

ÜS 4 - Radioaktivität I

Radioaktivität ist eines der drei grossen Themen, die immer in der Klausur geprüft werden und es werden immer sehr ähnliche Aufgaben gestellt:

- Schnelle Berechnungen: Geschwindigkeitskonstanten, Halbwertszeiten
- Vollständige Zerfallsgleichungen aufschreiben
- DGL von Zerfällen aufstellen und einfache lösen
- Sinnvolle Vereinfachungen bei Parallel- und Folgereaktionen treffen und skizzieren
- Radiodatering

Tendenziell ist die Aufgabe die leichteste der Klausur, aber auch hier gilt: Die schnellen Aufgaben zuerst machen und die langen am Ende noch Zeit übrig ist.

Repetition: Elemente und Isotope

Die Anzahl der Protonen in einem Atom bestimmt das Element und wird Ordnungszahl genannt. Die Massenzahl A entspricht der Anzahl an Kernteilchen, also Protonen und Neutronen zusammen. Gerade bei den schwereren Elementen sind mehr Neutronen als Protonen.

Massenzahl
#p + #n
Ordnungszahl
#p

gemittelte Massenzahl

Ordnungszahl

H	He
Li	Be
Na	Mg

Nuklide: Massenzahl und Ordnungszahl charakterisieren

Nuklide (${}^1_1\text{H}$, ${}^{208}_{82}\text{Pb}$, ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^{238}_{92}\text{U}$)

Isotope: Nuklide mit gleicher Ordnungszahl (gleiches Element), aber unterschiedlicher Massenzahl (unterschiedliche Neutronenzahl)

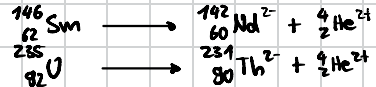
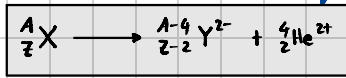
Wasserstoffisotope: ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H} = \text{D}$, ${}^3_1\text{H} = \text{T}$
 ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$, ${}^{18}_8\text{O}$ ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$ ${}^{238}_{92}\text{U}$, ${}^{235}_{92}\text{U}$

Ionen: Geladene Atome haben eine ungleiche Protonen- und Elektronenanzahl (Li^+ , N^{3-} , Cl^-)

