

**Die hier im pdf-Format dargestellten Musterblätter sind geschützt  
und können weder bearbeitet noch kopiert werden.**

## Inhalt

<b>Themengebiet</b>	<b>Beschreibung</b>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Das Periodensystem</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zum Aufbau der Atome</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zur Alpha- und Betastrahlung</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zur Uran-Radium-Zerfallsreihe</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zur Thorium-Zerfallsreihe</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zur Uran-Actinium-Zerfallsreihe</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zur Neptunium-Zerfallsreihe</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zur Halbwertszeit</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zur Radiocarbonmethode</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zu Strahlungseinheiten</u></a>
Radioaktivität	<a href="#"><u>Arbeitsblatt zur Strahlenbelastung</u></a>



Atome bestehen aus einem positiv geladenen **Atomkern** und einer negativ geladenen **Atomhülle**. Nach außen sind die Atome elektrisch neutral. Ein Atom besitzt also gleich viele positive wie negative Ladungen.

Die Atomhülle wird durch negativ geladene **Elektronen** gebildet, die den Kern umkreisen. Der Atomkern ist sehr klein. Wenn der Atomkern die Größe einer Erbse hätte, würden die Elektronen ihn in einem Abstand von ca. 100 Metern umkreisen.

Der Atomkern besteht aus positiv geladenen **Protonen** und ungeladenen **Neutronen**. Würde ein Atomkern nur aus Protonen bestehen, würde er sofort zerfallen, weil sich gleiche Ladungen abstoßen. Die Neutronen wirken also wie ein Kitt und sind notwendig, sobald ein Atomkern mehrere Protonen enthält.

Man kennt heute etwa 109 verschiedene chemische **Elemente**. Sie unterscheiden sich voneinander durch die Anzahl der Protonen im Atomkern. Die verschiedenen Elemente sind im **Periodensystem der Elemente** nach der Anzahl der Protonen im Kern angeordnet. Die Anzahl der Protonen nennt man Ordnungszahl oder **Kernladungszahl Z**, die Anzahl der Neutronen heißt **Neutronenzahl N**.

Die Masse (Gewicht) eines Atoms ist eigentlich nur vom **Atomkern**, also von der Anzahl der Protonen und Neutronen abhängig. Die Summe aus der Kernladungszahl Z und der Neutronenzahl N heißt daher **Massenzahl A**.

Es gilt also:  **$A = Z + N$**

Die Elektronen spielen bei der Masse eines Atoms keine Rolle, denn die Masse eines Protons oder Neutrons ist fast 2000 mal größer als die eines Elektrons.

Die Anzahl von Protonen und Neutronen in einem Element X wird durch folgende Schreibweise angegeben:



Der Kern eines Heliumatoms besteht aus 2 Protonen und 2 Neutronen. Da 2 Protonen vorhanden sind, bedeutet dies:  $Z = 2$ . Da 2 Protonen und 2 Neutronen vorhanden sind, bedeutet dies:  $A = 4$ . Die Schreibweise dafür lautet also  ${}^4_2\text{He}$ .

Die Neutronenzahl kann bei gleichen Elementen verschieden sein. Die Elemente sind chemisch völlig identisch, aber sie unterscheiden sich voneinander in der Massenzahl. Man nennt sie die **Isotope** eines Elements. So gibt es z.B. drei verschiedene Isotope von Wasserstoff: Den normalen Wasserstoff  ${}^1_1\text{H}$ , den schweren Wasserstoff (=Deuterium)  ${}^2_1\text{H}$  mit einem Neutron und den überschweren Wasserstoff (=Tritium)  ${}^3_1\text{H}$  mit zwei Neutronen.

**Aufgaben:**

- 1) Wie viele Protonen, Elektronen und Neutronen besitzt das Element  ${}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ ,  ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ ,  ${}^{65}_{29}\text{Cu}$  ?
- 2) Was versteht man unter einem Isotop?
- 3) Welches Element besitzt 6 (10) Protonen? Löse mit Hilfe des Periodensystems.
- 4) Welches Element besitzt 6 (10) Neutronen? Löse mit Hilfe des Periodensystems.
- 5) Wie viele Protonen und wie viele Neutronen besitzt Blei (Pb) und Uran (U)?

Es gibt drei verschiedene Arten radioaktiver Strahlung. Sie werden **α-, β- und γ-Strahlung** (Alpha-, Beta- und Gammastrahlung) genannt. Die Strahlungsarten entstehen, wenn ein Atomkern zerfällt und unterscheiden sich voneinander z.B. wie stark sie einen Körper durchdringen und wie sie auf andere Körper wirken.

**Die α-Strahlung (Alphastrahlung)**

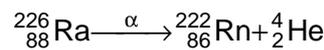
Instabile Atomkerne können einen Teil des Kerns als sogenannte **α-Teilchen** aussenden. Der Vorgang wird auch als **α-Zerfall** bezeichnet. Ein α-Teilchen besteht aus 2 Protonen und 2 Neutronen. Es ist also wie ein Heliumkern aufgebaut. Ein Strom aus diesen Heliumkernen wird α-Strahlung genannt.

