del af F må altså udligne tyngdekraften, der har størrelsen:

$$F_t = m \cdot g = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{m}{s^2} = 4,91 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

Den vandrette komponent af F er således den resulterende kraft, og denne udgør sammen med den lodrette komponent og selve F en retvinklet trekant med F som hypotenusen. Den vandrette komponent er den modstående katete til vinklen 25° , mens den lodrette komponent er den hosliggende katete til vinklen.

Dermed har man:

$$F_{res} = F_{vandret} = F_{lodret} \cdot \tan(25^\circ) = 4,91 \cdot 10^{-4} \text{ N} \cdot \tan(25^\circ) = 2,289571 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

Da den resulterende kraft udgør centripetalkraften i cirkelbevægelsen, kan farten i denne bestemmes:

$$F_{res} = F_c = m \cdot \frac{v^2}{r} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{F_{res} \cdot r}{m}} = \sqrt{\frac{2,28957 \cdot 10^{-4} \text{ N} \cdot 0,95 \text{ m}}{5,0 \cdot 10^{-5} \text{ kg}}} = 2,0857095 \frac{m}{s} = \underline{\underline{2,1 \frac{m}{s}}}$$

Opgave 4: Diodelys

- a) Spændingsfaldet og strømstyrken kendes, så effekten P beregnes ved:

$$P = U \cdot I = 2,7 \text{ V} \cdot 0,50 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 0,00135 \text{ W} = \underline{\underline{1,35 \text{ mW}}}$$

- b) Det bemærkes, at modstanden og dioderne sidder i serieforbindelse, så strømstyrken er den samme (2,0mA) gennem alle komponenterne (ladningen forsvinder ikke).

På grafen, der viser sammenhængen mellem strømstyrken gennem en af lysdioderne og spændingsfaldet over den, aflæses, at når der går en strøm på 2,0mA gennem dioden, vil spændingsfaldet over den være 2,9V.

Da komponenterne sidder i serie, vil spændingsfaldet fordeles over dem, så man har:

$$U_{samlet} = U_R + U_{diode,1} + U_{diode,2} + U_{diode,3} + U_{diode,4} = U_R + 4 \cdot U_{diode} \Leftrightarrow$$

$$U_R = U_{samlet} - 4 \cdot U_{diode} = 12,0 \text{ V} - 4 \cdot 2,9 \text{ V} = 0,4 \text{ V}$$

Da man nu kender både spændingsfaldet over resistoren og strømmen gennem den, kan dens modstand bestemmes ved Ohms lov:

$$U = R \cdot I \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{0,4 \text{ V}}{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ A}} = \underline{\underline{2 \cdot 10^2 \Omega}}$$

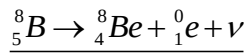


Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 5: Solneutrinoer

- a) I det periodiske system ses B at være grundstof nr. 5, så β^+ -henfaldet fra B-8 er:



Ladningsbevarelsen giver, at datterkernen er grundstof nr. 4, der i det periodiske system ses at være Be (Beryllium), nukleonbevarelsen giver, at datterkernen skal have nukleontallet 8 og leptontalsbevarelsen giver, at det er en neutrino (og ikke en antineutrino), der dannes sammen med positronen (β^+ -partiklen).

Den frigivne energi ved reaktionen bestemmes ved at se på forskellen i masserne på de to sider af pilen og benytte energi-masseækvivalensen:

$$\Delta m = m_{\text{Be-8-kerne}} + m_e - m_{\text{B-8-kerne}} = (m_{\text{Be-8-atom}} - 4 \cdot m_e) + m_e - (m_{\text{B-8-atom}} - 5 \cdot m_e) =$$

$$m_{\text{Be-8-atom}} + 2 \cdot m_e - m_{\text{B-8-atom}} = 8,0053051u + 2 \cdot 5,4857998 \cdot 10^{-4}u - 8,024606u = -0,018203740u$$

Masserne for de to nuklider (atommasser) er fundet under "Nuklidens masse og bindingsenergi" side 219 i Databogen fra 1995. Positronmassen er værdien fra 2011. Den frigivne energi er altså:

$$Q = -\Delta m \cdot 931,4943 \frac{\text{MeV}}{u} \cdot 1,602176565 \cdot 10^{-13} \frac{\text{J}}{\text{MeV}} =$$

$$0,01820374 \cdot 931,4943 \frac{\text{MeV}}{u} \cdot 1,602176565 \cdot 10^{-13} \frac{\text{J}}{\text{MeV}} = 2,7 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Positronen og neutrinoen deler den frigivne energi, således at der udsendes både positroner og neutrinoer fordelt i intervallet fra 0 til $2,7 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ (hvis positronen f.eks. ved et henfald har fået den kinetiske energi $1,9 \cdot 10^{-12} \text{ J}$, udsendes neutrinoen med energien $0,8 \cdot 10^{-12} \text{ J}$).

Der vil derfor også udsendes neutrinoer med energier større end $1,12 \cdot 10^{-12} \text{ J}$, og dermed kan SuperKamiokande detektere neutrinoer fra dette henfald.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
 Opgave 6: Bellatrix

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) Intensitetsfordelingens maksimum bestemmes ved hjælp af Wiens forskydningslov:

$$T \cdot \lambda_{\max} = 0,002898 \text{ m} \cdot K$$

$$\lambda_{\max} = \frac{0,002898 \text{ m} \cdot K}{21,5 \cdot 10^3 K} = 1,3479069767 \cdot 10^{-7} \text{ m} = \underline{\underline{134,8 \text{ nm}}}$$

- b) Stjernens tilsyneladende lysstyrke L afhænger af den absolutte lysstyrke P (den udstrålede effekt) samt afstanden d til stjernen. Da man kan betragte det udsendte lys, som om det udbreder sig på en kugleskal med effekten fordelt på overfladen, har man:

$$L = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot d^2} \Leftrightarrow d = \sqrt{\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot L}}$$

$$d = \sqrt{\frac{9,2 \cdot 10^{29} \text{ W}}{4 \cdot \pi \cdot 1,4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}} = 2,286783 \cdot 10^{18} \text{ m} = \underline{\underline{2,3 \cdot 10^{18} \text{ m}}} = 242 \text{ lysår}$$

- c) Da man kender den udstrålede effekt og overfladetemperaturen på Bellatrix, kan man ved hjælp af stefan-boltzmanns lov bestemme stjernens radius r :

$$P = 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \sigma \cdot T^4 \Leftrightarrow r = \sqrt{\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot \sigma \cdot T^4}}$$

$$r = \sqrt{\frac{9,2 \cdot 10^{29} \text{ W}}{4 \cdot \pi \cdot 5,6705 \cdot 10^{-8} \cdot (21,5 \cdot 10^3 \text{ K})^4}} = 2458110401 \text{ m} = 2,46 \cdot 10^9 \text{ m}$$

Tyngdeaccelerationen på overfladen af Bellatrix kan så bestemmes ved at sammenholde Newtons 2. lov og gravitationsloven, hvor det udnyttes, at tyngdekraften fra et kugleformet legeme med jævn massefordeling, når man befinder sig på eller uden for kugleskallen kan beregnes som om al massen var placeret i kuglens centrum:

$$F_t = F_{\text{res, objekt}}$$

$$G \cdot \frac{m_{\text{objekt}} \cdot M_{\text{Bellatrix}}}{r^2} = m_{\text{objekt}} \cdot a_{\text{objekt}} \Leftrightarrow a_{\text{objekt}} = G \cdot \frac{M_{\text{Bellatrix}}}{r^2}$$

$$a_{\text{objekt}} = 6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1,7 \cdot 10^{31} \text{ kg}}{(2458110401 \text{ m})^2} = 187,73327 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \underline{\underline{1,9 \cdot 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 7: Kanoner på Dronningens Bastion

- a) Bevægelsesmængden er bevaret. Før affyringen er der ingen bevægelse, så den samlede bevægelsesmængde er nul, og det skal den altså også være lige efter affyringen, hvor kanonkuglen og kanonen endnu ikke er blevet påvirket af ydre kræfter.

Når man regner den positive retning som kanonkuglens retning, får man altså:

$$p_{\text{samlet}} = 0$$

$$m_{\text{kanon}} \cdot v_{\text{kanon}} + m_{\text{kanonkugle}} \cdot v_{\text{kanonkugle}} = 0 \Leftrightarrow v_{\text{kanon}} = \frac{-m_{\text{kanonkugle}} \cdot v_{\text{kanonkugle}}}{m_{\text{kanon}}}$$

$$v_{\text{kanon}} = \frac{-9,90 \text{ kg} \cdot 610 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3,18 \cdot 10^3 \text{ kg}} = -1,8990566 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{-1,90 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Det negative fortegn viser, at kanonen triller baglæns.

- b) Opgaven kan både løses ved at analysere de virkende kræfter og derefter regne på en bevægelse med konstant acceleration og ved at regne på energierne.

Her regnes på energier. Nulpunktet for den potentielle energi sættes til kanonens startpunkt, så fra start er der udelukkende kinetisk energi, mens kanonen ved sin maksimale højde står stille og derfor udelukkende har den potentielle energi, som den kinetiske energi er blevet omdannet til.

Man har altså:

$$m_{\text{kanon}} \cdot g \cdot h_{\text{slut}} = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{kanon}} \cdot v_{\text{start}}^2 \Leftrightarrow h_{\text{slut}} = \frac{v_{\text{start}}^2}{2 \cdot g}$$

$$h_{\text{slut}} = \frac{\left(1,90 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,18380855 \text{ m}$$

Kanonen triller opad med en vinkel på 5° , så den længde, der trilles på skråplanet, er:

$$\sin(v) = \frac{h_{\text{slut}}}{l} \Leftrightarrow l = \frac{h_{\text{slut}}}{\sin(v)} = \frac{0,18380855 \text{ m}}{\sin(5^\circ)} = 2,10896664 \text{ m} = \underline{\underline{2,1 \text{ m}}}$$

- c) Der regnes uden luftmodstand. Kanonkuglens bevægelse består hermed af en vandret bevægelse med den konstante fart 610 m/s og en lodret bevægelse med begyndeshøjden 12m (højden sættes til 0 ved vandoverfladen), begyndelseshøjden 0 og den konstante acceleration $-9,82 \text{ m/s}^2$, hvor det negative fortegn viser, at kuglen accelereres nedad.

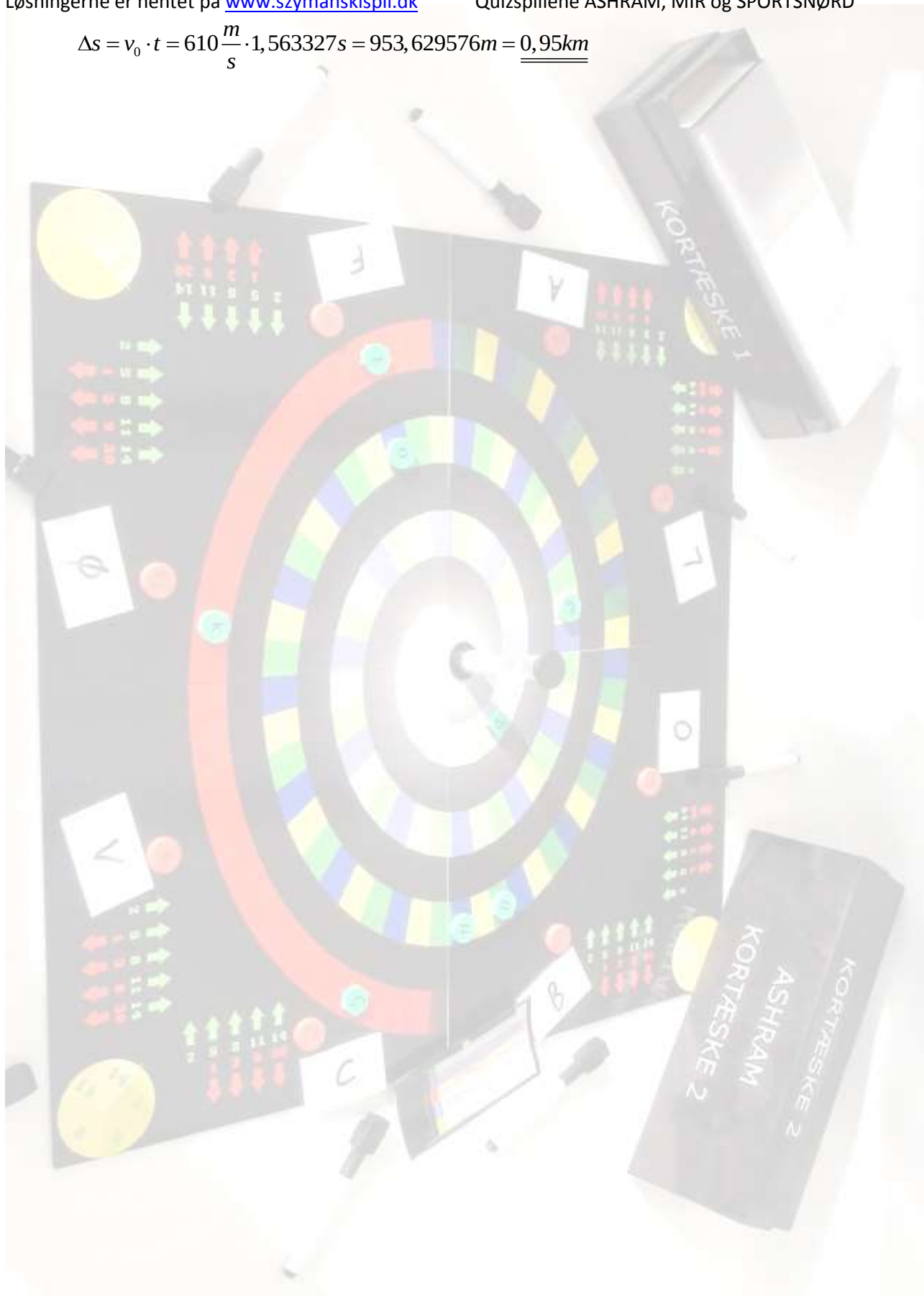
Den tid, det varer, inden kuglen rammer vandet, kan bestemmes ved at kigge på den lodrette bevægelse og sætte stedfunktionens værdi til 0:

$$0 = -\frac{1}{2} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 + 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t + 12 \text{ m} \Leftrightarrow 12 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 \Leftrightarrow$$

$$t = \pm \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \text{ m}}{9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \pm 1,563327 \text{ s}$$

Det er den positive løsning, der er den rigtige tid, da det andet tidspunkt ligger FØR affyringen.

På denne tid når kanonkuglen i sin vandrette bevægelse:





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

13. august 2010

Opgave 1: Hjertestarter

- a) Da spændingsfaldet og strømstyrken er kendt, kan resistansen beregnes ved:

$$U = R \cdot I \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{1,75 \cdot 10^3 V}{35 A} = \underline{\underline{50 \Omega}}$$

- b) Sammenhængen mellem energi og gennemsnitseffekt er givet ved $P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta E = P \cdot \Delta t$.

Da effekten ikke er konstant i det pågældende tidsrum, men givet ved et kendt funktionsudtryk, findes den afsatte energi ved integrationen:

$$E_{\text{afsat}} = \int_0^{4,1 \cdot 10^{-3} s} P(t) \cdot dt = \int_0^{4,1 \cdot 10^{-3} s} 61,3 \cdot 10^3 W \cdot e^{-180 s^{-1} \cdot t} \cdot dt = 177,74646821853 J = \underline{\underline{178 J}}$$





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 2: Bremsesvigt

- a) Da det er bevægelse med konstant fart, har man:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{6,2 \text{ km}}{79 \text{ km/t}} = 0,07848101266 \text{ timer} = 4.7088607595 \text{ min} = \underline{\underline{4,7 \text{ min}}}$$

- b) Den mekaniske energi består af kinetisk energi og potentiel energi, og tabet i mekanisk energi er dermed givet ved:

$$\begin{aligned} E_{\text{mek, tab}} &= -\Delta E_{\text{mek}} = -\Delta E_{\text{kin}} - \Delta E_{\text{pot}} = -(E_{\text{kin, slut}} - E_{\text{kin, start}}) - \Delta E_{\text{pot}} = \\ &= -\left(\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{slut}}^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{start}}^2\right) - m \cdot g \cdot \Delta h = \\ &= -m \cdot \left(g \cdot \Delta h + \frac{1}{2} \cdot v_{\text{slut}}^2 - \frac{1}{2} \cdot v_{\text{start}}^2\right) = \\ &= -64 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \left(9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (-200 \text{ m}) + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{110 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}\right)^2 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{10 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}\right)^2\right) = \\ &= 96066370,370374 \text{ J} = \underline{\underline{96 \text{ MJ}}} \end{aligned}$$

- c) Det fremgår implicit af opgaveformuleringen, at luftmodstanden og gnidningskraften fra kontakten mellem dæk og gruset tilsammen udgør den gnidningskraft, der er oplyst til at være konstant på 120kN (hvilket er en urimelig antagelse). Gnidningskraften peger modsat bevægelsesretningen, og kan således med den viste målestok indtegnes som vist på figuren.

Udover gnidningsmodstanden er lastbilen også påvirket af tyngdekraften og normalkraften. Tyngdekraften peger lodret nedad, og dens størrelse beregnes til:

$$F_t = m \cdot g = 64 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 628480 \text{ N} = \underline{\underline{628 \text{ kN}}}$$

Dette indtegnes på figuren.

Normalkraften står – som navnet fortæller – vinkelret på underlaget. Summen af normalkraften og tyngdekraften må være en vektor, der er parallel med underlaget (og peger modsat bevægelsesretningen). Dette ses på figuren, hvor normalvektoren er angivet med en stiplet linje. At den ender næsten oven i gnidningskraftens endepunkt er et tilfælde.