	${}^1_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{16}_8\text{O}$	${}^{20}_{10}\text{Ne}$	${}^{24}_{12}\text{Mg}$	${}^{28}_{14}\text{Si}$	${}^{32}_{16}\text{S}$	${}^{36}_{18}\text{Ar}$	${}^{40}_{20}\text{Ca}$	${}^{44}_{22}\text{Ti}$	${}^{48}_{24}\text{Cr}$	${}^{52}_{26}\text{Fe}$	${}^{56}_{28}\text{Ni}$	${}^{60}_{28}\text{Ni}$	${}^{64}_{28}\text{Ni}$	${}^{68}_{28}\text{Ni}$	${}^{72}_{28}\text{Ni}$	${}^{76}_{28}\text{Ni}$	${}^{80}_{28}\text{Ni}$	${}^{84}_{28}\text{Ni}$	${}^{88}_{28}\text{Ni}$	${}^{92}_{28}\text{Ni}$	${}^{96}_{28}\text{Ni}$	${}^{100}_{28}\text{Ni}$	${}^{104}_{28}\text{Ni}$	${}^{108}_{28}\text{Ni}$	${}^{112}_{28}\text{Ni}$	${}^{116}_{28}\text{Ni}$	${}^{120}_{28}\text{Ni}$	${}^{124}_{28}\text{Ni}$	${}^{128}_{28}\text{Ni}$	${}^{132}_{28}\text{Ni}$	${}^{136}_{28}\text{Ni}$	${}^{140}_{28}\text{Ni}$	${}^{144}_{28}\text{Ni}$	${}^{148}_{28}\text{Ni}$	${}^{152}_{28}\text{Ni}$	${}^{156}_{28}\text{Ni}$	${}^{160}_{28}\text{Ni}$	${}^{164}_{28}\text{Ni}$	${}^{168}_{28}\text{Ni}$	${}^{172}_{28}\text{Ni}$	${}^{176}_{28}\text{Ni}$	${}^{180}_{28}\text{Ni}$	${}^{184}_{28}\text{Ni}$	${}^{188}_{28}\text{Ni}$	${}^{192}_{28}\text{Ni}$	${}^{196}_{28}\text{Ni}$	${}^{200}_{28}\text{Ni}$	${}^{204}_{28}\text{Ni}$	${}^{208}_{28}\text{Ni}$	${}^{212}_{28}\text{Ni}$	${}^{216}_{28}\text{Ni}$	${}^{220}_{28}\text{Ni}$	${}^{224}_{28}\text{Ni}$	${}^{228}_{28}\text{Ni}$	${}^{232}_{28}\text{Ni}$	${}^{236}_{28}\text{Ni}$	${}^{240}_{28}\text{Ni}$	${}^{244}_{28}\text{Ni}$	${}^{248}_{28}\text{Ni}$	${}^{252}_{28}\text{Ni}$	${}^{256}_{28}\text{Ni}$	${}^{260}_{28}\text{Ni}$	${}^{264}_{28}\text{Ni}$	${}^{268}_{28}\text{Ni}$	${}^{272}_{28}\text{Ni}$	${}^{276}_{28}\text{Ni}$	${}^{280}_{28}\text{Ni}$	${}^{284}_{28}\text{Ni}$	${}^{288}_{28}\text{Ni}$	${}^{292}_{28}\text{Ni}$	${}^{296}_{28}\text{Ni}$	${}^{300}_{28}\text{Ni}$	${}^{304}_{28}\text{Ni}$	${}^{308}_{28}\text{Ni}$	${}^{312}_{28}\text{Ni}$	${}^{316}_{28}\text{Ni}$	${}^{320}_{28}\text{Ni}$	${}^{324}_{28}\text{Ni}$	${}^{328}_{28}\text{Ni}$	${}^{332}_{28}\text{Ni}$	${}^{336}_{28}\text{Ni}$	${}^{340}_{28}\text{Ni}$	${}^{344}_{28}\text{Ni}$	${}^{348}_{28}\text{Ni}$	${}^{352}_{28}\text{Ni}$	${}^{356}_{28}\text{Ni}$	${}^{360}_{28}\text{Ni}$	${}^{364}_{28}\text{Ni}$	${}^{368}_{28}\text{Ni}$	${}^{372}_{28}\text{Ni}$	${}^{376}_{28}\text{Ni}$	${}^{380}_{28}\text{Ni}$	${}^{384}_{28}\text{Ni}$	${}^{388}_{28}\text{Ni}$	${}^{392}_{28}\text{Ni}$	${}^{396}_{28}\text{Ni}$	${}^{400}_{28}\text{Ni}$	${}^{404}_{28}\text{Ni}$	${}^{408}_{28}\text{Ni}$	${}^{412}_{28}\text{Ni}$	${}^{416}_{28}\text{Ni}$	${}^{420}_{28}\text{Ni}$	${}^{424}_{28}\text{Ni}$	${}^{428}_{28}\text{Ni}$	${}^{432}_{28}\text{Ni}$	${}^{436}_{28}\text{Ni}$	${}^{440}_{28}\text{Ni}$	${}^{444}_{28}\text{Ni}$	${}^{448}_{28}\text{Ni}$	${}^{452}_{28}\text{Ni}$	${}^{456}_{28}\text{Ni}$	${}^{460}_{28}\text{Ni}$	${}^{464}_{28}\text{Ni}$	${}^{468}_{28}\text{Ni}$	${}^{472}_{28}\text{Ni}$	${}^{476}_{28}\text{Ni}$	${}^{480}_{28}\text{Ni}$	${}^{484}_{28}\text{Ni}$	${}^{488}_{28}\text{Ni}$	${}^{492}_{28}\text{Ni}$	${}^{496}_{28}\text{Ni}$	${}^{500}_{28}\text{Ni}$	${}^{504}_{28}\text{Ni}$	${}^{508}_{28}\text{Ni}$	${}^{512}_{28}\text{Ni}$	${}^{516}_{28}\text{Ni}$	${}^{520}_{28}\text{Ni}$	${}^{524}_{28}\text{Ni}$	${}^{528}_{28}\text{Ni}$	${}^{532}_{28}\text{Ni}$	${}^{536}_{28}\text{Ni}$	${}^{540}_{28}\text{Ni}$	${}^{544}_{28}\text{Ni}$	${}^{548}_{28}\text{Ni}$	${}^{552}_{28}\text{Ni}$	${}^{556}_{28}\text{Ni}$	${}^{560}_{28}\text{Ni}$	${}^{564}_{28}\text{Ni}$	${}^{568}_{28}\text{Ni}$	${}^{572}_{28}\text{Ni}$	${}^{576}_{28}\text{Ni}$	${}^{580}_{28}\text{Ni}$	${}^{584}_{28}\text{Ni}$	${}^{588}_{28}\text{Ni}$	${}^{592}_{28}\text{Ni}$	${}^{596}_{28}\text{Ni}$	${}^{600}_{28}\text{Ni}$	