

Name:.....Vorname:.....Mtrl. Nr:.....

Bitte beachten Sie, dass bei einigen Fragen mehrere Antworten angekreuzt werden müssen.

1. Der Atomradius beträgt ungefähr

- a. 1-2 μm .
- b. 0,1 – 0,2 pm.
- c. 0,1 – 0,2 μm .
- d. $1 - 2 \cdot 10^{-10}$ m.
- e. 10 - 20 nm.

2. Atome des Elements Eisen (Ordnungszahl $Z = 26$) besitzen Radien von 0,124 nm. Schätzen Sie die Atomradien der Elemente Kalium mit $Z = 19$ und Gold $Z = 79$.

- a. Da die Atomradien proportional zu Z sind, betragen die Radien der Kaliumatome etwa 0,09 nm und die der Goldatome 0,38 nm.
- b. Alle Atome habe exakt gleiche Größe. Deshalb haben Kalium und Gold ebenfalls Radien von 0,124 nm.
- c. Gold und Eisen haben etwa gleiche Größe, während das Kaliumatom als Element der 1. Hauptgruppe deutlich größer ist.
- d. Kalium und Eisen haben ähnliche Massen und deshalb auch vergleichbare Größen. Gold jedoch hat erheblich größere Masse und größere Kernladungszahl und deshalb ist das Goldatom deutlich größer.
- e. Es gibt keinerlei systematischen Zusammenhang. Alle Atome haben unterschiedliche Größen.

3. Welche Formulierung beschreibt die Rutherfordstreuung zutreffend?

- a. Bei der Rutherfordstreuung werden Atome auf Grund der elektrostatischen Kräfte zwischen den Atomkernen abgelenkt.
- b. Bei der Rutherfordstreuung werden He-Ionen durch die Elektronenhülle eines Atoms, z. B. die eines Goldatoms, abgelenkt.
- c. Die Rutherfordstreuung beruht darauf, dass sich die Atomkerne des streuenden und des gestreuten Atoms berühren.
- d. Beim Beschuss einer Goldfolie mit He-Ionen wird die überwiegende Zahl der He-Ionen sehr stark abgelenkt und anschließend unter großen Streuwinkeln beobachtet.

4. Durch welche Formulierung werden in der Physik „Schwarze Körper“ richtig beschrieben?

- a. Die Sonne kann als „Schwarzer Körper“ bezeichnet werden.
- b. „Schwarze Körper“ müssen immer eine dunkle bzw. schwarze Färbung besitzen.
- c. „Schwarze Körper“ sehen schwarz aus, weil sie alle auftreffende Strahlung komplett reflektieren.
- d. Ein „Schwarzer Körper“ ist deshalb schwarz, weil er keinerlei Strahlung aussendet.
- e. Ein „Schwarzer Körper“ absorbiert alle auftreffende Strahlung und sendet eine reine Temperaturstrahlung in Form des Planckschen Strahlungsspektrums aus.

5. Die verschiedenen elektromagnetischen Strahlungsarten sollen nach aufsteigender Wellenlängen sortiert werden. Strahlungsarten mit gleichen bzw. fast gleichen Wellenlängen sind mit einer eckigen Klammer zusammen gefasst. Welche Aussage ist richtig?

Gamma-Strahlung (1), Mittelwelle(2), Radarstrahlung (3) UV-Strahlung (4), IR-Strahlung (5), Langwelle (6), sichtbares Licht (7), kontinuierliche Röntgenstrahlung (8), kosmische Strahlung (9), charakteristische Röntgenstrahlung (10), Mikrowellenstrahlung (11), UKW (12).

- a. $(6) < (2) < (12) < [(3), (11)] < (5) < (7) < (4) < [(8),(10)] < (1) < (9)$
- b. $(9) < (7) < [(5), (11)] < (3) < (4)$
- c. $[(3), (11)] < (12) < (2) < (6)$
- d. $(1) < [(8), (10)] < (4) < (5) < (12) < (6)$

6. Welche Aussage ist richtig?

- a. Die Balmer Serie des Wasserstoffs liegt im Bereich des sichtbaren Lichts.
- b. Die stärkste Linie der Balmer Serie (H_{α} -Linie) des Wasserstoffs liegt im roten Farbbereich des sichtbaren Lichts
- c. Die Frequenzen der Spektrallinien der Balmer Serie verhalten sich proportional zu $1/n^3$, mit $n = 1,2,3,\dots$
- d. Da der Wasserstoff nur ein Elektron besitzt, kann er keine Spektrallinien der Balmer Serie aussenden.
- e. Die stärkste Linie der Balmer Serie (H_{α} -Linie) des Wasserstoffs entsteht durch einen Elektronensprung vom dritten zum zweiten Anregungszustand.

