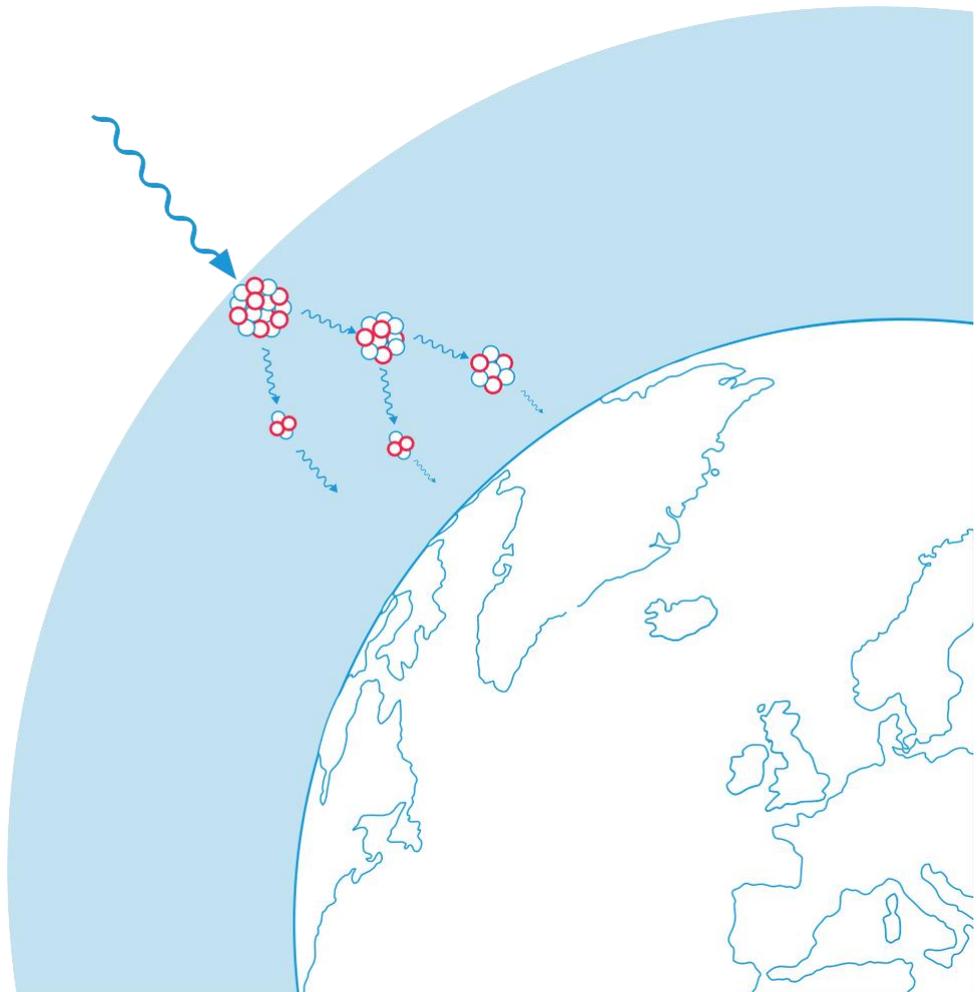


teach with space

→ NEBELKAMMER

Radioaktivität in einer kosmischen Umgebung





Aufgabe 1 – Bau einer Nebelkammer

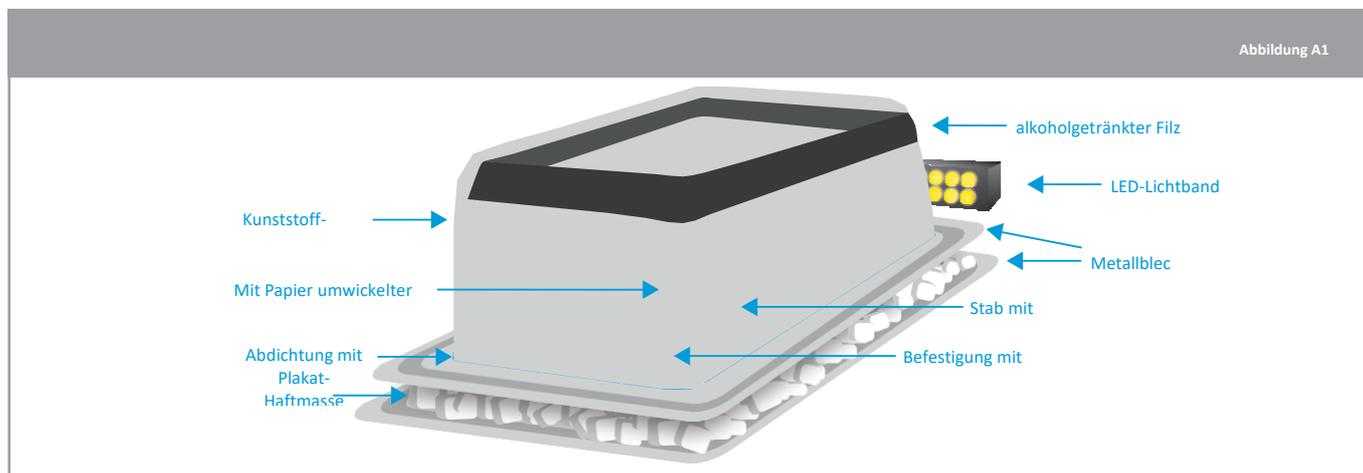
Seite 3

Aufgabe 2 – Testet eure Kenntnis des
radioaktiven Zerfalls

Seite 6

Bau einer Nebelkammer

Bei diesem Versuch baut ihr eine Nebelkammer, ein Gerät zum Aufspüren von Strahlung. Damit könnt ihr den radioaktiven Zerfall von Thorium-232, einem radioaktiven Thoriumisotop, beobachten. Alpha- und Beta-Emissionen lassen sich in der Form von Kondensstreifen im Alkoholdampf im Inneren der Kammer beobachten, was uns ein besseres Verständnis des radioaktiven Zerfalls ermöglicht.



↑ Versuchsanordnung.

Versuchsmaterial

- Zwei Wolfram-Schweißstäbe mit Thoriumzusatz (oder eine andere Alpha- bzw. Beta-Quelle)
- Etwa 2,5 kg Trockeneis (festes CO₂)
- 20 ml Isopropylalkohol, auch als Isopropanol bekannt (bzw. Ethanol, falls dies nicht verfügbar ist)
- Ein Kunststoff-Aquarium mit im Voraus befestigten Filzstreifen
- Zwei Metallbleche (Backbleche sind gut geeignet)
- Ein Stück schwarzer Karton oder laminiertes schwarzes Papier (zum Auskleiden der Bleche, wenn sie nicht dunkel sind)