${}^{604}_{28}\text{Ni}$	${}^{608}_{28}\text{Ni}$	${}^{612}_{28}\text{Ni}$	${}^{616}_{28}\text{Ni}$	${}^{620}_{28}\text{Ni}$	${}^{624}_{28}\text{Ni}$	${}^{628}_{28}\text{Ni}$	${}^{632}_{28}\text{Ni}$	${}^{636}_{28}\text{Ni}$	${}^{640}_{28}\text{Ni}$	${}^{644}_{28}\text{Ni}$	${}^{648}_{28}\text{Ni}$	${}^{652}_{28}\text{Ni}$	${}^{656}_{28}\text{Ni}$	${}^{660}_{28}\text{Ni}$	${}^{664}_{28}\text{Ni}$	${}^{668}_{28}\text{Ni}$	${}^{672}_{28}\text{Ni}$	${}^{676}_{28}\text{Ni}$	${}^{680}_{28}\text{Ni}$	${}^{684}_{28}\text{Ni}$	${}^{688}_{28}\text{Ni}$	${}^{692}_{28}\text{Ni}$	${}^{696}_{28}\text{Ni}$	${}^{700}_{28}\text{Ni}$	${}^{704}_{28}\text{Ni}$	${}^{708}_{28}\text{Ni}$	${}^{712}_{28}\text{Ni}$	${}^{716}_{28}\text{Ni}$	${}^{720}_{28}\text{Ni}$	${}^{724}_{28}\text{Ni}$	${}^{728}_{28}\text{Ni}$	${}^{732}_{28}\text{Ni}$	${}^{736}_{28}\text{Ni}$	${}^{740}_{28}\text{Ni}$	${}^{744}_{28}\text{Ni}$	${}^{748}_{28}\text{Ni}$	${}^{752}_{28}\text{Ni}$	${}^{756}_{28}\text{Ni}$	${}^{760}_{28}\text{Ni}$	${}^{764}_{28}\text{Ni}$	${}^{768}_{28}\text{Ni}$	${}^{772}_{28}\text{Ni}$	${}^{776}_{28}\text{Ni}$	${}^{780}_{28}\text{Ni}$	${}^{784}_{28}\text{Ni}$	${}^{788}_{28}\text{Ni}$	${}^{792}_{28}\text{Ni}$	${}^{796}_{28}\text{Ni}$	${}^{800}_{28}\text{Ni}$	${}^{804}_{28}\text{Ni}$	${}^{808}_{28}\text{Ni}$	${}^{812}_{28}\text{Ni}$	${}^{816}_{28}\text{Ni}$	${}^{820}_{28}\text{Ni}$	${}^{824}_{28}\text{Ni}$	${}^{828}_{28}\text{Ni}$	${}^{832}_{28}\text{Ni}$	${}^{836}_{28}\text{Ni}$	${}^{840}_{28}\text{Ni}$	${}^{844}_{28}\text{Ni}$	${}^{848}_{28}\text{Ni}$	${}^{852}_{28}\text{Ni}$	${}^{856}_{28}\text{Ni}$	${}^{860}_{28}\text{Ni}$	${}^{864}_{28}\text{Ni}$	${}^{868}_{28}\text{Ni}$	${}^{872}_{28}\text{Ni}$	${}^{876}_{28}\text{Ni}$	${}^{880}_{28}\text{Ni}$	${}^{884}_{28}\text{Ni}$	${}^{888}_{28}\text{Ni}$	${}^{892}_{28}\text{Ni}$	${}^{896}_{28}\text{Ni}$	${}^{900}_{28}\text{Ni}$	${}^{904}_{28}\text{Ni}$	${}^{908}_{28}\text{Ni}$	${}^{912}_{28}\text{Ni}$	${}^{916}_{28}\text{Ni}$	${}^{920}_{28}\text{Ni}$	${}^{924}_{28}\text{Ni}$	${}^{928}_{28}\text{Ni}$	${}^{932}_{28}\text{Ni}$	${}^{936}_{28}\text{Ni}$	${}^{940}_{28}\text{Ni}$	${}^{944}_{28}\text{Ni}$	${}^{948}_{28}\text{Ni}$	${}^{952}_{28}\text{Ni}$	${}^{956}_{28}\text{Ni}$	${}^{960}_{28}\text{Ni}$	${}^{964}_{28}\text{Ni}$	${}^{968}_{28}\text{Ni}$	${}^{972}_{28}\text{Ni}$	${}^{976}_{28}\text{Ni}$	${}^{980}_{28}\text{Ni}$	${}^{984}_{28}\text{Ni}$	${}^{988}_{28}\text{Ni}$	${}^{992}_{28}\text{Ni}$	${}^{996}_{28}\text{Ni}$	${}^{1000}_{28}\text{Ni}$	${}^{1004}_{28}\text{Ni}$	${}^{1008}_{28}\text{Ni}$	${}^{1012}_{28}\text{Ni}$	${}^{1016}_{28}\text{Ni}$	${}^{1020}_{28}\text{Ni}$	${}^{1024}_{28}\text{Ni}$	${}^{1028}_{28}\text{Ni}$	${}^{1032}_{28}\text{Ni}$	${}^{1036}_{28}\text{Ni}$	${}^{1040}_{28}\text{Ni}$	${}^{1044}_{28}\text{Ni}$	${}^{1048}_{28}\text{Ni}$	${}^{1052}_{28}\text{Ni}$	${}^{1056}_{28}\text{Ni}$	${}^{1060}_{28}\text{Ni}$	${}^{1064}_{28}\text{Ni}$	${}^{1068}_{28}\text{Ni}$	${}^{1072}_{28}\text{Ni}$	${}^{1076}_{28}\text{Ni}$	${}^{1080}_{28}\text{Ni}$	${}^{1084}_{28}\text{Ni}$	${}^{1088}_{28}\text{Ni}$	${}^{1092}_{28}\text{Ni}$	${}^{1096}_{28}\text{Ni}$	${}^{1100}_{28}\text{Ni}$	${}^{1104}_{28}\text{Ni}$	${}^{1108}_{28}\text{Ni}$	${}^{1112}_{28}\text{Ni}$	${}^{1116}_{28}\text{Ni}$	${}^{1120}_{28}\text{Ni}$	${}^{1124}_{28}\text{Ni}$	${}^{1128}_{28}\text{Ni}$	${}^{1132}_{28}\text{Ni}$	${}^{1136}_{28}\text{Ni}$	${}^{1140}_{28}\text{Ni}$	${}^{1144}_{28}\text{Ni}$	${}^{1148}_{28}\text{Ni}$	${}^{1152}_{28}\text{Ni}$	${}^{1156}_{28}\text{Ni}$	${}^{1160}_{28}\text{Ni}$	${}^{1164}_{28}\text{Ni}$	${}^{1168}_{28}\text{Ni}$	${}^{1172}_{28}\text{Ni}$	${}^{1176}_{28}\text{Ni}$	${}^{1180}_{28}\text{Ni}$	${}^{1184}_{28}\text{Ni}$	