7. Welche Aussage ist falsch?

- a. Aus heutiger Sicht stellt das Bohrsche Atommodell keine korrekte Beschreibung der atomaren Eigenschaften dar, allerdings erlaubt es, die Energiezustände im Wasserstoffatom recht genau zu berechnen.
- b. Das Bohrsche Atommodell kann die Eigenschaften der Atome ausschließlich mit Hilfe „klassischer Physik“ richtig beschreiben.
- d. Mit Hilfe des Bohrschen Atommodells konnte man die Rydbergkonstante als Verknüpfung von atomaren Konstanten bestimmen.
- e. Mit Hilfe des Bohrschen Atommodells erhält man als Energiewert für den niedrigsten Energiezustand des Wasserstoffs den Wert $-13,6 \text{ eV}$.

8. Welche Aussage ist richtig?

- a. Die Betragsquadrate der quantenmechanischen Wellenfunktionen eines Teilchens sind ein Maß für dessen Aufenthaltswahrscheinlichkeit.
- b. Die 1s-Wellenfunktion der Elektronenhülle besitzt am Ort des Atomkerns ein Maximum.
- c. Die 2s-Wellenfunktionen besitzen zwei Nullstellen.
- d. Nach dem Pauli-Prinzip kann jeder quantenmechanische Zustand nur von einem Elektron besetzt werden. Daraus erklärt sich die Schalenstruktur der Atome.

9. Wodurch unterscheiden sich verschiedene Isotope.

- a. Die Zahl ihrer Neutronen ist gleich, aber die Zahl der Protonen ist unterschiedlich.
- b. Die Zahl der Protonen ist gleich, aber die Neutronenzahl verschieden.
- c. Die Zahl der Protonen ist gleich, aber die Elektronenzahl unterschiedlich.
- d. Die Zahl der Elektronen, Protonen und Neutronen ist exakt gleich.

10. Welche Aussage ist richtig?

- a. Der Zahlenwert der Atommassenkonstante ist größer als die Masse des Protons, aber kleiner als die Masse des Neutrons.
- b. Multipliziert mit c^2 beträgt die Atommassenkonstante beträgt etwa 931,5 MeV.
- c. Die Atommassenkonstante entspricht exakt der Masse eines neutralen Wasserstoffatoms.
- d. Die Masse des neutralen Isotops ^{12}C beträgt $1,992\ 646\ 632\ 10^{-26}$ kg.

11. Welche Aussage ist richtig?

- a. Beim α -Zerfall wird Kernmaterie in besonders stabiler Form emittiert.
- b. Positronen sind Bestandteil der Protonen im Atomkern.
- c. Innerhalb des Atomkerns können sich Protonen in Neutronen als auch Neutronen in Protonen umwandeln.
- d. Bei der Umwandlung eines Neutrons in ein Proton werden zusätzlich zum Proton ein Positron und ein Neutrino neu gebildet.

12. Der Betrag der elektrischen Elementarladung

- a. ist konstant und beträgt $6,022\ 10^{23}$ C.
- b. ist konstant und beträgt $1,602\ 10^{-19}$ As.
- c. ist keine echte Konstante, sondern temperaturabhängig.
- d. ergibt sich als Quotient aus der Faraday-Konstante und der Avogadro-Konstante.

13. Der Betrag der spezifischen Elektronenladung

- a. beträgt für Elektronen $1,758\ 10^{11}$ C/kg.
- b. ist bei Protonen und Elektronen gleich.
- c. ist bei Elektronen 1836mal größer als bei Protonen.
- d. beträgt für Protonen $1,602\ 10^{-19}$ A s kg^{-1} .
- e. ist bei Elektronen das 0,0005446 fache des Wertes für Protonen.

