



1. Arbeit – Lösung

Aufgabe 1**(3 Punkte)**

Prof. Clara Fall meint, dass ein Atomkern einen ungefähren Durchmesser von einem milliardensten Teil eines millionstel Meters hat.

- a) Hat Clara Fall recht? Überprüfe ihre Aussage, indem du ihre Angabe in wissenschaftlicher Schreibweise (10^x Meter) angibst!

Ja, hat sie! Denn ein Atomkern ist etwa 10^{-15} m groß. Ein millionstel Meter entspricht 10^{-6} m. Davon der milliardenste Teil bedeutet einen Faktor von 10^{-9} und verrechnet man beides, so erhält man $10^{-6}\text{m} \cdot 10^{-9} = 10^{-15}\text{m}$.

- b) Um wievielfach größer ist das gesamte Atom?

Um ca. einen Faktor 10.000-100.000.

- c) Was befindet sich außer dem Kern noch im Atom?

Elektronen und sonst gar nichts! Nicht einmal Luft, denn Luft ist ja auch nur eine Ansammlung von Atomen und Molekülen. Das ist komisch, ist aber so ☺

Aufgabe 2**(4 Punkte)**

Der Amerikaner Al Uminium stellt auf einem Physikkongress eine Arbeit vor, in der er ein radioaktives Aluminium-Isotop untersucht hat. Auf deine kritischen Rückfragen zu den Eigenschaften des Isotops bekommst du folgende Hinweise. Bewerte sie sachkundig!

- a) Von den Aluminiumisotopen waren nach einer Stunde ca. 1/1000 vorhanden. Daraus folgert Al eine Halbwertszeit von 10 Minuten.

Nach Ablauf einer HWZ hat man genau 1/2 der Anfangsmenge. Nach zwei HWZ ein Viertel, nach 3HWZ ist es 1/8. Nach 10 HWZ sind es fast exakt 1/1000 (weil $2^{10}=1024$) und daher müssen in 1h=60min ca. 10 Halbwertszeiten vergangen sein. Also hat Al falsch gerechnet und es sind nur 6min.

- b) Die Strahlung hat Al mit einem Geigerzähler registriert. Als er ein Blatt Papier davor schob, ging die Strahlung hindurch, aber durch eine dünne Aluminumscheibe gelang es Al, die Strahlung abzuschirmen. Daraus folgert Al, dass es eine Alphastrahlung sein muss.

Auch hier irrt Al. Denn schon beim Blatt Papier wird ein Großteil von Alphastrahlung absorbiert. Es wird eher Betastrahlung sein. Gammastrahlung scheidet schon einmal aus, denn diese durchdringt auch eine dünne Aluminiumscheibe ohne Probleme.

Aufgabe 3

(2 Punkte)

Nenne vier Quellen von Radioaktivität, denen wir im Alltag ausgesetzt sind!

Höhenstrahlung, Radon aus dem Boden, Röntgenstrahlung im Krankenhaus und Reste vom Fallout von Tschernobyl von 1986. Es gibt natürlich noch viele andere!

Aufgabe 4

(2 Punkte)

In einem Quiz (es heißt „1.Physikarbeit Klasse 9a“) wird dir die folgende Frage gestellt:

Welche der folgenden Aussagen zur Atomphysik sind korrekt?

- a) **Überall in unserer Umgebung ist Radioaktivität.**
- b) **Ein radioaktiver Stoff sendet in gleichen Zeiten immer eine gleiche Anzahl radioaktiver Teilchen aus.**
- c) **Es gibt keine stabilen Kerne.**

Dabei kann es sein, dass mehrere Antworten korrekt sind! Gib die richtigen Antworten an!

Zu a): Stimmt!

Zu b): ist falsch! Die Aussage stimmt allerdings fast; es gibt aber immer statistische Abweichungen: Denke an den Würfelversuch bzw. auch an den Versuch mit dem echten Strahler; es klickt immer zufällig.

Zu c): Stimmt nicht oder doch? Die Frage ist, was stabil meint. Nie zu zerfallen geht nicht, aber es gibt viele Kerne, die so lange existieren werden, dass wir nie einen einzigen von ihnen zerfallen sehen werden.

Insoweit würde ich hier nur mit a) antworten, ggf. mit a) und c).