Wenn ein Kern ein α-Teilchen ausstrahlt, fehlen ihm danach 2 Protonen und 2 Neutronen. Bei dem ursprünglichen Kern verringert sich somit die Kernladungszahl Z (=Anzahl der Protonen) um 2 und die Massenzahl A (= Anzahl der Protonen + Neutronen) verringert sich um 4.

Beispiel: Radium-226 ( $^{226}_{88}\text{Ra}$ ) besitzt 88 Protonen und 138 Neutronen. Die Kernladungszahl beträgt also 88, die Massenzahl 226.

Radium-226 ist nicht stabil, weil die abstoßenden Kräfte der Protonen zu groß sind. Wenn der Kern nun ein α-Teilchen abgibt, verringert sich dabei seine Kernladungszahl um 2 und die Massenzahl um 4. Es entsteht somit das neue Element Radon-222 ( $^{222}_{86}\text{Rn}$ ).

Dieser α-Zerfall wird durch folgende **Kernreaktionsgleichung** beschrieben.



**Die β-Strahlung (Betastrahlung)**

Instabile Atomkerne können sogenannte **β-Teilchen** abgeben. Ein β-Teilchen ist ein schnelles **Elektron**, das aber nicht aus der Atomhülle, sondern aus dem Kern stammt. Ein Strom aus diesen Elektronen wird **β-Strahlung** genannt.

Ein unpolares Neutron kann sich in ein positiv geladenes Proton und ein negativ geladenes Elektron umwandeln. Dieser Vorgang wird auch als **β-Zerfall** bezeichnet. Während das Proton im Kern verbleibt, wird das entstandene Elektron aus dem Atom herausgeschleudert.

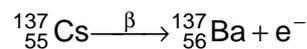
Bei einem β-Zerfall verändert sich die Kernladungszahl Z (= Anzahl der Protonen) um eins, weil sich nach dem β-Zerfall ein Proton mehr im Kern befindet. Es entsteht also ein neues Element.

Die Massenzahl A (= Anzahl der Protonen + Neutronen) ändert sich bei einem β-Zerfall nicht.

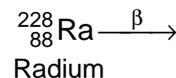
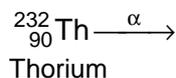
Beispiel: Cäsium-137 ( $^{137}_{55}\text{Cs}$ ) besitzt 55 Protonen und 82 Neutronen. Die Kernladungszahl beträgt also 55, die Massenzahl 137.

Bei dem β-Zerfall entsteht das neue Element Barium-137 ( $^{137}_{56}\text{Ba}$ ). Es hat die gleiche Massenzahl, aber eine Kernladungszahl, die um eins größer als bei dem Ausgangselement.

Der β-Zerfall wird durch folgende **Kernreaktionsgleichung** beschrieben:



**Aufgabe:** Welche Elemente entstehen bei den folgenden α- und β-Zerfällen?



### Die Uran-Radium-Zerfallsreihe

Uran kommt in der Natur in verschiedenen Formen (Isotopen) vor. Am häufigsten ist das Uran-Isotop(238)  $^{238}_{92}\text{U}$ .

Es zerfällt stufenweise durch  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfall über das Radium-Isotop  $^{226}_{88}\text{Ra}$  schließlich in das stabile Blei-Isotop  $^{206}_{82}\text{Pb}$ .

#### Aufgabe:

Vervollständige die Zerfallsreihe und schreibe auch die Namen der Elemente daneben.



### Datum:

### Die Uran-Radium-Zerfallsreihe

Uran kommt in der Natur in verschiedenen Formen (Isotopen) vor. Am häufigsten ist das Uran-Isotop(238)  $^{238}_{92}\text{U}$ .

Es zerfällt stufenweise durch  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfall über das Radium-Isotop  $^{226}_{88}\text{Ra}$  schließlich in das stabile Blei-Isotop  $^{206}_{82}\text{Pb}$ .

#### Aufgabe:

Vervollständige die Zerfallsreihe und schreibe auch die Namen der Elemente daneben.



### Datum:

MUSTER



**Die Thorium-Zerfallsreihe.**

Das radioaktive Thorium-Isotop  $^{232}_{90}\text{Th}$  zerfällt stufenweise durch  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfall in das stabile Bleiisotop  $^{208}_{82}\text{Pb}$ .

**Aufgabe:**

Vervollständige die Zerfallsreihe und schreibe auch die Namen der Elemente daneben.

**Datum:**

$^{232}_{90}\text{Th}$  Thorium



Blei  $^{208}_{82}\text{Pb}$   $\leftarrow \alpha$

**Die Thorium-Zerfallsreihe.**

Das radioaktive Thorium-Isotop  $^{232}_{90}\text{Th}$  zerfällt stufenweise durch  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfall in das stabile Bleiisotop  $^{208}_{82}\text{Pb}$ .