14. Welche Aussagen sind falsch?

- a. Die Elektronenzahl in der K-Schale eines Elementes ist gleich der Ordnungszahl Z.
- b. Die Ionisierungsenergie für K-Elektronen ist immer kleiner als für L-Elektronen.
- c. Neutrale, nicht angeregte Atome mit $Z \geq 2$ haben 2 Elektronen in der K-Schale.
- d. Die K, L, M, N,...-Schalen sind mit 2, 4, 8, 16,Elektronen besetzt.
- e. Die L-Schale kann maximal 9 Elektronen aufnehmen.
- f. Edelgase mit $Z > 2$ haben immer 8 Elektronen in der äußeren Schale.
- g. Die Ionisierungsenergie für Elektronen der K-Schale ist für alle Elemente konstant.

15. Bei einem angeregten Atom

- a. sind einige Elektronen durch Ionisierung abgegeben worden.
- b. halten sich die Elektronen im Mittel dichter am Atomkern auf.
- c. sind ein oder mehrere Elektronen in Anregungszuständen.
- d. ist die Aussendung von Lichtquanten möglich.
- e. wird automatisch auch der Atomkern angeregt.

16. Beim Comptoneffekt

- a. wird ein Teil der Photonenenergie auf ein Elektron der Atomhülle übertragen.
- b. verschwindet das Photon.
- c. entstehen winkelgestreute Photonen mit kleinerer Energie.
- d. erhält ein Elektron der Atomhülle die gesamte Energie des einfallenden Photons.
- e. wird der Energieerhaltungssatz verletzt.

17. **Welche Beziehung gilt allgemein für die Energie von Photonen**
- a $E = m c^2$
- b $E = \frac{1}{2} m v^2$
- c $E = e U$
- d $E = (h c)/\lambda$
- e $\Delta E = (h/2\pi)/\Delta t$
18. **Welche Aussagen zu den direkt ionisierenden Strahlungen sind richtig?**
- a. α -Teilchen erzeugen in 1 cm Luft unter Standardbedingungen typischerweise ca. 300 Ionenpaare.
- b. Geladenen Teilchen erzeugen unterschiedlich dichte Ionisationsspuren in Materie.
- c. α -Teilchen besitzen in Luft eine Reichweite von 2 cm bis 10 cm.
- d. Geladene, direkt ionisierende Teilchen können den Körper einer Person ohne Wechselwirkung durchqueren.
19. **Welche Aussagen zu den indirekt ionisierenden Strahlungen sind richtig?**
- a. Elektronen und Positronen sind indirekt ionisierend.
- b. Neutronen reagieren praktisch ausschließlich mit den Elektronen der Materie.
- c. Photonen können den Atomen Energie übertragen (Kernphotoeffekt).
- d. Bei großen Photonenenergien ist die Paarerzeugung (e^+ und e^-) die häufigste Form der Wechselwirkung von Photonen in Materie.
20. **Welche Aussagen zu ionisierenden, nicht-ionisierenden, direkt ionisierenden und indirekt ionisierenden Strahlungsarten sind falsch?**
- a. Neutronen und Neutrinos sind direkt ionisierend.
- b. β^- -Strahlung und β^+ -Strahlung sind "direkt-ionisierend".
- c. IR-Strahlung kann ionisierend sein.
- e. Radiowellen und Mikrowellen sind nicht-ionisierend.
- f. γ - und Neutronenstrahlung sind indirekt ionisierend.
21. **Als Kernmassendefekt bezeichnet man**
- a. die nach der Beziehung $\Delta m = B/c^2$ aus der Bindungsenergie B berechenbare Massendifferenz Δm .
- b. die Differenz von Kern- und Atommasse.
- c. die bei einer Ionisation eines Atoms verlorene Masse.
- d. den Massenunterschied zwischen der Atommasse und der Summe der Massen der Wasserstoffatome und Neutronen aus der das betreffende Atom zusammengesetzt werden könnte.
22. **Berechnen Sie die mittlere Bindungsenergie pro Nukleon B/A für ^{16}O . B/A beträgt**
- a. 8071 keV.
- c. -4737 keV.
- d. 7975 keV.
- e. 7680 keV.
23. **Berechnen Sie die durch Reaktion von ^3He mit Neutronen frei werdende Energie, wenn als Reaktionsprodukte ^3H und ^1H entstehen.**
- a. -801 keV.
- b. +764 keV.
- c. -19 keV.
- e. +782 keV.

24. Unter der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente versteht man in der Kerntechnik

- a eine direkte Endlagerung der abgebrannten Brennelemente.
- b die chemische Trennung von Aktiniden und radioaktiven Spaltprodukten.
- c die physikalisch-technische Beeinflussung der Halbwertszeit eines Isotops.
- d die Umwandlung von vorher chemisch abgetrennten radioaktiven Spaltprodukten in stabile Isotope mit Hilfe von Neutroneneinfangreaktionen.

