

Fysik Aflevering 10

Jeppe Møldrup

Opgave 1

New Horizons rejse fra Jorden til Pluto tog 3462 dage. Ved ankomsten til Pluto havde New Horizons bevæget sig $5.25 \cdot 10^{12}$ m.

- a. Bestem New Horizons gennemsnitlige fart på rejsen fra Jorden til Pluto.

Jeg dividerer afstanden med tiden det tog.

$$\frac{5.25 \cdot 10^{12} \text{ m}}{3462 \text{ dage} \cdot 24 \text{ t/dag} \cdot 60 \text{ m/t} \cdot 60 \text{ s/m}} = 17.552 \approx 17.6 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Så New Horizons gennemsnitlige fart under rejsen til Pluto er cirka 17.6 km/s

Plutos diameter blev målt af New Horizons til $2.37 \cdot 10^6$ m. Pluto har massen $1.31 \cdot 10^{22}$ kg, og New Horizons har massen 470 kg. Da New Horizons var tættest på Pluto, var afstanden til Plutos overflade $1.25 \cdot 10^7$ m

- b. Bestem størrelsen af kraften mellem New Horizons og Pluto, da New Horizons var tættest på Pluto

Jeg bruger Newtons gravitationslov

$$F_t = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Så indsætter jeg bare værdierne. Jeg lægger plutos radius sammen med afstanden til New Horizons idet krafterne er fra massemidtepunkterne.

$$F_t = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1.31 \cdot 10^{22} \text{ kg} \cdot 470 \text{ kg}}{\left(0.5 \cdot 2.37 \cdot 10^6 \text{ m} + 1.25 \cdot 10^7 \text{ m}\right)^2} = 2.194 \text{ N}$$

Så gravitationskraften mellem Pluto og New Horizons er 2.194 N

Ved mødet mellem Pluto og New Horizons, var afstanden til Solen $4.92 \cdot 10^{12}$ m, og New Horizons bevægede sig væk fra Solen med farten 14.5 km/s

- c. Forklar, at New Horizons vil fortsætte med at bevæge sig væk fra Solen, og bestem New Horizons fart, når den ikke længere er påvirket af Solen

Jeg starter med at finde den potentielle energi med formlen

$$E_{pot} = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$$

Så jeg indsætter værdierne

$$E_{pot} = -6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1.989 \cdot 10^{30} \text{ kg} \cdot 470 \text{ kg}}{4.92 \cdot 10^{12} \text{ m}} = -1.268 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

Så finder jeg den kinetiske energi med formlen

$$E_{kin} = \frac{1}{2} mv^2$$

Så indsætter jeg værdierne

$$E_{kin} = \frac{1}{2} 470 \text{ kg} \cdot (14500 \text{ m/s})^2 = 4.941 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

Så lægger jeg dem sammen for at finde den mekaniske energi

$$E_{mek} = -1.268 \cdot 10^{10} \text{ J} + 4.941 \cdot 10^{10} \text{ J} = 3.673 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

Når New Horizons flyver længere og længere væk fra Solen går den potentielle energi fra tyngdekraften mod 0, så derfor vil $E_{kin} \approx E_{mek}$. Så jeg tager bare og isolerer og finder hastigheden i formlen for E_{kin}

$$\text{solve}(3.673 \cdot 10^{10} \text{ J} = \frac{1}{2} 470 \text{ kg} \cdot v^2, v) | 0 < v \rightarrow v = 12502 \text{ m/s}$$

Så New Horizons fart efter den ikke længere er påvirket af Solen er 12.5 km/s

Opgave 2

En vinflaske indeholder 0.75 L vin med massen 0.73 kg.

- a. Beregn vinens densitet

Densitet er massen per volumen, Så jeg dividerer massen med 0.75 L = 0.00075 m³

$$\rho_{vin} = \frac{0.73 \text{ kg}}{0.00075 \text{ m}^3} = 973.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Så densiteten af vinen er cirka 973.3 kg/m³

Åbningen af vinflasken varer 2.3 s.

- b. Vurder størrelsen af den gennemsnitlige effekt, hvormed kraften F udfører arbejde på proppen under åbningen af vinen. Bilag 1 kan benyttes ved besvarelsen

Grafens akser er kraft og afstand, dvs. integralet er Nm = J så jeg finder arealet under grafen. Jeg tilnærmer grafen til en retvinklet trekant der har højden 300 N og Længden 0.045 m. dvs. arealet er

$$T = \frac{1}{2} \cdot 300 \text{ N} \cdot 0.045 \text{ m} = 6.75 \text{ J}$$

Så dividerer jeg den med hvor lang tid det tog at åbne vinflasken

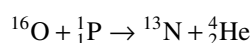
$$\frac{6.75 \text{ J}}{2.3 \text{ s}} = 2.9 \text{ W}$$

Så den gennemsnitlige effekt som proppen trækkes om med er cirka 2.9 W

Opgave 3

Man fremstiller ¹³N i en accelerator ved at beskyde kerner af ¹⁶O med protoner. Herved dannes ¹³N og en anden kerne i en kernereaktion.