${}^{1188}_{28}\text{Ni}$	${}^{1192}_{28}\text{Ni}$	${}^{1196}_{28}\text{Ni}$	${}^{1200}_{28}\text{Ni}$	${}^{1204}_{28}\text{Ni}$	${}^{1208}_{28}\text{Ni}$	${}^{1212}_{28}\text{Ni}$	${}^{1216}_{28}\text{Ni}$	${}^{1220}_{28}\text{Ni}$	${}^{1224}_{28}\text{Ni}$	${}^{1228}_{28}\text{Ni}$	${}^{1232}_{28}\text{Ni}$	${}^{1236}_{28}\text{Ni}$	${}^{1240}_{28}\text{Ni}$	${}^{1244}_{28}\text{Ni}$	${}^{1248}_{28}\text{Ni}$	${}^{1252}_{28}\text{Ni}$	${}^{1256}_{28}\text{Ni}$	${}^{1260}_{28}\text{Ni}$	${}^{1264}_{28}\text{Ni}$	${}^{1268}_{28}\text{Ni}$	${}^{1272}_{28}\text{Ni}$	${}^{1276}_{28}\text{Ni}$	${}^{1280}_{28}\text{Ni}$	${}^{1284}_{28}\text{Ni}$	${}^{1288}_{28}\text{Ni}$	${}^{1292}_{28}\text{Ni}$	${}^{1296}_{28}\text{Ni}$	${}^{1300}_{28}\text{Ni}$	${}^{1304}_{28}\text{Ni}$	${}^{1308}_{28}\text{Ni}$	${}^{1312}_{28}\text{Ni}$	${}^{1316}_{28}\text{Ni}$	${}^{1320}_{28}\text{Ni}$	${}^{1324}_{28}\text{Ni}$	${}^{1328}_{28}\text{Ni}$	${}^{1332}_{28}\text{Ni}$	${}^{1336}_{28}\text{Ni}$	${}^{1340}_{28}\text{Ni}$	${}^{1344}_{28}\text{Ni}$	${}^{1348}_{28}\text{Ni}$	${}^{1352}_{28}\text{Ni}$	${}^{1356}_{28}\text{Ni}$	${}^{1360}_{28}\text{Ni}$	${}^{1364}_{28}\text{Ni}$	${}^{1368}_{28}\text{Ni}$	${}^{1372}_{28}\text{Ni}$	${}^{1376}_{28}\text{Ni}$	${}^{1380}_{28}\text{Ni}$	${}^{1384}_{28}\text{Ni}$	${}^{1388}_{28}\text{Ni}$	${}^{1392}_{28}\text{Ni}$	${}^{1396}_{28}\text{Ni}$	${}^{1400}_{28}\text{Ni}$	${}^{1404}_{28}\text{Ni}$	${}^{1408}_{28}\text{Ni}$	${}^{1412}_{28}\text{Ni}$	${}^{1416}_{28}\text{Ni}$	${}^{1420}_{28}\text{Ni}$	${}^{1424}_{28}\text{Ni}$	${}^{1428}_{28}\text{Ni}$	${}^{1432}_{28}\text{Ni}$	${}^{1436}_{28}\text{Ni}$	${}^{1440}_{28}\text{Ni}$	${}^{1444}_{28}\text{Ni}$	${}^{1448}_{28}\text{Ni}$	${}^{1452}_{28}\text{Ni}$	${}^{1456}_{28}\text{Ni}$	${}^{1460}_{28}\text{Ni}$	${}^{1464}_{28}\text{Ni}$	${}^{1468}_{28}\text{Ni}$	${}^{1472}_{28}\text{Ni}$	${}^{1476}_{28}\text{Ni}$	${}^{1480}_{28}\text{Ni}$	${}^{1484}_{28}\text{Ni}$	${}^{1488}_{28}\text{Ni}$	${}^{1492}_{28}\text{Ni}$	${}^{1496}_{28}\text{Ni}$	${}^{1500}_{28}\text{Ni}$	${}^{1504}_{28}\text{Ni}$	${}^{1508}_{28}\text{Ni}$	${}^{1512}_{28}\text{Ni}$	${}^{1516}_{28}\text{Ni}$	${}^{1520}_{28}\text{Ni}$	${}^{1524}_{28}\text{Ni}$	${}^{1528}_{28}\text{Ni}$	${}^{1532}_{28}\text{Ni}$	${}^{1536}_{28}\text{Ni}$	${}^{1540}_{28}\text{Ni}$	${}^{1544}_{28}\text{Ni}$	${}^{1548}_{28}\text{Ni}$	${}^{1552}_{28}\text{Ni}$	${}^{1556}_{28}\text{Ni}$	${}^{1560}_{28}\text{Ni}$	${}^{1564}_{28}\text{Ni}$	${}^{1568}_{28}\text{Ni}$	${}^{1572}_{28}\text{Ni}$	${}^{1576}_{28}\text{Ni}$	${}^{1580}_{28}\text{Ni}$	${}^{1584}_{28}\text{Ni}$	${}^{1588}_{28}\text{Ni}$	${}^{1592}_{28}\text{Ni}$	${}^{1596}_{28}\text{Ni}$	${}^{1600}_{28}\text{Ni}$	${}^{1604}_{28}\text{Ni}$	${}^{1608}_{28}\text{Ni}$	${}^{1612}_{28}\text{Ni}$	${}^{1616}_{28}\text{Ni}$	${}^{1620}_{28}\text{Ni}$	${}^{1624}_{28}\text{Ni}$	${}^{1628}_{28}\text{Ni}$	${}^{1632}_{28}\text{Ni}$	${}^{1636}_{28}\text{Ni}$	${}^{1640}_{28}\text{Ni}$	${}^{1644}_{28}\text{Ni}$	${}^{1648}_{28}\text{Ni}$	${}^{1652}_{28}\text{Ni}$	${}^{1656}_{28}\text{Ni}$	${}^{1660}_{28}\text{Ni}$	${}^{1664}_{28}\text{Ni}$	${}^{1668}_{28}\text{Ni}$	${}^{1672}_{28}\text{Ni}$	${}^{1676}_{28}\text{Ni}$	${}^{1680}_{28}\text{Ni}$	${}^{1684}_{28}\text{Ni}$	${}^{1688}_{28}\text{Ni}$	${}^{1692}_{28}\text{Ni}$	${}^{1696}_{28}\text{Ni}$	${}^{1700}_{28}\text{Ni}$	${}^{1704}_{28}\text{Ni}$	${}^{1708}_{28}\text{Ni}$	${}^{1712}_{28}\text{Ni}$	${}^{1716}_{28}\text{Ni}$	${}^{1720}_{28}\text{Ni}$	${}^{1724}_{28}\text{Ni}$	${}^{1728}_{28}\text{Ni}$	${}^{1732}_{28}\text{Ni}$	${}^{1736}_{28}\text{Ni}$	${}^{1740}_{28}\text{Ni}$	${}^{1744}_{28}\text{Ni}$	${}^{1748}_{28}\text{Ni}$	${}^{1752}_{28}\text{Ni}$	