25. Welche Aussagen zur Röntgenfluoreszenz sind richtig?

- a. Beim Abbremsen von geladenen Teilchen Materie kann es zu Ionisationsprozessen in inneren Elektronenschalen der Atome kommen und danach ist Aussendung von charakteristischer Röntgenstrahlung möglich.
- b. Röntgenstrahlung regt bestimmte Stoffe zum Leuchten (oft im Bereich des sichtbaren grünen Lichts) anregen. Dies nennt man Röntgenfluoreszenz.
- c. Röntgenfluoreszenzstrahlung ist kontinuierlich, ähnlich wie weißes Sonnenlicht.
- d. Röntgenfluoreszenzstrahlung einer Materialprobe enthält die charakteristischen Röntgenlinien der in dem Material enthaltenen Elemente.
- e. Bei der Erzeugung der Röntgenfluoreszenzstrahlung in Materie besitzt die Molekülstruktur einen sehr großen Einfluss.

26. Betrachten Sie das Zerfallsschema des ^{133}Ba des Lawrence Berkeley Laboratory (lbl) in den Anlagen 1 und 2. Welche der folgenden Aussagen sind richtig?

- a. Beim (EC + β^+)-Zerfall des ^{133}Ba werden Positronen und Neutrinos ausgesandt, die sich die verfügbare Zerfallsenergie teilen.
- b. Es handelt sich um einen β^- -Zerfall, bei dem ein Elektron und ein Antineutrino entstehen.
- c. Positronen können beim ^{133}Ba -Zerfall nicht entstehen, da die verfügbare Zerfallsenergie kleiner als 1022 keV ist.
- d. Die gesamte Zerfallsenergie abzüglich der Bindungsenergie des beim EC eingefangenen Elektrons wird einem einzigen Neutrino übertragen.
- e. Da der β -Zerfall des ^{133}Ba einen reinen Elektroneneinfang darstellt, wird immer auch charakteristische Röntgenstrahlung des Elements Cäsium ausgesandt.

27. Im Labor soll mit einer alten ^{133}Ba Strahlenquelle experimentiert werden.

- a. Beschreiben Sie anhand des Zerfallsschemas die Zerfallseigenschaften des ^{133}Ba . Nennen Sie die wichtigsten Strahlungen, die ein gekapseltes ^{133}Ba -Kalibrierpräparat aussendet? (siehe Anlage 1 und 2)
- b. Die im Jahr 1987 gekaufte Standardlösung der Masse 1,975 g besaß zum Referenzzeitpunkt am 01.01.1987 um 00:00:00 h eine spezifische Aktivität von 1,095 MBq/g. Die Aktivität soll am 25.11.2009 um 10:00 h für Messungen verwendet werden. Welche Aktivität hat die Quelle am Messtag?
- c. Zur Abschirmung der Quelle sollen Eisenquader der Dicke 5 cm mit Dichte $\rho = 7,874 \text{ g cm}^{-3}$ verwendet werden. Wie stark wird die γ -Strahlung mit höchster Intensität geschwächt?
- d. Wie groß ist die Halbwertsdicke des Fe für die ^{133}Ba γ -Strahlung höchster Intensität, wie groß ist der Gesamtwirkungsquerschnitt für die Wechselwirkung dieser Gammastrahlung mit Eisenatomen?

28. Nach dem Unfall in Tschernobyl wurde in Deutschland (alte Bundesländer) eine mittlere Flächenaktivität des ^{137}Cs von etwa 10 kBq m^{-2} gemessen, bei einer Gesamtfläche von $2,5 \cdot 10^{11} \text{ m}^2$. Welche Masse des radioaktiven Cäsiums wurde insgesamt auf diese Fläche verteilt?

29. In der Vorlesung wurde die Schwächung von γ -Strahlung der Energie 59,5 keV (^{241}Am) und 661 keV (^{137}Cs) untersucht.

