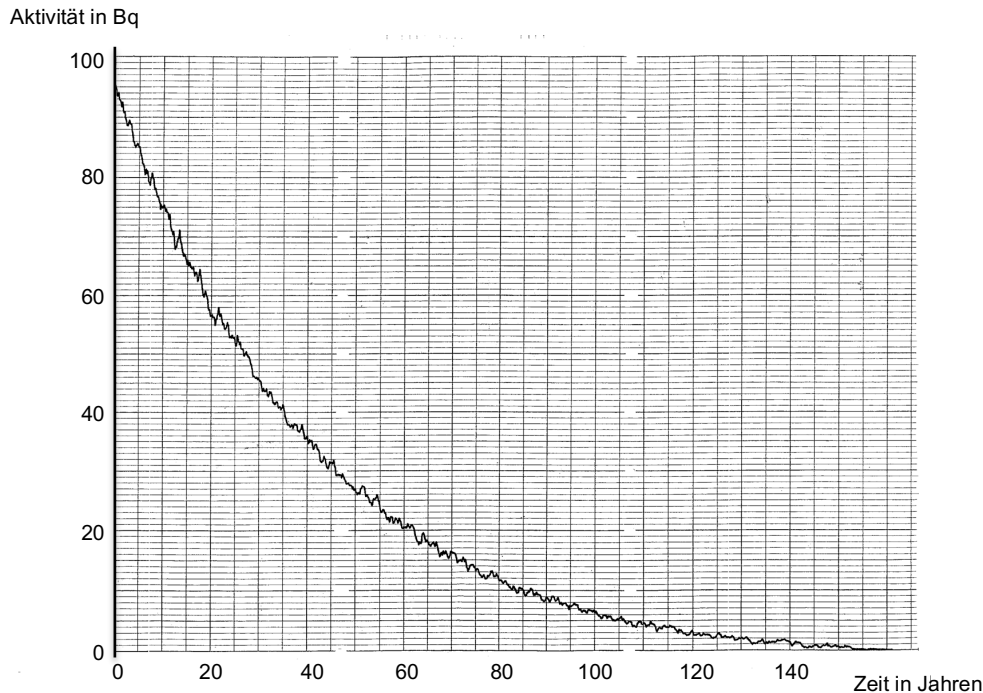


1. Hier siehst du die Zerfallskurve einer radioaktiven Probe.
  - a) Warum ist die Kurve gezackt und nicht schön glatt?
  - b) Bestimme die Halbwertszeit (verwendete Werte im Diagramm einzeichnen).



2. Eine radioaktive Probe enthält  $6.24 \cdot 10^{16}$  Caesium-137 Kerne ( $T_{1/2} = 30.17$  Jahre).
  - a) Wie gross ist die Zerfallskonstante?
  - b) Wie gross ist die Aktivität?
  - c) Wie gross ist die Aktivität nach 4.89 Jahren?
  - d) Wie lange dauert es, bis  $2.75 \cdot 10^{14}$  Kerne zerfallen sind?
  
3. In einer radioaktiven Probe von Uran-238 zerfallen jede Minute 1000 Atome.
  - a) Wie viele Atome enthält die Probe?
  - b) Wie gross ist die Masse der Probe?
  
4. Ein Kupfer-64-Präparat wird hergestellt und verschlossen. Cu-64 ist radioaktiv und zerfällt mit der Halbwertszeit 12.8 h. Nach 20.0 Tagen beträgt die Aktivität noch 20.0 Bq. Wie viele Kerne enthielt die Probe am Anfang?
  
5. Eine lebende Pflanze nimmt Kohlenstoff aus der Luft auf (Luft enthält  $\text{CO}_2$ ). Dabei baut sie nicht nur das stabile C-12, sondern auch das radioaktive C-14 ein, im gleichen Verhältnis wie es in der Luft vorkommt. Nach dem Tod der Pflanze wird kein Kohlenstoff mehr aufgenommen; die Menge an C-12 bleibt gleich, während die Menge an C-14 abnimmt, weil es zerfällt. 1.00 g einer lebendigen Pflanze weist 15.3 C-14-Zerfälle pro Sekunde auf. Ein altes Holzstück, bei dem der Kohlestoffanteil die Masse 2.00 g hat, weist eine Restaktivität (aus C-14) von 0.250 Bq auf.
  - a) Wie viele C-14-Atome sind noch in dem Holzstück?
  - b) Vor wie vielen Jahren starb das Holzstück ab?
  
6. Radium-226 wird als Gammastrahler in der Medizin für die Krebstherapie verwendet. Wie lange muss man die Radiumabfälle lagern, bis sie nur noch 10 % ihrer ursprünglichen Aktivität aufweisen?

