

Eksempler på gode elevbesvarelser af eksamensopgaver

Opgave 1 Kernefysikopgave med elevbesvarelse

Datering af havvand

De store havstrømme i oceanerne har stor betydning for Jordens klima. Ved kortlægning af havstrømme er det vigtigt at vide, hvor lang tid det er siden, havvand dybt i oceanerne var i kontakt med atmosfæren. Denne datering af havvand kan man foretage ved hjælp af argonisotopen ^{39}Ar . Isotopen dannes i atmosfæren af den kosmiske stråling og udgør en konstant procentdel af atmosfærens indhold af argon.

Argonisotopen ^{39}Ar er radioaktiv.

- a) Opstil reaktionsskemaet for henfaldet af ^{39}Ar .

Argon udveksles hele tiden mellem atmosfæren og oceanernes overflade, så en fast procentdel af alle argonatomer befinder sig i overfladevandet. Nogle få af de opløste argonatomer er ^{39}Ar .

En prøve på 20 liter havvand fra overfladen indeholder $1,3 \cdot 10^5$ atomer af isotopen ^{39}Ar . Det er så få ^{39}Ar -kerner, at det er meget vanskeligt at måle deres aktivitet.

- b) Beregn aktiviteten fra ^{39}Ar i prøven.

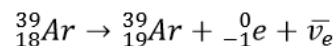
Australske forskere har udviklet en metode, hvor antallet af ^{39}Ar -atomer i en vandprøve kan bestemmes ret nøjagtigt ved hjælp af et massespektrometer. En prøve på 20 liter havvand udtaget fra Atlanterhavet i 5 kilometers dybde indeholdt $4,2 \cdot 10^4$ atomer af isotopen ^{39}Ar .

- c) Hvor længe er det siden, at vandet i prøven fra Atlanterhavets dyb var i kontakt med atmosfæren?

Elevens besvarelse

- a) Formål: Vi bedes opstille et reaktionsskema for $^{39}_{18}\text{Ar}$.

Vi ved ud fra kernekortet, at den har beta minus henfald dermed ved vi at den omdanner en neutron til en proton og udsender en elektron og en antineutrino, hvilket kan opskrives, således:



- b) Formål: Vi bedes beregne aktiviteten fra $^{39}_{18}\text{Ar}$ i prøven.

Vi vil dermed brug formlen $A = k \cdot N$, hvori vi kender N, men konstanten k er ukendt. Den beregner vi ved hjælp af formlen: $k = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}$, hvori vi slår halveringskonstanten op i

databogen, der fortæller os at det er 269 år. Vi omregner tiden til sekunder og sætter det ind i formlen, således:

$$k = \frac{\ln(2)}{269 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600s} = 8,17 \cdot 10^{-11} s^{-1}$$

Vi beregner nu aktiviteten, således:

$$A = k \cdot N$$

$$A = (8,17 \cdot 10^{-11} s^{-1}) \cdot (1,3 \cdot 10^5)$$

$$A = 1,06 \cdot 10^{-5} s^{-1}$$

Svar: Vi ved nu at aktiviteten er $1,06 \cdot 10^{-5} Bq$

- c) Formål: Vi bedes beregne, hvor lang tid siden det givende vand har været i kontakt med atmosfæren.

Vi kan beregne tiden ved brug af henfaldsloven: $N(t) = N_0 \cdot e^{-k \cdot t}$. Vi ved, at der er $1,3 \cdot 10^5$ $^{39}_{18}Ar$ atomer ved overfladen, hvilket sættes til at være vores N_0 værdi. Vi ved at $N(t)$ til at være $4,2 \cdot 10^4$ fra målingen under vand og kan nu beregne tiden, da vi ved at k kan udtrykkes ved $k = \frac{\ln(2)}{269 \text{ år}}$. Vi sætter givende størrelser ind i formlen og beregner tiden, således:

$$\text{solve}\left(4,2 \cdot 10^4 = 1,3 \cdot 10^5 \cdot e^{-\frac{\ln(2)}{269} \cdot t}, t\right) \rightarrow t = 438,484$$

Svar: Vi ved nu at det er 438,5 år siden isen har været i kontakt med vand.