Vinklen på 11° genfindes mellem normalvektoren og tyngdekraften, og dermed kan man ved at se på den retvinklede trekant, som de danner, beregne normalkraftens størrelse til:

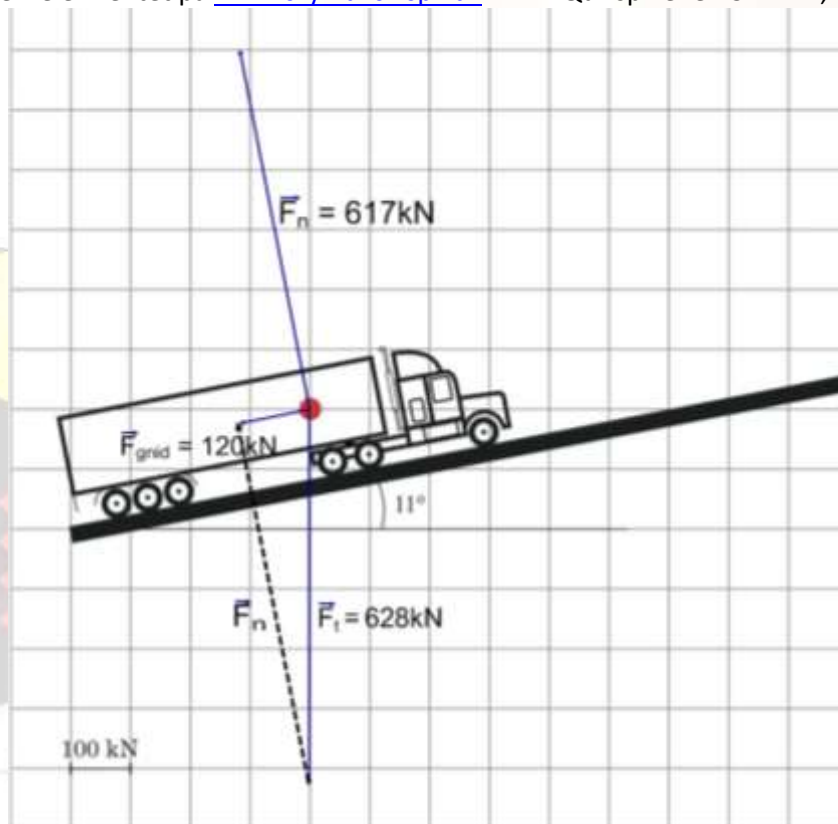
$$F_n = F_t \cdot \cos(11^\circ) = 616933,05225319 \text{ N} = \underline{\underline{617 \text{ kN}}}$$

Dette stemmer fint overens med vektoren, der blev fundet ud fra tyngdekraften, og som er indtegnet på figuren, hvor de blå vektorer altså angiver de virkende kræfter.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD



Størrelsen af den resulterende kraft på lastbilen kan bestemmes (retningen er modsat bevægelsen):

$$F_{res} = F_{gnid} + F_t \cdot \sin(11^\circ) = 120 \cdot 10^3 \text{ N} + 628480 \text{ N} \cdot \sin(11^\circ) = 239919,63741425 \text{ N}$$

Ifølge Newtons 2. lov er så (den konstante) acceleration:

$$a = \frac{F_{res}}{m} = \frac{239919,64 \text{ N}}{64 \cdot 10^3 \text{ kg}} = 3,7487443345977 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

For en bevægelse med konstant acceleration gælder:

$$v = a \cdot t + v_0$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$$

Hvis tiden t isoleres i den øverste ligning og indsættes i den nederste fås:

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2 + v_0 \cdot \frac{v - v_0}{a} + s_0 \Leftrightarrow$$

$$s - s_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2 + v_0^2 - 2 \cdot v \cdot v_0}{a} + \frac{v \cdot v_0 - v_0^2}{a} \Leftrightarrow$$

$$\Delta s = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a}$$

Da farten fra start er 110 km/t og med en sluthastighed på 0, har man så:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$\Delta s = \frac{0 - \left(\frac{110 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \right)^2}{2 \cdot \left(-3,7487 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} = 124,52729393839 \text{ m} = \underline{\underline{125 \text{ m}}}$$

Opgave 3: Mælk i kaffen

- a) Mælk og kaffe består mest af vand, og man kan så regne med, at de har nogenlunde ens specifikke varmekapaciteter. Så der regnes med ens specifikke varmekapaciteter, og det antages, at der i det korte tidsrum, der går, fra kaffen er hældt op, og til mælken er blandet i, ikke udveksles energi med omgivelserne. Kaffens begyndelsestemperatur sættes til 80°C og mælken, der er taget direkte fra køleskabet, har temperaturen 5°C . Der er 170g kaffe, og der iblandes 30g mælk.

Hermed får man:

$$\Delta E_{\text{kaffe}} + \Delta E_{\text{mælk}} = 0 \Leftrightarrow$$

$$m_{\text{kaffe}} \cdot c \cdot (T_{\text{slut}} - 80^\circ\text{C}) + m_{\text{mælk}} \cdot c \cdot (T_{\text{slut}} - 5^\circ\text{C}) = 0 \Leftrightarrow$$

$$m_{\text{kaffe}} \cdot (T_{\text{slut}} - 80^\circ\text{C}) + m_{\text{mælk}} \cdot (T_{\text{slut}} - 5^\circ\text{C}) = 0$$

Løses på lommeregneren med:

$$\text{solve}(170 \cdot (x - 80) + 30 \cdot (x - 5) = 0, x), \text{ der giver } x = 68,75$$

Dvs. at blandingens sluttemperatur er: $T_{\text{slut}} = \underline{\underline{69^\circ\text{C}}}$

Opgave 4: Brune dværge

- a) Gassen kan betragtes som en idealgas, da tætheden ikke er særlig stor, og man har så:

$$p = \frac{\rho \cdot k_B \cdot T}{m} =$$

$$\frac{1,2 \cdot 10^{-17} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,381 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 10 \text{ K}}{0,60 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 1,6629048381852 \cdot 10^{-12} \text{ Pa} = \underline{\underline{1,7 \cdot 10^{-12} \text{ Pa}}}$$

- b) Skyens masse beregnes for at vurdere, om den vil ende som en brun dværg (hvilket ifølge opgaveteksten sker, hvis dens masse er mindre end 0,08 gange Solens masse).

Skyen er kugleformet, og man har derfor:

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 1,2 \cdot 10^{-17} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (1,3 \cdot 10^{15} \text{ m})^3 = 1,1043326 \cdot 10^{29} \text{ kg}$$

Desuden har man:

$$0,08 \cdot M_\odot = 0,08 \cdot 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 1,5912 \cdot 10^{29} \text{ kg}$$

Da skyens masse er mindre end ovenstående masse, vil gasskyen altså ende som en brun dværg.

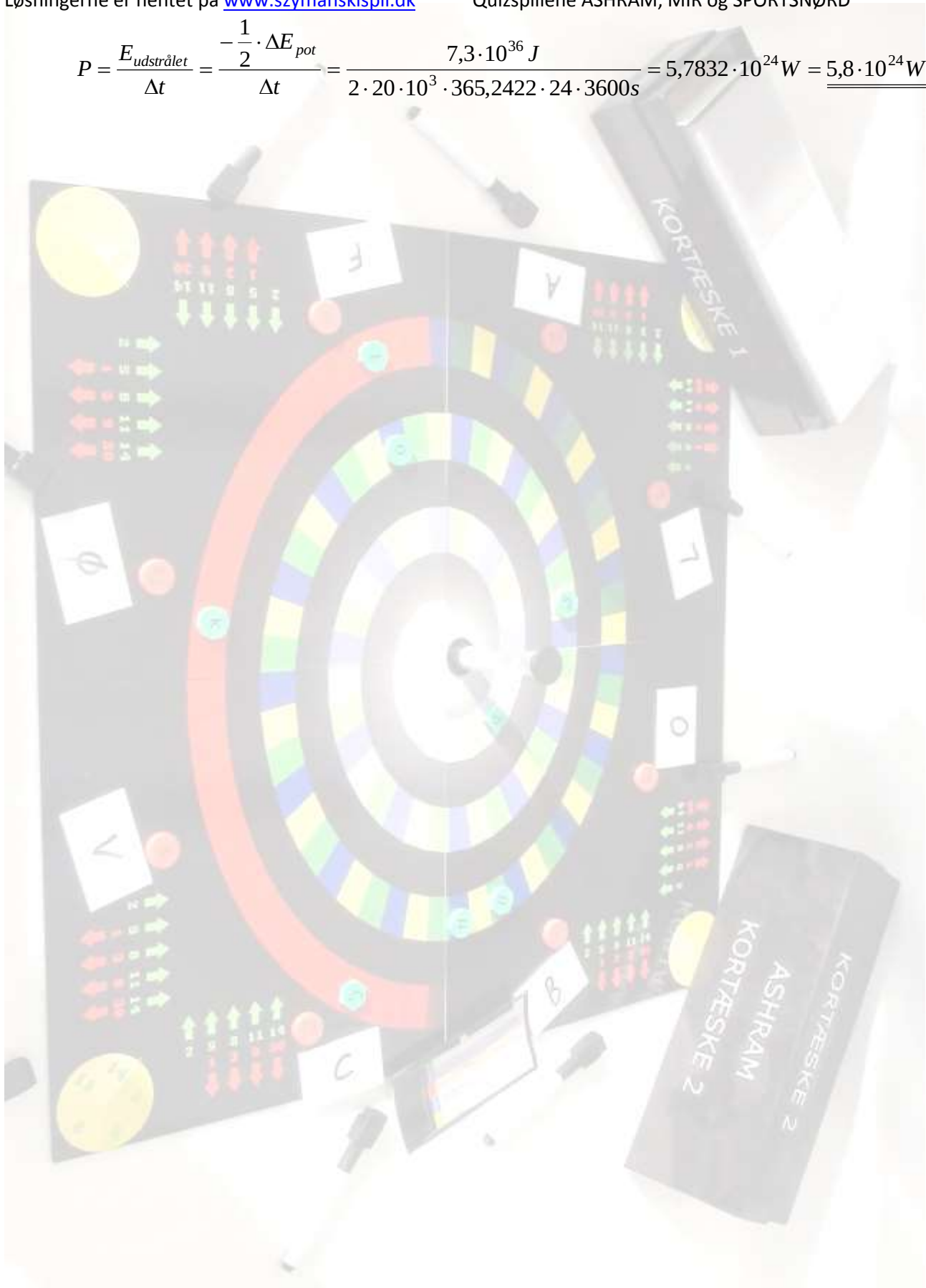
- c) Da systemet er stabilt, gælder virialsætningen, der giver, at halvdelen af den omdannede potentielle energi er blevet til kinetisk energi, mens den resterende halvdel er udsendt som stråling. Da man kender det tidsrum, strålingen er udsendt i, kan den udstrålede effekt bestemmes:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$P = \frac{E_{\text{udstrålet}}}{\Delta t} = \frac{-\frac{1}{2} \cdot \Delta E_{\text{pot}}}{\Delta t} = \frac{7,3 \cdot 10^{36} \text{ J}}{2 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 365,2422 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = 5,7832 \cdot 10^{24} \text{ W} = \underline{\underline{5,8 \cdot 10^{24} \text{ W}}}$$





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 5: Vindmølle

- a) Når der er 20 omdrejninger pr. minut, er perioden 3,0 sekunder. Da man også kender radius i cirkelbevægelsen, kan farten bestemmes:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 45m}{3,0s} = 94,24778 \frac{m}{s} = \underline{\underline{94 \frac{m}{s}}}$$

- b) Når vindhastigheden er 12,5 m/s aflæses det på grafen, at møllen leverer effekten 2,6MW.

Samtidig kan vindens leverede effekt beregnes:

$$P_{vind} = 0,61 \frac{kg}{m^3} \cdot A \cdot v^3 = 0,61 \frac{kg}{m^3} \cdot \pi \cdot (45m)^2 \cdot \left(12,5 \frac{m}{s}\right)^3 = 7579399W = 7,6MW$$

Nyttevirksomheden er altså:

$$\eta = \frac{P_{mølle}}{P_{vind}} = \frac{2,6MW}{7,6MW} = 0,343035 = \underline{\underline{34\%}}$$

Opgave 6: Vakuumkammer

- a) Da man kender rumfanget af kammeret og luftens densitet, kan massen af luften beregnes:

$$m = \rho \cdot V = 1,25 \frac{kg}{m^3} \cdot 27,1 \cdot 10^3 m^3 = 33875kg = \underline{\underline{34 ton}}$$

Luften betragtes som en idealgas. Der gælder dermed $p \cdot V = N \cdot k_B \cdot T \Leftrightarrow T = \frac{p \cdot V}{N \cdot k_B}$, hvor

p er trykket, V er rumfanget, N er antallet af partikler, k_B er Boltzmanns konstant og T er temperaturen.

Da temperaturen holdes konstant, og da rumfanget er konstant (kammerets størrelse ændres ikke), får han altså:

$$\frac{p_{start} \cdot V}{N_{start} \cdot k_B} = \frac{p_{slut} \cdot V}{N_{slut} \cdot k_B} \Leftrightarrow p_{slut} = \frac{N_{slut}}{N_{start}} \cdot p_{start}$$

Da det er den samme slags luft, der befinder sig i kammeret fra start til slut (dvs. man går ud fra, at der ikke er fjernet en større procentdel af en bestemt type luftmolekyler end andre), er forholdet mellem antallene af molekylerne det samme som forholdet mellem masserne. Dermed fås:

$$p_{slut} = \frac{m_{slut}}{m_{start}} \cdot p_{start} = \frac{0,70kg}{33875kg} \cdot 101 \cdot 10^3 Pa = 2,08708Pa = \underline{\underline{2,1Pa}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 7: Antistatisk børste

- a) I databogen under radioaktive nuklider (side 207 i 1998-udgaven) ses det, at Po-210 har halveringstiden 138,4 døgn.

Henfaldsloven kan så bruges til at bestemme aktiviteten efter et år:

$$A(t) = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$A(365 \text{ døgn}) = 9,25 \text{ MBq} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{365 \text{ døgn}}{138,4 \text{ døgn}}} = 1,486758 \text{ MBq} = \underline{\underline{1,487 \text{ MBq}}}$$

- b) Da aktiviteten og halveringstiden kendes, kan man beregne antallet af Po-210-kerner, hvorefter massen af Po-210 kan bestemmes:

$$A = k \cdot N = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot N$$

$$N = \frac{A \cdot T_{1/2}}{\ln(2)} = \frac{9,25 \cdot 10^6 \text{ Bq} \cdot 138,4 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}}{\ln(2)} = 1,595754597 \cdot 10^{14}$$

I databogen under nuklidens masse (side 226 i 1998-udgaven) findes massen af et Po-210-atom til 209,982848u, og da det ovenfor bestemte antal kerner svarer til antallet af atomer, har man:

$$m = m_{\text{Po-210-atom}} \cdot N =$$

$$209,982848 \text{ u} \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg}}{\text{u}} \cdot 1,59575 \cdot 10^{14} = 5,5641556 \cdot 10^{-11} \text{ kg} = \underline{\underline{55,6 \text{ ng}}}$$

- c) I databogen under radioaktive nuklider (side 207 i 1998-udgaven) findes energien af de udsendte alfa-henfald til 5,30 MeV.

Da man kender aktiviteten ved produktionen, kan man bestemme den samlede energi alfa-partiklerne bærer med sig pr. sekund:

$$E_{\text{pr.sekund}} = A \cdot E_{\alpha} = 9,25 \cdot 10^6 \text{ Bq} \cdot 5,30 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot 1,602176565 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}} = 7,85467 \cdot 10^{-6} \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Dvs. at antallet af ioniserede luftmolekyler er:

$$N_{\text{luftmolekyler pr.sekund}} = \frac{E_{\text{pr.sekund}}}{E_{\text{ionisering}}} = \frac{7,85467 \cdot 10^{-6} \frac{\text{J}}{\text{s}}}{5,45 \cdot 10^{-18} \text{ J}} = 1,44122 \cdot 10^{12} \text{ s}^{-1} = \underline{\underline{1,441 \cdot 10^{12} \text{ s}^{-1}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

19. maj 2011

Opgave 1: Gravity Probe-B

- a) Definitionen på begrebet effekt anvendes til at finde den søgte tid:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{\Delta E}{P} = \frac{5,40 \cdot 10^3 J}{12,8 W} = 421,875 s = 7,03125 \text{ min} = \underline{\underline{7,0 \text{ min}}}$$

- b) Heliumbeholdningen opvarmes (ingen faseovergang), så man har:

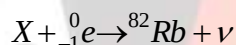
$$\Delta E = m \cdot c \cdot \Delta T \Leftrightarrow m = \frac{\Delta E}{c \cdot \Delta T} = \frac{5,40 kJ}{2,1 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot (1,838 - 1,826) K} = 214,2857 kg = \underline{\underline{2,1 \cdot 10^2 kg}}$$

Dette kan række til:

$$t_{He} = \frac{m_{He}}{-\frac{\Delta m_{He}}{\Delta t}} = \frac{214,2857 kg}{0,030 \frac{kg}{time}} = 7142,8571 time = 297,6190 d\ddot{a}gn = \underline{\underline{3,0 \cdot 10^2 d\ddot{a}gn}}$$

Opgave 2: Radioaktivt sporstof

- a) Da Rb-82 dannes ved elektronindfangning, ved man som udgangspunkt følgende om reaktionen:

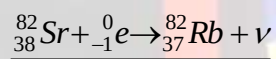


Neutrinoen har leptontallet 1 ligesom elektronen, og dermed er leptontallet bevaret.

I det periodiske system ses rubidium at være grundstof nr. 37.

Da der er ladningsbevarelse, må moderkernen altså være grundstof nr. 38, dvs. Sr.

Nukleontalsbevarelsen giver, at det må være Sr-82-isotopen. Dvs. reaktionsskemaet bliver:



- b) Halveringstiden for Rb-82 slås op i databogen under radioaktive nuklider (side 201 i 1998-udgaven).

Man finder: $T_{1/2} = 1,25 \text{ min}$

Man kan altså se, at aktiviteten hverken er, eller kan regnes som værende, konstant i et tidsrum på 4,0 minutter, og derfor kan man ikke bare tage aktiviteten og gange med tiden for at finde antallet af henfald. Man er i stedet nødt til ved hjælp af henfaldsloven at finde antallet af kerner fra start og antallet af kerner efter 4,0 minutter, hvorefter antallet af henfald kan bestemmes:

$$A_0 = k \cdot N_0 = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot N_0 \Leftrightarrow$$

$$N_0 = \frac{A_0 \cdot T_{1/2}}{\ln(2)} = \frac{1,48 \cdot 10^9 Bq \cdot 1,25 \cdot 60 s}{\ln(2)} = 160139149539 = 1,60 \cdot 10^{11}$$

Antallet af kerner efter 4,0 minutter er:

$$N(t) = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$N(4,0 \text{ min}) = 1,60 \cdot 10^{11} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{4,0 \text{ min}}{1,25 \text{ min}}} = 17426153355 = 1,74 \cdot 10^{10}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD
Så antallet af henfald inden for de første 4,0 minutter er:

$$N_{\text{henfald}} = N_0 - N(4,0 \text{ min}) = 1,60 \cdot 10^{11} - 1,74 \cdot 10^{10} = 142712996184 = \underline{\underline{1,43 \cdot 10^{11}}}$$

Opgave 3: Proxima Centauri

- a) Wiens forskydningslov anvendes til at finde den søgte bølgelængde:

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{2,67 \cdot 10^3 \text{ K}} = 1,08539326 \cdot 10^{-6} \text{ m} = \underline{\underline{1085 \text{ nm}}}$$

- b) Da den udstrålede effekt er kendt, kan Stefan-Boltzmanns lov bruges til at bestemme radius:

$$P = A_{\text{stjerne}} \cdot \sigma \cdot T^4 = 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \sigma \cdot T^4 \Leftrightarrow$$

$$r = \sqrt{\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot \sigma \cdot T^4}} = \sqrt{\frac{4,41 \cdot 10^{22} \text{ W}}{4 \cdot \pi \cdot 5,6705 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot (2,67 \cdot 10^3 \text{ K})^4}} = 34896443 \text{ m} = \underline{\underline{3,49 \cdot 10^7 \text{ m}}}$$

- c) Tyngdekraften fra dobbeltstjernesystemet på Proxima Centauri udgør den nødvendige centripetalkraft i cirkelbevægelsen:

$$F_t = F_c$$

$$G \cdot \frac{m_{\text{PC}} \cdot m_{\text{dobbeltstjerne}}}{r^2} = m_{\text{PC}} \cdot \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r}{T^2} \Leftrightarrow$$

$$T = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^3}{G \cdot m_{\text{dobbeltstjerne}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (0,18 \cdot 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m})^3}{6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 4,01 \cdot 10^{30} \text{ kg}}}$$

$$2,69924302197 \cdot 10^{13} \text{ s} = \frac{2,69924302197 \cdot 10^{13}}{3600 \cdot 24 \cdot 365,2422} \text{ år} = 855356,76546047 \text{ år} = \underline{\underline{8,6 \cdot 10^5 \text{ år}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
 Opgave 4: Kanonkonge

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

a) Først omregnes kanonkongen fart til enheden m/s: $60 \text{ km/t} = \frac{60 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} = 16,67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Da det er den gennemsnitlige acceleration, der skal bestemmes, regnes der, som om det er bevægelse med konstant acceleration, og der er ingen begyndeshastighed, så man har:

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \text{og} \quad v = a \cdot t$$

Tiden isoleres i det sidste udtryk og indsættes i det første:

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \left(\frac{v}{a} \right)^2 \Leftrightarrow 2 \cdot s = \frac{v^2}{a} \Leftrightarrow a = \frac{v^2}{2s} = \frac{\left(16,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2}{2 \cdot 5,1 \text{ m}} = 27,233115 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{27 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

- b) Først ses på den lodrette del af bevægelsen. Tyngdekraften virker i denne retning, og man har dermed en bevægelse med den konstante acceleration g , og med affyringsvinklen 35° har man begyndeshastigheden i lodret retning givet ved: $v_{y,start} = v_{start} \cdot \sin(35^\circ)$.