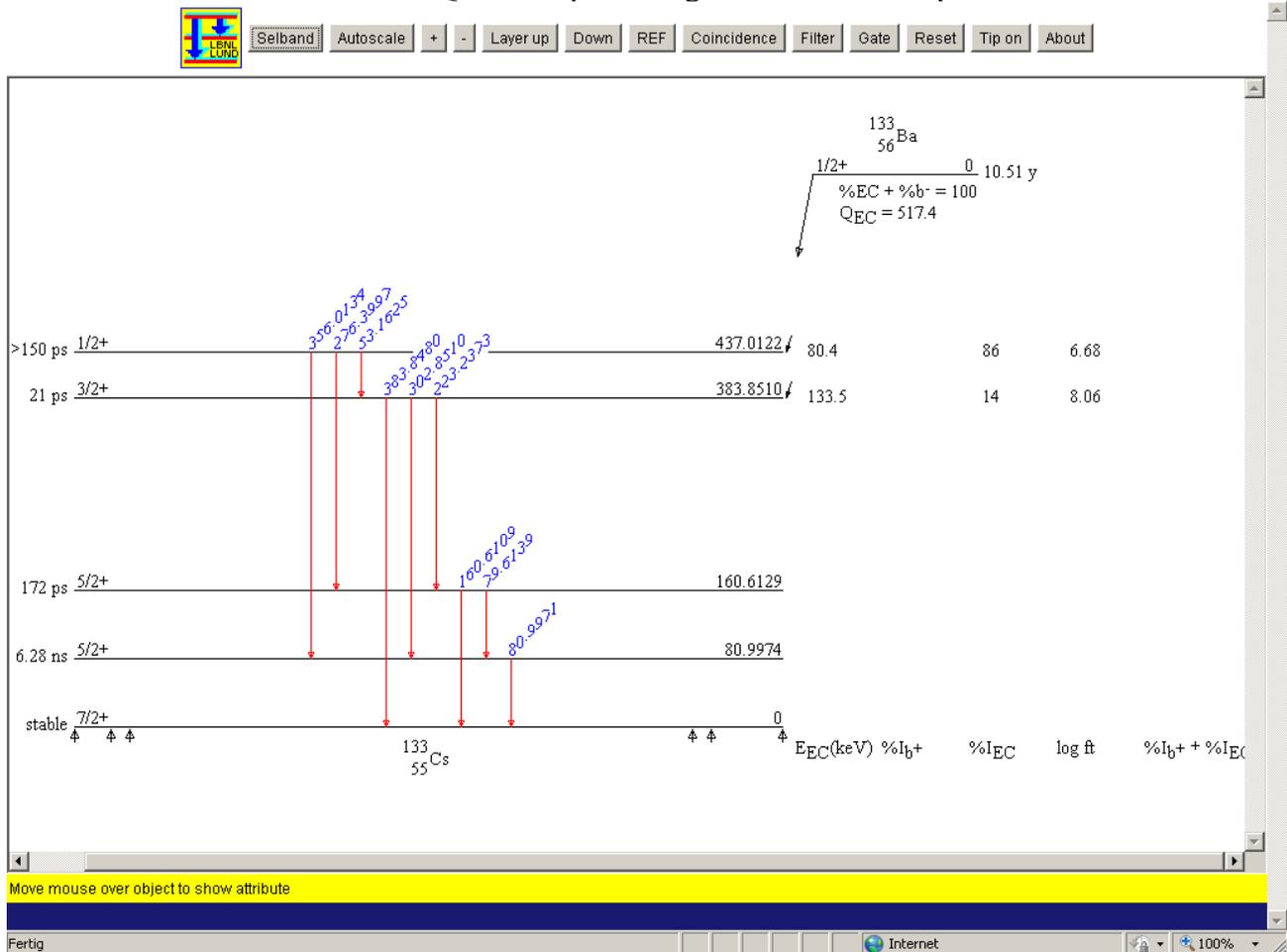
Nach Abzug des Untergrunds wurden folgende Werte ermittelt:

Absorberdicke	$E_\gamma = 661,6 \text{ keV}$	$E_\gamma = 59,5 \text{ keV}$
x / cm	N / 10s	N / 10s
0	16048	1363
4	7337	55

- a. Berechnen Sie den Schwächungskoeffizienten μ , den Massenschwächungskoeffizienten $\frac{\mu}{\rho}$ und den Gesamtwirkungsquerschnitt σ_{ges} und vergleichen Sie ihre Ergebnisse mit Literaturwerten (siehe Anlage 3).