- a. Opskriv kernereaktionen, hvor beskydningen af ¹⁶O med protoner giver ¹⁶N og en anden kerne. Begrund, hvilken anden kerne der dannes.



Her er antallet af protoner og neutroner bevaret, idet det overskydende nukleoner fra kernereaktionen bliver til en helium-kerne

Da ^{13}N har en kort halveringstid, skal det dannede ^{13}N i acceleratoren hurtigt transporteres til PET-skanneren, hvor undersøgelsen skal foretages. Acceleratoren fremstiller en prøve med ^{13}N . Det tager 15 minutter at transportere prøven hen til PET-skanneren. Ved ankomsten til PET-skanneren er aktiviteten af ^{13}N i prøven 575 MBq.

- b. Hvor stor var aktiviteten af ^{13}N , da prøven blev fremstillet i acceleratoren?

Jeg bruger formelen

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

Her er det så startaktiviteten (A_0) jeg gerne vil finde, så jeg isolerer den og udregner den

$$A_0 = \frac{A}{\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}} \Leftrightarrow A_0 = \frac{575 \text{ MBq}}{\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{15 \text{ min}}{9.965 \text{ min}}}} = 1632 \text{ MBq}$$

Så aktiviteten lige efter produktion er cirka 1632 MBq

Ved ankomsten til PET-skanneren indsprøjtes prøven med ^{13}N i en patient. Ved hvert henfald af ^{13}N afsættes energien 189 fJ i patienten

- c. Vurder, hvor meget energi der afsættes i patienten fra henfald af ^{13}N i den første halve time efter indsprøjtningen af ^{13}N

Jeg skal finde antallet af henfald over 30 minutter, så jeg starter med formlerne

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

$$A = k \cdot N \Leftrightarrow N = \frac{A}{k}$$

Så indsætter jeg værdierne i formelen

$$N_0 = \frac{575 \text{ MBq}}{\ln(2)/597.9 \text{ s}} = 4.9599 \cdot 10^{11} \text{ kerner}$$

Dette er antallet af kerner lige når patienten får indsprøjtningen. Nu skal jeg finde hvor mange der er efter 30 minutter, med formelen

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

Så jeg indsætter værdierne

$$N = 4.9599 \cdot 10^{11} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{30 \text{ min}}{9.965 \text{ min}}} = 6.15479 \cdot 10^{10} \text{ kerner}$$

Så finder jeg differensen da det er hvor mange der er mistet dvs. henfaldt i løbet af de 30 minutter

$$\Delta N = N_0 - N = 4.34442 \cdot 10^{11} \text{ henfald}$$

Så ganger jeg det med de 189 fJ per henfald

$$4.34442 \cdot 10^{11} \cdot 189 \text{ fJ} = 0.09368 \text{ J}$$

Så energien der afsættes i patienten i løbet af de første 30 minutter er cirka 0.0937 J

Opgave 4

En sky af ^{85}Rb -atomer beskydes med fotoner fra lasere. Fotonerne bremser rubidiumatomerne i deres bevægelse. Inden kølingen har hvert rubidiumatom en bevægelsesmængde med størrelsen $2.01 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

- a. Bestem rubidiumatomernes fart inden kølingen

^{85}Rb -atomer har massen $1.4099934 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ så jeg tager bevægelsesmængden og dividerer med massen for at få hastigheden

$$\frac{2.01 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{1.4099934 \cdot 10^{-25} \text{ kg}} = 1.43 \text{ m/s}$$

Så atomernes fart inden nedkølingen er cirka 1.43 m/s

Fotonerne fra laserne har bølgelængden 780 nm og absorberes af rubidiumatomerne

- b. Vurder, hvor mange fotoner der skal ramme et rubidiumatom for, at det bremses helt op.

Jeg starter med at finde hvor meget energi der er i hver foton med formlen

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Så jeg indsætter

$$E = \frac{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{780 \text{ nm}} = 2.546725 \cdot 10^{-28} \text{ J}$$

Så finder jeg rubidiumatomernes kinetiske energi med formlen

$$E_{kin} = \frac{1}{2} mv^2$$

Jeg indsætter

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot 1.4099934 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot (1.43 \text{ m/s})^2 = 1.4416 \cdot 10^{-25} \text{ J}$$

Så dividerer jeg rubidiumatomets energi med fotonens energi for at finde hvor mange fotoner der skal til før rubidiumatomet bremses helt op

$$\frac{1.4416 \cdot 10^{-25} \text{ J}}{2.546725 \cdot 10^{-28} \text{ J}} = 566.079$$

Så der skal cirka 566 fotoner til før rubidiumatomet bremses helt op.