Tiden der går inden kanonkongen rammer sikkerhedsnettet 3,2m lavere end kanonens munding beregnes ved:

$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$$

$$-3,2 \text{ m} = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_{y,start} \cdot t + 0$$

Denne ligning løses ved:

$$\text{solve}\left(-3,2 = -\frac{1}{2} \cdot 9,82 \cdot t^2 + \left(\frac{60}{3,6}\right) \cdot \sin(35^\circ) \cdot t, t\right), \text{ der giver } t = -0,29 \text{ eller } t = 2,2382$$

Den negative løsning kan ikke bruges, da den er før kanonkongen skydes ud, dermed er $t = 2,24 \text{ s}$ den søgte tid.

I dette tidsrum bevæger kanonkongen sig i sin vandrette bevægelse med konstant hastighed, og dermed kan man beregne det stykke, han når:

$$s(t) = v_0 \cdot t$$

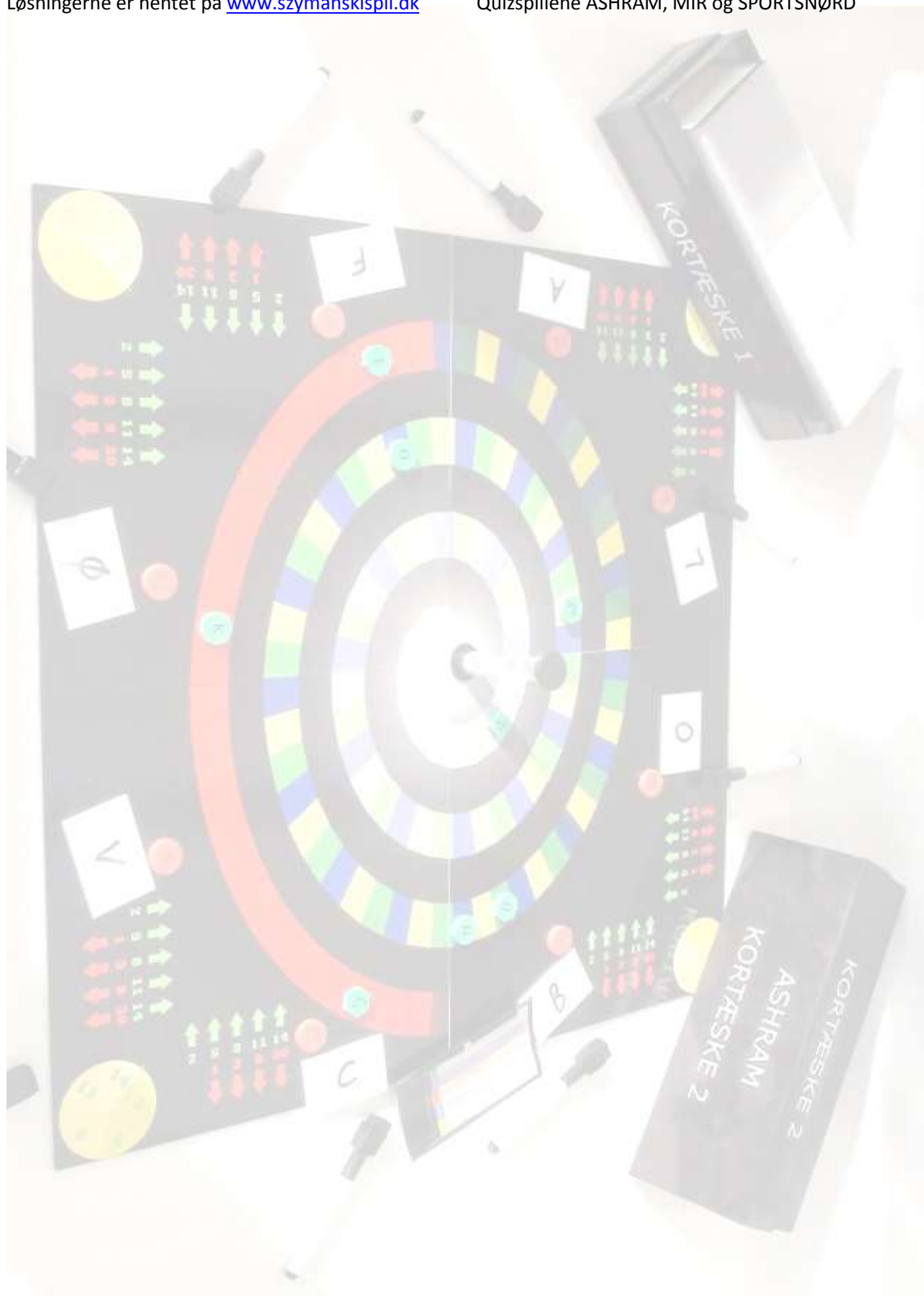
$$s(2,24 \text{ s}) = v_x \cdot 2,24 \text{ s} = v_{start} \cdot \cos(35^\circ) \cdot 2,24 \text{ s} = \left(\frac{60 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \right) \cdot \cos(35^\circ) \cdot 2,24 \text{ s} =$$

$$30,5565249884 \text{ m} = \underline{\underline{31 \text{ m}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
 Opgave 5: Automatisk parkeringskælder

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

a) $F_t = m \cdot g = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 24550 \text{ N} = \underline{\underline{25 \text{ kN}}}$

b) Hastigheden er defineret som $v(t) = s'(t)$, så strækningen kan beregnes ved:

$$\Delta s = \int_0^{12} v(t) dt \quad (\text{grænserne kunne også være sat til 1,1 og 11,4}).$$

Dette svarer til arealet af området mellem 1. akslen og grafen, og da figuren er et trapez, fås arealet som:

$$\Delta s = A_{\text{trapez}} = h \cdot \frac{l_{\text{øvre}} + l_{\text{nedre}}}{2} = 1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{(11,4 - 1,1) \text{ s} + (9,1 - 3,7) \text{ s}}{2} = 7,85 \text{ m} = \underline{\underline{7,9 \text{ m}}}$$

c) Platformen er påvirket af tyngdekraften og kraften fra de to kæder. Kæderne trækker opad, mens tyngdekraften har retning nedad. Det ses, at platformen accelereres opad, så kraften fra kæderne er større end tyngdekraften, og man har derfor:

$$F_{\text{res}} = 2 \cdot F_{\text{kæde}} - F_t$$

Den resulterende kraft kan – da man kender massen af platformen med bilen – bestemmes ved at finde accelerationen, der er hældningen af grafen på det pågældende tidspunkt.

Hældningen (accelerationen) aflæses til:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - (-1,0) \frac{\text{m}}{\text{s}}}{11,4 \text{ s} - 9,1 \text{ s}} = \frac{1}{2,3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Så har man:

$$F_{\text{kæde}} = \frac{F_{\text{res}} + F_t}{2} = \frac{m \cdot a + F_t}{2} = \frac{2,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \frac{1}{2,3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 24550 \text{ N}}{2} = 12818,478 \text{ N} = \underline{\underline{12,8 \text{ kN}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opqave 6: Nære galakser

- a) Da rødforskydningen er under 0,1, kan hastigheden bestemmes ved:

$$v = z \cdot c = 0,03005 \cdot 299792458 \frac{m}{s} = 9008763 \frac{m}{s} = \underline{\underline{9,009 \cdot 10^6 \frac{m}{s}}}$$

- b) Hubbles lov siger, at $v = H_0 \cdot r$, hvor v er farten, r er afstanden og H_0 er Hubbles konstant.

Hubbles konstant kan altså bestemmes som hældningen af en (r,v) -graf (hvis punkterne danner en proportionalitet). Afstanden kendes, og derfor skal hastigheden for de enkelte galakser bestemmes. Dette gøres ved at kigge på bølgelængderne og ud fra dem udregne rødforskydningen, der så ligesom i spørgsmål a) kan bruges til at bestemme farten.

Her ses en udregning på galakse nr. 5:

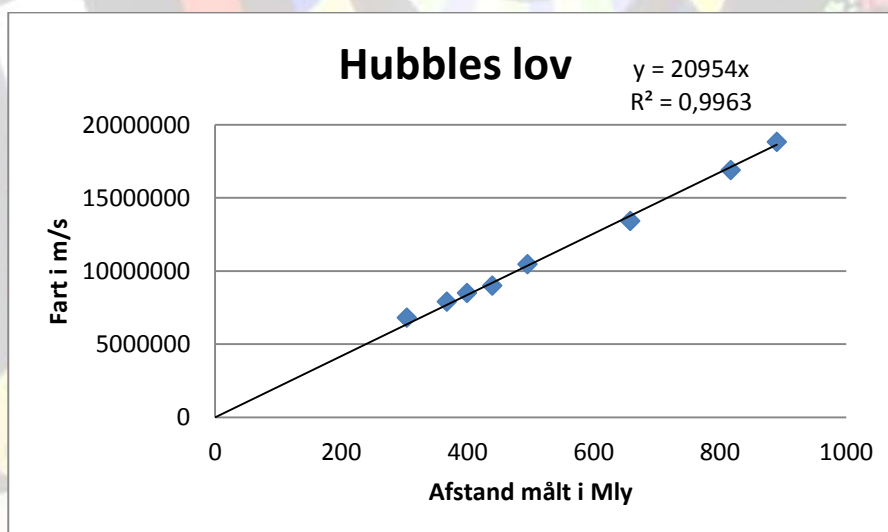
$$z = \frac{\lambda_{obs} - \lambda_{lab}}{\lambda_{lab}} = \frac{679,2nm - 656,28nm}{656,28nm} = 0,03492$$

$$v = z \cdot c = 0,03492 \cdot 299792458 \frac{m}{s} = 1,0470 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$$

Disse udregninger foretages med formler i Excel, der giver dette skema:

Galakse nr.	Afstand /Mly	Bølgelængde / nm	Rødforskydning (z)	Fart / m/s
1	304	671,2	0,02273	6815541
2	367	673,6	0,02639	7911875
3	399	674,9	0,02837	8505723
4	439	676	0,03005	9008209
5	495	679,2	0,03492	10469987
6	658	685,7	0,04483	13439224
7	817	693,3	0,05641	16910948
8	890	697,5	0,06281	18829532

Farten afsættes som funktion af afstanden:



Punkterne danner en ret linje gennem (0,0) (tendenslinjen er tvunget gennem origo), så Hubbles lov er opfyldt, og Hubbles konstant (hældningen) er altså:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$H_0 = 20954 \frac{m/s}{Mly} = 21,0 \frac{km/s}{Mly}$$

Opgave 7: Armstrækninger

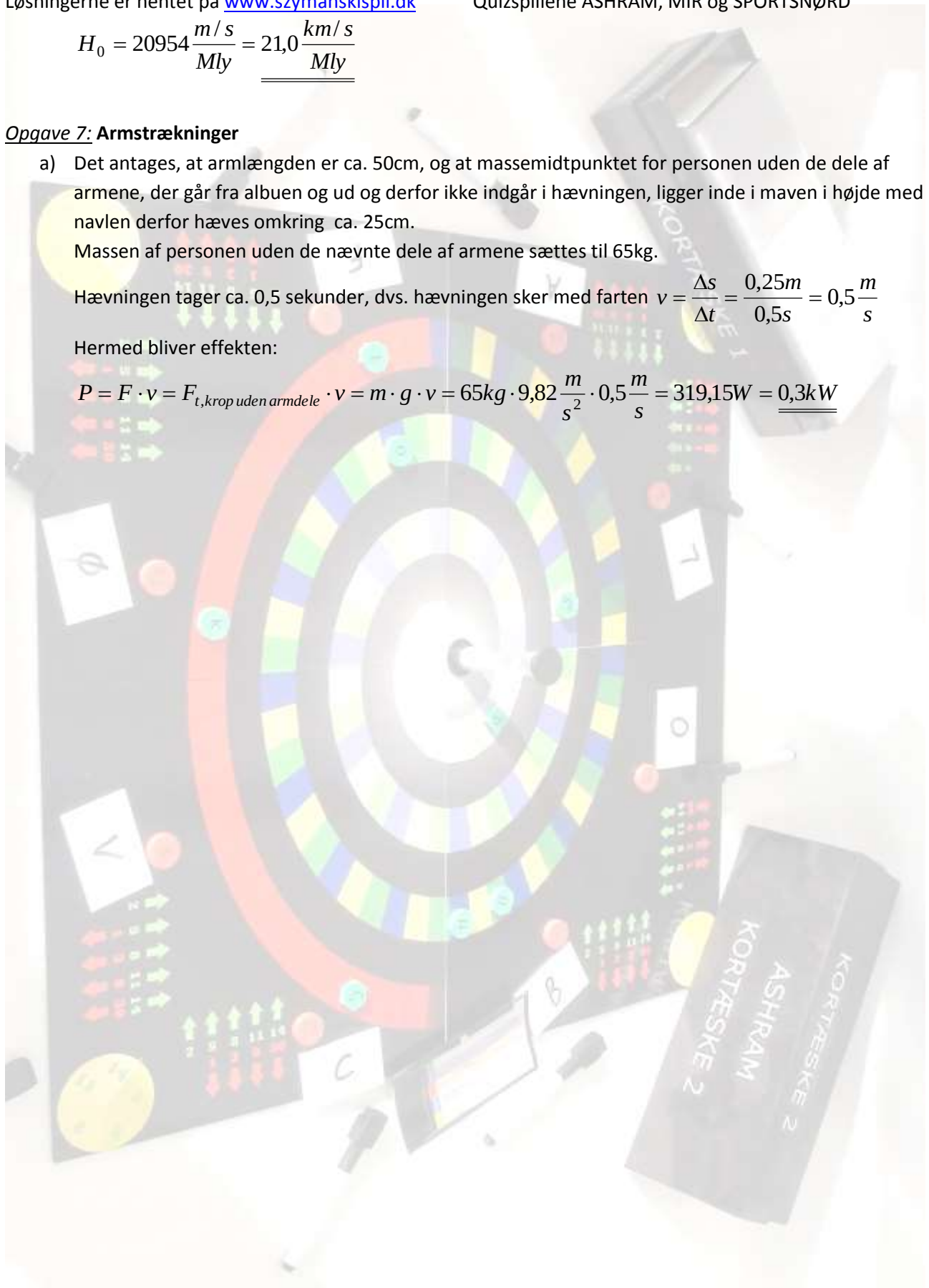
- a) Det antages, at armlængden er ca. 50cm, og at massemidtpunktet for personen uden de dele af armene, der går fra albuen og ud og derfor ikke indgår i hævnningen, ligger inde i maven i højde med navlen derfor hæves omkring ca. 25cm.

Massen af personen uden de nævnte dele af armene sættes til 65kg.

Hævningen tager ca. 0,5 sekunder, dvs. hævnningen sker med farten $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0,25m}{0,5s} = 0,5 \frac{m}{s}$

Hermed bliver effekten:

$$P = F \cdot v = F_{t, krop uden armdele} \cdot v = m \cdot g \cdot v = 65kg \cdot 9,82 \frac{m}{s^2} \cdot 0,5 \frac{m}{s} = 319,15W = \underline{\underline{0,3kW}}$$





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

27. maj 2011

Opgave 1: Solfanger

- a) Strømstyrken kan beregnes ved hjælp af Ohms lov (selvom det ikke er en resistor, gælder sammenhængen mellem U , R og I stadigvæk. R er bare ikke konstant):

$$U = R \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{12V}{9,3\Omega} = 1,29032258A = \underline{\underline{1,3A}}$$

- b) For at finde den energi, som luften har modtaget ved opvarmningen, skal man kende den specifikke varmekapacitet for luft. I databogen (side 149 i 1998-udgaven) findes denne til: $1,00 \cdot 10^3 \frac{J}{kg \cdot K}$.

Luften har altså modtaget:

$$\Delta E_{\text{luft}} = m \cdot c \cdot \Delta T = 95kg \cdot 1,00 \cdot 10^3 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot (17,0 - 8,0)K = 855000J = 855kJ$$

Energien af sollyset, der rammer solfangeren i løbet af en time er:

$$E_{\text{tilført}} = P_{\text{sollys}} \cdot \Delta t = 588W \cdot 3600s = 2116800J = 2116,8kJ$$

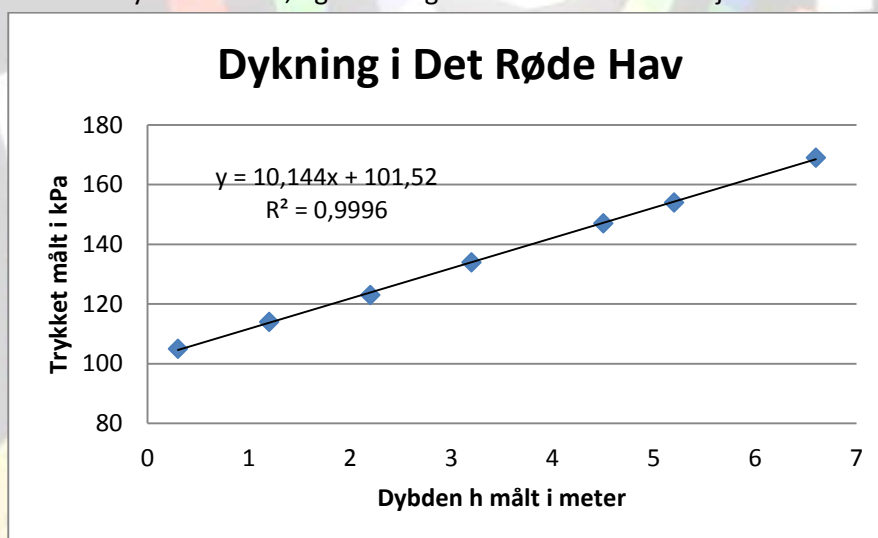
Hermed er nyttevirkningen: $\eta = \frac{\Delta E_{\text{luft}}}{E_{\text{tilført}}} = \frac{855kJ}{2116,8kJ} = 0,4039116 = \underline{\underline{40\%}}$

Opgave 2: Dykning i Det Røde Hav

- a) Trykket nede under vandet kommer både fra atmosfæren p_0 og fra væskesøjlen $p_{\text{væskesøjle}}$ over stedet. Trykket p som funktion af dybden h er altså:

$$p(h) = p_0 + p_{\text{væskesøjle}} = p_0 + \rho_{\text{vand}} \cdot g \cdot h$$

Der er altså en lineær sammenhæng mellem højden og trykket, så tabellens værdier indtegnes i et koordinatsystem i Excel, og der vælges en lineær tendenslinje:



Af tendenslinjens ligning fremgår det altså, at: $p_0 = 101,52kPa = \underline{\underline{101,5kPa}}$

- b) Tendenslinjen hældning er 10,144 kPa/m, og den kan bruges til at finde vandets densitet.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$\rho_{vand} \cdot g = 10,144 \text{ kPa/m} \Leftrightarrow \rho_{vand} = \frac{10144 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}}{9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1032,99389 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \underline{\underline{1,033 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}}$$

Opgave 3: Nattehimlens klareste stjerne

- a) Da man både kender den udstrålede effekt og stjernens størrelse (radius), kan man ved hjælp af Stefan-Boltzmanns lov finde overfladetemperaturen:

$$P = A_{\text{stjerne}} \cdot \sigma \cdot T^4 \Leftrightarrow$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{P}{A_{\text{stjerne}} \cdot \sigma}} = \sqrt[4]{\frac{8,96 \cdot 10^{27} \text{ W}}{4 \cdot \pi \cdot (1,22 \cdot 10^9 \text{ m})^2 \cdot 5,6705 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}}} = 9587,14470 \text{ K} = \underline{\underline{9,6 \text{ kK}}}$$

Opgave 4: Skydiving

- a) Da det er en (t,v)-graf, kan accelerationen til et givet tidspunkt bestemmes som hældningen for tangenten i punktet. Så ved t = 5,0s indtegnes en tangent, og på den aflæses hældningen – og dermed accelerationen - at være:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{50 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{7,4 \text{ s} - 1,4 \text{ s}} = \underline{\underline{5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

- b) På grafen ser det ud til, at udspringeren efter 16s har nået den konstante fart 52m/s. Det stykke udspringeren når på de første 16s svarer til arealet under grafen, der bestemmes ved at

tælle antallet af tern – der er ca. 138 – og se at hver tern svarer til $\Delta s = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s} = 5 \text{ m}$

Udspringeren skal falde 2,0km, og da stykket efter de 16s er bevægelse med konstant fart, har man altså, at tiden efter 16s er:

$$s = v_0 \cdot t + s_0 \Leftrightarrow t = \frac{s - s_0}{v_0}$$

$$t = \frac{2,0 \cdot 10^3 \text{ m} - 138 \cdot 5 \text{ m}}{52 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 25,1923 \text{ s}$$

Altså er faldtiden for 2,0km: $t_{\text{fald}} = 16 \text{ s} + 25 \text{ s} = \underline{\underline{41 \text{ s}}}$

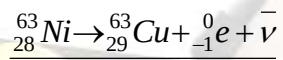


Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
 Opgave 5: Mikrobatteri

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) I databogen (side 200 i 1998-udgaven under "Radioaktive nuklider") ses Ni-63 at være β -radioaktiv med halveringstiden 100år.

