

Radioaktivität und Strahlenschutz WS18/19

Prüfer: Pohlner

Zeit: 60min

Aufgabe 1

- Wodurch unterscheiden sich direkt und indirekt ionisierende Strahlung
- Nennen Sie je ein Beispiel

Aufgabe 2

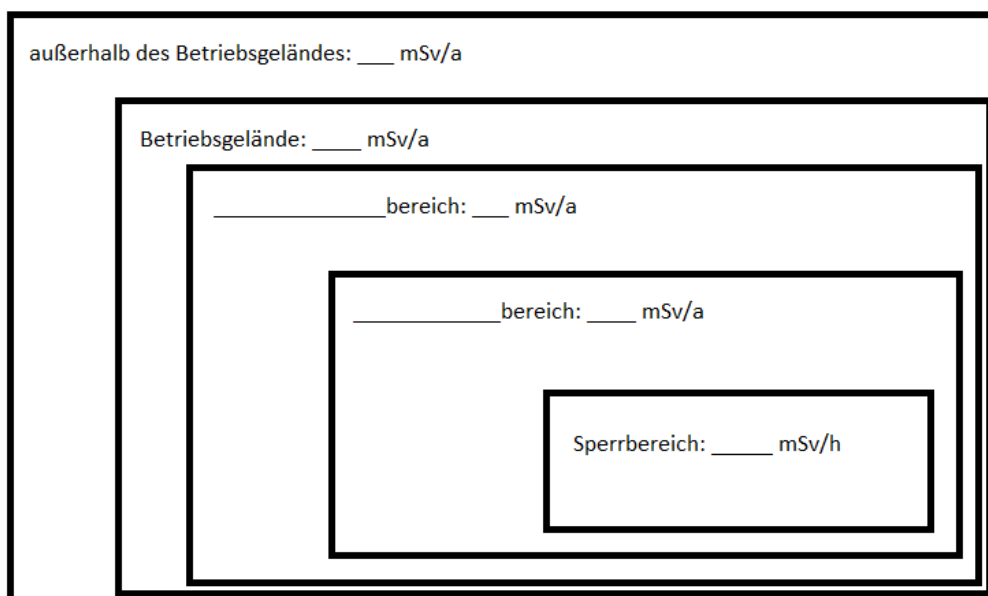
- Aus welchen Teilchen besteht der Atomkern?
- Welche Kräfte wirken im Atomkern und wie wirken diese?
- Auf welche Teilchen wirken die jeweiligen Kräfte?

Aufgabe 3

- Beta-Zerfälle kennen und Teilchengleichung aufschreiben.
- warum ist das Energiespektrum eines Betazerfalls kontinuierlich?
- Energieverteilung in Diagramm zeichnen.

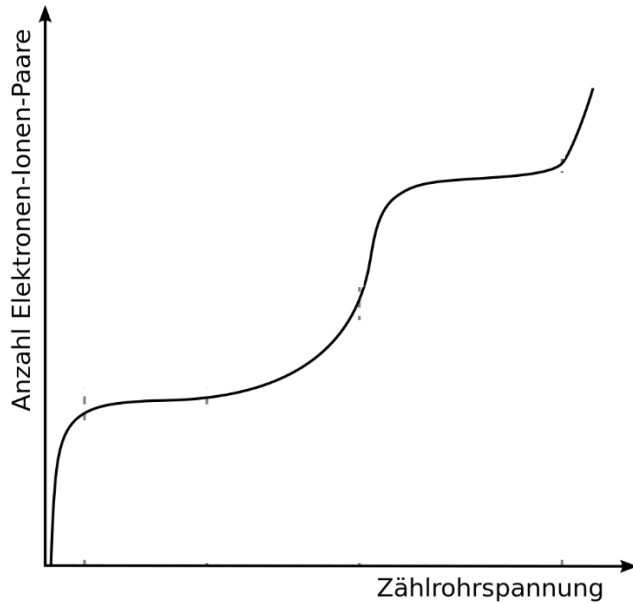
Aufgabe 4

Strahlenschutzbereiche:



Aufgabe 5

- Proportionalzählrohr zeichnen
- Gasverstärkung erklären
- Ionisationskammer, Proportional- und Geiger Müller-Zählrohr zuordnen in Spannungsdiagramm



Aufgabe 6

Ordnen Sie die Gesetzgebungshierarchien zu und nennen Sie Beispiele

Aufgabe 7

- Wie unterscheiden sich Energie und Äquivalentdosis? Welche Einheiten gelten?
- Wie findet die Umrechnung statt? Welche Faktoren gelten?