${}^{1756}_{28}\text{Ni}$	${}^{1760}_{28}\text{Ni}$	${}^{1764}_{28}\text{Ni}$	${}^{1768}_{28}\text{Ni}$	${}^{1772}_{28}\text{Ni}$	${}^{1776}_{28}\text{Ni}$	${}^{1780}_{28}\text{Ni}$	${}^{1784}_{28}\text{Ni}$	${}^{1788}_{28}\text{Ni}$	${}^{1792}_{28}\text{Ni}$	${}^{1796}_{28}\text{Ni}$	${}^{1800}_{28}\text{Ni}$	${}^{1804}_{28}\text{Ni}$	${}^{1808}_{28}\text{Ni}$	${}^{1812}_{28}\text{Ni}$	${}^{1816}_{28}\text{Ni}$	${}^{1820}_{28}\text{Ni}$	${}^{1824}_{28}\text{Ni}$	${}^{1828}_{28}\text{Ni}$	${}^{1832}_{28}\text{Ni}$	${}^{1836}_{28}\text{Ni}$	${}^{1840}_{28}\text{Ni}$	${}^{1844}_{28}\text{Ni}$	${}^{1848}_{28}\text{Ni}$	${}^{1852}_{28}\text{Ni}$	${}^{1856}_{28}\text{Ni}$	${}^{1860}_{28}\text{Ni}$	${}^{1864}_{28}\text{Ni}$	${}^{1868}_{28}\text{Ni}$	${}^{1872}_{28}\text{Ni}$	${}^{1876}_{28}\text{Ni}$	${}^{1880}_{28}\text{Ni}$	${}^{1884}_{28}\text{Ni}$	${}^{1888}_{28}\text{Ni}$	${}^{1892}_{28}\text{Ni}$	${}^{1896}_{28}\text{Ni}$	${}^{1900}_{28}\text{Ni}$	${}^{1904}_{28}\text{Ni}$	${}^{1908}_{28}\text{Ni}$	${}^{1912}_{28}\text{Ni}$	${}^{1916}_{28}\text{Ni}$	${}^{1920}_{28}\text{Ni}$	${}^{1924}_{28}\text{Ni}$	${}^{1928}_{28}\text{Ni}$	${}^{1932}_{28}\text{Ni}$	${}^{1936}_{28}\text{Ni}$	${}^{1940}_{28}\text{Ni}$	${}^{1944}_{28}\text{Ni}$	${}^{1948}_{28}\text{Ni}$	${}^{1952}_{28}\text{Ni}$	${}^{1956}_{28}\text{Ni}$	${}^{1960}_{28}\text{Ni}$	${}^{1964}_{28}\text{Ni}$	${}^{1968}_{28}\text{Ni}$	${}^{1972}_{28}\text{Ni}$	${}^{1976}_{28}\text{Ni}$	${}^{1980}_{28}\text{Ni}$	${}^{1984}_{28}\text{Ni}$	${}^{1988}_{28}\text{Ni}$	${}^{1992}_{28}\text{Ni}$	${}^{1996}_{28}\text{Ni}$	${}^{2000}_{28}\text{Ni}$	${}^{2004}_{28}\text{Ni}$	${}^{2008}_{28}\text{Ni}$	${}^{2012}_{28}\text{Ni}$	${}^{2016}_{28}\text{Ni}$	${}^{2020}_{28}\text{Ni}$	${}^{2024}_{28}\text{Ni}$	${}^{2028}_{28}\text{Ni}$	${}^{2032}_{28}\text{Ni}$	${}^{2036}_{28}\text{Ni}$	${}^{2040}_{28}\text{Ni}$	${}^{2044}_{28}\text{Ni}$	${}^{2048}_{28}\text{Ni}$	${}^{2052}_{28}\text{Ni}$	${}^{2056}_{28}\text{Ni}$	${}^{2060}_{28}\text{Ni}$	${}^{2064}_{28}\text{Ni}$	${}^{2068}_{28}\text{Ni}$	${}^{2072}_{28}\text{Ni}$	${}^{2076}_{28}\text{Ni}$	${}^{2080}_{28}\text{Ni}$	${}^{2084}_{28}\text{Ni}$	${}^{2088}_{28}\text{Ni}$	${}^{2092}_{28}\text{Ni}$	${}^{2096}_{28}\text{Ni}$	${}^{2100}_{28}\text{Ni}$	${}^{2104}_{28}\text{Ni}$	${}^{2108}_{28}\text{Ni}$	${}^{2112}_{28}\text{Ni}$	${}^{2116}_{28}\text{Ni}$	${}^{2120}_{28}\text{Ni}$	${}^{2124}_{28}\text{Ni}$	${}^{2128}_{28}\text{Ni}$	${}^{2132}_{28}\text{Ni}$	${}^{2136}_{28}\text{Ni}$	${}^{2140}_{28}\text{Ni}$	${}^{2144}_{28}\text{Ni}$	${}^{2148}_{28}\text{Ni}$	${}^{2152}_{28}\text{Ni}$	${}^{2156}_{28}\text{Ni}$	${}^{2160}_{28}\text{Ni}$	${}^{2164}_{28}\text{Ni}$	${}^{2168}_{28}\text{Ni}$	${}^{2172}_{28}\text{Ni}$	${}^{2176}_{28}\text{Ni}$	${}^{2180}_{28}\text{Ni}$	${}^{2184}_{28}\text{Ni}$	${}^{2188}_{28}\text{Ni}$	${}^{2192}_{28}\text{Ni}$	${}^{2196}_{28}\text{Ni}$	${}^{2200}_{28}\text{Ni}$	${}^{2204}_{28}\text{Ni}$	${}^{2208}_{28}\text{Ni}$	${}^{2212}_{28}\text{Ni}$	${}^{2216}_{28}\text{Ni}$	${}^{2220}_{28}\text{Ni}$	${}^{2224}_{28}\text{Ni}$	${}^{2228}_{28}\text{Ni}$	${}^{2232}_{28}\text{Ni}$	${}^{2236}_{28}\text{Ni}$	${}^{2240}_{28}\text{Ni}$	${}^{2244}_{28}\text{Ni}$	${}^{2248}_{28}\text{Ni}$	${}^{2252}_{28}\text{Ni}$	${}^{2256}_{28}\text{Ni}$	${}^{2260}_{28}\text{Ni}$	${}^{2264}_{28}\text{Ni}$	${}^{2268}_{28}\text{Ni}$	${}^{2272}_{28}\text{Ni}$	${}^{2276}_{28}\text{Ni}$	${}^{2280}_{28}\text{Ni}$	${}^{2284}_{28}\text{Ni}$	${}^{2288}_{28}\text{Ni}$	${}^{2292}_{28}\text{Ni}$	${}^{2296}_{28}\text{Ni}$	${}^{2300}_{28}\text{Ni}$	$$
--	------------------	-------------------	---------------------	---------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----