Reaktionsskemaet er altså:



Ladningsbevarelsen giver, at datterkernen er grundstof nummer 29, der er Cu.

Nukleontalsbevarelsen giver, at det er Cu-63-isotopen.

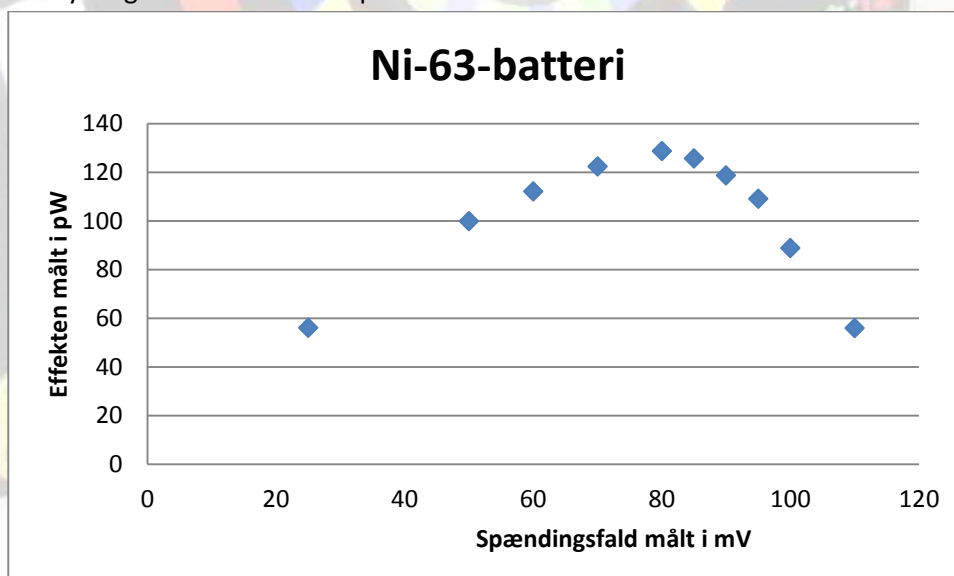
Leptontallet er bevaret, når antineutrinoen indgår i reaktionsskemaet.

- b) Den afsatte effekt i resistoren er givet ved $P_{\text{resistor}} = U \cdot I$.

Så effekten kan udregnes ved at multiplicere tallene i de to rækker. Dette foretages i Excel, hvor man får:

U / mV	I / nA	P / pW
110	0,51	56,1
100	0,89	89
95	1,15	109,25
90	1,32	118,8
85	1,48	125,8
80	1,61	128,8
70	1,75	122,5
60	1,87	112,2
50	2	100
25	2,25	56,25

Effekten afbildes som funktion af spændingsfaldet og punkterne ses at danne en kurve, hvor der helt tydeligt er ét maksimumspunkt:





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Den maksimalt afsatte effekt i resistoren er altså $P_{\max} = 129 \text{ pW}$, og den afsættes, når

spændingsfaldet er $U = 80 \text{ mV}$

- c) En strømstyrke på $2,40 \text{ nA}$ svarer til følgende antal elektroner pr. sekund:

$$N_{\text{elektroner}} = \frac{Q_{1s}}{e} = \frac{2,40 \text{ nC}}{1,602176565 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 14979622424 = 1,498 \cdot 10^{10}$$

Hvis dette er 15% af henfaldene, har antallet af henfald været:

$$N_{\text{henfald}} = \frac{N_{\text{elektroner}}}{0,15} = 99864149492 = 9,99 \cdot 10^{10}$$

Aktiviteten fra Ni-63 skal altså være: $A_{\text{Ni-63}} = 9,99 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

Da man kender halveringstiden fra opslaget i forbindelse med spørgsmål a), kan man så også bestemme antallet af Ni-63-kerner (og dermed antallet af Ni-63-atomer):

$$A_{\text{Ni-63}} = k \cdot N_{\text{Ni-63}} = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot N_{\text{Ni-63}} \Leftrightarrow$$

$$N_{\text{Ni-63}} = \frac{A_{\text{Ni-63}} \cdot T_{1/2}}{\ln(2)} = \frac{9,99 \cdot 10^{10} \text{ Bq} \cdot 100 \cdot 365,2422 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}}{\ln(2)} = 4,546517 \cdot 10^{20}$$

Massen af et Ni-63-atom slås op på side 221 i databogen (1998-udgaven) til at være $62,929670 \text{ u}$

Hermed kan den nødvendige masse Ni-63 beregnes:

$$m_{\text{Ni-63}} = N_{\text{Ni-63}} \cdot m_{\text{Ni-63-atom}} =$$

$$4,5465 \cdot 10^{20} \cdot 62,929670 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,75098 \cdot 10^{-5} \text{ kg} = \underline{48 \text{ mg}}$$

Opgave 6: Eridani B

- a) Den bølgelængde, hvor intensitetsfordelingen som funktion af bølgelængden har sit maksimum, bestemmes ved Wiens forskydningslov:

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{16,8 \cdot 10^3 \text{ K}} = 1,725 \cdot 10^{-7} \text{ m} = \underline{173 \text{ nm}}$$

- b) For at kunne besvare spørgsmålet, skal man kende intensiteten af lyset i Jordens afstand, og derfor skal man først kende stjernens udstrålede effekt. Denne bestemmes ved Stefan-Boltzmanns lov, da radius af stjernen også er kendt:

$$P = 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \sigma \cdot T^4 = 4 \cdot \pi \cdot (9,47 \cdot 10^6 \text{ m})^2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot (16,8 \cdot 10^3 \text{ K})^4 = 5,09014 \cdot 10^{24} \text{ W}$$

Det udsendte lys breder sig som en kugleskal ud i verdensrummet, så i Jordens afstand er intensiteten:

$$I = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot d_{\text{jord}}^2} = \frac{5,09014 \cdot 10^{24} \text{ W}}{4 \cdot \pi \cdot (16,5 \cdot 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m})^2} = 1,66235 \cdot 10^{-11} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Da teleskopets åbning er $0,20 \text{ m}^2$ er den indkomne effekt:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$P_{indkomne} = 1,66235 \cdot 10^{-11} \frac{W}{m^2} \cdot 0,20m^2 = 3,324692319 \cdot 10^{-12} W$$

Da man skal modtage mindst $5,0 \cdot 10^{-8} J$, skal teleskopet mindst være belyst i:

$$P_{indkomne} = \frac{E_{nødvendig}}{t_{nødvendig}} \Leftrightarrow t_{nødvendig} = \frac{E_{nødvendig}}{P_{indkomne}} = \frac{5,0 \cdot 10^{-8} J}{3,3247 \cdot 10^{-12} W} = 15039s = \underline{\underline{4,2 timer}}$$

Opgave 7: Båd for anker

- a) Kraften er parallel med bevægelsesretningen, så effekten er:

$$P = F \cdot v = 386N \cdot 18 \frac{m}{60s} = 115,8W = \underline{\underline{0,12kW}}$$

- b) For at bestemme opdriften skal man kende rumfanget af ankeret. Da man kender massen, skal man finde densiteten af aluminium for at bestemme rumfanget. Densiteten findes i det periodiske

system på siderne 14 og 15 i databogen 1998-udgaven: $\rho_{Al} = 2,698 \frac{g}{cm^3} = 2698 \frac{kg}{m^3}$.

Så bestemmes rumfanget af ankeret:

$$V_{anker} = \frac{m_{anker}}{\rho_{Al}} = \frac{14,4kg}{2698 \frac{kg}{m^3}} = 0,005337287m^3$$

Opdriften afhænger af vandets densitet. Det antages, at båden sejler på havet, og vandets densitet sættes så til $1020kg/m^3$.

Så bliver opdriften:

$$F_{op} = \rho_{vand} \cdot V_{anker} \cdot g = 1020 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,005337287m^3 \cdot 9,82 \frac{m}{s^2} = 53,46040N = \underline{\underline{53N}}$$

- c) De fire kræfter, der virker på båden, er:

Opdriften F_{op} : Har retning lodret opad og størrelsen 6,22kN

Tyngdekraften F_t : Har retning lodret nedad og størrelsen $F_t = m \cdot g = 560kg \cdot 9,82 \frac{m}{s^2} = 5,50kN$

Kraften fra vinden F_{vind} : Er rettet vandret mod højre på figuren.

Ankerkraften F_A : Er rettet fra skibet (rødt punkt) og ned mod ankeret, dvs. mod venstre med en vinkel på 17° i forhold til vandret.

Båden ligger stille, så $F_{res}=0$, og dermed må de fire kræfter udligne hinanden.

F_{vind} har ingen lodret komponent, så det er den lodrette del af F_A , der udligner forskellen mellem tyngdekraften og opdriften:

$$F_{A,lodret} = 6,22kN - 5,50kN = 0,72kN$$

Da vinklen med vandret er på 17° , er størrelsen af ankerkraften:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

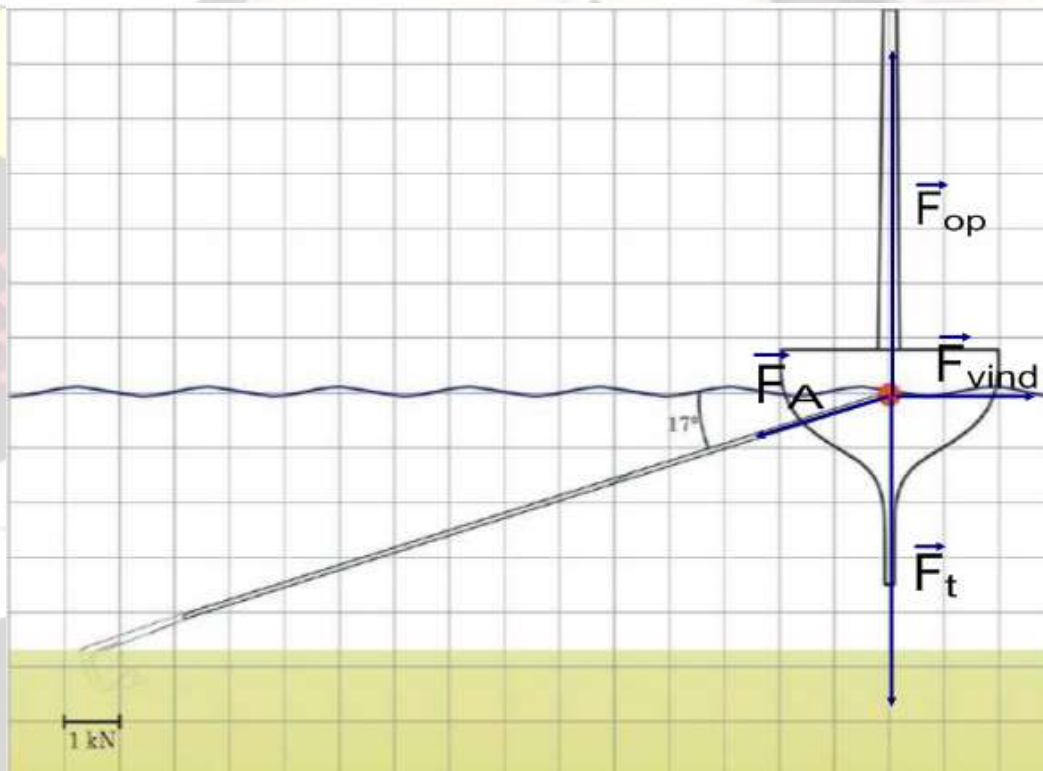
Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$F_A = \frac{F_{A, lodret}}{\sin(17^\circ)} = \frac{0,72 kN}{\sin(17^\circ)} = 2,46 kN$$

Den vandrette del af ankerkraften (og dermed også kraften fra vinden) er så:

$$F_{vind} = F_{A, vandret} = \cos(17^\circ) \cdot F_A = \cos(17^\circ) \cdot 2,46 kN = 2,36 kN$$

Dermed kan de fire kræfter indtegnes på bilaget:





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

12. august 2011

Opgave 1: Türanor

- a) Nyttetvirkningen er forholdet mellem den levede effekt og den indstrålede effekt:

$$\eta = \frac{P_{\text{leveret}}}{P_{\text{indstrålet}}} = \frac{P_{\text{leveret}}}{I_{\text{sol}} \cdot A_{\text{solceller}}} = \frac{93,5 \cdot 10^3 \text{ W}}{930 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 536 \text{ m}^2} = 0,18757021344888 = \underline{\underline{18,76\%}}$$

- b) Først bestemmes den tid Türanor er i stand til at sejle med farten 14 km/h:

$$P = \frac{E_{\text{omsat}}}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{E_{\text{omsat}}}{P} = \frac{E_{\text{batteri}}}{P_{\text{motorer}}} = \frac{4,7 \cdot 10^9 \text{ J}}{20 \cdot 10^3 \text{ W}} = 235000 \text{ s} = 65,27778 \text{ timer}$$

Med 14 km/h som konstant fart svarer dette til:

$$\Delta s = v \cdot \Delta t = 14 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 65,28 \text{ t} = 914 \text{ km}$$

Der går også lidt energi til andre ting end motorerne, så Türanor kan nok sejle omkring 900km på et fuldt opladet batteri.

Opgave 2: Stålværk

- a) Da den afsatte effekt og spændingsfaldet er kendt, kan strømstyrken gennem jernet (der kan betragtes som en simpel resistor) beregnes:

$$P = U \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{40 \cdot 10^6 \text{ W}}{900 \text{ V}} = 44444,444 \text{ A} = \underline{\underline{44 \text{ kA}}}$$

- b) Det antages, at systemet er isoleret (dvs. der er ikke varmeafgivelse til omgivelserne) og at jernet fra start er 20°C. Jernet skal først opvarmes til smeltepunktet, så man har brug for at kende den specifikke varmekapacitet for jern. Den findes på side 142 i databogen (version 1998) og er

$$c_{\text{jern}} = 452 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \text{ (ved stuetemperatur). Den specifikke varmekapacitet afhænger en lille smule}$$

af temperaturen, men den regnes som konstant. Jernets smeltepunkt kan findes i det periodiske system (databogen side 14), hvor det ses at være 1540°C. Hermed fås:

$$\Delta t = \frac{E_{\text{omsat}}}{P} = \frac{E_{\text{opvarmning}} + E_{\text{smeltning}}}{P} = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T + m \cdot L_s}{P} = \frac{m \cdot (c \cdot \Delta T + L_s)}{P} = \frac{80 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \left(452 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (1540 - 20) \text{ K} + 275 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right)}{40 \cdot 10^6 \text{ W}} = \frac{7,69632 \cdot 10^{10} \text{ J}}{40 \cdot 10^6 \text{ W}} = 1924 \text{ s} = \underline{\underline{32 \text{ min}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 3: Dobbelstjernen Sirius

- a) Wiens forskydningslov giver:

$$\lambda_{\max} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{T_{\text{overflade}}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{2,48 \cdot 10^4 \text{ K}} = 1,168548 \cdot 10^{-7} \text{ m} = \underline{\underline{116,9 \text{ nm}}}$$

- b) Massen af Sirius B er opgivet, så for at finde den gennemsnitlige densitet, skal man finde radius, så rumfanget kan bestemmes. Radius kan bestemmes ud fra Stefan-Boltzmanns lov, da den udstrålede effekt er opgivet, og da man fra tidligere har overfladetemperaturen:

$$P_{\text{udstrålet}} = A_{\text{overflade}} \cdot \sigma \cdot T^4 = 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \sigma \cdot T^4 \Leftrightarrow$$

$$r = \sqrt{\frac{P_{\text{udstrålet}}}{4 \cdot \pi \cdot \sigma \cdot T^4}} = \sqrt{\frac{9,95 \cdot 10^{24} \text{ W}}{4 \cdot \pi \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \cdot (2,48 \cdot 10^4 \text{ K})^4}} = 6075647,5 \text{ m}$$

Hermed bliver den gennemsnitlige densitet:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3} = \frac{2,09 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (6075647,5 \text{ m})^3} = 2224743614 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \underline{\underline{2,22 \cdot 10^9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

Opgave 4: Meget gammelt vand

- a) I databogen under radioaktive nuklider (side 201) ses det, at Kr-81 henfalder ved elektronindfangning. Så reaktionsskemaet bliver: $\underline{\underline{{}_{36}^{81}\text{Kr} + {}_0^0e \rightarrow {}_{35}^{81}\text{Br} + \nu}}$

Ladningsbevarelsen giver, at datterkernen har atomnummeret 35, som er brom.

Nukleonbevarelsen fortæller, at det er Br-81-isotopen, der dannes.

Leptontalsbevarelsen giver, at der må udsendes en neutrino (leptontallet 1).