Aufgabe 8

Nennen Sie die 3A des Strahlenschutzes. Welche Proportionalitäten gelten jeweils zwischen Dosis und der Größe?

Aufgabe 9

- a. Wie stark steigt das Risiko an tödlichem Krebs zu erkranken mit welcher Strahlendosis?
- b. Ist Krebs ein somatischer oder genetischer Strahlenschaden?
- c. Ist Krebs ein deterministischer oder stochastischer Strahlenschaden?

Aufgabe 10

Wie hoch sind die zivilisatorische und natürliche Strahlenbelastung in Deutschland und aus welchen Quellen stammt sie?

Aufgabe 1

- Wodurch unterscheiden sich direkt und indirekt ionisierende Strahlung
- Nennen Sie je ein Beispiel

- a) - Direkt ionisierende Strahlung besteht aus geladenen Teilchen, beim Durchgang durch Materie wird die Energie direkt abgegeben / *ionisieren direkt beim Durchgang durch Materie.*
- indirekt ionisierende Strahlung besteht aus ungeladenen Teilchen, beim Durchgang durch Materie wird Energie nicht direkt abgegeben. Es kommt zur sogenannten Kerma (kin. en. rel. in mass), dann wird die Energie von sekundär e^- deponiert / *ungeladene Teilchen erzeugen erst Sekundärteilchen, die dann ionisieren.*
- b) direkt: α -Strahlung (β^+/β^-) ✓
indirekt: γ -Strahlung ✓

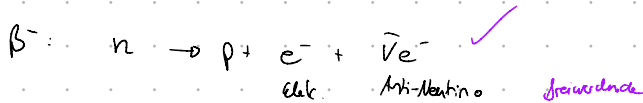
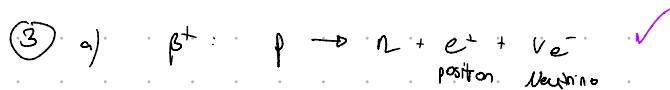
Aufgabe 2

- Aus welchen Teilchen besteht der Atomkern?
- Welche Kräfte wirken im Atomkern und wie wirken diese?
- Auf welche Teilchen wirken die jeweiligen Kräfte?

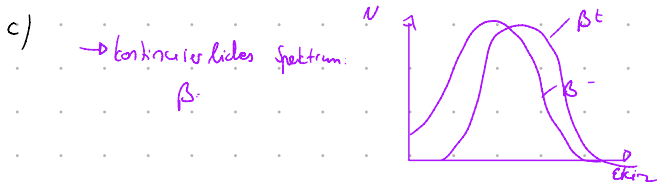
- ② a) Atomkern: aus *positiv geladenen* Protonen (Z) und *neutralen* Neutronen (N) → zusammen: Nukleonen ✓ *Massenzahl: $A = Z + N$*
- b) - starke Kernkräfte: zwischen Nukleonen, sehr kurze Reichweite, anziehend ✓, *kompensiert 2*
- elektrische Kraft (Coulomb Kraft): nur zwischen Protonen, abstoßende Kraft, große Reichweite ✓
- c) - Kernkraft: Nukleonen (alle) ✓
- elek. Kraft: Protonen ✓

Aufgabe 3

- Beta-Zerfälle kennen und Teilchengleichung aufschreiben.
- warum ist das Energiespektrum eines Betazerfalls kontinuierlich?
- Energieverteilung in Diagramm zeichnen.