α -Zerfall

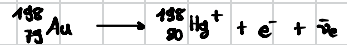
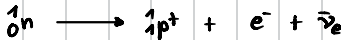
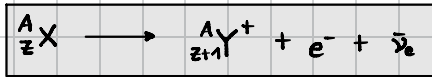
Beim α -Zerfall emittiert ein schweres Mutternuklid spontan einen Heliumatomkern ${}^4_2\text{He}^{2+}$ (auch α -Teilchen genannt), womit die Ordnungszahl des Tochternuklids um zwei erniedrigt wird.



Dieser Zerfall wird vorrangig bei schweren Isotopen ($A > 145$) beobachtet.

β^- -Zerfall

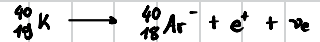
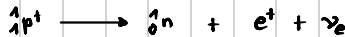
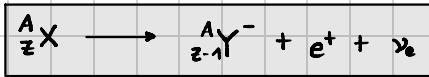
Beim β^- -Zerfall zerfällt ein Neutron n im Atomkern des Mutternuklids in ein Proton p^+ , ein Elektron e^- und ein Anti-Elektron-Neutrino $\bar{\nu}_e$, wobei das Elektron und das Neutrino emittiert werden.



Dieser Zerfall wird vorrangig bei Isotopen mit Neutronenüberschuss beobachtet.

β^+ -Zerfall

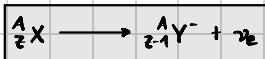
Beim β^+ -Zerfall zerfällt ein Proton p^+ im Atomkern des Mutternuklids in ein Neutron n , ein Positron e^+ und ein Elektron-Neutrino ν_e , wobei das Elektron und das Neutrino emittiert werden.



Dieser Zerfall wird vorrangig bei leichten Isotopen mit Protonenüberschuss beobachtet.

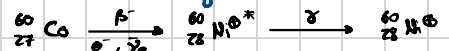
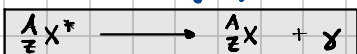
ϵ -Zerfall

Beim ϵ -Zerfall bildet ein Proton des Kerns zusammen mit einem Elektron aus einer der unteren Schalen des Atoms ein Neutron mit einem Elektron-Neutrino. Da das gleiche Tochternuklid wie beim β^+ -Zerfall entsteht, würden in der Klausur beide Antworten richtig gewertet werden.



γ -Strahlung

Nach fast allen radioaktiven Zerfällen liegen die Tochternuklide zumeist in einem angeregten Zustand vor, den sie unter Emission von γ -Strahlung wieder verlassen. Diese angeregten Zustände sind äußerst kurzlebig.