**Aufgabe:**

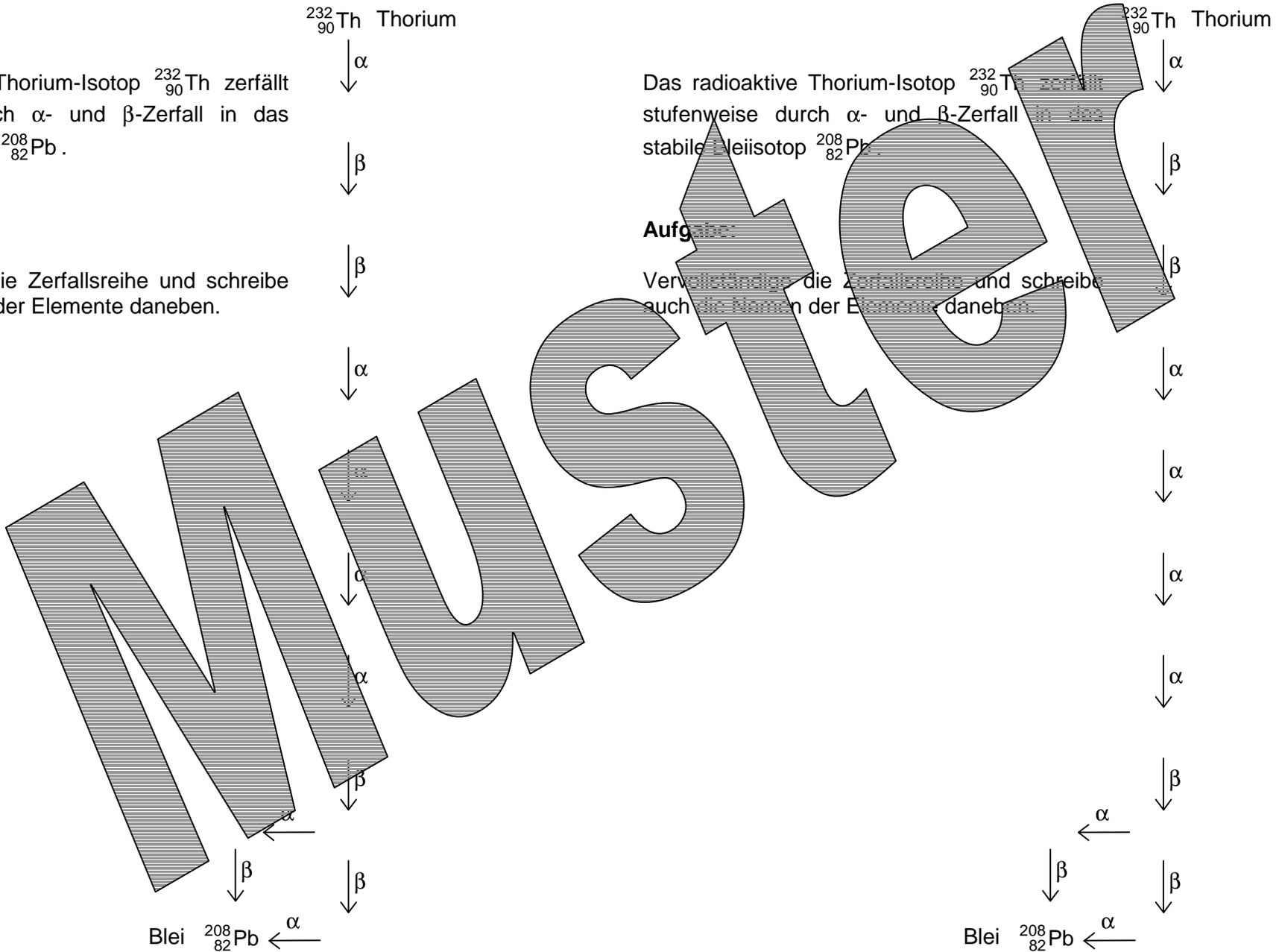
Vervollständige die Zerfallsreihe und schreibe auch die Namen der Elemente daneben.

**Datum:**

$^{232}_{90}\text{Th}$  Thorium



Blei  $^{208}_{82}\text{Pb}$   $\leftarrow \alpha$



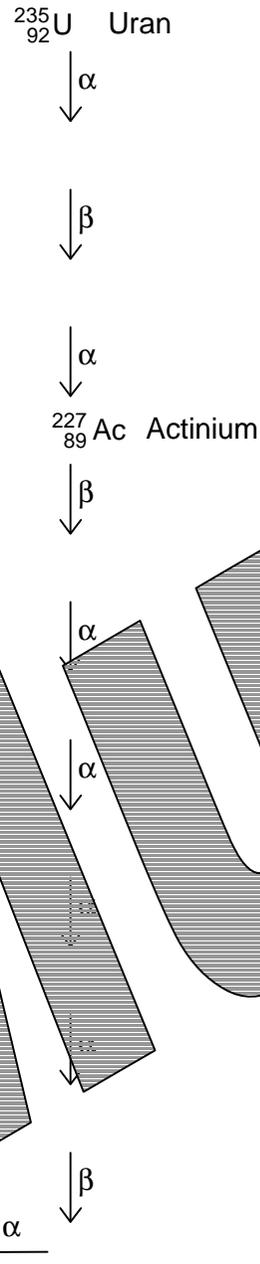
### Die Uran-Actinium-Zerfallsreihe

Uran-235 ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) zerfällt stufenweise durch  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfall über das Actinium-Isotop  ${}^{237}_{93}\text{Np}$  in das stabile Blei-Isotop  ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ .

#### **Aufgabe:**

Vervollständige die Zerfallsreihe und schreibe auch die Namen der Elemente daneben.