- Eine oder zwei intensive Lichtquellen (beispielsweise LED-Lichtband, Taschenlampe oder Licht aus einem Diaprojektor)
- Ein Blatt Papier zum Umwickeln eines der Stäbe
- Haftmasse für Plakate oder wiederverwendbares Klebebandmaterial
- Eine Pipette
- Wärmeschutzhandschuhe
- Schutzbrille (eine je Person)

Sicherheit und Gesundheitsschutz

Isopropanol (oder sonstiger verwendeter Alkohol):

- Isopropanol ist leicht entzündlich – nicht in der Nähe von offenem Feuer benutzen.
- Die Schutzbrille muss jederzeit getragen werden.
- Achtet darauf, die Propanolflasche sofort wieder zu verschließen.

Trockeneis:

- Tragt Schutzbrillen und Wärmeschutzhandschuhe beim Umgang mit Trockeneis und allem, was mit Trockeneis in Kontakt war, einschließlich der Metallbleche. Kommt es zu einer Verbrennung durch Trockeneis, behandelt diese wie eine normale Verbrennung – benetzt sie 10 Minuten lang unter kaltem Wasser und nehmt ärztliche Hilfe in Anspruch, falls erforderlich.
- Das Einatmen kalter Dämpfe kann zu Lungenschäden und Asthmaanfällen bei Asthmatikern führen.

Wolframstäbe mit Thoriumzusatz – Low-level-Strahlungsquelle:

- Haltet den Stab von eurem Mund entfernt.
- Benachrichtigt euren Lehrer, wenn der Stab Anzeichen eines Abblätterns oder einer Zersetzung aufweist.

