

# F0006T Labb 1 - Radioaktivitet

## Rapportledning

May 05, 2026, 4 min read

## Rapport – Radioaktivitet

Svamp · Kiev 2002 · 17,5 g · Labb genomförd

### Hemuppgifter

#### ☑ H1:3 - Teoretisk aktivitet för 1,0 kg Seltin

Andelen K-40 i naturligt kalium är 0,0117%. Seltin innehåller 21% naturligt kalium.  $N_{K-40} = \frac{0,21 \times 1,0 \text{ kg}}{m_{\text{nuk}}} \times 0,000117$  Aktiviteten ges sedan av:  $A = \lambda N = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot N$  Lägg resultatet i **Bilaga A**. Jämför med Livsmedelsverkets gräns 300 Bq/kg.

#### ☑ H2:4 - Inre konversion, teoretiska energier

$E_e = E_\gamma - E_B$  där  $E_\gamma = 0,661657 \text{ MeV}$ . Slå upp  $E_B$  för K- och L-skalet i Ba-137 (Lide 2004 eller Elfgren 2020). Dessa ger de **två teoretiska värden** som ska jämföras med uppmätta värden i rapporten.

#### ☑ H2:5 - Reaktionsformler för Cs-137

Skriv de **två**  $\beta^-$ -sönderfallen med isotopnotation, pilar, sannolikheter och följsönderfall:

- 5,6%: direkt till stabilt  ${}_{56}^{137}\text{Ba}$
- 94,4%: via exciterat  ${}_{56}^{137}\text{Ba}^*$ , sedan  ${}_{56}^{137}\text{Ba}^* \rightarrow {}_{56}^{137}\text{Ba} + \gamma$

### 🕒 H2:6 - Maximal betaenergi

**Ovanligare sönderfallet** (5,6%, direkt till grundtillståndet): beräkna  $Q$ -värdet direkt från kärnmassorna. **Vanligare sönderfallet** (94,4%): räkna baklänges från  $E_\gamma$ :  $E_{\max} = Q - E_\gamma$

⚠ **Sanity check**  $Q \approx 0,66 \text{ MeV}$  har du en elektron för mycket i beräkningen.

Om du får

## Beräkningar

### Aktivitet Cs-137 i svampen

Delningsförhållande (Tuli, 1997):  $D_{Cs-\gamma} = \frac{A_{Cs-\gamma}}{A_{Cs}} = 85,1\% + 9,3\% = 0,944$

Avläs känslighet  $K_{Cs}$  ur **Figur 7** i labbinstruktionen vid 0,661 MeV (liten burk).

$$A_{Cs} = \frac{f_{Cs}}{D_{Cs-\gamma} \cdot K_{Cs}} = \frac{5,07}{0,944 \cdot K_{Cs}} = [\text{Bq}]$$

$$a_{Cs} = \frac{A_{Cs}}{m} = \frac{A_{Cs}}{0,0175 \text{ kg}} = [\text{kBq/kg}]$$

Jämför med Livsmedelsverkets gräns 1500 Bq/kg för svamp.

### Antal Cs-137-atomer

$$N_{Cs} = \frac{A_{Cs}}{\lambda} = \frac{A_{Cs} \cdot t_{1/2}}{\ln 2}, \quad t_{1/2} = 30,08 \text{ år}$$

🔗 Kom ihåg att omvandla  $t_{1/2}$  till sekunder.

### Aktivitet K-40 i Seltin

Delningsförhållande (Endt, 1990):  $D_{K-\gamma} = 10,67\% = 0,1067$

Avläs  $K_K$  ur **Figur 7** vid 1,461 MeV.

$$A_K = \frac{f_K}{D_{K-\gamma} \cdot K_K} = \frac{1,01}{0,1067 \cdot K_K} = [\text{Bq}]$$

$$a_K = \frac{A_K}{m_{\text{Seltin}}} = \frac{A_K}{0,059 \text{ kg}} = [\text{kBq/kg}]$$

Jämför med teoretiskt värde från H1:3.

### Antal K-40-atomer i Seltin

$$N_K = \frac{A_K \cdot t_{1/2}}{\ln 2}, \quad t_{1/2} = 1,248 \times 10^9 \text{ år}$$

### Maximal elektronhastighet (Bilaga B)

Relativistisk beräkning utgående från maxenergin för det vanligaste sönderfallet:  $E_{\text{kin}} = (\gamma - 1) m_e c^2$ ,  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

Lös ut  $v/c$  och ange svaret i rapporten. Alla steg läggs i **Bilaga B**.

### Figurer

🔗 Alla figurer ska vara numrerade med figurtext. x-axlarna måste ha storhet + enhet tillagda manuellt i Paint eller

GIMP – Windas lägger inte in dem automatiskt.