### Datum:



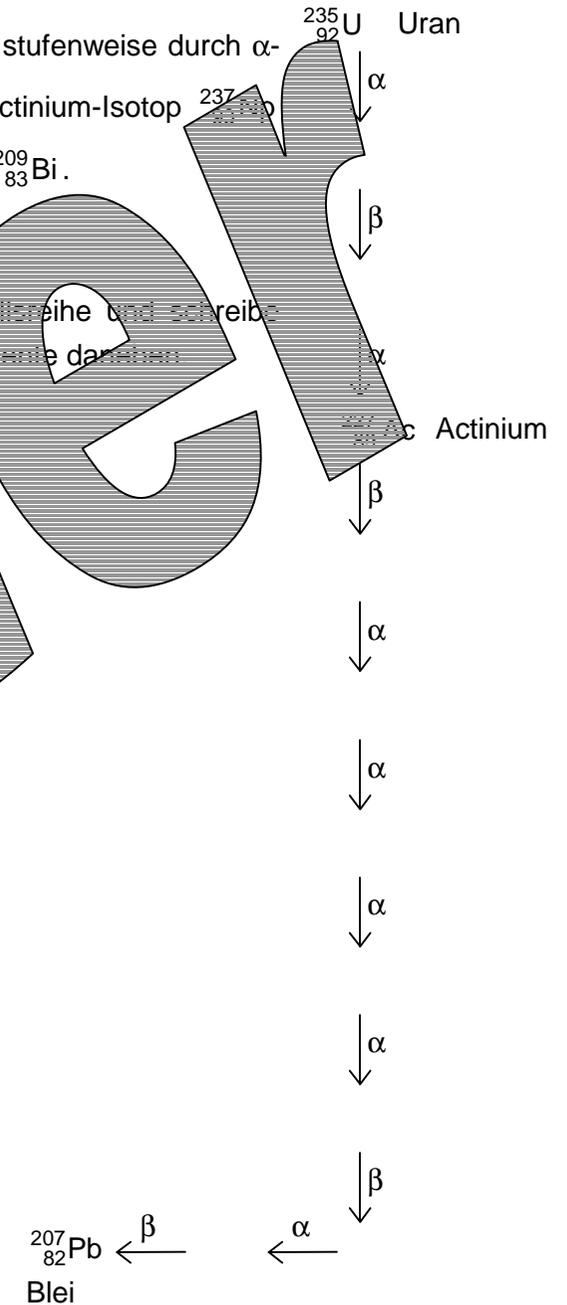
### Die Uran-Actinium-Zerfallsreihe

Uran-235 ( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) zerfällt stufenweise durch  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfall über das Actinium-Isotop  ${}^{237}_{93}\text{Np}$  in das stabile Blei-Isotop  ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ .

#### **Aufgabe:**

Vervollständige die Zerfallsreihe und schreibe auch die Namen der Elemente daneben.

### Datum:



MUSTER

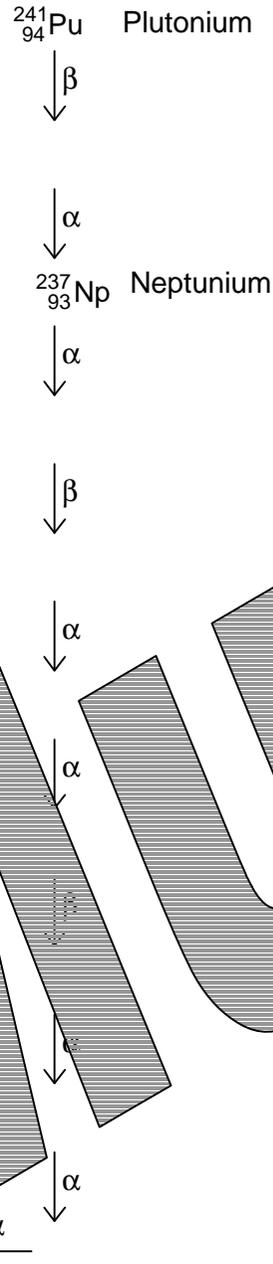
### Die Neptunium-Zerfallsreihe

Plutonium-241 ( $^{241}_{94}\text{Pu}$ ) zerfällt stufenweise durch  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfall über das Neptunium-Isotop  $^{237}_{93}\text{Np}$  in das stabile Wismut-Isotop  $^{209}_{83}\text{Bi}$ .

#### Aufgabe:

Vervollständige die Zerfallsreihe und schreibe auch die Namen der Elemente daneben.