## Auswahl radioaktiver Nuklide

$m_a$  Atommasse in u  
 $T_{1/2}$  Halbwertszeit (a = Jahr, d = Tag, h = Stunde, min = Minute, s = Sekunde)  
 Zerfallsart  $\epsilon$  Elektroneneinfang;  $\bullet$  Zerfall *nicht* von  $\gamma$ -Strahlung begleitet  
 Energien bei  $\beta$ -Energien immer Maximalwerte; Zerfallsanteile < 2% weggelassen

Nuklid	$m_a; M$	$T_{1/2}$	Zerfallsart	Energien (MeV)
n	1.008 664 915 7	613.9	s	$\beta^- \bullet$ 0.7824
H-3	3.016 049	12.32	a	$\beta^- \bullet$ 0.0186
Be-10	10.013 534	$1.51 \cdot 10^6$	a	$\beta^- \bullet$ 0.5558
C-14	14.003 242	$5.70 \cdot 10^3$	a	$\beta^- \bullet$ 0.1565
Na-22	21.994 436	2.6019	a	$\beta^+ \epsilon \bullet$ $\beta^+$ : 0.545 / $\gamma$ : 1.275
Na-24	23.990 963	14.9590	h	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 1.393 / $\gamma$ : 1.369; 2.754
P-32	31.973 907	14.263	d	$\beta^- \bullet$ 1.710
Ar-41	40.964 501	109.61	min	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 1.198 / $\gamma$ : 1.293 (99%)
K-40	39.963 998	$1.261 \cdot 10^9$	a	$\beta^+ \epsilon \beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 1.311 / $\gamma$ : 1.460 (11%)
Fe-55	54.938 293	2.737	a	$\epsilon$
Co-60	59.933 817	5.2713	a	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 0.318 / $\gamma$ : 1.173; 1.332
Kr-85	84.912 527	10.776	a	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 0.687
Rb-87	86.909 181	$4.923 \cdot 10^{10}$	a	$\beta^- \bullet$ 0.283
Sr-89	88.907 451	50.53	d	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 1.495
Sr-90	89.907 738	28.79	a	$\beta^- \bullet$ 0.546
Tc-99 m	98.906 255	6.015	h	$\gamma$ 0.140 (90%)
Ag-108	107.905 956	2.37	min	$\beta^+ \epsilon \beta^-$ $\beta^-$ : 1.649
Ag-110	109.906 107	24.6	s	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 2.89 / $\gamma$ : 0.658 (4.5%)
I-128	127.905 809	24.99	min	$\beta^+ \epsilon \beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 2.12 / $\gamma$ : 0.443 (13%)
I-131	130.906 125	8.02070	d	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 0.606 / $\gamma$ : 0.364 (82%); komplex
Xe-135	134.907 227	9.14	h	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 0.90 / $\gamma$ : 0.250 (90%); 0.608 (3%)
Cs-137	136.907 090	30.1671	a	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 1.176 (6%); 0.514 (94%) / $\gamma$ : 0.662
Au-198	197.968 242	2.69517	d	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 0.961 / $\gamma$ : 0.412 (96%) (85%)
Pb-210	209.984 189	22.20	a	$\alpha \epsilon \gamma$ $\beta^-$ : 0.064 / $\gamma$ : 0.047 (4%)
Bi-208	207.979 742	$3.68 \cdot 10^5$	a	$\epsilon \gamma$ $\gamma$ : 2.614
Bi-210	209.984 120	5.012	d	$\alpha \beta^-$ $\beta^-$ : 1.162
Po-210	209.982 874	138.376	d	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 5.304
Rn-220	220.011 394	55.6	s	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 6.29
Rn-222	222.017 578	3.8235	d	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 5.49
Ra-226	226.025 410	$1.600 \cdot 10^3$	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 4.78 (94%); 4.60 (6%) / $\gamma$ : komplex
Ac-227	227.027 752	21.772	a	$\alpha \beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 0.045
Th-230	230.033 134	$7.538 \cdot 10^4$	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 4.69 (76%); 4.62 (24%)
Th-232	232.038 055	$1.405 \cdot 10^{10}$	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 4.01 (78%); 3.95 (22%)
Pa-231	231.035 884	$3.276 \cdot 10^4$	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 5.0 (80%); 4.73 (8%) / $\gamma$ : komplex
U-233	233.039 635	$1.592 \cdot 10^5$	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 4.82 (84%); 4.78 (13%) / $\gamma$ : komplex
U-234	234.040 952	$2.455 \cdot 10^5$	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 4.77 (71%); 4.72 (28%) / $\gamma$ : komplex
U-235	235.043 930	$7.04 \cdot 10^8$	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 4.58 (9%), 4.4 (75%) / $\gamma$ : komplex
U-238	238.050 788	$4.468 \cdot 10^9$	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 4.20 (79%); 4.15 (21%)
U-239	239.054 293	23.45	min	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 1.19 / $\gamma$ : 0.044 (4%); 0.075 (49%)
Np-239	239.052 939	2.356	d	$\beta^- \gamma$ $\beta^-$ : 0.330 (42%); 0.436 (45%) / $\gamma$ : komplex
Pu-239	239.052 163	$2.411 \cdot 10^4$	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 5.16 (71%); 5.14 (17%) / $\gamma$ : komplex
Am-241	241.056 829	432.2	a	$\alpha \gamma$ $\alpha$ : 5.49 (85%); 5.44 (13%) / $\gamma$ : komplex

### Lösungen:

- b) 30 a
- a)  $7.23 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$       b)  $4.55 \cdot 10^7 \text{ Bq}$       c)  $4.07 \cdot 10^7 \text{ Bq}$       d) 70.2 Tage
- a)  $3.39 \cdot 10^{18}$  Kerne      b) 1.34 mg
- $2.59 \cdot 10^{17}$  Kerne
- a)  $6.48 \cdot 10^{10}$  Kerne      b)  $3.95 \cdot 10^4 \text{ a}$
- $5.3 \cdot 10^3 \text{ a}$