Anlagen:

1. Zerfallsschema des ^{133}Ba . Quelle: <http://ie.lbl.gov/education/isotopes.htm>



2. Tabelle der Gammaenergien und Intensitäten

$^{133}\text{Cs}; ^{133}\text{Ba} \epsilon$ decay (10.51 y)

E_γ	E_{level}	$J\pi_i$	$J\pi_f$	Mult	δ	I_γ^\dagger	$T_{1/2}$	α
80.9971 12	80.9974 13	5/2+	7/2+	M1+E2	-0.151 2	34.06 27	6.28 ns 2	1.72
79.6139 13	160.6129 21	5/2+	5/2+	M1+E2	0.124 15	2.62 6	172 ps 4	1.79 1
160.6109 17	160.6129 21	5/2+	7/2+	M1+E2	+0.96 5	0.645 8	172 ps 4	0.296 3
223.2373 14	383.8510 15	3/2+	5/2+	M1+E2	-0.114 14	0.450 4	21 ps 3	0.098
302.8510 6	383.8510 15	3/2+	5/2+	M1+E2	+0.022 20	18.33 6	21 ps 3	0.0438
383.8480 12	383.8510 15	3/2+	7/2+	E2		8.94 3	21 ps 3	0.0203
53.1625 6	437.0122 16	1/2+	3/2+	M1+E2	-0.15 _s ⁺⁶	2.199 22	≤150 ps	6.0 3
276.3997 13	437.0122 16	1/2+	5/2+	E2		7.164 22	≤150 ps	0.0569
356.0134 6	437.0122 16	1/2+	5/2+	E2		62.05 19	≤150 ps	0.0255

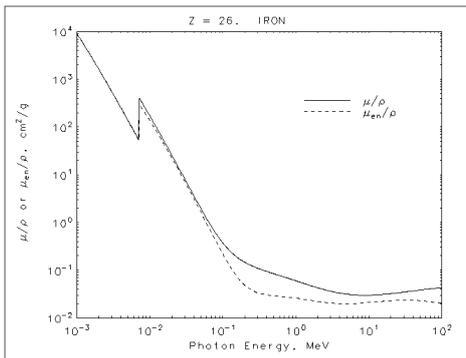
†: For absolute intensity per 100 decays, multiply by 1.

Feedback to S.Y.Frank@Cnu

3a. Mass attenuation coefficient / Massenschwächungskoeffizient

Quelle: <http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/cover.html>

Dichte des Eisen: $7,874 \text{ g cm}^{-3}$

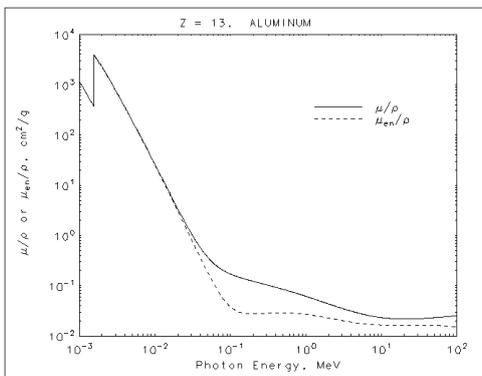


Mass Attenuation Coefficient for Iron					
Energy (MeV)	μ/ρ (cm ² /g)	Energy (MeV)	μ/ρ (cm ² /g)	Energy (MeV)	μ/ρ (cm ² /g)
0,001	9085,000	0,030	8,17600	1,000	0,060
0,002	3399,000	0,040	3,629	1,250	0,054
0,002	1626,000	0,050	1,958	1,500	0,049
0,003	557,600	0,060	1,205	2,000	0,043
0,004	256,700	0,080	0,595	3,000	0,036
0,005	139,800	0,100	0,372	4,000	0,033
0,006	84,840	0,150	0,196	5,000	0,031
0,007	53,190	0,200	0,146	6,000	0,031
K 0,007	407,600	0,300	0,110	8,000	0,030
0,008	305,600	0,400	0,094	10,000	0,030
0,010	170,600	0,500	0,084	15,000	0,031
0,015	57,080	0,600	0,077	20,000	0,032
0,020	25,680	0,800	0,067		

3a. Mass attenuation coefficient / Massenschwächungskoeffizient

Quelle: <http://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/cover.html>