- b) Samme sted som henfaldstypen for Kr-81 blev fundet, ses det også, at halveringstiden for henfaldet er 0,21 Mår. Da antallet af kerner er opgivet, kan aktiviteten bestemmes:

$$A = k \cdot N = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot N = \frac{\ln(2)}{0,21 \cdot 10^6 \cdot 365,2422 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \cdot 2,32 \cdot 10^6 = 2,4266 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1} = \underline{\underline{0,24 \mu\text{Bq}}}$$

- c) Alderen af vandet kan bestemmes ved hjælp af henfaldsloven:

$$N(t) = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}} \Leftrightarrow \ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right) = \frac{t}{T_{1/2}} \cdot \ln\left(\frac{1}{2}\right) \Leftrightarrow$$

$$t = T_{1/2} \cdot \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)}{\ln(2)} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ år} \cdot \frac{\ln\left(\frac{1900}{450}\right)}{\ln(2)} = 436381 \text{ år} = \underline{\underline{4,4 \cdot 10^5 \text{ år}}}$$

Da vandet under Gum Horia er $2,30 \cdot 10^5$ år gammelt, er den tid, det bruger på at sive de 220 km fra Gum Horia til Fara fra altså:

$$t_{\text{sivning}} = 436381 \text{ år} - 2,30 \cdot 10^5 \text{ år} = 206381 \text{ år}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Hermed bliver gennemsnitsfarten:

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$v_{gen} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{220 \cdot 10^3 m}{206381 \cdot 365,2422 \cdot 24 \cdot 3600} = 3,377997 \cdot 10^{-8} \frac{m}{s} = \underline{\underline{3,4 \cdot 10^{-8} \frac{m}{s}}}$$

Opgave 5: Enterprise

- a) Kabinerne udfører en jævn cirkelbevægelse, så farten beregnes ved:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 5,3m}{4,2s} = 7,92878 \frac{m}{s} = \underline{\underline{7,9 \frac{m}{s}}}$$

- b) Der virker to kræfter på kabinen (der ses bort fra luftmodstand og den tilsvarende kraft fra karrussellens motor, der skal sørge for konstant fart): Tyngdekraften og kraften fra hængslet. Disse to kræfter udgør tilsammen den nødvendige centripetalkraft, der har størrelsen:

$$F_c = m \cdot \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r}{T^2} = 215kg \cdot \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot 5,3m}{(4,2s)^2} = 2550,207N$$

$$\text{Tyngdekraftens størrelse er: } F_t = m \cdot g = 215kg \cdot 9,82 \frac{m}{s^2} = 2111,3N$$

Da den resulterende kraft (svarende til centripetalkraften) er vandret, må den lodrette del af hængselkraften være lige så stor som tyngdekraften (og pege opad). Desuden er det den vandrette del af hængselkraften, der udgør centripetalkraften. Man har altså:

$$F_{\text{hængsel, lodret}} = 2111,3N$$

$$F_{\text{hængsel, vandret}} = 2550,2N$$

Hermed bliver størrelsen af hængselkraften:

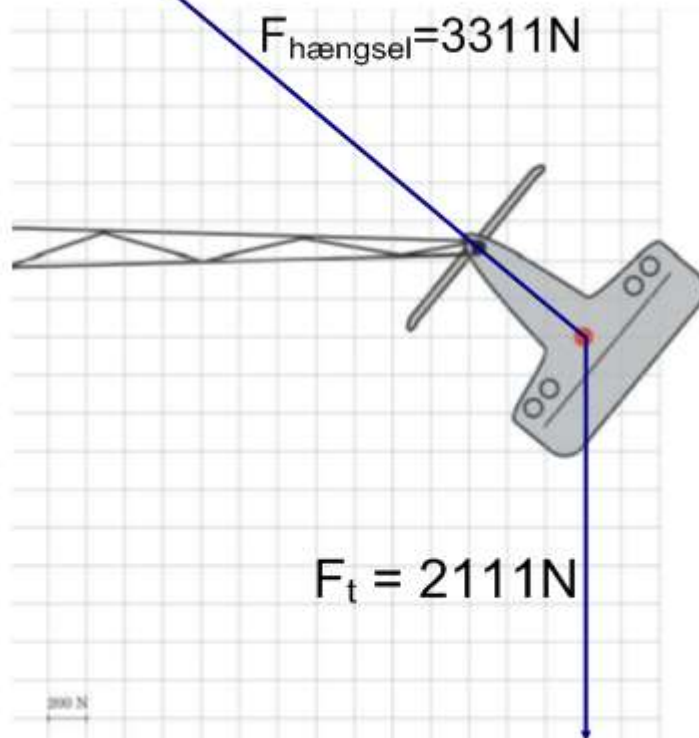
$$F_{\text{hængsel}} = \sqrt{F_{\text{hængsel, vandret}}^2 + F_{\text{hængsel, lodret}}^2} = \sqrt{(2550,2N)^2 + (2111,3N)^2} = 3310,762N = \underline{\underline{3311N}}$$

Nu kan størrelse og retning indtegnes på figuren, da man ved, at kraften virker fra massemidtpunktet (den røde prik) op mod hængslet:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

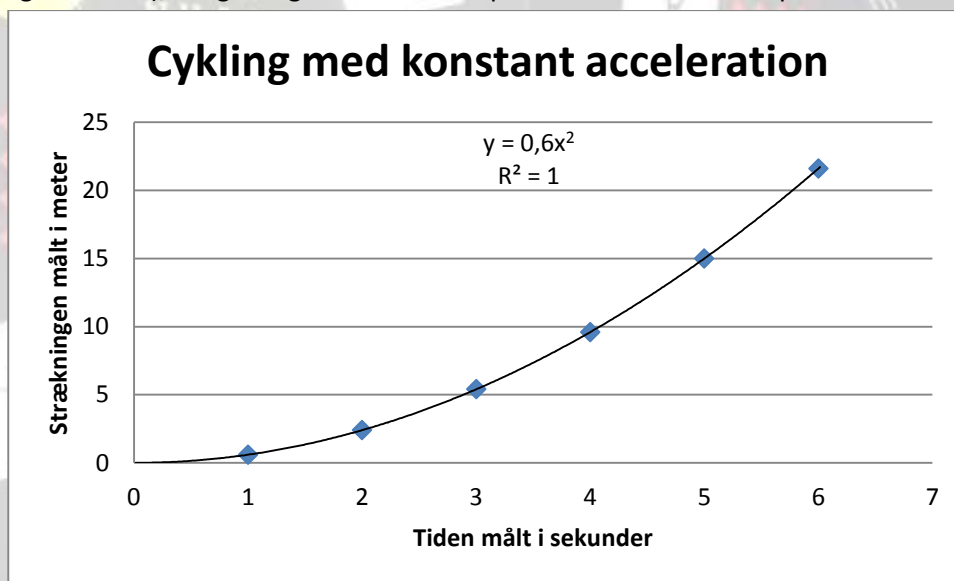
Opgave 6: E-bike

- a) Da bevægelsen er med konstant fart kan tiden beregnes ved:

$$t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{5,0 \text{ km}}{25 \frac{\text{km}}{\text{t}}} = 0,2 \text{ timer} = \underline{\underline{12 \text{ min}}}$$

- b) For bevægelse med konstant acceleration gælder: $s(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$

Tabellens værdier indtegnes på en (t,s)-graf, og da accelerationen er konstant (og begyndelsessted og -fart er 0), vælges regression med en potensfunktion med eksponenten 2:



Ud fra tendenslinjens forskrift aflæses accelerationen til $1,2 \text{ m/s}^2$.

Farten omregnes fra km/t til m/s: $v = 25 \frac{\text{km}}{\text{t}} = 25 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 6,94 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Så kan man regne ud, hvornår cyklisten opnår denne fart:

$$v = a \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{v}{a} = \frac{6,94 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 5,787 \text{ s} = \underline{\underline{5,8 \text{ s}}}$$

- c) Effekten er givet ved: $P = F \cdot v$, hvor F er kraften på cyklen og v er cyklings fart. Kraften på cyklen er den resulterende kraft, der fører til accelerationen. Da accelerationen er konstant, er den resulterende kraft også konstant (massen ændres ikke), og dermed vil effekten øges, når farten øges. Da hjælpemotoren yder en konstant hjælpeeffekt, skal cyklisten altså selv yde den største effekt, når farten er størst, dvs. efter 6 sekunder.

Først bestemmes farten efter 6 sekunder: $v = a \cdot t = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6 \text{ s} = 7,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Hermed kan cyklistens største effekt bestemmes:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$P_{maks} = P_{6 \text{ sekunder}} - P_{motor} = F_{res} \cdot v_{6 \text{ sekunder}} - P_{motor} = m \cdot a \cdot v_{6 \text{ sekunder}} - P_{motor} =$$

$$65,2 \text{ kg} \cdot 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 7,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 250 \text{ W} = 313,328 \text{ W} = \underline{\underline{313 \text{ W}}}$$

Opgave 7: Metro

a) Først bestemmes massen af den luft, der skal nedbremses:

$$m_{\text{luft}} = \rho \cdot V = \rho \cdot A_{\text{tværsnit}} \cdot l_{\text{tog}} = 1,21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4,0 \text{ m}^2 \cdot 38,5 \text{ m} = 186,34 \text{ kg}$$

Overtrykket på (101,03-100,98)kPa = 50Pa omregnes til den ekstra kraft, der virker på forruden:

$$p = \frac{F}{A} \Leftrightarrow F = p \cdot A = 50 \text{ Pa} \cdot 4,0 \text{ m}^2 = 200 \text{ N}$$

Dette er kraften, der bruges til at nedbremse luftmassen, så Newtons 2. lov giver accelerationen:

$$F_{res} = m \cdot a \Leftrightarrow a = \frac{F_{res}}{m} = \frac{200 \text{ N}}{186,34 \text{ kg}} = 1,073307 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{1,07 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

Det er ovenfor benyttet, at luften befinder sig i et accelereret system, hvorfor man kan regne på det, som om det var i et tyngdefelt (med accelerationen $1,07 \text{ m/s}^2$), så princippet i opgaven er egentlig det samme, som når man benytter trykket ved jordoverfladen til at vurdere atmosfærens masse.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

29. maj 2012

Opgave 1: Stjernen Vega

- a) Den bølgelængde, hvor intensiteten er størst, aflæses til at være 505nm.
Da stjernen kan betragtes som et absolut sort legeme, kan Wiens forskydningslov benyttes til at beregne overfladetemperaturen:

$$\lambda_{maks} \cdot T = 0,002898K \cdot m \Leftrightarrow T = \frac{0,002898K \cdot m}{\lambda_{maks}} = 5738,61K = \underline{\underline{5,74kK}}$$

- b) Det antages, at lyset ikke absorberes på sin vej fra Vega til Jorden. Så udbreder det sig på en kugleskal:

$I = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$, hvor P er Vegas lysstyrke, I er intensiteten observeret på Jorden og r er afstanden mellem Vega og Jorden.

$$r = \sqrt{\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot I}} = \sqrt{\frac{1,42 \cdot 10^{28} W}{4 \cdot \pi \cdot 2,00 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2}}} = 2,376973 \cdot 10^{17} m = \underline{\underline{2,4 \cdot 10^{17} m}} \quad (25 \text{ lysår})$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 2: Knivkast

- a) Når kniven rammer skiven og borer sig ind i den, bliver den påvirket af en resulterende kraft, der virker modsat bevægelsesretningen og dermed bremser bevægelsen.

Den resulterende krafts (negative) arbejde svarer til den (negative) tilvækst i kinetisk energi:

$$A_{\text{res}} = \Delta E_{\text{kin}}$$

$$-F_{\text{res, gennemsnit}} \cdot x_{\text{indtrængning}} = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{start}}^2 \Leftrightarrow$$

$$F_{\text{res, gennemsnit}} = \frac{m \cdot v_{\text{start}}^2}{2 \cdot x_{\text{indtrængning}}} = \frac{0,21 \text{ kg} \cdot \left(13,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 0,0060 \text{ m}} = 3236,8 \text{ N} = \underline{\underline{3,2 \text{ kN}}}$$

- b) Der ses bort fra luftmodstand, så bevægelsen kan deles op i en vandret bevægelse med konstant hastighed og en lodret med konstant acceleration.

Den konstante hastighed i den vandrette bevægelse kan bestemmes, da man kender kastevinklen og begyndelseshastigheden:

$$v_{\text{vandret}} = \cos(8,4^\circ) \cdot v_{\text{start}} = \cos(8,4^\circ) \cdot 15,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 15,13586669 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Da man nu kender den vandrette bevægelses hastighed, kan man beregne, hvor lang tid der går, inden kniven rammer skiven:

$$v_{\text{vandret}} = \frac{x_{\text{skive}}}{t_{\text{skive}}} \Leftrightarrow t_{\text{skive}} = \frac{x_{\text{skive}}}{v_{\text{vandret}}} = \frac{2,2 \text{ m}}{15,13586669 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,145350 \text{ s}$$

Nu kendes det tidsrum kniven flyver i luften, og accelerationen i den lodrette bevægelse er tyngdeaccelerationen. Da man kender starthøjden og kan beregne den lodrette begyndelseshastighed, kan man hermed bestemme den højde kniven vil være i, når den rammer skiven. Den positive retning vælges opad:

$$y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 - v_{\text{start}} \cdot \sin(8,4^\circ) \cdot t + y_0$$

$$y(0,14535 \text{ s}) = -\frac{1}{2} \cdot 9,82 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,14535 \text{ s})^2 - 15,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sin(8,4^\circ) \cdot 0,14535 \text{ s} + 1,1 \text{ m}$$

$$y(0,14535 \text{ s}) = 0,67140038 \text{ m} = \underline{\underline{0,7 \text{ m}}}$$

Opgave 3: Sukker

- a) På målebægeret kan man aflæse, at 1,00L svarer til 850g sukker. Hermed kan densiteten af sukkeret beregnes til:

$$\rho_{\text{sukker}} = \frac{m_{\text{sukker}}}{V_{\text{sukker}}} = \frac{850 \text{ g}}{1,00 \cdot 10^3 \text{ cm}^3} = \underline{\underline{0,85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

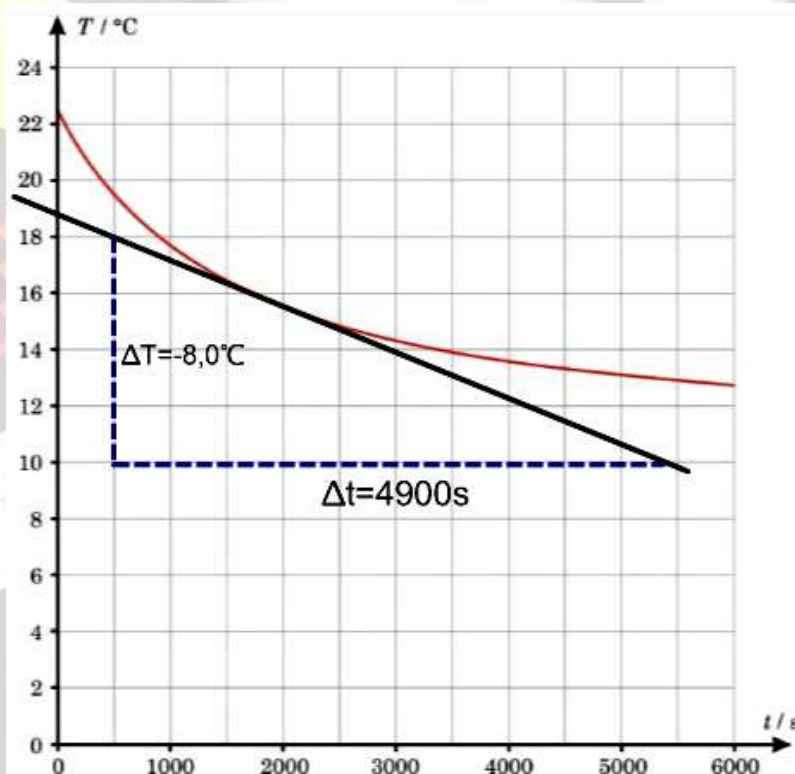
Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 4: Elektrisk køletaske

- a) Da man kender strømstyrken, spændingsfaldet og længden af det betragtede tidsrum, kan man beregne den omsatte energi ved:

$$\Delta E = P \cdot \Delta t = U \cdot I \cdot \Delta t = 12V \cdot 4,2A \cdot 3,0 \cdot 3600s = 544320J = \underline{\underline{0,5MJ}}$$

- b) På bilaget indtegnes en tangent til grafen til tiden 2000s:



Hældningen for tangenten fortæller, hvor meget temperaturen ændrer sig pr. tid efter 2000s:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{-8,0^{\circ}\text{C}}{4900\text{s}} = -0,00163265 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{s}}$$

For at bestemme med hvilken effekt køletasken modtager varme fra omgivelserne efter 2000s, ses på energiregnskabet:

$$\Delta E_{\text{køletaske}} = \Delta E_{\text{køleelement}} + \Delta E_{\text{omgivelser}}$$

Da man kender køletaskens varmekapacitet, bliver dette til tidspunktet $t = 2000\text{s}$:

$$C_{\text{køletaske}} \cdot dT = dE_{\text{køleelement}} + dE_{\text{omgivelser}}$$

$$\frac{C_{\text{køletaske}} \cdot dT}{dt} = \frac{dE_{\text{køleelement}}}{dt} + \frac{dE_{\text{omgivelser}}}{dt}$$

$$C_{\text{køletaske}} \cdot \frac{dT}{dt} = P_{\text{køleelement}} + P_{\text{omgivelser}}$$

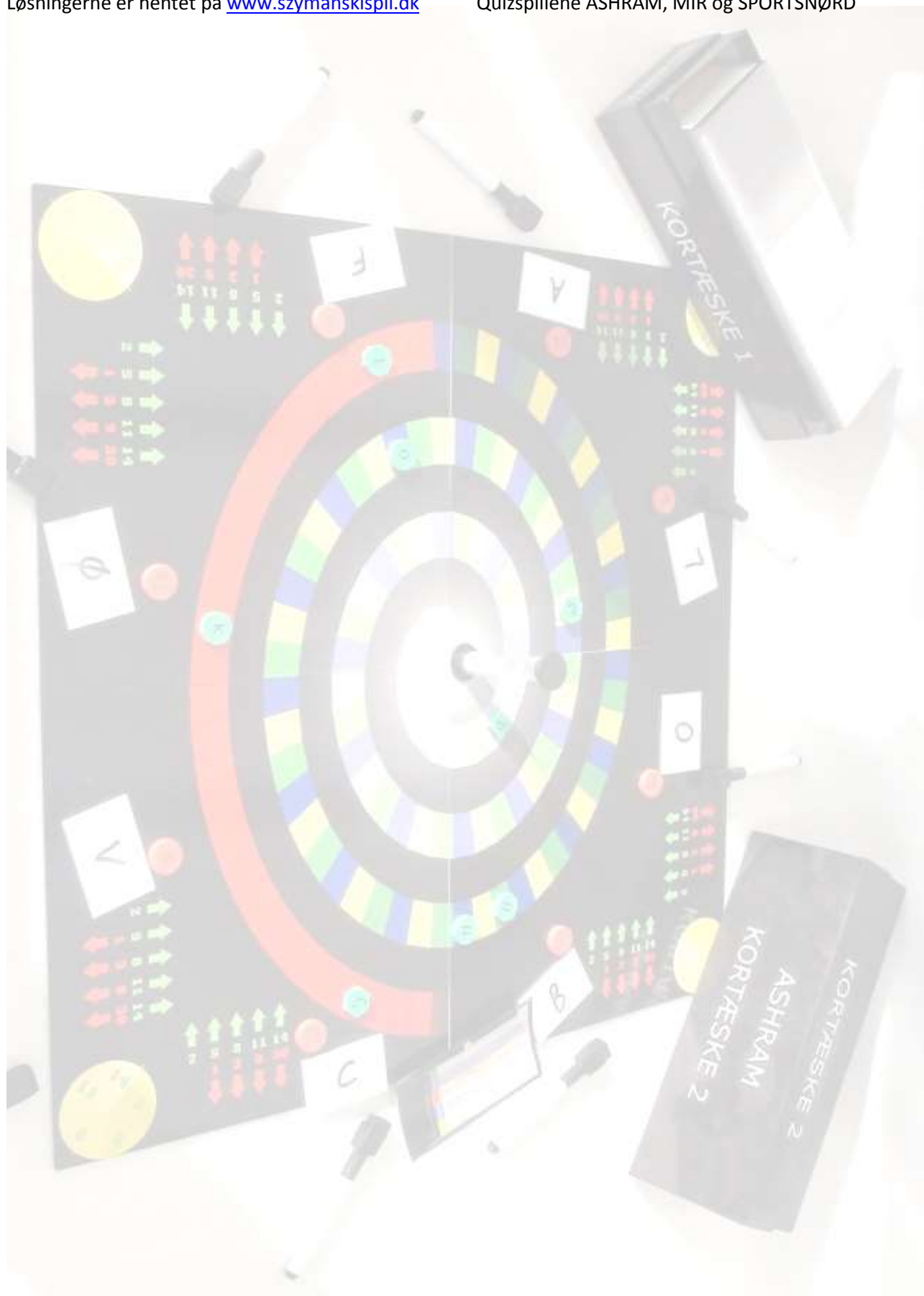
$$P_{\text{omgivelser}} = C_{\text{køletaske}} \cdot \frac{dT}{dt} - P_{\text{køleelement}} =$$

$$2,4 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot \left(-0,00163265 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{s}} \right) - (18,0\text{W}) = 14,0816\text{W} = \underline{\underline{14,1\text{W}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD



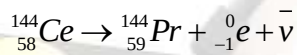


Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
 Opgave 5: Katastrofen i Kyshtym

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

- a) I databogen under radioaktive nuklider (side 204 i 1998-udgaven) ses Ce-144 at være β^- -radioaktiv med halveringstiden 284 døgn. Desuden ses Ce at være grundstof nr. 58.

