

Name: Vorname Stud.Fach:

Platz-Nr.

Gesamt-
punktzahl1,0 1. Welche Wellenlänge (in nm) und Frequenz (in Hz) hat ein Röntgenquant der Energie $W = 10^{-14} \text{ J}$?

$$W = h \cdot \nu = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{W} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{10^{-14} \text{ J}}$$

$$\lambda = 19,86 \cdot 10^{-12} \text{ m} = 0,0199 \text{ nm}$$

$$\nu = \frac{W}{h} = \frac{10^{-14} \text{ J}}{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 1,51 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$$

2,5 2. Der Massenschwächungskoeffizient von ${}_{13}^{27} \text{ Al}$ für Röntgenstrahlen mit einer Energie von 28keV beträgt $0,5 \text{ cm}^2/\text{g}$. (a) Wie groß wäre er für einen Absorber aus Eisen (${}_{26}^{56} \text{ Fe}$)? (b) Welcher Dicke sollte für beide Materialien eine Abschirmwand haben, um die Intensität der Röntgenstrahlen um einen Faktor 1000 zu reduzieren? [$\rho(\text{Al}) = 2,7 \text{ g/cm}^3$, $\rho(\text{Fe}) = 7,9 \text{ g/cm}^3$]

$$(a) \frac{\mu}{\rho} \sim \lambda^3 Z^3$$

$$\left. \frac{\mu}{\rho} \right|_{\text{Fe}} = \left. \frac{\mu}{\rho} \right|_{\text{Al}} \cdot \frac{Z_{\text{Fe}}^3}{Z_{\text{Al}}^3} = 4,0 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

$$(b) \frac{I}{I_0} = \frac{1}{1000} = e^{-\left(\frac{\mu}{\rho}\right) \cdot \rho \cdot x}$$

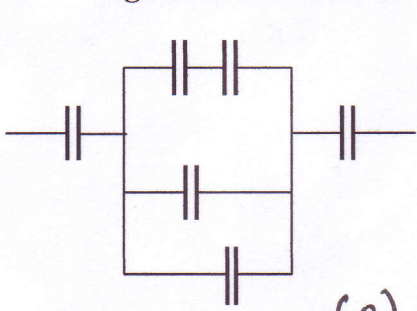
$$\Rightarrow -\ln 1000 = -\left(\frac{\mu}{\rho}\right) \cdot \rho \cdot x$$

$$x = \frac{\ln 1000}{\left(\frac{\mu}{\rho}\right) \cdot \rho}$$

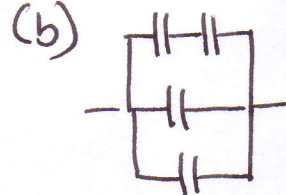
$$x_{\text{Al}} = \frac{\ln 1000 \cdot \text{g cm}^3}{95 \text{ cm}^2 \cdot 2,7 \text{ g}} = 5,12 \text{ cm}$$

$$x_{\text{Fe}} = 0,22 \text{ cm}$$

1,0 3. Welche Gesamtkapazität hat die untenstehende Kondensatorschaltung, wenn alle eingezeichneten Kondensatoren einen Wert von jeweils 150pF besitzen?



(a) $\frac{1}{C_1} = \frac{1}{150\text{pF}} + \frac{1}{150\text{pF}} \Rightarrow C_1 = 75\text{pF}$