### Datum:



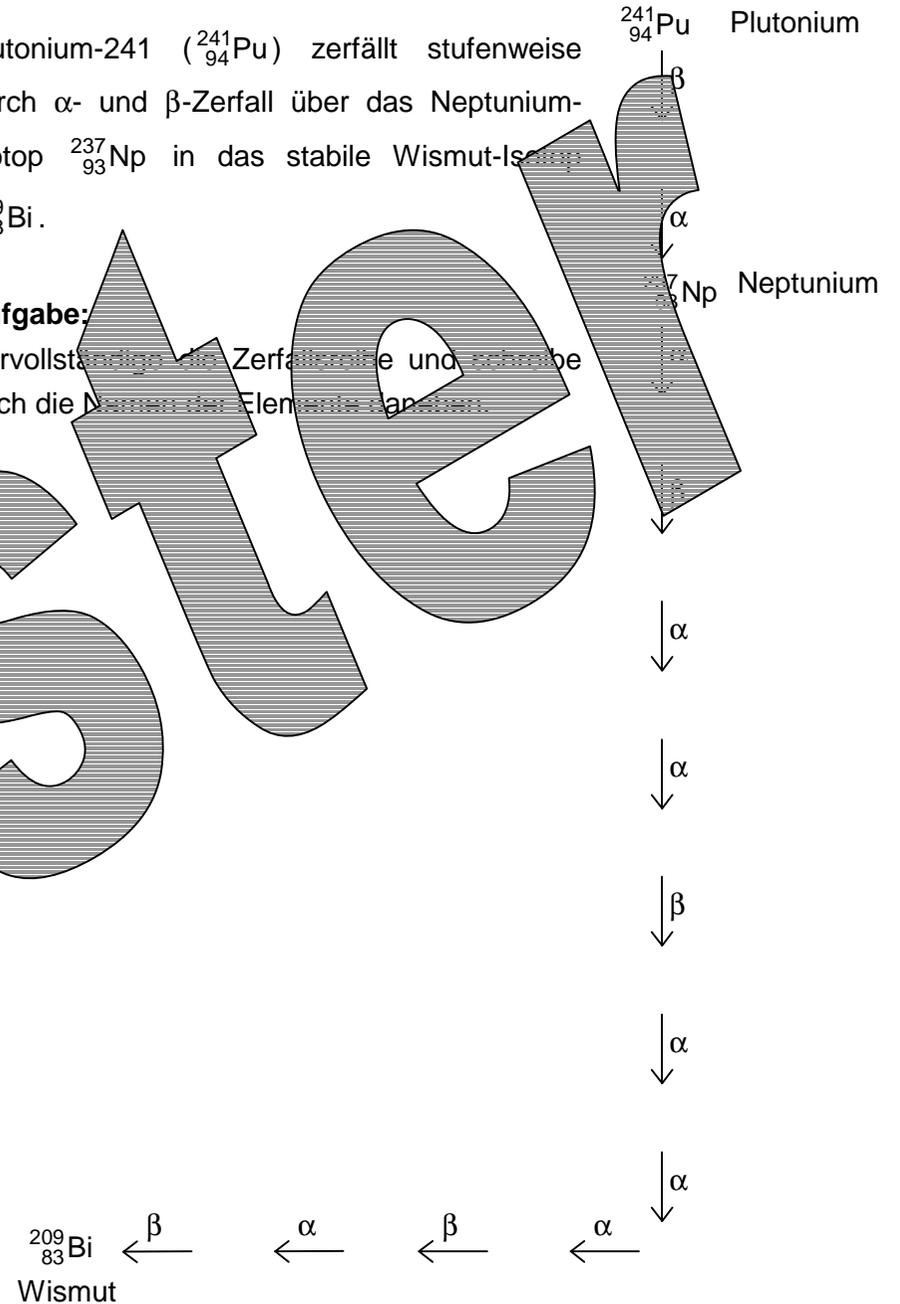
### Die Neptunium-Zerfallsreihe

Plutonium-241 ( $^{241}_{94}\text{Pu}$ ) zerfällt stufenweise durch  $\alpha$ - und  $\beta$ -Zerfall über das Neptunium-Isotop  $^{237}_{93}\text{Np}$  in das stabile Wismut-Isotop  $^{209}_{83}\text{Bi}$ .

#### Aufgabe:

Vervollständige die Zerfallsreihe und schreibe auch die Namen der Elemente daneben.

### Datum:



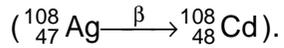
$^{209}_{83}\text{Bi}$  ←  $\beta$   
Wismut

$^{209}_{83}\text{Bi}$  ←  $\beta$   
Wismut

### Arbeitsblatt zur Halbwertszeit

Datum:

Silber-108 ist ein  $\beta$ -Strahler. Es zerfällt in das stabile Cadmium-108

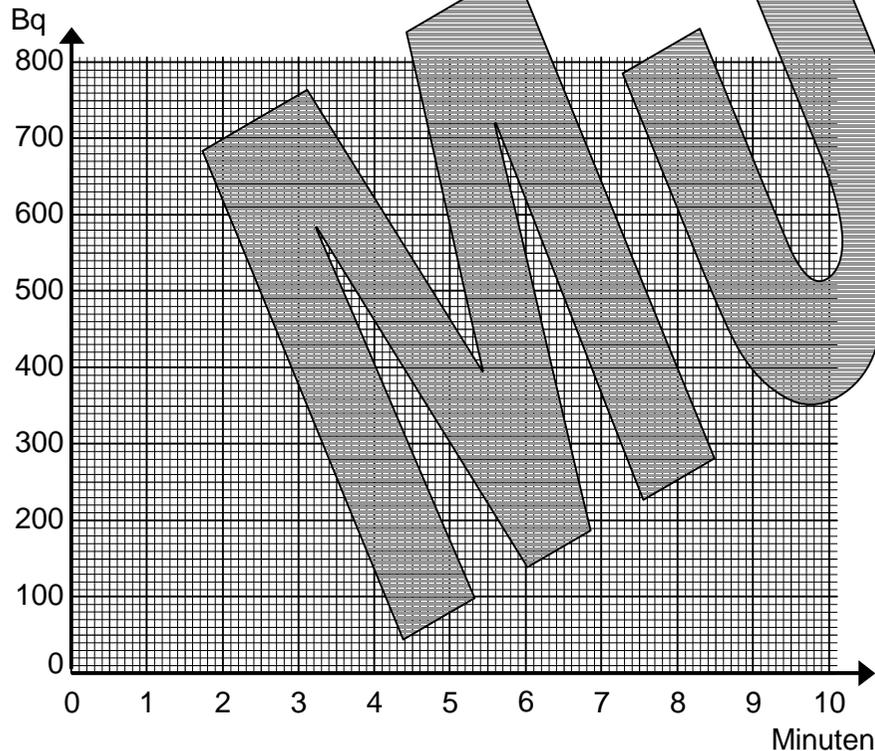


In Minutenabständen wurde die Aktivität eines radioaktiven Silber-108 Präparats gemessen. Es ergaben sich folgende Messwerte.

Zeit in Min	zu Beginn	1 Min	2 Min	3 Min	4 Min	5 Min	6 Min	7 Min	8 Min	9 Min	10 Min
Aktivität in Bq	768	582	441	334	253	192	146	110	84	63	48

#### **Aufgaben:**

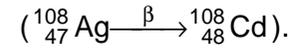
1. Trage die Messwerte in das Diagramm ein.
2. Wie lang dauert es, bis die Aktivität um die Hälfte gefallen ist?
3. Wann würde eine Aktivität von 24 Bq gemessen werden?



### Arbeitsblatt zur Halbwertszeit

Datum:

Silber-108 ist ein  $\beta$ -Strahler. Es zerfällt in das stabile Cadmium-108

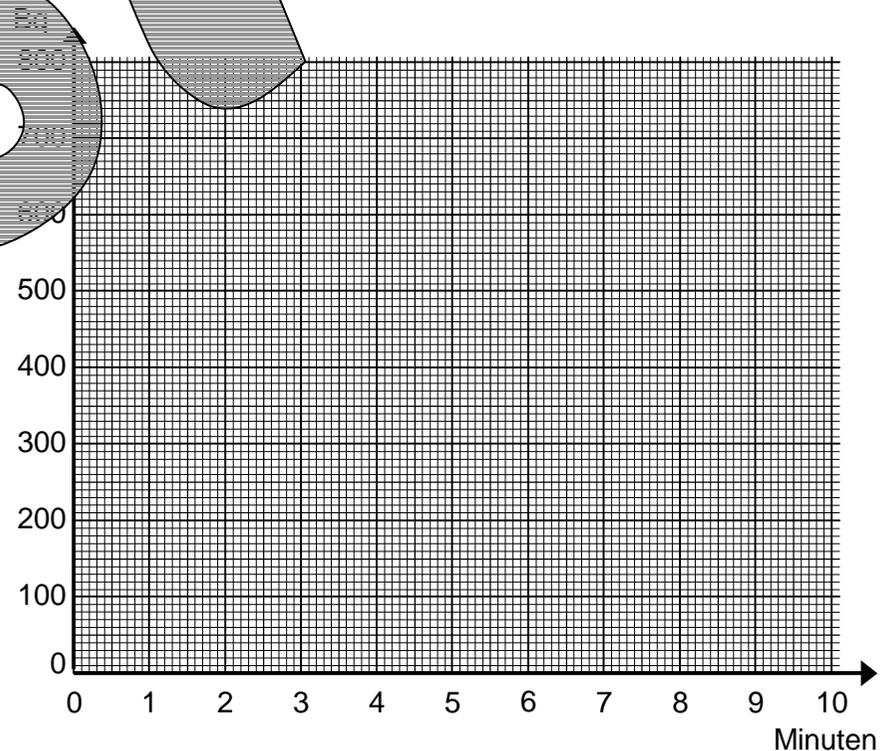


In Minutenabständen wurde die Aktivität eines radioaktiven Silber-108 Präparats gemessen. Es ergaben sich folgende Messwerte.

Zeit in Min	zu Beginn	1 Min	2 Min	3 Min	4 Min	5 Min	6 Min	7 Min	8 Min	9 Min	10 Min
Aktivität in Bq	768	582	441	334	253	192	146	110	84	63	48

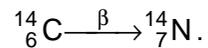
#### **Aufgaben:**

1. Trage die Messwerte in das Diagramm ein.
2. Wie lang dauert es, bis die Aktivität um die Hälfte gefallen ist?
3. Wann würde eine Aktivität von 24 Bq gemessen werden?



## Altersbestimmung mit der C-14-Methode (Radiocarbonmethode).

Luft besteht aus ca. 0,03% Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Der darin enthaltene Kohlenstoff besteht stets zu einem geringen Teil aus dem radioaktiven Isotop <sup>14</sup><sub>6</sub>C. Es zerfällt mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren in Stickstoff:



Die Konzentration von <sup>14</sup><sub>6</sub>C in der Atmosphäre bleibt trotz des Zerfalls jedoch konstant, denn es wird in der oberen Atmosphäre durch Strahlung aus dem Weltall laufend neu gebildet.