Dichte des Aluminium: $2,699 \text{ g cm}^{-3}$



Mass Attenuation Coefficient for Aluminium					
Energy (MeV)	μ/ρ (cm ² /g)	Energy (MeV)	μ/ρ (cm ² /g)	Energy (MeV)	μ/ρ (cm ² /g)
1,00E-03	1,19E+03	3,00E-02	1,13E+00	1,00E+00	6,15E-02
1,50E-03	4,02E+02	4,00E-02	5,69E-01	1,25E+00	5,50E-02
1,56E-03	3,62E+02	5,00E-02	3,68E-01	1,50E+00	5,01E-02
K 1,56E-03	3,96E+03	6,00E-02	2,78E-01	2,00E+00	4,32E-02
2,00E-03	2,26E+03	8,00E-02	2,02E-01	3,00E+00	3,54E-02
3,00E-03	7,88E+02	1,00E-01	1,70E-01	4,00E+00	3,11E-02
4,00E-03	3,61E+02	1,50E-01	1,38E-01	5,00E+00	2,84E-02
5,00E-03	1,93E+02	2,00E-01	1,22E-01	6,00E+00	2,66E-02
6,00E-03	1,15E+02	3,00E-01	1,04E-01	8,00E+00	2,44E-02
8,00E-03	5,03E+01	4,00E-01	9,28E-02	1,00E+01	2,32E-02
1,00E-02	2,62E+01	5,00E-01	8,45E-02	1,50E+01	2,20E-02
1,50E-02	7,96E+00	6,00E-01	7,80E-02	2,00E+01	2,17E-02
2,00E-02	3,44E+00	8,00E-01	6,84E-02		

Lösungen:

27.a. ^{133}Ba zerfällt zu 100% durch Elektroneneinfang EC, Positronenemission ist nicht möglich, weil die Zerfallsenergie von 517,4 keV dazu nicht ausreicht (Schwelle: 1022 keV). Ca. 86% des EC führen zum vierten Anregungszustand im ^{133}Cs mit der Energie 437 keV, 14% des EC zum dritten Anregungszustand des ^{133}Cs mit der Energie 384 keV. Ein EC zum Grundzustand des ^{133}Cs oder zu den ersten beiden Anregungszuständen existiert nicht. Der Anregungsenergien des dritten und vierten Anregungszustands des ^{133}Cs werden durch eine Reihe von Gamma-Übergängen abgestrahlt. Die Energien und Intensitäten der stärksten Übergänge sind: **356 keV mit 62% (γ -Strahlung mit höchster Intensität)**, 81 keV mit 34%, 302 keV mit 18%, 383 keV mit 9%, 276 keV mit 7%. Es gibt weitere schwächere Übergänge mit Intensitäten unter 3%: 80 keV, 160 keV, 223 KeV, 53 keV.

27b. Messzeitpunkt: 25.11.2009 10:00:00
 Bezugszeitpunkt: 01.01.1987 00:00:00

Zeitdifferenz: $\Delta t = 8.364,416.7 d = 22,9052 y$

Halbwertszeit: $T_{1/2} = 10,51 y$

Ausgangsaktivität: $A_0 = 1,095 \frac{\text{MBq}}{\text{g}} \cdot 1,975 \text{ g} = 2,1626 \cdot 10^6 \text{ Bq}$

Aktivität zum Messzeitpunkt: $A = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot \Delta t}{T_{1/2}}} = 2,1626 \cdot 10^6 \text{ Bq} \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot 22,9052}{10,51}} = 477 \text{ kBq}$

27c. Die Energie der γ -Strahlung mit höchster Intensität beträgt 356 keV. Der beigefügten Interpolationstabelle kann der Massenschwächungskoeffizient für eine γ -Energie von 356 keV entnommen werden.

Ergebnis der Interpolation: $\frac{\mu}{\rho} = 0,100 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$

Massenschwächungskoeffizient für Eisen			
Tabellenwerte		Interpolierter Wert	
E / MeV	(μ/ρ) $\text{cm}^{**2} \text{ g}^{** -1}$	Ex / MeV	(μ/ρ) $\text{cm}^{**2} \text{ g}^{** -1}$
3,00E-01	1,10E-01	3,56E-01	1,00E-01
4,00E-01	9,40E-02		

Schwächungskoeffizient: $\mu = \left(\frac{\mu}{\rho}\right) \cdot \rho = 0,100 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \cdot 7,874 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0,7874 \text{ cm}^{-1}$

Schwächung in 5 cm Eisen: $\frac{I}{I_0} = e^{-\mu \cdot x} = e^{-0,7874 \cdot 5} = 0,0195$

Die Strahlungsintensität wird auf 2% geschwächt.