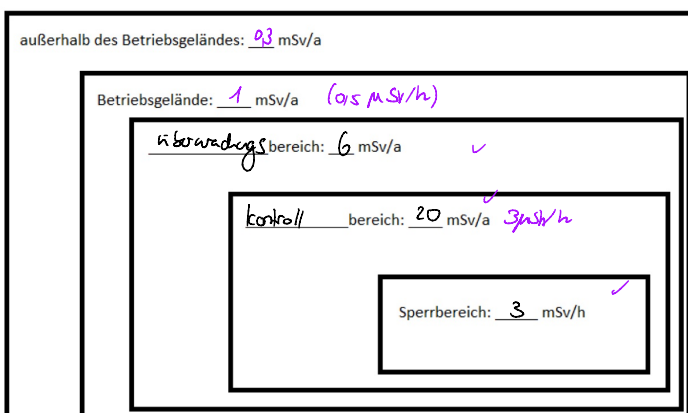


- b) Es ist kontinuierlich, da beim Zerfallprozess die Bindungsenergie zufällig auf das entstehende Elektron und das *entsprechende* (Anti-)Neutrino verteilt wird ✓



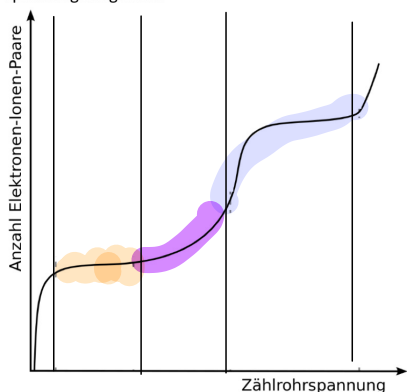
Aufgabe 4

Strahlenschutzbereiche:

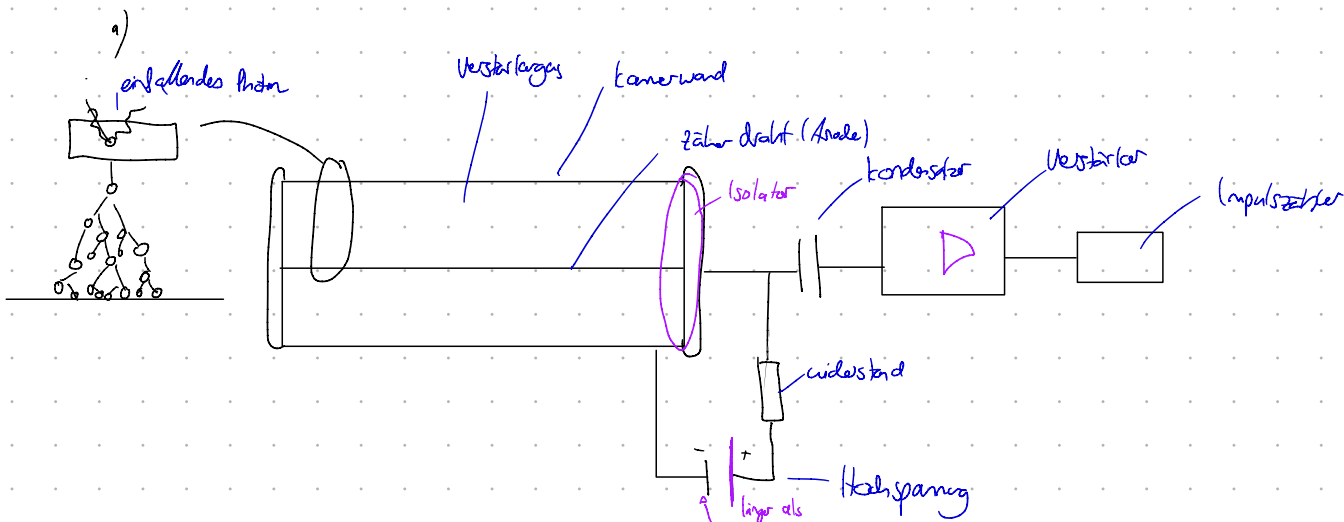


5

- Proportionalzählrohr zeichnen
- Gasverstärkung erklären
- Ionisationskammer, Proportional- und Geiger Müller-Zählrohr zuordnen in Spannungsdiagramm



- b) Ein einfallendes Ionisationsereignis erzeugt $e^- + \text{Ionen}$. Durch eine hohe Spannung werden e^- beschleunigt und stoßen weitere e^- heraus.
- I: keine Gasverstärkung
 - PP: Gasverstärkung prop. Teilchenenergie
 - GMZ: Impulse immer gleich hoch
- Gasverstärkung ist abhängig von der zwischen Kathode und Anode angelegten Spannung.