Da isotopen er β^- -radioaktiv, udsendes en elektron, og man får altså:



Elektronen ledsages altid af en antineutrino (beskrevet ved leptontalsbevarelse).

Ladningsbevarelsen ($58 = 59 - 1$) giver, at datterkernen er grundstof nr. 59, der i det periodiske system ses at være Pr.

Nukleontalsbevarelsen ($144 = 144 + 0$) giver, at det er isotopen Pr-144, der dannes.

- b) Man kender halveringstiden og aktiviteten (det ikke så ofte benyttede præfiks P – peta – står for 10^{15}), så antallet af kerner kan bestemmes, hvorefter massen kan findes:

$$A = k \cdot N = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot N \Leftrightarrow N = \frac{A \cdot T_{1/2}}{\ln(2)}$$

$$m_{\text{Ce-144-udslip}} = N \cdot m_{\text{Ce-144-atom}} = \frac{A \cdot T_{1/2}}{\ln(2)} \cdot m_{\text{Ce-144-atom}}$$

$$m_{\text{Ce-144-udslip}} = \frac{24,4 \cdot 10^{15} \text{ Bq} \cdot 284 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}}{\ln(2)} \cdot 143,913643 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} =$$

$$0,206418 \text{ kg} = \underline{\underline{206 \text{ g}}}$$

Atommassen af Ce-144 er slået op i databogen under "Nuklidens masse og bindingsenergi" side 223 i 1998-udgaven.

- c) I databogen under radioaktive nuklider (side 201) ses Sr-90 at have en halveringstid på 28,8 år. Da man for begge radioaktive nuklider kender begyndelsesaktiviteten og halveringstiden, kan man ved hjælp af henfaldsloven opskrive følgende udtryk for at bestemme, hvornår aktiviteten af Sr-90 overstiger aktiviteten af Ce-144:

$$A_{\text{Sr-90}}(t) > A_{\text{Ce-144}}(t)$$

$$A_{0,\text{Sr-90}} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{28,8\text{år}}} > A_{0,\text{Ce-144}} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{0,7776\text{år}}}$$

$$2,0 \text{ PBq} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{28,8\text{år}}} > 24,4 \text{ PBq} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{0,7776\text{år}}}$$

$$\text{Halveringstiden for Ce-144 er omregnet til år ved: } T_{1/2} = \frac{284\text{døgn}}{365,2422\text{døgn / år}} = 0,777566\text{år}$$

På TI n'spire indtastes:

$$\text{solve}\left\{2 \cdot (0.5)^{\frac{t}{28.8}} > 24.4 \cdot (0.5)^{\frac{t}{0.777566}}, t\right\} \quad \rightarrow 2.88395062993$$



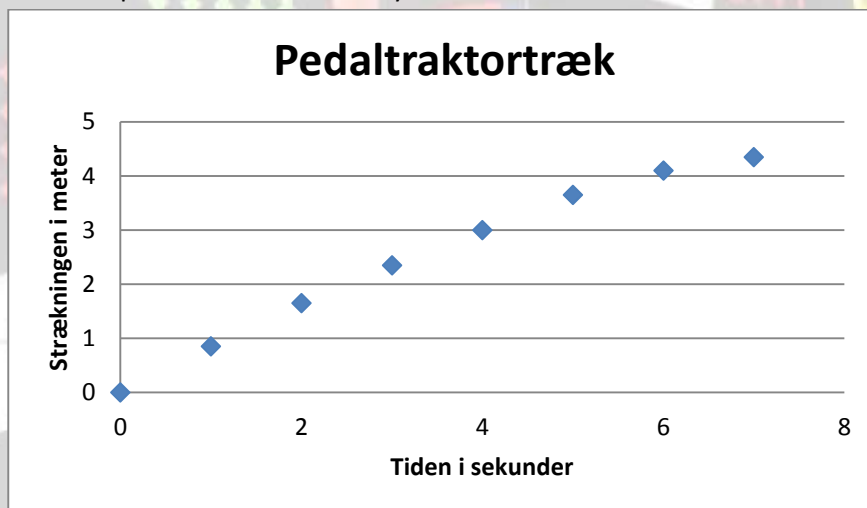
Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD
Dvs. at efter 2,9 år er aktiviteten af Sr-90 større end aktiviteten af Ce-144

Opgave 6: Pedaltraktortræk

- a) Da man kender massen og den resulterende kraft, kan accelerationen bestemmes ved Newtons 2. lov:

$$F_{res} = m \cdot a \Leftrightarrow a = \frac{F_{res}}{m} = \frac{41N}{190kg} = 0,215789 \frac{m}{s^2} = \underline{\underline{0,22 \frac{m}{s^2}}}$$

- b) For at se, om man kan bruge en simpel matematisk model til at beskrive bevægelsen, indtegnes tabellens punkter i et koordinatsystem:



Punkterne ser ud til at danne en tilnærmelsesvis ret linje på det første stykke (let buet), men så bøjer den af, og da desuden punktet (0,0) indgår, kan stedfunktionen ikke beskrives ved en lineær, eksponentiel eller potensudvikling.

MEN, som det ses på punkternes placering, kan man med god tilnærmelse bestemme farten til tiden $t = 4,0s$ som gennemsnitsfarten i intervallet $[3s;5s]$.

$$v_{4,0s} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3,65m - 2,35m}{5,0s - 3,0s} = \frac{1,30m}{2,0s} = \underline{\underline{0,65 \frac{m}{s}}}$$

- c) Gnidningskraften som funktion af strækningen er oplyst at være $F_{gnid} = 105 \frac{N}{m} \cdot s + 84N$.

En krafts arbejde er generelt defineret som $A = F \cdot \Delta s \cdot \cos(\nu)$, hvor ν er vinklen mellem kraftens retning og bevægelsens retning. I dette tilfælde er det to modsatte retninger ($\nu = 180^\circ$), så arbejdet bliver negativt, men man er interesseret i den effekt arbejdet udføres med, og derfor ses bort fra fortegnet.

Da kraften ikke er konstant, findes det samlede arbejde ved at integrere kraftudtrykket med hensyn til strækningen, og da trækets tid kendes, kan effekten beregnes:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$P = \frac{A_{\text{gnidning}}}{\Delta t} = \frac{\int_{0m}^{10,0m} (105 \frac{N}{m} \cdot s + 84N) \cdot ds}{\Delta t} = \frac{\left[\frac{1}{2} \cdot 105 \frac{N}{m} \cdot s^2 + 84N \cdot s \right]_{0m}^{10,0m}}{\Delta t} =$$

$$\frac{\frac{1}{2} \cdot 105 \frac{N}{m} \cdot (10,0m)^2 + 84N \cdot 10,0m}{13,1s} = 464,885496W = \underline{\underline{0,46kW}}$$

Opgave 7: Alnilam

- a) Da man kender både radius og stjernens effektive overfladetemperatur, kan stefan-boltzmanns lov benyttes til at bestemme den udsendte effekt (lysstyrken):

$$P = \sigma \cdot A \cdot T^4 = \sigma \cdot 4\pi r^2 \cdot T^4$$

$$P = 5,6705 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot 4 \cdot \pi \cdot (1,81 \cdot 10^{10} m)^2 \cdot (2,5 \cdot 10^4 K)^4 = 9,1190249 \cdot 10^{31} W = \underline{\underline{9,1 \cdot 10^{31} W}}$$

- b) For at bestemme tyngdeaccelerationen på overfladen af Alnilam udnyttes det, at man kan regne, som om al massen var placeret i centrum af stjernen (dvs. man betragter enhver tilpas tynd kugleskal af stjernen som homogen). Det er kun tyngdekraften, der virker ved overfladen, så den udgør den resulterende kraft. Newtons 2. lov og gravitationsloven kan så kombineres:

$$F_{\text{res}} = F_t$$

$$m \cdot a = G \cdot \frac{m \cdot M_{\text{Alnilam}}}{r^2} \Leftrightarrow$$

$$a = G \cdot \frac{M_{\text{Alnilam}}}{r^2} = 6,6726 \cdot 10^{-11} N \cdot \frac{m^2}{kg^2} \cdot \frac{40 \cdot 1,989 \cdot 10^{30} kg}{(1,81 \cdot 10^{10} m)^2} = 16,20439 \frac{m}{s^2} = \underline{\underline{16,2 \frac{m}{s^2}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

6. juni 2012

Opgave 1: Nissan Leaf

- a) Man kender spændingsfaldet U over batteriet og den effekt P hvormed batteriet modtager energi, så strømstyrken I kan beregnes ved:

$$P = U \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{50 \cdot 10^3 \text{ W}}{400 \text{ V}} = \underline{\underline{12,5 \text{ A}}}$$

- b) Man kan godt omregne til SI-enheder, men i dette tilfælde er det nemmest at bestemme energi i enheden kWh, da den afgivne energi er opgivet i denne enhed.

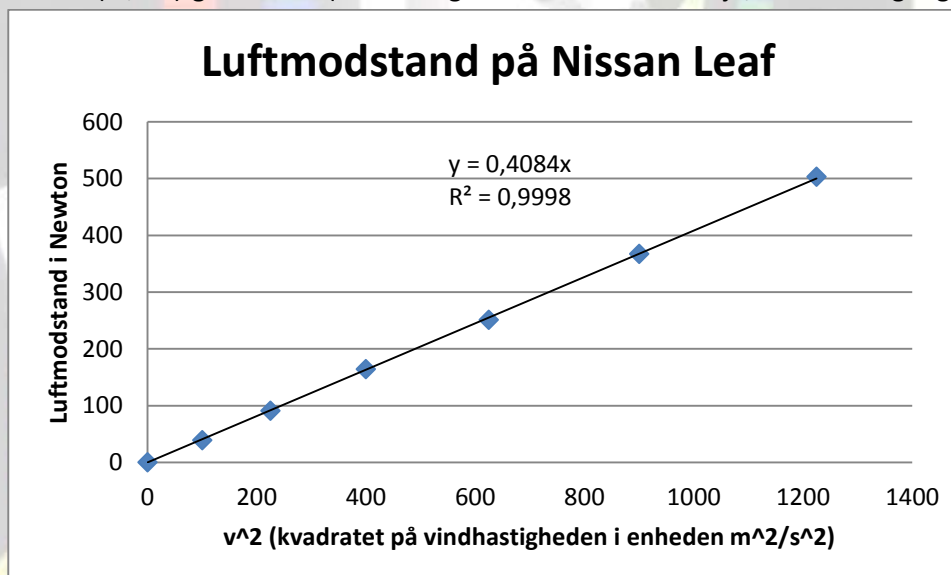
Den energi batteriet har modtaget efter en opladning på 30 minutter (svarende til 0,50 timer) er altså:

$$E_{\text{batteri}} = P \cdot \Delta t = 50 \text{ kW} \cdot 0,50 \text{ h} = 25 \text{ kWh}$$

Da man også kender den afgivne energi, kan nyttevirkningen bestemmes:

$$\eta = \frac{E_{\text{nyttig}}}{E_{\text{tilført}}} = \frac{E_{\text{afgivet}}}{E_{\text{batteri}}} = \frac{19 \text{ kWh}}{25 \text{ kWh}} = 0,76 = \underline{\underline{76\%}}$$

- c) Luftmodstanden kan ofte beskrives ved udtrykket $F_{\text{luft}} = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$, hvor c_w er formfaktoren, ρ er luftens densitet, A er tværsnitsarealet vinkelret på bevægelsesretningen og v er farten. I dette tilfælde er det bilen, der holder stille, og luften, der bevæger sig, så v vil i dette tilfælde være vindhastigheden. Hvis dette udtryk gælder, er v^2 proportional med F_{luft} , hvilket undersøges ved at lave en (v^2, F_{luft}) -graf i Excel (der er valgt en lineær tendenslinje, der er tvunget gennem (0,0)):



Punkterne danner tydeligvis den søgte proportionalitet, og da luftens densitet kan findes i databogen (1998-udgaven) under densitet for gasser til at være 1,293 g/L (svarende til 1,293 kg/m³) (godt nok ved 0°C, hvor forsøget næppe er udført, men man kender alligevel ikke den rette temperatur), kan man ved at benytte hældningen $\alpha = 0,4084 \text{ N}/(\text{m}^2/\text{s}^2)$ bestemme formfaktoren:



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

$$\alpha = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \Leftrightarrow c_w = \frac{\alpha \cdot 2}{\rho \cdot A} = \frac{0,4084 \frac{N \cdot s^2}{m^2} \cdot 2}{1,293 \frac{kg}{m^3} \cdot 2,27 m^2} = 0,27828599 = \underline{\underline{0,28}}$$

Opgave 2: Skybrud

- a) Trykket fra en 37,5m høj vandsøjle kan bestemmes, når man kender vandets densitet. Den slås op i databogen side 161 til at være 998,2kg/m³ ved 20°C, der må være en rimelig temperatur for et regnskyl om sommeren.

$$p_{\text{vandsøjle}} = \rho_{\text{vand}} \cdot h_{\text{søjle}} \cdot g = 998,2 \frac{kg}{m^3} \cdot 37,5m \cdot 9,82 \frac{m}{s^2} = 367587,15 Pa$$

Udover trykket var væskesøjlen, vil det opadrettede tryk i vandet i højde med kloakdækslet også afhænge af lufttrykket ved jordoverfladen, og da kloakken må have forbindelse med atmosfæren et eller andet sted, vil dette tryk skulle lægges oven i ovenstående udtryk (der derfor ville blive 378 kPa i stedet for 368 kPa). Samme tryk ville dog også virke nedad på selve kloakdækslet, og da det interessante i opgaven er, hvor meget skruerne skal kunne holde, må opgaveformuleringen nok skulle forstås på den måde, at man helt skal se bort fra luftens påvirkninger.

Dermed bliver kraften fra vandet (pga. vandsøjlen) på dækslet:

$$P = \frac{F}{A_{\text{dæksel}}} \Leftrightarrow F = P \cdot A_{\text{dæksel}} = P \cdot \pi \cdot r_{\text{dæksel}}^2 = 367587,15 Pa \cdot \pi \cdot (0,29m)^2 = 97119 N = \underline{\underline{97 kN}}$$

Opgave 3: Datering af jordlag

- a) I databogen under "Radioaktive nuklider" (side 207 i 1998-udgaven) findes halveringstiden for Pb-210 til at være 22,3 år. Lad t betegne den tid, der er gået mellem aflejringen af de to jordlag. Da der er lige meget Pb-210 i hvert gram nylagret materiale, vil en jordprøve med aktiviteten 22,9mBq efter tiden t have aktiviteten 2,1mBq, og man har dermed:

$$2,1 mBq = 22,9 mBq \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}} \Leftrightarrow \frac{2,1}{22,9} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{22,3 \text{ år}}} \Leftrightarrow \ln\left(\frac{2,1}{22,9}\right) = \frac{t}{22,3 \text{ år}} \cdot \ln\left(\frac{1}{2}\right) \Leftrightarrow$$

$$t = \frac{\ln\left(\frac{2,1}{22,9}\right)}{\ln\left(\frac{1}{2}\right)} \cdot 22,3 \text{ år} = 76,8655659 \text{ år} = \underline{\underline{77 \text{ år}}}$$

- b) Da man kun måler i 3,0døgn, der er et meget kort tidsrum i forhold til halveringstiden på 22,3år, kan man med meget god tilnærmelse regne antallet af Pb-210-kerner som konstant, når man bruger: $A = k \cdot N$

Hermed kan antallet af Pb-210-kerner i jordprøven bestemmes:

$$N = \frac{A}{k} = \frac{A}{\ln(2)} \cdot T_{1/2} = \frac{672}{3,0 \text{ døgn} \cdot \ln(2)} \cdot 22,3 \text{ år} =$$

$$\frac{672}{3,0 \text{ døgn} \cdot \ln(2)} \cdot 22,3 \cdot 365,2422 \text{ døgn} = 2632136$$

Hermed ses det også, at det var rimeligt at betragte antallet af Pb-210 som konstant, da det kun aftager med 0,03%.



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Atommassen af Pb-210 findes i databogen under "Nuklidens masse og bindingsenergi" til at være 209,984163u (man kunne også, da man kun regner med 2 betydende cifre, have brugt tommelfingerreglen, at Pb-210 ca. vejer 210u).

