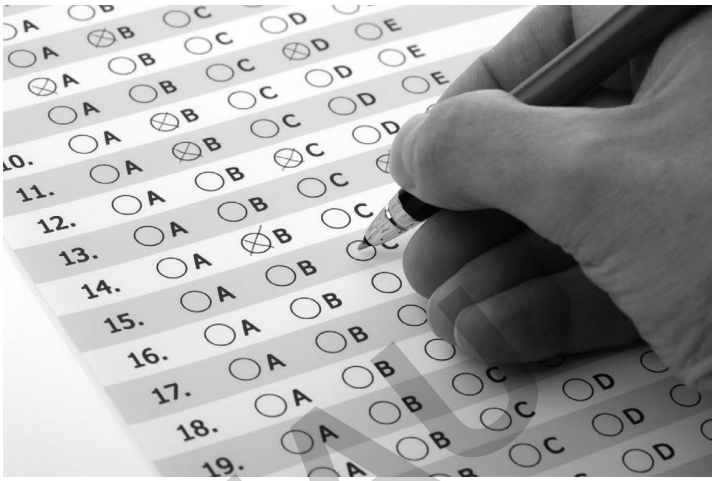
Multiple-Choice-Tests zur Atomphysik

Dr. Wolfgang Tews, Berlin

Mit diesen Tests, die viele Bereiche der Atomphysik in der Sek I abdecken, geben wir Ihnen die Möglichkeit, bei knapper werdenden Ressourcen in relativ kurzer Zeit einen Leistungsüberblick über Ihre Lerngruppe zu erhalten.



Typischer Multiple-Choice-Test

© iStock / Thinkstock

I/F

Multiple-Choice-Test: einfache und objektive Auswertungsmöglichkeiten!

VORSCHAU

Der Beitrag im Überblick	
Klasse: 9/10 **Dauer:** jeweils 1 Stunde **Ihr Plus:** ✓ Leistungsüberblick über eine Lerngruppe in optimaler Zeit ✓ einfache und objektive Auswertung ✓ einfache Lernerfolgskontrolle	**Inhalt:** Multiple-Choice-Aufgaben aus der **Atomphysik:** • Aufbau von Atomen und Atomkernen • Zerfall von Atomkernen • Zerfallsreihen • Halbwertszeiten • Natürliche und künstliche Radioaktivität • Künstliche Kernumwandlungen • Anwendungen der Radioaktivität

netzwerk lernen
zur Vollversion

Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

Im Bereich der Hochschulen haben sich **Multiple-Choice-Tests** längst durchgesetzt. Sie werden als Kontrollmöglichkeit für ein bestimmtes Leistungsvermögen akzeptiert. In der allgemeinbildenden Schule steigt insbesondere im Zusammenhang mit der Zunahme von **E-Learning** die Bereitschaft, diese Form der Leistungsüberprüfung einzusetzen. In den angegebenen Quellen geben wir Kriterien für die **eigene Erstellung von Multiple-Choice-Aufgaben** an. So enthält z. B. [2] eine **Checkliste** zur Überprüfung von selbst erstellten Mehrfachwahlaufgaben.

Der vorliegende Beitrag enthält Mehrfachwahlaufgaben mit jeweils fünf Antwortmöglichkeiten, von denen genau eine Antwort richtig ist. Bei diesem Testtyp ist es nicht wichtig, eine Antwort frei formulieren zu können. Vielmehr wird ein **fundiertes Textverständnis** vorausgesetzt. Die Bewältigung der unterschiedlichen Anforderungsbereiche ist stark vom vorangegangenen Unterricht abhängig.

Bewertung der Aufgaben

Ein wichtiger Gesichtspunkt von Multiple-Choice-Tests ist die Bewertung der Aufgaben. Dabei stehen unter anderem folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- nur richtig gelöste Aufgaben bewerten
- für falsch gelöste und nicht beantwortete Aufgaben Punkte abziehen
- Kombination der beiden voranstehenden Möglichkeiten
- richtig gelöste Aufgaben bewerten, für falsch gelöste Aufgaben Punkte abziehen und nicht beantwortete Aufgaben neutral bewerten

Allgemeines Ziel einer Bewertung sollte sein, dass der Schüler nur die Fragen beantwortet, von denen er glaubt, die richtige Antwort zu wissen. Neben der Bereitstellung von **Formeln** und **Konstanten** sollten Sie Ihren Schülern genügend Zeit zur Beantwortung der Fragen geben. Damit vermeiden Sie, dass die Lernenden vor Abgabe eines Tests noch Antworten zufällig ankreuzen.