27.d. Halbwertsdicke für $E_\gamma = 0,356 \text{ MeV}$: $d_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{\ln 2}{0,7874 \text{ cm}^{-1}} = 0,8803 \text{ cm}$

Wirkungsquerschnitt: $\sigma = \frac{A_{rel}}{N_A} \left(\frac{\mu}{\rho}\right) = \frac{55,845 \text{ g mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \cdot 0,100 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$

$\sigma = \frac{A_{rel}}{N_A} \left(\frac{\mu}{\rho}\right) = 9,3 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^2 = 9,3 \text{ b}$

28. Gesamtaktivität: $A_{ges} = 10 \text{ kBq m}^{-2} \cdot 2,5 \cdot 10^{11} \text{ m}^2 = 2,5 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$

Gesamtzahl der ^{137}Cs -Atome: $N = -\frac{A_{ges}}{\lambda} = -\frac{-2,5 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}}{(\ln 2 / (30,17 \cdot 365,25 \cdot 86400)) \text{ s}^{-1}}$

$$N = -\frac{A_{ges}}{\lambda} = 3,43 \cdot 10^{24}$$

Masse des ^{137}Cs : $m = \frac{N}{N_A} \cdot 137 \text{ g mol}^{-1} = \frac{3,43 \cdot 10^{24}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \cdot 137 \text{ g mol}^{-1}$

$$m = \frac{N}{N_A} \cdot 137 \text{ g mol}^{-1} = 780 \text{ g}$$

29.a. Für die γ -Strahlung der Energie 59,5 keV gilt:

Schwächungskoeffizient: $\mu = -\frac{\ln \frac{I_1}{I_0}}{\Delta x} = -\frac{\ln \frac{55}{1363}}{4 \text{ cm}} = 0,8025 \text{ cm}^{-1}$

Massenschwächungskoeffizient: $\frac{\mu}{\rho} = \frac{0,8025 \text{ cm}^{-1}}{2,699 \text{ g cm}^{-3}} = 0,2973 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$

Aus der Tabelle erhält man: $\frac{\mu}{\rho} = 0,282 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$

Relative Abweichung von experimentellem und theoretischem Wert: 5,4%.

Wirkungsquerschnitt: $\sigma = \frac{A_{rel}}{N_A} \left(\frac{\mu}{\rho} \right) = \frac{26,982 \text{ g mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \cdot 0,282 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$

$$\sigma = \frac{A_{rel}}{N_A} \left(\frac{\mu}{\rho} \right) = 12,6 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^2 = 12,6 \text{ b}$$

Massenschwächungskoeffizient für Aluminium			
Tabellenwerte		Interpolierter Wert	
E / MeV	(mü/rho) cm**2 g**-1	Ex /MeV	(mü/rho) cm**2 g**-1
5,00E-02	3,68E-01	5,95E-02	2,82E-01
6,00E-02	2,78E-01		

Für die γ -Strahlung der Energie 661,6 keV gilt:

Schwächungskoeffizient: $\mu = -\frac{\ln \frac{I_1}{I_0}}{\Delta x} = -\frac{\ln \frac{7337}{16048}}{4 \text{ cm}} = 0,1957 \text{ cm}^{-1}$

Massenschwächungskoeffizient: $\frac{\mu}{\rho} = \frac{0,1957 \text{ cm}^{-1}}{2,699 \text{ g cm}^{-3}} = 0,0725 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$

Aus der Tabelle erhält man: $\frac{\mu}{\rho} = 0,0746 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$

Relative Abweichung von experimentellem und theoretischem Wert: 2,9%.

Massenschwächungskoeffizient für Aluminium			
Tabellenwerte		Interpolierter Wert	
E / MeV	(mü/rho) cm**2 g**-1	Ex /MeV	(mü/rho) cm**2 g**-1
6,00E-01	7,80E-02	6,62E-01	7,46E-02
8,00E-01	6,84E-02		

Wirkungsquerschnitt: $\sigma = \frac{A_{rel}}{N_A} \left(\frac{\mu}{\rho} \right) = \frac{26,982 \text{ g mol}^{-1}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \cdot 0,0725 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$

$$\sigma = \frac{A_{rel}}{N_A} \left(\frac{\mu}{\rho} \right) = 3,24 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^2 = 3,2 \text{ b}$$