Uran-Radium-Zerfallsreihe ^{234}U β^- ^{238}U Uran-Actinium-Zerfallsreihe ^{235}U

[illegible][illegible]

7 Differentialgleichungen

Ordnung: *Ordnung der höchsten vorkommenden Ableitung*

Homogenität: Jeder Term der DGL ist mit einem y -Term multipliziert

konst. Koeff.: Alle Vorfaktoren vor den y -Termen sind konstant

$$y(x) = y_h(x) + y_p(x)$$

7.1 Differentialgleichungen erster Ordnung

Für DGLs bei denen alle y -Ausdrücke und alle x -Ausdrücke sich als Produkt schreiben lassen, sodass folgendes gilt:

1. Alle y - und alle x -Terme als Produkt voneinander schreiben, s.d. $y'(x) = f(y) \cdot g(x)$ gilt.
2. y' als $\frac{dy}{dx}$ schreiben.
3. Alles mit y auf eine Seite und mit x auf die andere, jedoch müssen die Differenziale dy und dx zwingend im Zähler stehen
4. Beide Seiten unbestimmt integrieren und $+C$ auf einer Seite schreiben
5. Nach $y(x)$ auflösen

$$y'(x) = \frac{1}{xy^2}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{xy^2}$$

$$y^2 dy = \frac{1}{x} dx$$

$$\int y^2 dy = \int \frac{1}{x} dx$$

$$\frac{y^3}{3} = \ln(|x|) + C$$

$$y(x) = \sqrt[3]{3 \ln (|x|) + 3C}$$

$$y' = -ky \Leftrightarrow \frac{dy}{dx} = -ky \quad k \in \mathbb{R}^+$$

$$\frac{dy}{y} = -k dx \quad \Rightarrow \quad \int \frac{dy}{y} = - \int k dx$$

$$\ln(y) = -kx + C$$

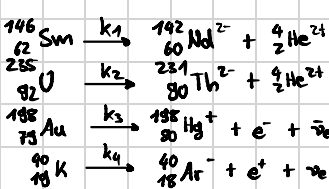
$$y(x) = e^{-kx} \cdot e^c = y_0 e^{-kx}$$

$$N(t) = e^{-kt} \cdot N_0$$

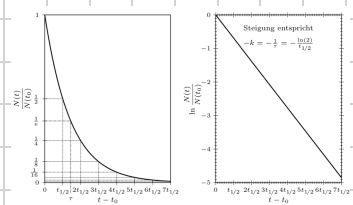
Wir nehmen an wir haben eine Box in der 1 mol ^{238}U ist. Dieses zerfällt über die Zeit zu ^{234}Th und wir wollen jetzt die Zerfallskinetik (zeitliche Entwicklung der Teilchenzahl $N(t)$) untersuchen. Zu Beginn sind viele Teilchen vorhanden, also viele Zerfälle, was immer stärker abnimmt. Die Zerfallsgeschwindigkeit ist proportional zur Anzahl vorhandener Teilchen $N(t)$. Die Zerfallsgeschwindigkeit entspricht der Änderung der Teilchenzahl über die Zeit, also die zeitliche Ableitung $\frac{dN(t)}{dt}$.

$$X \xrightarrow{k} Y \quad \frac{dN_X(t)}{dt} = -kN_X(t) = -\frac{dN_X(t)}{dt} \xrightarrow{\text{Sep. d. V.}} \int \frac{dN}{N} = -k \int dt \Leftrightarrow \ln(N) = -kt + C \Rightarrow N(t) = N_0 e^{-kt}$$

Der radioaktive Zerfall ist stochastisch für ein einzelnes Atom und unabhängig von äußeren Parametern wie Druck, Temperatur, etc. Die Zerfallsrate $\frac{dN}{dt}$ ist proportional zur Teilchenzahl N mit dem Proportionalitätsfaktor k , die Zerfallskonstante in $[k] = s^{-1}$ (strikt positiv).

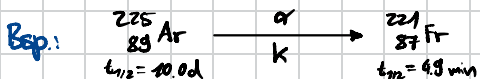


$\frac{dN_{\text{Sm}}}{dt} = -k_1 N_{\text{Sm}}$
 $\frac{dN_{\text{U}}}{dt} = -k_2 N_{\text{U}}$
 $\frac{dN_{\text{Au}}}{dt} = -k_3 N_{\text{Au}}$
 $\frac{dN_{\text{K}}}{dt} = -k_4 N_{\text{K}}$



Grösse	Gleichung	Einheit	Bedeutung
Zerfallskonstante k	$\frac{dN}{dt} = -kN$	$[k] = \text{s}^{-1}$	
Halbwertszeit $t_{1/2}$	$\frac{\ln(2)}{k}$	$[t_{1/2}] = \text{s}$	Zeit zur Halbierung der Teilchenzahl
Lebenszeit τ	$\tau = \frac{1}{k}$	$[\tau] = \text{s}$	Zeit bis $\frac{1}{e}$ der ursprünglichen Teilchenzahl erreicht ist
Aktivität $A(t)$	$A = kN = -\frac{dN}{dt}$	$[A] = \text{Bq} = \text{s}^{-1}$	Anzahl Zerfälle pro Sekunde

Bsp.: $t_{1/2}(^{238}\text{U}) = 248\,500 \text{ a}$
 $k = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = 8.947 \times 10^{-14} \text{ s}^{-1}$
 $\tau = \frac{1}{k} = 1.204 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$



$k = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = 8.02 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$

Nach 20.0 Tagen: $N(t) = N_0 e^{-kt} \Rightarrow N(20.0 \text{ d}) = 1000 e^{-k \cdot 20.0 \text{ d}} = 2500$

Radiodatierung

Durch die Messung von Teilchenmengen einer radioaktiven Substanz in alten Steinen oder organischen Materialien, kann dessen Alter bestimmt werden. Dazu muss die Halbwertszeit des radioaktiven Materials in der Grössenordnung der zu bestimmenden Zeiträume liegen. Die allgemeine Zerfallsgleichung kann nach der Zeit umgeformt werden.