Durchführung des Versuchs

1. Kleidet mit den Handschuhen ein Blech mit einer dünnen Schicht Trockeneis aus und setzt das andere Blech darauf, so dass beide vor dem Versuch abkühlen können.
2. Bringt mit einer Pipette Alkohol auf dem ganzen Filz in dem Kunststoff-Aquarium auf. Benutzt etwa jeweils 6 ml auf der langen Seite, und jeweils 3 ml auf der kurzen Seite.
3. Rollt vier zylinderförmige Streifen von Haftmasse für Plakate entsprechend der Länge der Seiten des Aquariums aus. Umkleidet damit vollständig die Ränder der offenen Seite des Aquariums. Dadurch entsteht eine Dichtung, wenn das Aquarium später umgedreht wird, um zu vermeiden, dass Luftströmungen die gesättigte Atmosphäre stören.
4. Nehmt zwei Wolframstäbe mit Thoriumzusatz und umwickelt nur einen davon mit etwas Papier. Ihr könnt das Papier mit Klebeband befestigen. Befestigt eine kleine Kugel von Haftmasse für Plakate an beiden Enden jedes Stabes.
5. Hebt mit den Handschuhen das obere Blech von dem unteren Blech ab und füllt das untere Blech mit weiterem Trockeneis, bis es fast voll ist.
6. Befestigt die Wolframstäbe mit Thoriumzusatz in der Mitte des leeren oberen Blechs, wie in Abbildung A1 gezeigt. Legt sie auf schwarzen Karton, falls das Blech nicht sehr dunkel ist.
7. Dreht das Aquarium um. Legt es auf das Blech mit den Stäben und drückt es nieder, um es gegenüber Luftströmungen abzudichten.
8. Legt das obere Blech mit den Handschuhen auf das untere Blech.
9. Schaltet die Lichtquelle ein und platziert sie seitlich, so dass sie direkt in die Kammer strahlt. Wartet einige Minuten, bis sich die Nebelkammer „gesetzt hat“, und schaut dann von oben nach unten, um sie vor einem dunklen Hintergrund zu beobachten. Ihr könnt Fotos von dem machen, was ihr seht, um den Vorgang eingehender zu untersuchen.

Diskussion

Während ihr die Kondensstreifen (die weißen Spuren) in der Nebelkammer sorgfältig beobachtet, denkt über nachstehende Fragen nach.

1. Woher scheinen die meisten Kondensstreifen zu stammen?
2. Wir beobachten den radioaktiven Zerfall von Stäben mit Thoriumzusatz. Was könnten die Kondensstreifen andeuten?
3. Gibt es Unterschiede zwischen den Kondensstreifen von jedem der Stäbe mit Thoriumzusatz?
4. Was ist der Unterschied zwischen Alpha- und Beta-Zerfall?
5. Könnten sich die Unterschiede zwischen dem Alpha- und dem Beta-Zerfall auf die Kondensstreifen auswirken, die ihr seht?
6. Wie bilden sich Kondensstreifen in einer Nebelkammer?
7. Kosmische Strahlen sind energiereiche Teilchen aus dem Weltraum. Wie können wir sie beobachten?
8. Wie könnte sich die Strahlung auf Raumsonden auswirken?
9. Wie lässt sich radioaktiver Zerfall als Energiequelle im Weltraum nutzen?

Anschließend könnt ihr diese Punkte im Klassenverband erörtern. Schreibt während oder nach der Diskussion Anmerkungen in die Kästchen auf dem dafür vorgesehenen Blatt.

Benennt die beiden Hauptprozesse des radioaktiven Zerfalls und beschreibt, wie sie funktionieren.

Erläutert, wie jede der nachstehenden Komponenten einer Nebelkammer Teilchen sichtbar macht.

Kunststoff-Aquarium:

Stab mit Thoriumzusatz:

Trockeneis:

Alkohol:

Beschreibt, wie sich die nachstehenden Eigenschaften eines Teilchens darauf auswirken, wie dessen Kondensstreifen aussieht.

Größe:

Ladung:

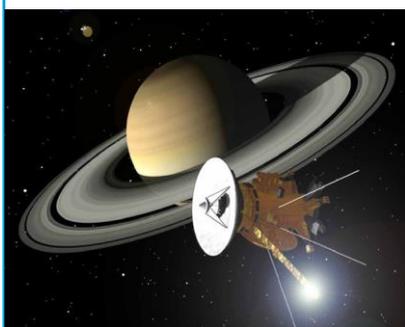
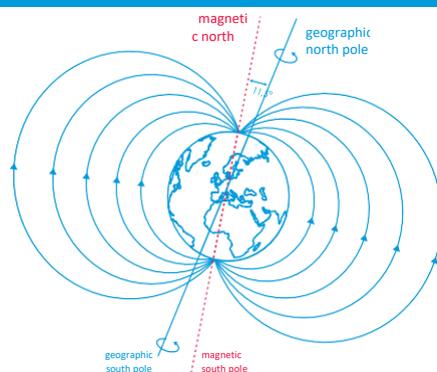
Nennt die Teilchen, die andere Kondensstreifen erzeugen (nicht die Ergebnisse von Alpha- oder Beta-Zerfall) und gebt einige Beispiele dafür, woher sie stammen könnten.