Die Ratewahrscheinlichkeit

Als Hilfestellung für Ihre Bewertung wird eine Abschätzung der Ratewahrscheinlichkeit angegeben. Sie dient als Beispiel und kann leicht auf eigene Tests übertragen werden.

Ein Multiple-Choice-Test besteht aus **vier bis sechs Fragen**. Für die Berechnung der Ratewahrscheinlichkeit sei hier $n = 6$. Jede Frage hat **fünf Antwortmöglichkeiten**, von denen genau eine Antwort richtig ist. Der Test gilt als bestanden, wenn **vier Fragen** richtig beantwortet sind. Gefragt ist nun nach der Wahrscheinlichkeit, dass bei zufälligem Ankreuzen ein Schüler den Test besteht. In der Literatur heißt dies auch die „Ratewahrscheinlichkeit“.

Zur Berechnung der Ratewahrscheinlichkeit $P(X \geq 4)$ mit X = Anzahl der richtig beantworteten Fragen ($n = 6$) und der Trefferwahrscheinlichkeit $p = 1/5 = 0{,}2$ wird die **kumulierte Binomialverteilung** oder summierte binomiale Wahrscheinlichkeit herangezogen. Da die Wahrscheinlichkeit für ein rechtsseitiges Intervall gesucht ist, bietet es sich an, die Gegenwahrscheinlichkeit $P(X \leq 3)$ mithilfe der kumulierten Binomialverteilung zu bestimmen (siehe Tabelle auf der nächsten Seite):

$P(X \geq 4) = 1 - P(X \leq 3) = 1 - F(6; 0{,}2; 3) \approx 1 - 0{,}9830 = 0{,}017 = 1{,}7\ \%$.

I/F

VORSCHAU

zur Vollversion

Kumulierte Binomialverteilung

$$F(n, p; k) = B(n, p; 0) + \ldots + B(n, p; k) = \binom{n}{0} p^0 (1-p)^{n-0} + \ldots + \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

p

n	k	0,02	0,03	0,04	0,05	0,10	1/6	0,20	0,25	0,30	1/3	0,40	0,50		n
6	0	0,8858	8330	7828	7351	5314	3349	2621	1780	1176	0878	0467	0156	5	6
	1	9943	9875	9784	9672	8857	7368	6554	5339	4202	3512	2333	1094	4	
	2	9998	9995	9988	9978	9842	9377	9011	8306	7443	6804	5443	3438	3	
	3				9999	9987	9913	$\boxed{9830}$	9624	9295	8999	8208	6563	2	
	4					9999	9993	9984	9954	9891	9822	9590	8906	1	
	5							9999	9998	9993	9986	9959	9844	0	

Quelle: Bigalke/Köhler, Mathematik 13.2, Grund- und Leistungskurs, Cornelsen, ISBN 3-464-57327-3, S. 215

Die Ratewahrscheinlichkeit liegt damit bei 1,7 %. Mithilfe des voranstehenden Beispiels lassen sich für andere Werte von n, k und p die entsprechenden Ratewahrscheinlichkeiten berechnen und so für eine eigene Bewertungsskala nutzen.

Eine ausführlichere Tabelle für $P(x \leq k)$ bzw. $P(x \leq 3)$ finden Sie auch unter (ab Seite 2):

http://www.informatik.uni-bremen.de/~shahn/mathematik/stochastik/binomial_tabelle.PDF

I/F

Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler …	Anforderungs-bereich
F 1–F 4, E 4	… testen ihr Wissen zum Aufbau der Atome und Atomkerne, zum Zerfall von Atomkernen, zu Zerfallsreihen und Halbwertszeiten, zur natürlichen und künstlichen Radioaktivität, zu künstlichen Kernumwandlungen und zu Anwendungen aus dem Bereich der Radioaktivität.	I–III

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der beiliegenden CD-ROM 44.