Hermed bliver massen:

$$m = N \cdot m_{\text{Pb-210-atom}} = 2632136 \cdot 209,984 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 9,17791 \cdot 10^{-19} \text{ kg} = \underline{\underline{9,2 \cdot 10^{-19} \text{ kg}}}$$

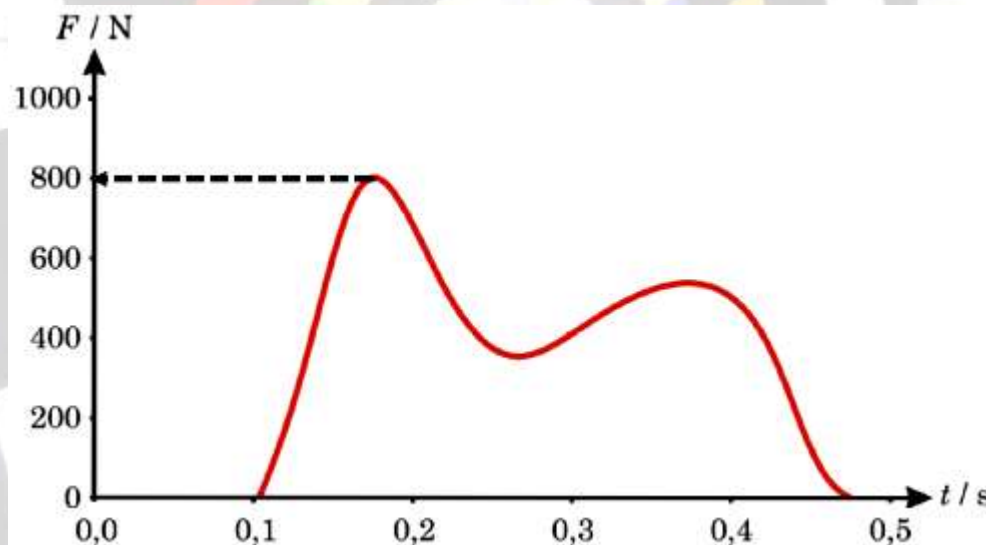
Opgave 4: 100 meter løb

- a) Man kender strækningen og tiden, og dermed kan gennemsnitsfarten bestemmes:

$$v_{\text{gen}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100 \text{ m}}{10,49 \text{ s}} = 9,53288847 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{9,53 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \quad \left(34,3 \frac{\text{km}}{\text{t}} \right)$$

- b) Sammenhængen mellem den samlede vandrette kraft på løberen og den vandrette acceleration er givet ved Newtons 2. lov: $F_{\text{res, vandret}} = m \cdot a_{\text{vandret}}$

Da massen ikke ændrer sig, finder den største acceleration sted, når kraften er størst. Den største kraft aflæses på bilaget til at være 800N:



Hermed bliver den største vandrette acceleration:

$$F_{\text{res}} = m \cdot a \Leftrightarrow a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{800 \text{ N}}{62 \text{ kg}} = 12,9032258 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \underline{\underline{12,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

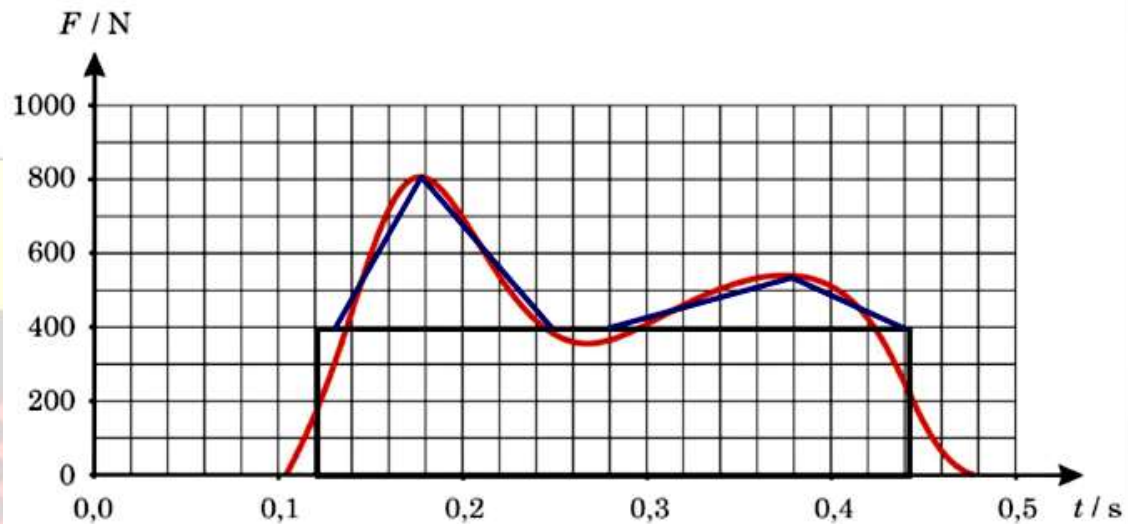
- c) Løberens fart, når hun forlader startblokken, kan beregnes ved først at bestemme kraftens impuls:

$$F = \frac{dp}{dt} \Leftrightarrow \Delta p = \int F \cdot dt$$

Højresiden i dette udtryk (kraftens impuls) svarer til arealet under (t,F)-graf. Dette areal bestemmes ved at opdele figuren i et sort rektangel, hvis areal tilnærmelsesvist svarer til den del af



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD
det samlede areal, der ligger under 400N, samt to blå trekanter, der tilnærmelsesvist udgør den resterende del af arealet.



Kraftens impuls er altså:

$$\Delta p = \int F \cdot dt = A_{\text{rektangel}} + A_{\text{trekanter}} =$$

$$400 \text{ N} \cdot (0,44 \text{ s} - 0,12 \text{ s}) + \frac{1}{2} \cdot 400 \text{ N} \cdot 0,115 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 140 \text{ N} \cdot 0,16 \text{ s} = 162,2 \text{ N} \cdot \text{s}$$

Da løberen står stille inden startskuddet lyder, bliver farten når startblokken forlades:

$$v = \frac{\Delta p}{m} = \frac{162,2 \text{ N} \cdot \text{s}}{62 \text{ kg}} = 2,6161290 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{2,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \left(9,4 \frac{\text{km}}{\text{t}} \right)$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 5: Rumsonden Messenger

- a) Da man kender både Messengers masse og fart, kan dens kinetiske energi bestemmes:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 512 \text{ kg} \cdot \left(3,81 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 3716121600 \text{ J} = \underline{\underline{3,72 \text{ GJ}}}$$

- b) Det er afstandene til Merkurs overflade, der er opgivet, men når tyngdekraften skal bestemmes, skal man betragte massen af Merkur som samlet i planetens centrum, og dermed skal man kende Merkurs radius. I databogen under "Planetsystemet" (side 236 i 1998-udgaven) findes radius til 2439 km (og planeten er ikke fladtrykt).

Hermed kan tyngdekraften bestemmes ud fra Newtons gravitationslov:

$$F_{tyngde} = G \cdot \frac{M_{Merkur} \cdot m_{Messenger}}{r^2} =$$

$$6,6726 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{3,29 \cdot 10^{23} \text{ kg} \cdot 512 \text{ kg}}{(2,00 \cdot 10^5 \text{ m} + 2,439 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 1613,9206 \text{ N} = \underline{\underline{1614 \text{ N}}}$$

- c) Metode 1 (energibevarelse): Det er et isoleret mekanisk system, dvs. den mekaniske energi er bevaret, og den energiomdannelse, der finder sted, er altså udelukkende mellem kinetisk og potentiel energi. Man har dermed:

$$E_{mek, tættst} = E_{mek, længst} \Leftrightarrow$$

$$E_{kin, t} + E_{pot, t} = E_{kin, l} + E_{pot, l} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_{Messenger} \cdot v_t^2 - G \cdot \frac{M_{Merkur} \cdot m_{Messenger}}{r_t} = \frac{1}{2} \cdot m_{Messenger} \cdot v_l^2 - G \cdot \frac{M_{Merkur} \cdot m_{Messenger}}{r_l} \Leftrightarrow$$

$$v_t^2 - 2 \cdot G \cdot \frac{M_{Merkur}}{r_t} = v_l^2 - 2 \cdot G \cdot \frac{M_{Merkur}}{r_l} \Leftrightarrow$$

$$v_l = \sqrt{v_t^2 + 2 \cdot G \cdot M_{Merkur} \cdot \left(\frac{1}{r_l} - \frac{1}{r_t} \right)}$$

$$v_l = \sqrt{\left(3,81 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 + 2 \cdot G \cdot 3,29 \cdot 10^{23} \text{ kg} \cdot \left(\frac{1}{1,56 \cdot 10^7 \text{ m} + 2,439 \cdot 10^6 \text{ m}} - \frac{1}{2,00 \cdot 10^5 \text{ m} + 2,439 \cdot 10^6 \text{ m}} \right)}$$

$$v_l = 559,2678162 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{559 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

For at få plads til ovenstående udregning, er værdien for G ikke skrevet ind i udregningen, men samme værdi som i spørgsmål b) er benyttet.

Metode 2 (Keplers 2. lov): Der skal overstryges lige store arealer til lige store tider, dvs. forholdet mellem afstandene til centrum skal være det reciproke af forholdet mellem farten de to steder:

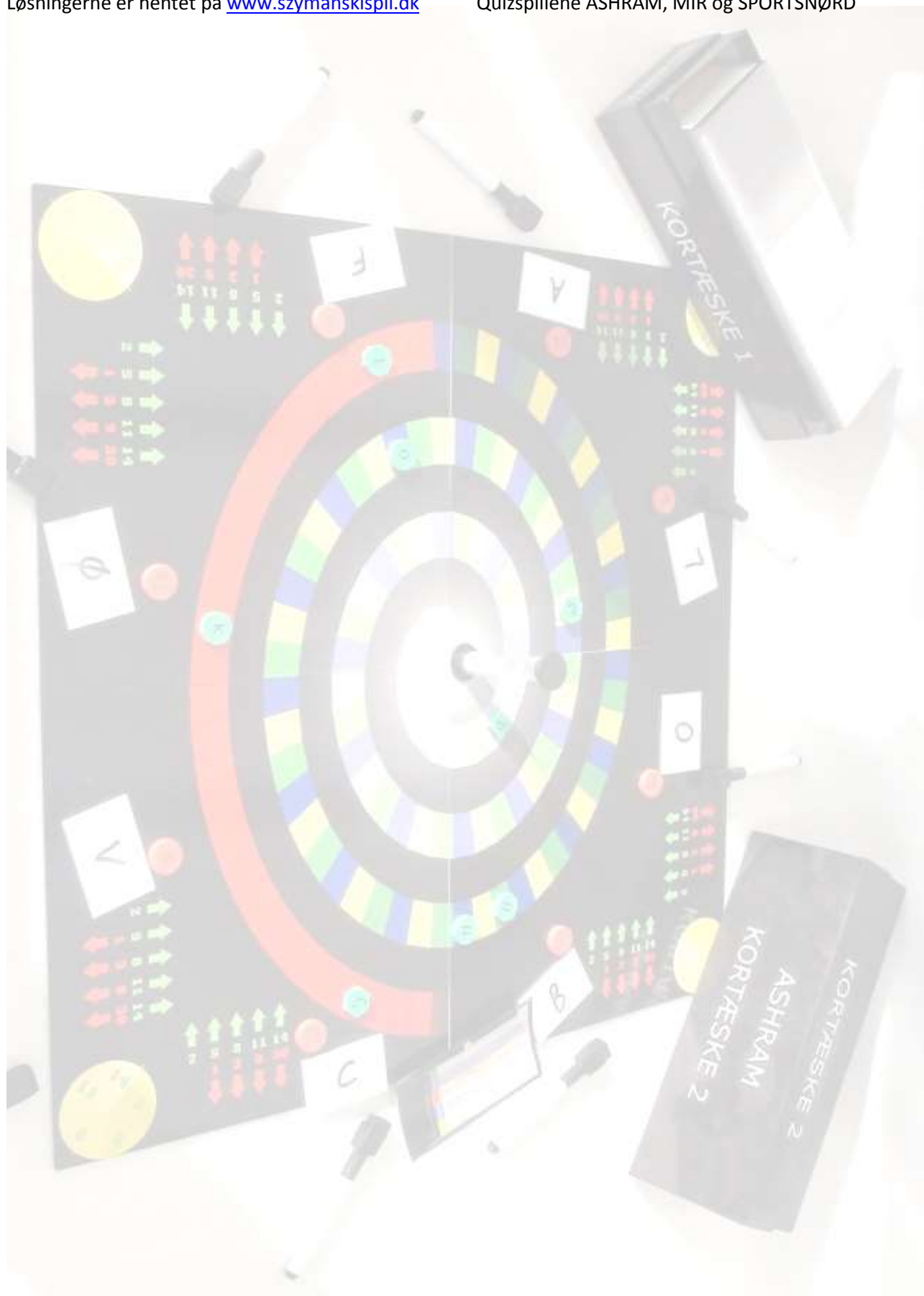
$$\frac{v_l}{v_t} = \frac{r_t}{r_l} \Leftrightarrow v_l = \frac{r_t}{r_l} \cdot v_t$$

$$v_l = \frac{2,00 \cdot 10^5 \text{ m} + 2,439 \cdot 10^6 \text{ m}}{1,56 \cdot 10^7 \text{ m} + 2,439 \cdot 10^6 \text{ m}} \cdot 3,81 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{557 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 6: Betelgeuse

- a) Den effektive overfladetemperatur er i dag (6. juni 2012 kl. ca. 12:47) 3450K efter en stigning på 8,5%. Dermed var den effektive overfladetemperatur i 1993 på:

$$T_{1993} \cdot 1,085 = T_{2012} \Leftrightarrow T_{1993} = \frac{T_{2012}}{1,085} = \frac{3450K}{1,085} = 3179,7235K$$

Da man kender stjernens udstrålede effekt P og effektive overfladetemperatur, kan man ved hjælp af Stefan-Boltzmanns lov bestemme radius af Betelgeuse i 1993:

$$P = 4 \cdot \pi \cdot r_{1993}^2 \cdot \sigma \cdot T_{1993}^4 \Leftrightarrow r_{1993} = \sqrt{\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot \sigma \cdot T_{1993}^4}}$$

$$r_{1993} = \sqrt{\frac{2,12 \cdot 10^{31} W}{4 \cdot \pi \cdot 5,6705 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4} \cdot (3179,7235K)^4}} = 539477836659m = 5,39 \cdot 10^{11}m \quad (3,6AE)$$

- b) Man kender den tilsyneladende lysstyrke I (intensiteten) og afstanden, så den forventede (absolutte) lysstyrke vil være:

$$I = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot d_{Jorden-Betelgeuse}^2} \Leftrightarrow P = I \cdot 4 \cdot \pi \cdot d_{Jorden-Betelgeuse}^2 =$$

$$3 \cdot 10^{-3} \frac{W}{m^2} \cdot 4 \cdot \pi \cdot (640 \cdot 9,46 \cdot 10^{15} m)^2 = 1,38204 \cdot 10^{36} W = \underline{\underline{1,4 \cdot 10^{36} W}}$$

Opgave 7: Stort badebassin

- a) Badebassinet på billedet ser ud til at have en radius på 3m og en højde på 1,5m. Dermed er mængden af vand i bassinet (massefylden sættes til 1000kg/m³):

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot \pi \cdot (3m)^2 \cdot 1,5m = 42412kg$$

Solarkonstanten slås op i databogen under "solenergi" side 182 i 1998-udgaven til at være 1353W/m². Den fortæller, hvad intensiteten af solens lys er i Jordens afstand til Solen. Sollyset skal både gennem atmosfæren og rammer ikke vinkelret ned på bassinet, da Solen i Danmark aldrig står i zenit. Hvis solen er oppe i 18 timer, regner jeg med en gennemsnitlig intensitet på 500W/m² vinkelret på badebassinet. En del af dette lys vil ikke afgive energi til vandet, men blot reflekteres, men hvis man regner med, at 30% af energien af sollyset går til opvarmning af vandet, får vandet tilført energimængden:

$$\Delta E_{vand} = P \cdot \Delta t = I \cdot A_{bassin} \cdot \Delta t = 0,3 \cdot 500 \frac{W}{m^2} \cdot \pi \cdot (3m)^2 \cdot 18 \cdot 3600s = 274826525J = 0,27GJ$$

Vandet vil nok have en lidt mindre temperatur en den omgivende luft, men hvis man regner med, at der ikke sker udveksling af energi med omgivelserne, vil ovenstående give en temperaturstigning på:

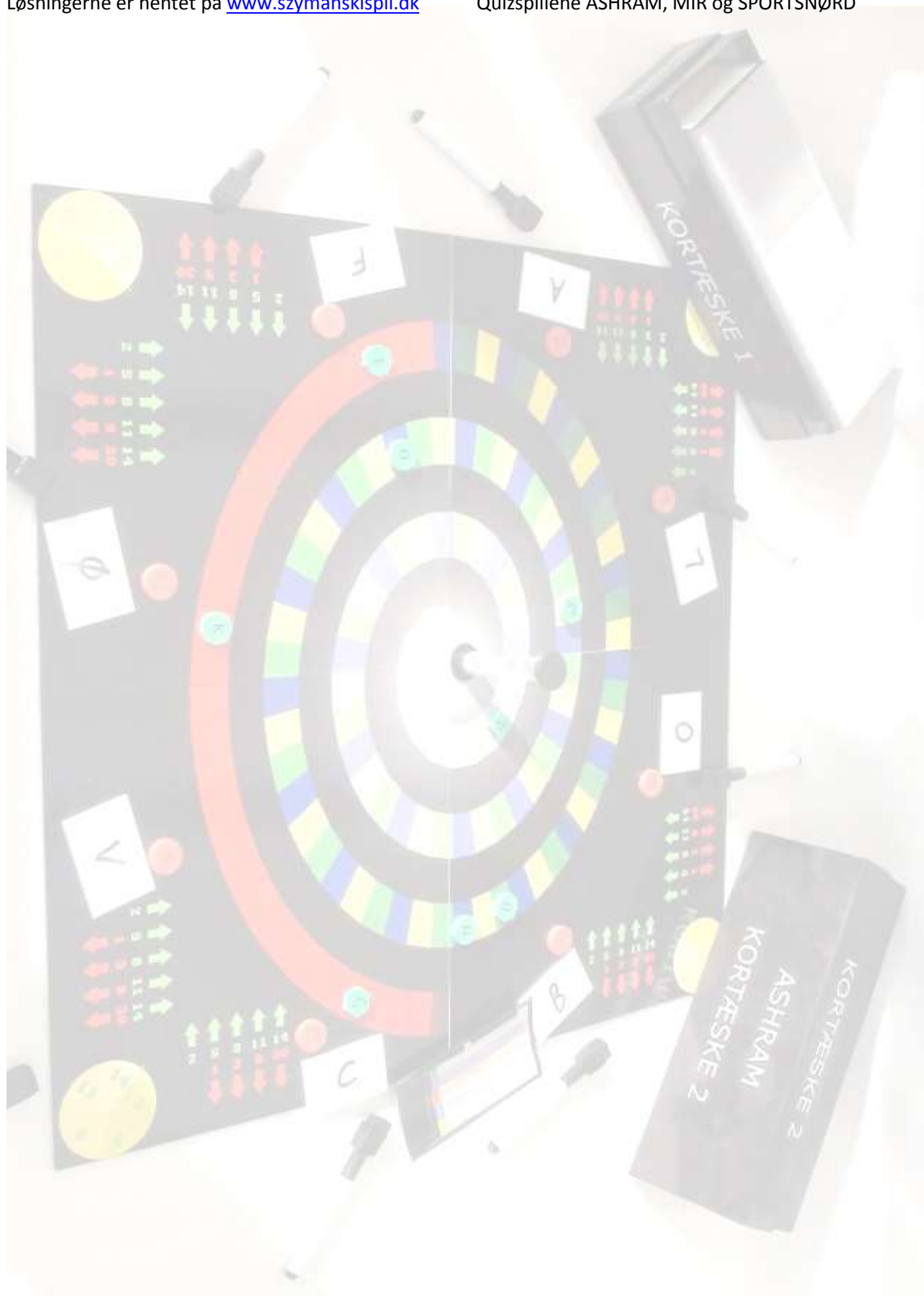
$$\Delta E = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{\Delta E}{m \cdot c} = \frac{274826525J}{42412kg \cdot 4180 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}} = \underline{\underline{1,6^\circ C}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

16. august 2012

Opgave 1: Wolf-Rayet stjerne

a) Stjernen regnes som kugleformet, dvs. rumfanget et givet ved $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$.