Aufgabe 5

(4 Punkte)

Der Russe Prof. Karl Laschnikow untersucht den Boden eines ehemaligen sibirischen Atomwaffentestgebietes. Dabei stößt er unter anderem auf einen 1000fach erhöhten Cäsiumwert (Halbwertszeit ca. 30 Jahre). Er meint, dass direkt nach dem Atomwaffentest der Wert 3000fach erhöht war.

- a) Kannst du aus seinen Angaben schließen, wie lange der Atomwaffentest ungefähr zurückliegt? Nutze dazu die Tabelle unten!

Mit der Tabelle unten ist das möglich! Vom damaligen Wert 3000 = 100% bzw. im Diagramm die „1“ auf der y-Achse sind noch 1/3 da, also zwischen 0,5 und 0,25. Wenn man rundet und auf die Kästchenlinie genau zwischen den beiden Werten geht, kommt man auf der Kurve bei exakt 1,4 HWZ raus. Wobei das 0,375 ist, also unterschätzt man den wahren Wert; es ist mehr Zeit vergangen. Trotzdem als erster Tipp: Es sollten mehr als 1,4 mal 30 Jahre, also ca. 45 Jahre vergangen sein.

- b) Eine Gefährdung für die Gesundheit ist erst auszuschließen, wenn der Wert maximal 10fach erhöht ist. Wie lange muss das Gebiet noch gesperrt bleiben?

Wir haben heute noch einen 1000fach erhöhten Wert und der soll sich abbauen bis auf einen 10fachen Wert; ein Faktor 100 muss über Halbwertszeiten abgebaut

werden! Nach 6 HWZ ist der Wert um einen Faktor $2^6=64$ gesunken, nach 7 HWZ bereits auf $1/128$ und damit sind wir unter dem für gefährlich erachteten Grenzwert. 7 HWZ je 30 Jahre macht eine weitere Sperrzeit von ca. 200 Jahren.

- c) Es gibt den sogenannten „Kernwaffen-Effekt“. Dieser stört die Altersbestimmung mit der Radiocarbonmethode, die wir im Unterricht kennengelernt haben. Kannst du dir vorstellen, wie es zu einer solchen Störung kommen kann?

Durch die Kernwaffenzündungen oberhalb der Erde (die unterirdischen Tests sind nicht ganz so gefährlich, weil der Fallout im Erdboden verbleibt) wurden auch die Konzentrationen von C-14 stark erhöht, was natürlich Messungen erschwert, weil man ja immer eine Referenzgröße braucht. Man vergleicht ja bspw. eine Ötzigewebeprobe mit einer heutigen.

Andererseits konnte man den Weg der neuen Radioaktivität verfolgen (wie sie sich verteilt) und damit neue Erkenntnisse über unser Wetter gewinnen. Ob es aber toll ist, das so herauszufinden, bezweifle ich.



Zusatzaufgabe

(+1 Punkt)

Du hast eine 50mg-Probe von radioaktivem Iod-131.

- a) Das Iod zerfällt unter Abstrahlung eines Betateilchens. Erläutere, was dabei im Kern passiert.

Beim Betazerfall von Iod-131 wandelt sich ein Neutron in ein Proton unter Aussendung eines schnellen Elektrons (=Betateilchen) um. Dabei ändert sich also NICHT die Massenzahl, aber dafür die Ordnungszahl; ein anderes Element entsteht! Die Zerfallsgleichung wäre hier übrigens: Iod-131 \rightarrow Xe-131 plus ein Betateilchen. Xe ist das chem. Zeichen für Xenon.

- b) Die Halbwertszeit dieses Iodisotops beträgt 8 Tage. Wieviel Iod hast du nach 3 Tagen? Wann hast du weniger als 20 Milligramm Iod?

8 Tage im Diagramm oben ist die 1 auf der x-Achse. 3 Tage sind $3/8 = 1/4 + 1/8 = 0,25 + 0,125$, was $0,375$ entspricht. Dann findet man auf der y-Achse den Wert von knapp über $0,75$, was 75% entspricht. 75% von 50mg sind ca. 37,5mg.

20 Milligramm Iod von 50mg sind $2/5 = 4/10 = 0,4$. Wir suchen also den für den y-Wert $0,4$ passenden x-Wert (=Anzahl HWZ). Das sind ca. 1,2 HWZ oder 10 Tage.