Mediathek

Literatur

[1] Empfehlungen zum Einsatz von Multiple-Choice-Prüfungen, HR Studium und Lehre, TU München, Oktober 2012

Internet-Adressen

[2] http://www.lehrer-online.de/artikel/fa/pruefen-mit-der-multiple-choice-methode/

[3] https://vula.uct.ac.za/access/content/group/951be155-f1ea-4ed1-bdf2-0e0dfc55e6e0/Website/Resources/Multiple%20Choice%20Questions.pdf

[4] http://www.elsa.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/elearning/practicalguides2/didaktik/elsa_handreichung_zum_erstellen_und_bewerten_von_mc-fragen_2013.pdf

VORSCHAU

netzwerk lernen

zur Vollversion

M 1 Aufgaben: Thema „Atom und Atomkern“

Es ist jeweils nur eine Antwort richtig.

1. Der Atomradius beträgt ca.

A		10 nm.	D		10 pm.
B		0,1 nm.	E		10 Ångström.
C		10^{-5} m.			

2. Nahezu die gesamte Masse eines Atoms ist konzentriert in

A		den Protonen.	D		den Neutronen.
B		den Elektronen.	E		den Isotopen.
C		dem Kern.			

3. Der Radius eines Protons beträgt ca.

A		0,1 nm.	D		10^{-15} m.
B		0,1 Ångström.	E		0,0001 pm.
C		10^{-9} µm.			

4. Wie viele Atome ergeben aneinandergelegt etwa eine Länge von 1 cm?

A		10^{6}	D		10^{9}
B		10^{7}	E		10^{10}
C		10^{8}			

5. Was gibt die Kernladungszahl Z an?

A		die Ladung des Kerns in Einheiten von e (entspricht der Anzahl an Protonen)
B		die Anzahl von Protonen und Neutronen
C		die Anzahl der Neutronen
D		die Massenzahl
E		die Anzahl der Nukleonen

6. Das Elektron wurde entdeckt durch ...

A		Chadwick.	D		Bohr.
B		Thomson.	E		Planck.
C		Rutherford.			

I/F

VORSCHAU

netzwerk lernen
zur Vollversion

M 1 Aufgaben: Thema „Atom und Atomkern“ – Fortsetzung 2

Es ist jeweils nur eine Antwort richtig.

13. Ein Lithiumkern enthält 3 Protonen und 4 Neutronen. Welche Ordnungszahl hat Lithium?

A		1	D		3
B		7	E		4
C		12			

14. Wenn ein angeregtes Wasserstoffatom in den Grundzustand übergeht, emittiert es

A		Elektronen.	D		Photonen.
B		Protonen.	E		α-Strahlung.
C		Neutronen.			

I/F

15. Eine Energie von 1eV ist äquivalent zu:

A		$0{,}1602 \cdot 10^{-19}$ J	D		$3 \cdot 10^{-19}$ J
B		$1{,}602 \cdot 10^{-19}$ J	E		$1{,}36 \cdot 10^{-19}$ J
C		$13{,}6 \cdot 10^{-19}$ J			

16. Im Grundzustand des Wasserstoffatoms ist n = 1. Dem Elektron in diesem Zustand wird folgende Energie zugeordnet:

A		13,6 eV	D		0,54 eV
B		0 eV	E		–13,6 eV
C		–0,54 eV			

17. Einige Wasserstoffatome seien mit geeigneter Energie in den Energiezustand mit n = 3 angeregt. Wie viele verschiedene Übergänge in den Grundzustand sind möglich?

A		1	D		5
B		2	E		6
C		4			

18. Das Elektron des Wasserstoffatoms geht vom Energieniveau mit n = 4 auf das Niveau mit n = 1 über. Die Energie eines Photons, das bei diesem Übergang emittiert wird, beträgt etwa:

A		13,6 eV	D		0,85 eV
B		12,75 eV	E		1,51 eV
C		2,55 eV			

VORSCHAU

netzwerk lernen
zur Vollversion

M 6 Aufgaben: Thema „Anwendungen der Radioaktivität“

Es ist jeweils nur eine Antwort richtig.

1. Radiocarbonmethode (C14-Methode): In den Resten eines abgestorbenen Baumes finden Forscher nur noch ein Viertel der heutigen Menge an C14. Wann ist der Baum abgestorben?

   Tipp Die Halbwertszeit von C14 beträgt 5730 a.