#	Figur	x-axel att lägga till
1	Hela gammaspektrumet – märk ut Cs-137 och K-40	Gammaenergi (MeV)
2	Inzoomad Cs-137-topp – ange centroid och area i figurtexten	Gammaenergi (MeV)
3	Inzoomad K-40-topp (Seltin)	Gammaenergi (MeV)
4	Hela betaspektrumet – märk K-topp och L-topp	Elektronenergi (MeV)
5	Inzoomad bild med K- och L-topparna	Elektronenergi (MeV)
6	Betaspektrum med extrapolering – rita linje längs högerkanten ner till x-axeln (gärna röd), avläs $E_{\max}$	Elektronenergi (MeV)

## Diskussionsfrågor

### 🔗 1 – Varför mättes inte betastrålning från flygplanen?

Tänk på räckvidden för betastrålning i luft (stoppas på några meter) och att gammastrålning ger bättre isotopidentifiering via energispektra.

② 2 - Varför var I-131 inget stort problem i Sverige?

$t_{1/2}(\text{I-131}) \approx 8$  dagar. Olyckan skedde i april – Sverige hade ännu inte börjat mjölkproduktionen utomhus. Diskutera mjölkkedjan.

③ 3 - Varför är I-131 farligt, och varför hjälper jodtabletter?

Jod anrikas i sköldkörteln → strålningskänslig vävnad → risk för sköldkörtelcancer. Tabletter med stabilt  $^{127}\text{I}$  mättar körteln så att  $^{131}\text{I}$  inte tas upp.

④ 4 - Varför är  $\beta$ -spektrumet kontinuerligt?

Vid  $\beta^-$ -sönderfall avgår en  $\bar{\nu}_e$  tillsammans med elektronen. Energin  $Q$  fördelas slumpmässigt:  $Q = E_e + E_{\bar{\nu}_e}$ . Jämför med  $\alpha$ -sönderfall som ger fast energi. Se Young & Freedman kap 43.3.

⑤ 5 - Varifrån kommer svansen med elektroner  $> 0,7$  MeV?

Det ovanligare sönderfallet (5,6%) går direkt till stabilt  $^{137}_{56}\text{Ba}$  utan gammaemission. Maxenergin för det sönderfallet är högre än  $E_\gamma = 0,661$  MeV och ger svansen till höger om L-toppen. Koppla till H2:5-6.

⑥ 6 - Maximal elektronhastighet i  $c$ ?

Relativistisk beräkning (se Bilaga B). Ange svaret här:

$$\frac{v}{c} = [?]$$

---

Övrigt i diskussionen

- **Markbeläggning och gränsvärde** – jämför  $a_{Cs}$  med 1500 Bq/kg, diskutera känd markbeläggning i Kiev-regionen (Livsmedelsverket, 2011). Tillåtet att sälja?
- **Seltin teori vs. experiment** – jämför  $a_K$  med H1:3.
- **L-toppens energi** – jämför 0,658 MeV (uppmätt) med H2:4 (teoretiskt). OBS: K-toppen är *inte* ett resultat – den användes för kalibrering.
- **Maximal betaenergi** – jämför extrapolerat värde (Figur 6) med H2:6.
- **Precision och noggrannhet** –  $K$  är sämst känd. Hur påverkar mättiden?
- **Reflektion** – stämde resultaten med förväntningarna?
- **Genusdiskussion** (minst 3 rader) – Marie Curie (nekades franska vetenskapsakademien trots Nobelpris) eller Lise Meitner (uteslöts ur Nobelpriset för kärnklyvning).

## Sammanfattningens 4 obligatoriska värden

Värde	Status
L-toppens energi, uppmätt	0,658 MeV ✓
L-toppens energi, teoretiskt	<input type="checkbox"/> beräknas i H2:4
Maximal betaenergi, extrapolerat	<input type="checkbox"/> avläses ur Figur 6
Maximal betaenergi, teoretiskt	<input type="checkbox"/> beräknas i H2:6

## Checklista innan inlämning

- Alla formler gjorda med **Word Infoga** → **Ekvation** (inte  $10^9$  eller handskrivna)
- Figurer och ekvationer numrerade, placerade bredvid förklarande text

- x-axlarna i alla spektrumfigurer har storhet + enhet tillagda manuellt
  - Källhänvisningar i löpande text, t.ex. (Elfgren, 2020)
  - Referenslistan sorterad på efternamn, webbsidor med besöksdatum
  - Sidor numrerade
  - Bilaga A: fullständig Seltin-beräkning
  - Bilaga B: fullständig relativistisk hastighetsberäkning
-