$N(t) = N_0 e^{-kt} \Leftrightarrow t = -\frac{1}{k} \ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)$

Aufgabe 1: Radioaktiver Zerfall (24 Punkte)

In Abbildung 1-1 ist für die diese Aufgabe relevante Teil der Curiumzerfallskette gezeigt.



Abbildung 1-1: Letzter Teil der Zerfallskette des Curium-Isotops ^{242}Cm . Die Halbwertszeiten sind bei den Isotopen angegeben (d = Tage). Bei Parallelzerfällen sind auch die Zerfallswahrscheinlichkeiten gegeben.

- Die Isotopenmasse von ^{242}Ra beträgt 223.018 500 7(22) u. Berechnen Sie den relativen Fehler dieser Isotopenmasse in Prozent. 1.5P
 - Berechnen Sie die Energie in Joule, die bei der Bildung eines (neutralen) Atoms ^{242}Ra aus Protonen, Neutronen und Elektronen frei wird. 2P
 - Geben Sie die vollständige Zerfallsgleichung von ^{234}Po zu ^{234}Pb und die Zerfallsart an. 2P
 - Geben Sie die vollständige Zerfallsgleichung von ^{234}Po zu ^{234}Pb und die Zerfallsart an. 2P
 - Geben Sie die Differentialgleichungen für die zeitliche Entwicklung der Stoffmengen von ^{242}Ra und ^{210}Pb an. Berechnen Sie den numerischen Wert einer der auftretenden Zerfallskonstanten in s^{-1} . 5.5P
- Hinweis: Es ist nicht nach den Lösungen der Differentialgleichungen gefragt.
- Nehmen Sie an, Sie haben zum Zeitpunkt $t = 0$ eine reine Probe ^{242}Ra . Berechnen Sie den Anteil von ^{242}Ra in der Probe nach 20 Tagen in Prozent. 2P
 - Nehmen Sie an, Sie haben zum Zeitpunkt $t = 0$ eine reine Probe ^{242}Ra . Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der relativen Stoffmengen aller in Abbildung 1-1 gezeigten Isotope für den Zeitraum von $t = 0$ bis $t = 21$ Tagen. Hierbei bedeutet "relevant", dass die relative Stoffmenge eines Isotops grafisch sichtbar von null verschieden sein muss. 4P
- Hinweis: Achten Sie auf die korrekte Beschriftung Ihrer Skizze.
- Nehmen Sie an, Sie haben zum Zeitpunkt $t = 0$ eine reine Probe ^{242}Ra . Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der relativen Stoffmengen aller in Abbildung 1-1 gezeigten Isotope für den Zeitraum von $t = 0$ bis $t = 10$ Minuten. Hierbei bedeutet "relevant", dass die relative Stoffmenge eines Isotops grafisch sichtbar von null verschieden sein muss. 5P
- Hinweis: Achten Sie auf die korrekte Beschriftung Ihrer Skizze.

Aufgabe 1: Radioaktiver Zerfall

- $$\frac{223.018\,500\,7}{223.018\,500\,7} = 9.9 \times 10^{-9} = 9.9 \times 10^{-7}\%$$
 Bewertung: 1P Formel, 0.5P Ergebnis
- $$\Delta m = m(^{242}\text{Ra}) - (88m_p + (223 - 88)m_n + 88m_e)$$

$$= 1.83086705 \text{ u} = 3.05517111 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\Delta E = c^2 \Delta m = 2.74585086 \times 10^{-10} \text{ J}$$
 Bewertung: 1P Formel, 1P Ergebnis (Umrechnung)
- $$^{234}\text{Po} \rightarrow ^{234}\text{Pb} + ^4_2\text{He}^{2+} + \bar{\nu}_e$$
 β^- -Zerfall
 Bewertung: 1.5P Gleichung, 0.5P Name
- $$^{234}\text{Po} \rightarrow ^{234}\text{Pb} + ^4_2\text{He}^{2+} + \bar{\nu}_e$$
 α -Zerfall
 Bewertung: 1.5P Gleichung, 0.5P Name
- Radon:

$$\frac{dN(^{242}\text{Ra})}{dt} = k_1 N(^{242}\text{Ra}) - k_2 N(^{242}\text{Ra})$$

$$k_1 = \frac{\ln(2)}{11.42 \text{ d}} = 7.019 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

$$k_2 = \frac{\ln(2)}{3.82 \text{ d}} = 1.75 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

Bismut:

$$\frac{dN(^{214}\text{Bi})}{dt} = k_3 N(^{214}\text{Bi}) + k_4 N(^{214}\text{Pb}) - k_5 N(^{214}\text{Bi})$$

$$k_3 = \frac{\ln(2)}{0.000106 \text{ s}} = 6.9 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$k_4 = \frac{\ln(2)}{36.1 \text{ min}} = 3.200 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$k_5 = \frac{\ln(2)}{128.4 \text{ s}} = 5.3983 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Bewertung: 2P pro Zerfallsgleichung, 1P Gleichung k , 0.5P für einen der Werte

f)

$$\frac{N(t)}{N(0)} = e^{-kt} = 0.927 = 92.7\% \quad (1.1)$$

Bewertung: 1P Formel, 1P Ergebnis (Genauigkeit)

g) Siehe Abb. 1-1 links.

Bewertung: 1P Beschriftung, 1P pro Kurve, 1P für Summe ≈ 1

h) Siehe Abb. 1-1 rechts.

Bewertung: 1P Beschriftung, 1P pro Kurve, 1P für Summe ≈ 1