A		5 730 a	**D**		22 920 a
B		11 460 a	**E**		1 433 a
C		2 865 a			

2. Von welchen Faktoren hängt die schädigende Wirkung radioaktiver Strahlung **nicht** ab?

A		Strahlungsenergie	**D**		Strahlungsfarbe
B		Strahlungsart	**E**		Strahlungsdauer
C		Strahlendosis			

I/F

3. Radioaktive Strahlung wird aufgrund ihrer Eigenschaften und Möglichkeiten, sie nachzuweisen, in vielen Bereichen genutzt. Welches Verfahren wird in diesem Zusammenhang **nicht** eingesetzt?

A		Markierung	**D**		Durchstrahlung
B		Bestrahlung	**E**		Zerstörung
C		Abschirmung			

4. Wie heißt das System, in dem eine kontrollierte Kettenreaktion abläuft?

A		Moderator	**D**		Generator
B		Turbine	**E**		Kernreaktor
C		Kondensator			

5. Bei der Nutzung der **Kernfusion** zur Energiegewinnung hat sich gezeigt, dass die Fusion von Kernen mit kleinen Massenzahlen Energie freisetzt. Eine mögliche Fusionsreaktion zur Freisetzung von Energie ist die Verschmelzung von zwei Deuteriumkernen.

   Welche der Reaktionen ist sinnvoll und dient als Beispiel für diesen Prozess?

A		${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{1}He + p + Energie$	**D**		${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{1}_{1}He + n + Energie$
B		${}^{2}_{1}He + {}^{2}_{1}He \rightarrow {}^{3}_{1}H + p + Energie$	**E**		${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{2}He \rightarrow {}^{3}_{1}He + p + Energie$
C		${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{1}He + p + Energie$			

VORSCHAU

netzwerk lernen
zur Vollversion

Erläuterungen und Lösungen

M 1 Aufgaben: Thema „Atom und Atomkern“

1. Der Atomradius beträgt ca.

   B 0,1 nm = 10^{-10} m = 1 Å (Ångström)

2. Nahezu die gesamte Masse eines Atoms ist konzentriert in

   C dem Kern.

3. Der Radius eines Protons beträgt ca.

   D 10^{-15} m = 1 fm

   Vgl. aber: http://www.spektrum.de/alias/kernphysik/das-proton-paradox/1256117

4. Wie viele Atome ergeben aneinandergelegt etwa eine Länge von 1 cm?

   C 10^8

5. Was gibt die Kernladungszahl Z an?

   A die Ladung des Kerns in Einheiten von e (entspricht der Anzahl an Protonen)

6. Das Elektron wurde entdeckt durch ...

   B Thomson.

M 1 Aufgaben: Thema „Atom und Atomkern“ – Fortsetzung 1

7. Das Proton hat eine Masse, die n-mal so groß ist wie die eines Elektrons. Dabei hat n einen Wert von etwa

   C 2000

   $m_{Elektron} = 9{,}110 \cdot 10^{-31}\ \text{kg}$, $m_{Proton} = 1{,}673 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}$, $\frac{m_{Proton}}{m_{Elektron}} = \frac{1{,}673 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}}{9{,}110 \cdot 10^{-31}\ \text{kg}} = 1836 \approx 2000$

8. Ein Atomkern wird charakterisiert durch die Kernladungszahl Z und die Neutronenzahl N. Für jeden Kern gilt mit A als Massenzahl:

   E A = Z + N

9. Das Neutron wurde entdeckt durch

   B Chadwick.

   Der britische Physiker Sir James Chadwick erhielt für die Entdeckung des Neutrons 1935 den Nobelpreis für Physik. Er starb 1974 in Cambridge.

10. Neutronen

    A haben nahezu die gleiche Masse wie Protonen.

    $m_{Neutron} = 1{,}6749 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}$, $m_{Proton} = 1{,}673 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}$

11. Der Radiumkern $^{226}_{88}\text{Ra}$ enthält

    E 138 Neutronen.

    Der Kern besteht aus 226 Nukleonen, 88 Protonen und 226 – 88 = 138 Neutronen. Allgemein verwendet man folgende Schreibweise:

    $^{A}_{Z}\text{Symbol}$, wobei Massenzahl A = Anzahl der Protonen und Neutronen; Kernladungszahl Z = Ordnungszahl, Anzahl der Protonen; Symbol = chemisches Symbol des Elements

12. Die Bezeichnung „Nukleonen“ steht für:

    D p und n (Protonen und Neutronen)

I/F

VORSCHAU

netzwerk lernen

zur Vollversion