Bei der Fotosynthese nehmen die Pflanzen CO<sub>2</sub> und damit auch stets einen bestimmten Anteil von <sup>14</sup><sub>6</sub>C auf. Der Kohlenstoff wird zu Zucker verarbeitet, den die Pflanze zum Aufbau und Wachstum benötigt. Tiere und Menschen erhalten Kohlenstoff über die Nahrung. In allen Lebewesen lässt sich daher <sup>14</sup><sub>6</sub>C in einem bestimmten, gleichbleibendem Verhältnis zum normalen Kohlenstoff nachweisen.

Stirbt die Pflanze oder das Tier, so stoppt die Fotosynthese oder Nahrungsaufnahme und damit die Nachlieferung von <sup>14</sup><sub>6</sub>C. Während in einem lebenden Organismus also der Anteil an <sup>14</sup><sub>6</sub>C konstant bleibt, nimmt er in einem abgestorbenen Organismus durch einen β-Zerfall langsam ab.

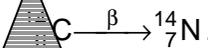
Misst man die Aktivität von <sup>14</sup><sub>6</sub>C in einem toten Organismus und vergleicht ihn mit einem lebenden Organismus, lässt sich aus der geringeren Aktivität der Zeitpunkt bestimmen, an dem die Nahrungsaufnahme endete und der Organismus starb. Diese sogenannte Radiocarbonmethode eignet sich somit zur Bestimmung des Alters von organischen Überresten.

### Aufgaben:

1. Beschreibe die Radiocarbonmethode mit eigenen Worten.
2. In einer Höhle fand man Überreste von menschlichen Knochen, deren Aktivität etwa 25% im Vergleich zur Aktivität bei lebendem Gewebe betrug. Wann lebte dieser Mensch?
3. In einem Gramm Kohlenstoff finden bei einem lebendem Organismus etwa 800 Zerfälle pro Stunde statt. Wie alt sind die Überreste, wenn dort in einem Gramm Kohlenstoff noch 100 Zerfälle pro Stunde gemessen werden?

## Altersbestimmung mit der C-14-Methode (Radiocarbonmethode).

Luft besteht aus ca. 0,03% Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Der darin enthaltene Kohlenstoff besteht stets zu einem geringen Teil aus dem radioaktiven Isotop <sup>14</sup><sub>6</sub>C. Es zerfällt mit einer Halbwertszeit von 5730 Jahren in Stickstoff:



Die Konzentration von <sup>14</sup><sub>6</sub>C in der Atmosphäre bleibt trotz des Zerfalls jedoch konstant, denn es wird in der oberen Atmosphäre durch Strahlung aus dem Weltall laufend neu gebildet.

Bei der Fotosynthese nehmen die Pflanzen CO<sub>2</sub> und damit auch stets einen bestimmten Anteil von <sup>14</sup><sub>6</sub>C auf. Der Kohlenstoff wird zu Zucker verarbeitet, den die Pflanze zum Aufbau und Wachstum benötigt. Tiere und Menschen erhalten Kohlenstoff über die Nahrung. In allen Lebewesen lässt sich daher <sup>14</sup><sub>6</sub>C in einem bestimmten, gleichbleibendem Verhältnis zum normalen Kohlenstoff nachweisen.

Stirbt die Pflanze oder das Tier, so stoppt die Fotosynthese oder Nahrungsaufnahme und damit die Nachlieferung von <sup>14</sup><sub>6</sub>C. Während in einem lebenden Organismus also der Anteil an <sup>14</sup><sub>6</sub>C konstant bleibt, nimmt er in einem abgestorbenen Organismus durch einen β-Zerfall langsam ab.

Misst man die Aktivität von <sup>14</sup><sub>6</sub>C in einem toten Organismus und vergleicht ihn mit einem lebenden Organismus, lässt sich aus der geringeren Aktivität der Zeitpunkt bestimmen, an dem die Nahrungsaufnahme endete und der Organismus starb. Diese sogenannte Radiocarbonmethode eignet sich somit zur Bestimmung des Alters von organischen Überresten.

### Aufgaben:

1. Beschreibe die Radiocarbonmethode mit eigenen Worten.
2. In einer Höhle fand man Überreste von menschlichen Knochen, deren Aktivität etwa 25% im Vergleich zur Aktivität bei lebendem Gewebe betrug. Wann lebte dieser Mensch?
3. In einem Gramm Kohlenstoff finden bei einem lebendem Organismus etwa 800 Zerfälle pro Stunde statt. Wie alt sind die Überreste, wenn dort in einem Gramm Kohlenstoff noch 100 Zerfälle pro Stunde gemessen werden?

## Strahlung und ihre Einheiten

Datum:

Kreuze jeweils an, ob die Aussage richtig oder falsch ist.