Führt die Vor- und Nachteile des radioaktiven Zerfalls für Raumsonden auf.

Testet eure Kenntnis des radioaktiven Zerfalls

Schon gewusst?

Auf der Erde sind wir vor geladenen kosmischen Strahlen durch ein Magnetfeld, die Magnetosphäre, geschützt, die durch die Bewegung magnetischer Elemente im Erdkern entsteht. Das Magnetfeld erstreckt sich über eine Länge von der fast zweifachen Entfernung zum Mond, doch je weiter es sich von der Erde befindet, umso schwächer ist es, und somit besteht weniger Schutz vor ionisierenden Teilchen aus dem Weltraum.

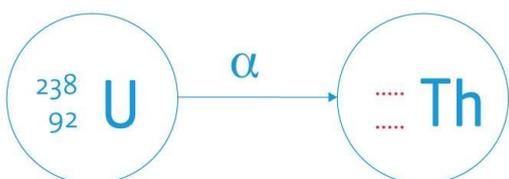


Die von NASA, ESA und ASI geleitete Cassini-Huygens-Mission zum Saturn

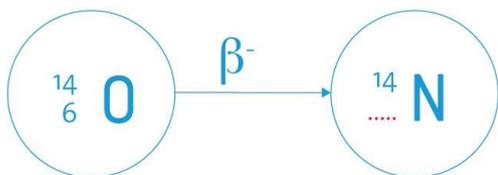
musste mit dieser kosmischen Strahlung fertigwerden, da sie sich weit über den Rand der Magnetosphäre hinausbewegte. Sobald Cassini-Huygens ihren Bestimmungsort erreichte, wurde sie von dem eigenen mächtigen Magnetfeld des Saturns geschützt.

1. Füllt die Lücken aus, um die nachstehenden einfachen Zerfallsreaktionen zu vervollständigen. Denkt daran, dass der Alpha-Zerfall die Emission von zwei Protonen und zwei Neutronen, und der Beta-Zerfall die Emission eines Elektrons oder eines Positrons ist, wenn sich ein Neutron zu einem Proton oder ein Proton zu einem Neutron verwandelt. Abbildung A2 zeigt Beispiele des Alpha- und Beta-Zerfalls von Atomkernen.

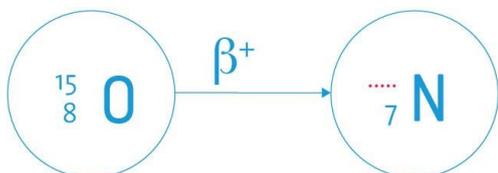
a. α -Zerfall

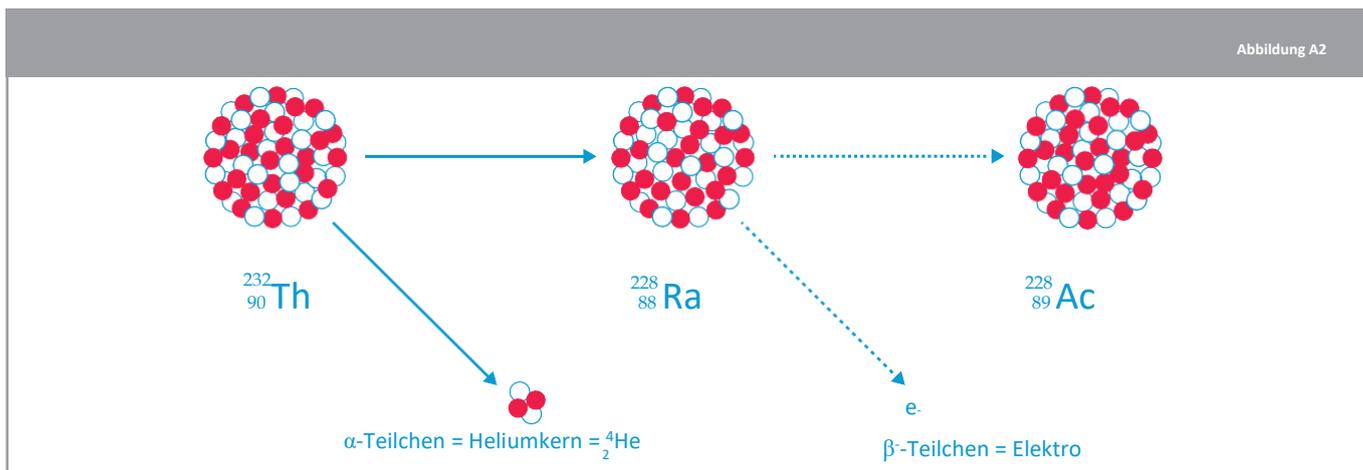


b. β^- -Zerfall (Emission von Elektronen):