Den gennemsnitlige densitet bliver dermed:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3} = \frac{4,9 \cdot 10^{31} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (2,1 \cdot 10^9 \text{ m})^3} = 1263,1344689833 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \underline{\underline{1,26 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}}$$

b) Stjerners lysstyrke afhænger af deres overfladetemperatur T og overfladeareal A , og sammenhængen er udtrykt i Stefan-Boltzmanns lov. Man har derfor:

$$P = A \cdot \sigma \cdot T^4 = 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \sigma \cdot T^4 \Leftrightarrow$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \sigma}} = \sqrt[4]{\frac{4,2 \cdot 10^{31} \text{ W}}{4 \cdot \pi \cdot (2,1 \cdot 10^9 \text{ m})^2 \cdot 5,670373 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}}} = 60464,05954 \text{ K} = \underline{\underline{6,0 \cdot 10^4 \text{ K}}}$$



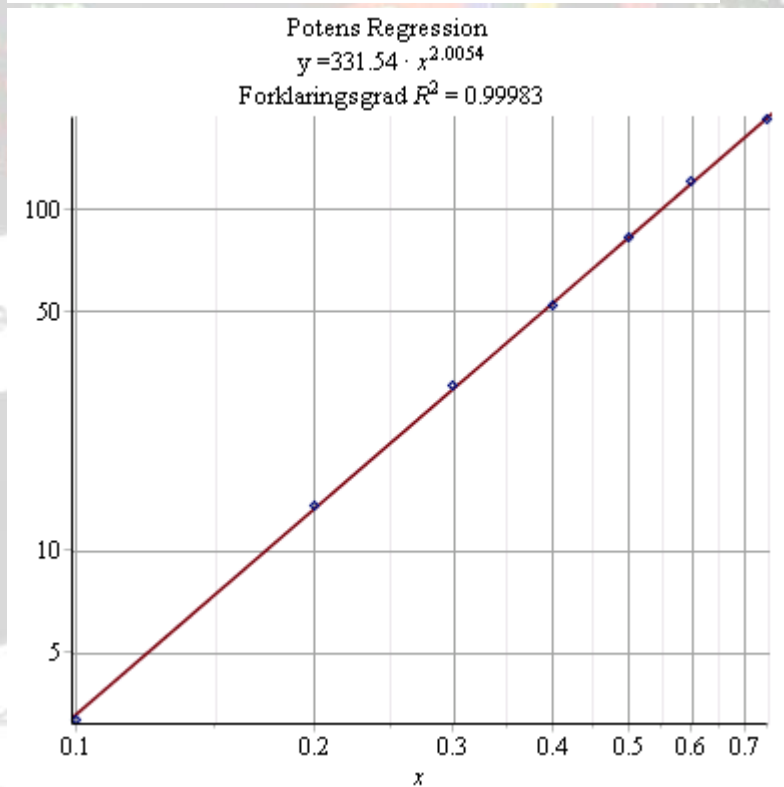
Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 2: Varmelegeme til akvarium

a) Varmelegemet kan regnes som en ohmsk modstand, hvor $U = R \cdot I$ og $P = U \cdot I$. Sammenhængen mellem effekten og strømstyrken skulle altså være $P = R \cdot I^2$, hvor modstanden R er en konstant. Det skulle altså være en potensfunktion, og dette undersøges ved at tjekke, om punkterne danner en ret linje i et dobbeltlogaritmisk koordinatsystem (Strømmen omregnes til ampere i tabellen):

```
with(Gym):
strøm := [0.100, 0.200, 0.300, 0.400, 0.500, 0.600, 0.750]:
effekt := [3.20, 13.5, 30.2, 52.3, 82.3, 120, 183]:
PowReg(strøm, effekt)
```



Det ses, at punkterne danner en ret linje, og det ses desuden, at eksponenten er meget tæt på 2, så antagelsen om, at det er en ohmsk modstand, er styrket. Modstanden aflæses ud fra forskriften til $R = 331,54\Omega$.

Effekten ved et spændingsfald på 230V er så:

$$P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R} = \frac{(230V)^2}{331,54\Omega} = 159,558W = \underline{\underline{160W}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Opgave 3: Segway

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

a) Det er bevægelse med konstant fart, så man har:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{800m}{5,6 \frac{m}{s}} = 142,857 \frac{m}{s} = \underline{\underline{143s}}$$

b) For en bevægelse med konstant acceleration gælder $2 \cdot a \cdot (s - s_0) = v^2 - v_0^2$, der kan

udledes ud fra $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0$ og $v = a \cdot t + v_0$ ved at isolere t i den sidste formel og indsætte dette i den første.

Bremselængden svarer til $s - s_0$, og sluthastigheden er nul, da segwayen skal stå stille. Så man har (bemærk, at accelerationen er negativ, da man bremser):

$$s - s_0 = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a} = \frac{0 - \left(4,2 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot \left(-4,7 \frac{m}{s^2}\right)} = 1,8765957446809m = \underline{\underline{1,88m}}$$

c) Når segwayen kører med konstant hastighed, er den resulterende kraft 0, dvs. at alle kræfterne lagt sammen som vektorer skal give nulvektoren. Luftmodstanden, gnidning i lejer og rullemodstand er lagt sammen i én kraft, der kaldes F_{gnidning} .

Ud over denne kraft er segwayen påvirket af tyngdekraften, normalkraften og en motorkraft.

Tyngdekraften peger lodret nedad, og dens størrelse beregnes ved:

$$F_t = m \cdot g = 145kg \cdot 9,82 \frac{m}{s^2} = 1423,9N$$

Normalkraften peger vinkelret op fra underlaget, og den står derfor vinkelret på både gnidningskraften og motorkraften, der virker langs underlaget. Normalkraften kan derfor beregnes ud fra tyngdekraften som illustreret på figuren nedenfor, da vektoren skal ende, så der dannes en retvinklet trekant:

$$F_n = F_t \cdot \cos(8^\circ) = 1423,9N \cdot \cos(8^\circ) = 1410,043N$$

Med $\vec{F}_{\text{sum}}$ betegnes summen af tyngdekraften og normalkraften, og man har så:

$$F_{\text{sum}} = F_t \cdot \sin(8^\circ) = 1423,9N \cdot \sin(8^\circ) = 198,169N$$

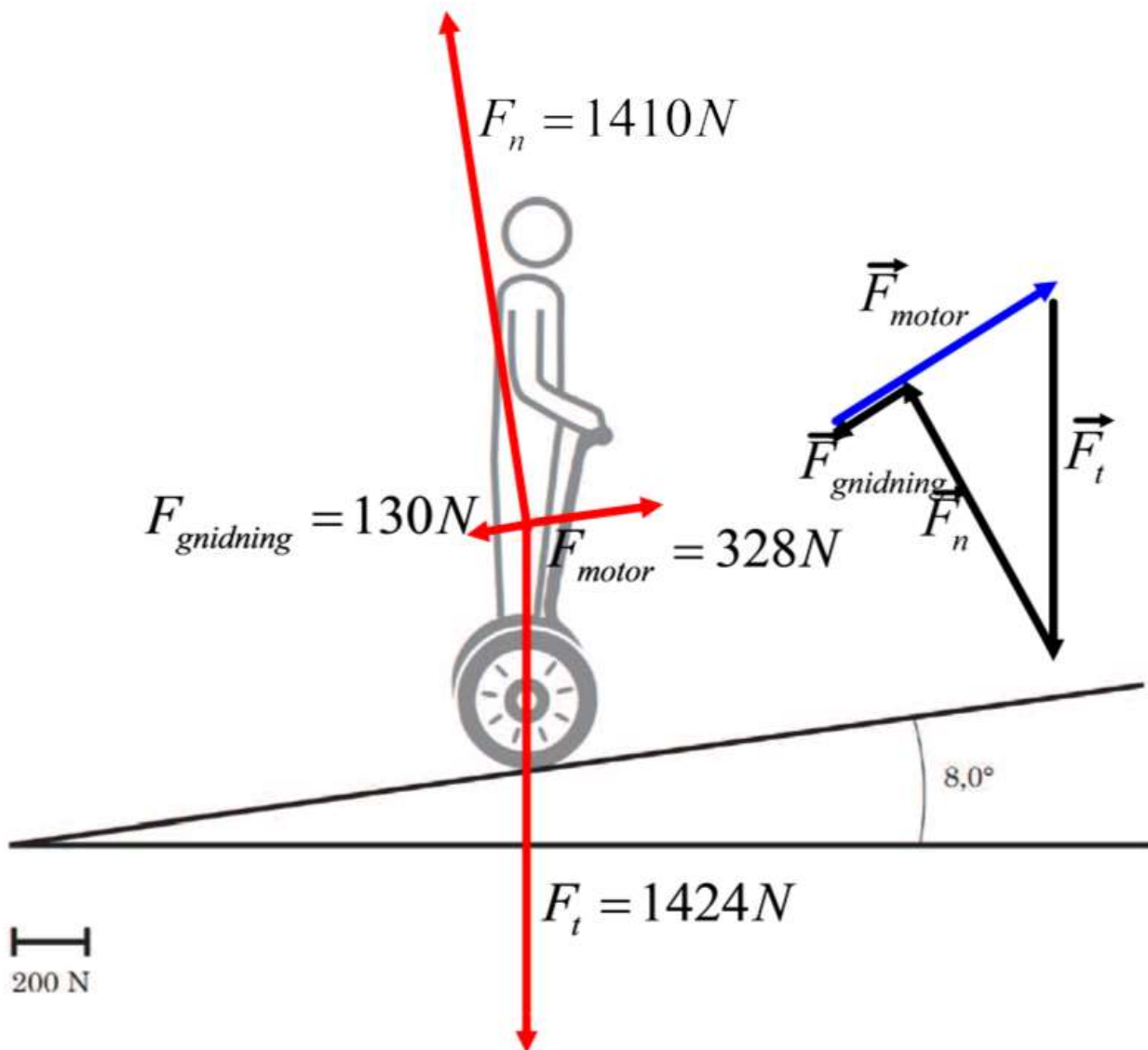
Denne vektor peger langs underlaget i samme retning som gnidningskraften, og motorkraften skal derfor netop have samme størrelse som summen af disse, da den skal opheve deres virkning, for at segwayen kan køre med konstant hastighed:

$$\text{Så man har: } F_{\text{motor}} = F_{\text{sum}} + F_{\text{gnidning}} = 198,169N + 130N = 328,169N.$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk
Så kan kræfterne tegnes ind:

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD





Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 4: Teegardens stjerne

a) Først skal det beregnes, hvor mange grader stjernen har flyttet sig. Det vurderes, at den har bevæget sig 4,7 tern ned og 4 tern til venstre. Hver tern svarer til $0,01^\circ$, så Pythagoras giver stykket målt i grader:

$$d_g = \sqrt{4,7^2 + 4^2} \cdot 0,01^\circ = 0,061717096^\circ$$

Dette kan omregnes til en strækning, da man kender afstanden til stjernen. Vinklen er så lille, at man kan tilnærme stykket med en del af en cirkel, og vinklen udgår derfor samme del af 360° , som stykket udgør af cirkelns omkreds (hvor cirklen har afstanden som radius):

$$\frac{d_g}{360^\circ} = \frac{s}{2 \cdot \pi \cdot r} \Leftrightarrow$$

$$s = \frac{d_g}{360^\circ} \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = \frac{0,061717096^\circ}{360^\circ} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1,19 \cdot 10^{17} \text{ m} = 1,28 \cdot 10^{14} \text{ m}$$

Det har taget stjernen 38 år at bevæge sig denne strækning, så dens fart vinkelret på synslinjen har været:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1,28 \cdot 10^{14} \text{ m}}{38 \cdot 365,2422 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = 106893,556 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{1,1 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

b) Man kan regne med, at lyset udbreder sig på en kugleskal, så intensiteten ved Jorden bliver:

$$I = \frac{P}{A_{\text{kugle}}} = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{3,8 \cdot 10^{21} \text{ W}}{4 \cdot \pi \cdot (1,19 \cdot 10^{17} \text{ m})^2} = 2,1354028 \cdot 10^{-14} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Så et teleskop med arealet $0,79 \text{ m}^2$ modtager energien:

$$E = P_{\text{teleskop}} \cdot \Delta t = I \cdot A_{\text{teleskop}} \cdot \Delta t =$$

$$2,1354028 \cdot 10^{-14} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 0,79 \text{ m}^2 \cdot 8,0 \cdot 3600 \text{ s} = 4,8584685 \cdot 10^{-10} \text{ J} = \underline{\underline{4,9 \cdot 10^{-10} \text{ J}}}$$

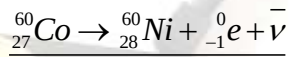


Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 5: Fødevarerestråling

a) Under radioaktive nuklider i databogen (side 200 i 1998-udgaven) ses det, at Co-60 er betaminusradioaktiv, så henfaldet kan skrives op:



Nukleontallet er bevaret med 60 på begge sider, og ladningstallet passer også, når datterkernen har ladningstallet 28. At det er grundstoffet Ni, slås op i Det Periodiske System.

b) Effekten afhænger af aktiviteten (antal henfald pr. tid) og energien udsendt ved de enkelte henfald. Den udsendte energi pr. henfald er angivet i opgaveteksten, og man kan beregne aktiviteten, hvis man kender antallet af Co-60-kerner samt halveringstiden for Co-60.

I databogen under nuklidens masse og bindingsenergi (side 220) ses det, at et Co-60-atom vejer 59,933820u. Desuden ses det under radioaktive nuklider på side 200, at halveringstiden er 5,272 år.

Så man har:

$$P = A \cdot E_{\text{pr.henfald}} = k \cdot N \cdot E_{\text{pr.henfald}} = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot N \cdot E_{\text{pr.henfald}} = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} \cdot \frac{m_{\text{samlet}}}{m_{\text{Co-60-atom}}} \cdot E_{\text{pr.henfald}}$$

$$P = \frac{\ln(2)}{5,272 \cdot 365,2422 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \cdot \frac{0,707 \text{ kg}}{59,933820 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \cdot 4,01 \cdot 10^{-13} \text{ J} =$$

$$\underline{\underline{11868,555 \text{ W} = 11,87 \text{ kW}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 6: Titan og Cassini-Huygens

a) Når man står på overfladen af Titan og mærker tyngdekraften, kan man regne massen som samlet i centrum af Titan. Den resulterende kraft ved et frit fald udgøres af gravitationskraften, og accelerationen kaldes tyngdeaccelerationen g , så man har:

$$F_{\text{res}} = F_t \Leftrightarrow m \cdot g = G \cdot \frac{m \cdot m_{\text{Titan}}}{r_{\text{Titan}}^2} \Leftrightarrow g = G \cdot \frac{m_{\text{Titan}}}{r_{\text{Titan}}^2} \Leftrightarrow r_{\text{Titan}} = \sqrt{G \cdot \frac{m_{\text{Titan}}}{g}}$$

$$r_{\text{Titan}} = \sqrt{6,6726 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1,34 \cdot 10^{23} \text{ kg}}{1,35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 2573552,668 \text{ m} = \underline{\underline{2,6 \cdot 10^6 \text{ m}}}$$

b) Luftmodstanden på Cassini-Huygens er givet ved: $F_g = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot \rho_{\text{atmosfære}} \cdot v^2$, hvor c_w er formfaktoren, A er tværsnitsarealet og v er farten.

For at finde farten nær overfladen af Titan, indtegnes en tangent, hvis hældning kan bestemmes. Da det er farten, der skal beregnes, regnes med positive fortegn på højden:



$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{30 \cdot 10^3 \text{ m}}{6,3 \cdot 10^3 \text{ s}} = 4,7619 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Grafen er tilnærmelsesvist lineær på det sidste stykke, så man kan regne med, at hastigheden er nogenlunde konstant på det sidste stykke, og dermed må luftmodstanden være lige så stor som tyngdekraften.

Tyngdekraften kan beregnes, da man kender tyngdeaccelerationen, så man har:

$$F_t = F_g = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot \rho_{\text{atmosfære}} \cdot v^2 \Rightarrow m \cdot g = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot \rho_{\text{atmosfære}} \cdot v^2 \Leftrightarrow \rho_{\text{atmosfære}} = \frac{2 \cdot m \cdot g}{c_w \cdot A \cdot v^2}$$

$$\rho_{\text{atmosfære}} = \frac{2 \cdot 239 \text{ kg} \cdot 1,35 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,89 \cdot \pi \cdot (1,51 \text{ m})^2 \cdot \left(4,7619 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 4,463818 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \underline{\underline{4,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$



Løsningerne er hentet på www.szymanskispil.dk

Quizspillene ASHRAM, MIR og SPORTSNØRD

Opgave 7: Kraftig laser

a) Da man kender både den afsatte energi og tiden, kan effekten bestemmes ved:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{1,2 \cdot 10^6 \text{ J}}{2,9 \cdot 10^{-9} \text{ s}} = 4,1379310344828 \cdot 10^{14} \text{ W} = \underline{\underline{4,1 \cdot 10^{14} \text{ W}}}$$

b) Hvis man antager, at der ikke sker faseovergang, kan man udregne temperaturtilvæksten ved:

$$E_{\text{tilført}} = C \cdot \Delta T \Leftrightarrow \Delta T = \frac{E_{\text{tilført}}}{C} = \frac{1,2 \cdot 10^6 \text{ J}}{0,025 \frac{\text{J}}{\text{K}}} = \underline{\underline{4,8 \cdot 10^7 \text{ K}}}$$

c) Bevægelsesmængden af en enkelt foton med bølglængden 351 nm er: $p_{\text{foton}} = \frac{h}{\lambda}$.

Da fotonerne absorberes, påvirker de pillen med en kraft, der svarer til, at fotonen inden for et vist tidsrum mister hele sin bevægelsesmængde. Hvis man regner tidsrummet som det tidsrum, hvor pillen bestråles, får man det bidrag til en samlet kraft, som hver enkelt foton leverer inden for det pågældende tidsrum:

$$F_{\text{foton}} = \frac{\Delta p_{\text{foton}}}{\Delta t} = \frac{p_{\text{foton}}}{\Delta t} = \frac{h}{\lambda \cdot \Delta t}$$

Den samlede kraft fra fotonerne afhænger af antallet N af fotoner, og det kan beregnes, da man kender lysets bølglængde og den samlede afsatte energi:

$$N = \frac{E_{\text{laser}}}{E_{\text{foton}}} = \frac{E_{\text{laser}}}{\frac{h \cdot c}{\lambda}} = \frac{E_{\text{laser}} \cdot \lambda}{h \cdot c}$$

Så den samlede kraft bliver:

$$F_{\text{samlet}} = F_{\text{foton}} \cdot N = \frac{h}{\lambda \cdot \Delta t} \cdot \frac{E_{\text{laser}} \cdot \lambda}{h \cdot c} = \frac{E_{\text{laser}}}{\Delta t \cdot c}$$

Dermed bliver trykket:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{E_{\text{laser}}}{\Delta t \cdot c \cdot A} = \frac{1,2 \cdot 10^6 \text{ J}}{2,9 \cdot 10^{-9} \text{ s} \cdot 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} = 114942528736 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \underline{\underline{1,1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}}}$$