Richtig	Falsch	Aussage
		$\gamma$ -Strahlung ist gefährlicher als $\alpha$ - oder $\beta$ -Strahlung.
		Die Einheit Becquerel gibt auch an, wie gefährlich eine Strahlung ist, die von einem Körper ausgeht.
		Die Einheit Sievert gibt an, wie groß die Gefahr ist, an einer aufgenommenen Strahlung zu erkranken.
		$\alpha$ -Strahlung ist relativ ungefährlich, weil sie den menschlichen Körper nur wenige Millimeter durchdringen kann.
		Wenn man die gleiche Energiemenge durch $\alpha$ - oder $\beta$ -Strahlung aufnimmt, ist die $\alpha$ -Strahlung etwa 20 mal wirkungsvoller als die $\beta$ -Strahlung.
		Bei $\beta$ - oder $\gamma$ -Strahlung entspricht 1 Gy auch 1 Sv.
		Wenn ein Mensch (60 kg) eine Energie von 5 J in Form von $\gamma$ -Strahlung aufnimmt, würde die Energiedosis 300 Gy betragen.
		Wenn ein Mensch (60 kg) eine Energie von 3 J in Form von $\alpha$ -Strahlung aufnimmt, würde die Energiedosis 50 mGy betragen.
		Wenn ein Mensch (60 kg) eine Energie von 30 J in Form von $\alpha$ -Strahlung aufnimmt, würde die Äquivalentdosis 10000 mSv betragen.
		Durch einen $\alpha$ -Strahler wurde einem Tier eine Energiedosis von 500 mGy zugeführt. Dies ist weniger gefährlich als 1000 mGy, durch einen $\beta$ -Strahler.
		$\alpha$ Strahlung ist die gefährlichste Strahlungsart.

## Strahlung und ihre Einheiten

Datum:

Kreuze jeweils an, ob die Aussage richtig oder falsch ist.

Richtig	Falsch	Aussage
		$\gamma$ -Strahlung ist gefährlicher als $\alpha$ - oder $\beta$ -Strahlung.
		Die Einheit Becquerel gibt auch an, wie gefährlich eine Strahlung ist, die von einem Körper ausgeht.
		Die Einheit Sievert gibt an, wie groß die Gefahr ist, an einer aufgenommenen Strahlung zu erkranken.
		$\alpha$ -Strahlung ist relativ ungefährlich, weil sie den menschlichen Körper nur wenige Millimeter durchdringen kann.
		Wenn man die gleiche Energiemenge durch $\alpha$ - oder $\beta$ -Strahlung aufnimmt, ist die $\alpha$ -Strahlung etwa 20 mal wirkungsvoller als die $\beta$ -Strahlung.
		Bei $\beta$ - oder $\gamma$ -Strahlung entspricht 1 Gy auch 1 Sv.
		Wenn ein Mensch (60 kg) eine Energie von 5 J in Form von $\gamma$ -Strahlung aufnimmt, würde die Energiedosis 300 Gy betragen.
		Wenn ein Mensch (60 kg) eine Energie von 3 J in Form von $\alpha$ -Strahlung aufnimmt, würde die Energiedosis 50 mGy betragen.
		Wenn ein Mensch (60 kg) eine Energie von 30 J in Form von $\alpha$ -Strahlung aufnimmt, würde die Äquivalentdosis 10000 mSv betragen.
		Durch einen $\alpha$ -Strahler wurde einem Tier eine Energiedosis von 500 mGy zugeführt. Dies ist weniger gefährlich als 1000 mGy, durch einen $\beta$ -Strahler.
		$\alpha$ Strahlung ist die gefährlichste Strahlungsart.

## Aufgaben zur Strahlenbelastung

Datum:

- 1) Ein Glas Whisky enthält eine chemische Energie von etwa 300 kJ.
  - a) Welche Energiedosis erhielte ein 70 kg schwerer Mensch, wenn er dieselbe Energie kurzfristig in Form von  $\alpha$ -,  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Strahlung aufnähme?
  
  - b) Wie groß wäre die jeweilige Äquivalentdosis?
  
  - c) Welche Folgen wären zu erwarten?

- 2) In einem Forschungslabor wird bei zwei Forschern jeweils eine Energiedosis von 0,02 mGy pro Stunde gemessen. Bei dem einem Experiment handelt es sich um  $\alpha$ -Strahlung und bei dem anderen Experiment um  $\beta$ - +  $\gamma$ -Strahlung.

Wie lang dürfen die Forscher jeweils täglich von Mo-Fr im Labor arbeiten, wenn die Äquivalentdosis maximal 50 mSv pro Jahr betragen darf.

## Aufgaben zur Strahlenbelastung

Datum:

- 1) Ein Glas Whisky enthält eine chemische Energie von etwa 300 kJ.
  - a) Welche Energiedosis erhielte ein 70 kg schwerer Mensch, wenn er dieselbe Energie kurzfristig in Form von  $\alpha$ -,  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Strahlung aufnähme?
  
  - b) Wie groß wäre die jeweilige Äquivalentdosis?
  
  - c) Welche Folgen wären zu erwarten?

- 2) In einem Forschungslabor wird bei zwei Forschern jeweils eine Energiedosis von 0,02 mGy pro Stunde gemessen. Bei dem einem Experiment handelt es sich um  $\alpha$ -Strahlung und bei dem anderen Experiment um  $\beta$ - +  $\gamma$ -Strahlung.

Wie lang dürfen die Forscher jeweils täglich von Mo-Fr im Labor arbeiten, wenn die Äquivalentdosis maximal 50 mSv pro Jahr betragen darf.