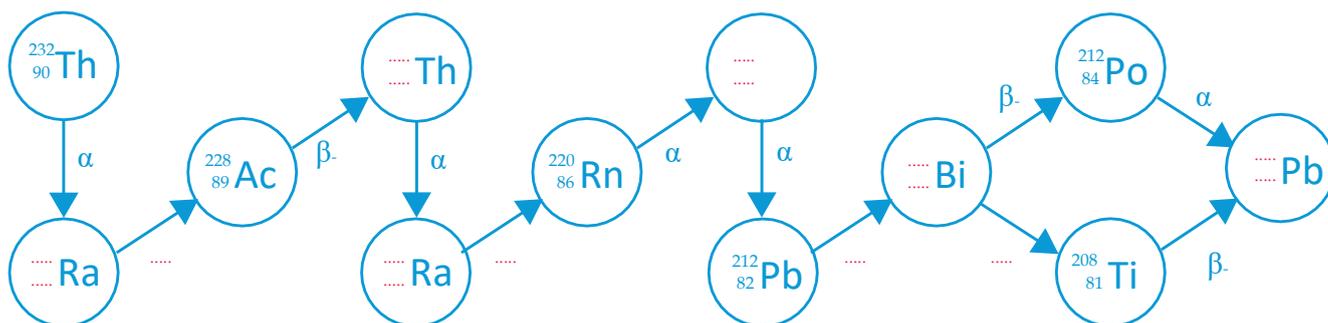
c. β^+ -Zerfall (Emission von Positronen):





↑ Die Zerfallsreihe für Thorium mit der Angabe des α - und β -Zerfalls.

2. Dies ist die Zerfallsreihe für Thorium-232, die radioaktive Substanz in den Wolframstäben in der Nebelkammer. Eine Reihe von Alpha- und Beta-Zerfallsvorgängen bewegt sich durch eine Reihe instabiler Elemente, um schließlich ein stabiles Element zu erzielen. Füllt die Lücken aus, um die Zerfallsreihe zu vervollständigen.



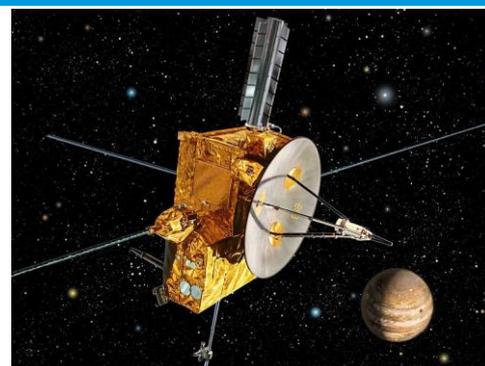
3. Benennt das stabile Element, das am Ende der Zerfallsreihe von Thorium-232 entsteht:

Schon gewusst?

Kosmische Strahlen sind sehr energiereiche Teilchen, die von der Sonne und anderen Objekten außerhalb des Sonnensystems stammen. Die Ulysses-Raumsonde der ESA flog zu den Polen der



Sonne, um diese energiegeladenen Teilchen zu untersuchen. Sobald die kosmischen Strahlen die Sonne verlassen haben, steuern viele davon auf die Erde zu, dringen in unsere Atmosphäre ein und interagieren mit atmosphärischen Molekülen, wobei neue Teilchen mit der Bezeichnung Pione entstehen. Pione zerfallen sehr rasch, oft zu Myonen, die sich in einer Nebelkammer beobachten lassen. Dies ist eine Möglichkeit, wie wir astronomische Objekte untersuchen können.



teach with space – Nebelkammer | P03b

www.esa.int/education

Das ESA Education Office (ESA-Bildungsbüro) freut sich über Rückmeldungen und Kommentare

teachers@esa.int

Eine Produktion von ESA Education (ESA-Bildungsbüro)

Copyright © European Space Agency 2016