- b) Am Zählrohr wird eine Spannung angelegt und, um eine Gasverstärkung zu erhalten, bis zum Eintritt in den Proportionalbereich erhöht. Ab dieser Spannung löst ein Elektron in dem Verstärker gas auch Sekundärelektronen aus. Es kommt zu einer Gasverstärkung von einem 10^6 Faktor! (Impulsstärke $\sim$ Teilchenenergie). Weitere Spannungssteigerung $\rightarrow$ GMZ $\rightarrow$ es "reißt" durch, man hat eine lawinenartige Zerstreuung an Pulsen. In der Ionisationskammer (Phase) ist die Spannung noch zu gering, es kommt zu keiner Gasverstärkung.

6

Ordnen Sie die Gesetzgebungshierarchien zu und nennen Sie Beispiele

Internationales Recht	✓	EURATOM Grundnormen	✓
Bundesgesetze	✓	Atomgesetz AtG, Strl.-SchG	✓
Rechtsverordnung	✓	Strl.-SchV	✓
Verwaltungsvorschriften	✓	Durchführungsvorschriften	✓
Empfehlungen	✓	ÖN-Normen, Empfehlung SST, ^{Strahlenschutzkommission} Meinung PAK	✓

7

- Wie unterscheiden sich Energie und Äquivalentdosis? Welche Einheiten gelten?
- Wie findet die Umrechnung statt? Welche Faktoren gelten?

Gemessene

a) Energie dosis: D in Gy (Gray), J/kg

b) Äquivalent dosis: in Sv (Sievert) J/kg $\rightarrow$ biologische Bewertung von D

$H_E = w_R \cdot D_R$ } die Äq. dosis ist die Energiedosis, unter Betrachtung der relativen biologischen Wirksamkeit, durch den Strahlungstyp ^{art} spezifischen / ^{biologischer} Wirkungsfaktor w_R .

Wk: Bsp für $R = \alpha = \hat{W} \approx 20$ ✓

- ⑧ Nennen Sie die 3A des Strahlenschutzes. Welche Proportionalitäten gelten jeweils zwischen Dosis und der Größe?

Abstand: $D \propto \frac{1}{r^2}$, r : Abstand zur Quelle ✓

Abschirmung: $D \propto \frac{1}{x}$, x : Dicke des Materials ✓

Aufenthaltsdauer: $D \propto t$, t : Aufenthaltsdauer ✓

- ⑨ a. Wie stark steigt das Risiko an tödlichem Krebs zu erkranken mit welcher Strahlendosis?
b. Ist Krebs ein somatischer oder genetischer Strahlenschaden?
c. Ist Krebs ein deterministischer oder stochastischer Strahlenschaden?

a) 5% pro 1 Sv ✓

b) Somatisch, da nicht erbbar → somatische Spätschaden (maligne) ✓

c) Stochastischer Strahlenschaden → Das Auftreten von Krebs ist nicht nach einer bestimmten Schwelle garantiert, es steigt aber die Wahrscheinlichkeit an Krebs zu erkranken. ✓

- ⑩ Wie hoch sind die zivilisatorische und natürliche Strahlenbelastung in Deutschland und aus welchen Quellen stammt sie?

- zivilisatorisch: $1,9 \text{ mSv/a}$ ✓ } Quellen: Medizin vor allem! (Röntgen) ✓, Industrie (Handlung radioaktive Nuklide), Kernkraft, Forschung (Beschleuniger)

- natürlich: $2,1 \text{ mSv/a}$ ✓ } Quellen: kosmische Strahlung $0,3 \text{ mSv/a}$, terrestrische Strahlung $0,4 \text{ mSv/a}$, vor allem Radon + seine Folgeprodukte $1,4 \text{ mSv/a}$