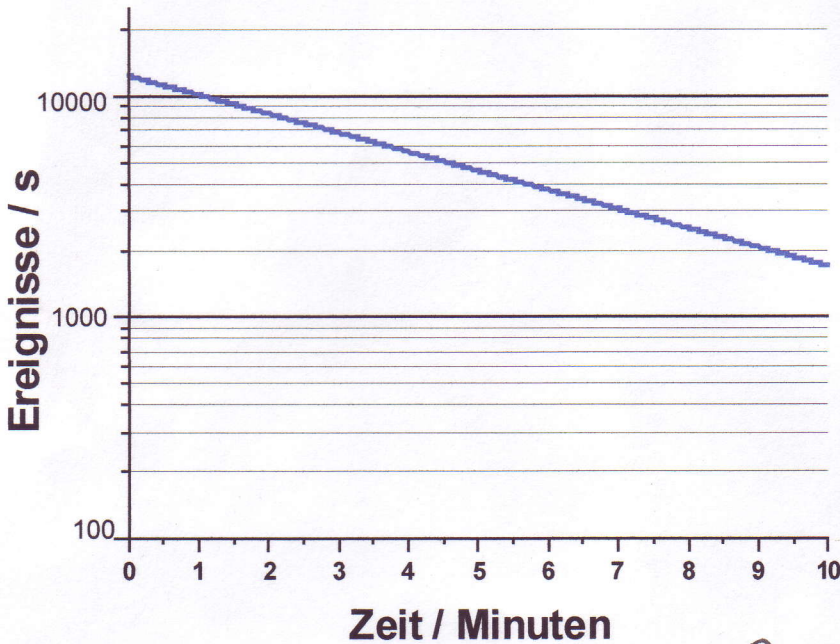


$C_2 = 150\text{pF} + 150\text{pF} + 75\text{pF} = 375\text{pF}$

(c) $\frac{1}{C_{\text{ges}}} = \frac{1}{150\text{pF}} + \frac{1}{375\text{pF}} + \frac{1}{150\text{pF}} \Rightarrow C_{\text{ges}} = 62,5\text{pF}$

3,0 4. Nachfolgende Grafik zeigt in halblogarithmischer Darstellung die Zerfallskurve eines radioaktiven Isotops. (a) Bestimmen Sie aus der Grafik die Halbwertszeit und erstellen Sie durch zusätzliches Ablesen eines Messpunktes die mathematische Form des Zerfallsgesetzes.

(b) Wie groß sind relativer und absoluter statistischer Fehler des Messwertes zum Zeitpunkt nach 9 Minuten?



$t_{1/2} = 3,5\text{min} = 210\text{s}$

$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{s}^{-1}$

$A(0) = A(t) e^{\lambda \cdot t}$

$t = 1\text{min} = 60\text{s}$

$A(60\text{s}) = 10000$

$A(0) = A(60) \cdot e^{3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 60}$
 $= 12190$

(b) $A(9\text{min}) = 2000 \text{s}^{-1}$

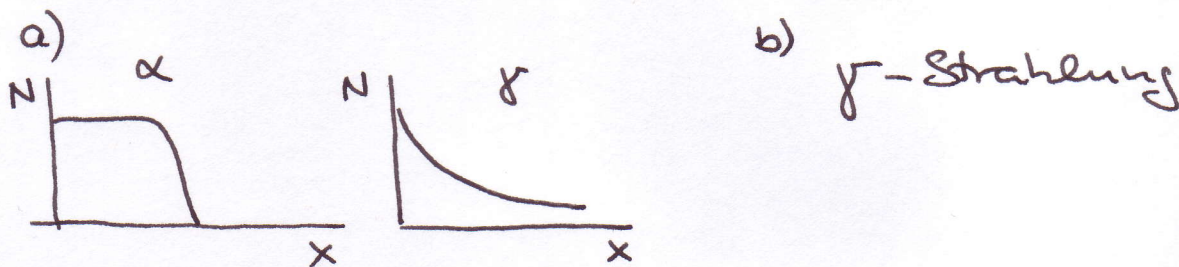
$\sqrt{A} = \sqrt{2000} = \pm 44,72 \text{s}^{-1}$

$\frac{\sqrt{A}}{A} = \frac{1}{\sqrt{A}} = \frac{1}{\sqrt{2000}} = \pm 2,2\%$

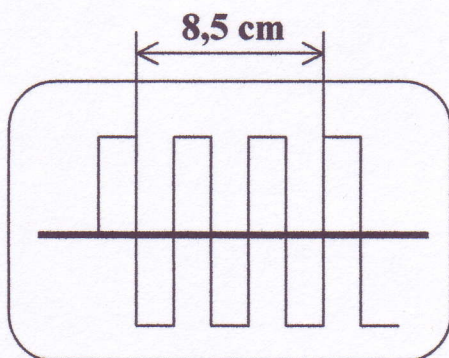
- 1,5** 5. Sie schalten drei gleiche Glühlampen mit den Nennwerten (60W/230V) in Reihe und betreiben Sie in den USA mit einer Netzversorgung von 115V aus der Steckdose. (a) Welche Leistung nimmt jede einzelne Lampe auf? (b) Um wie viel Prozent ändert sich die Leistungsaufnahme, wenn die Netzspannung um 3,5% schwankt?

$$(a) P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R_L = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2 \cdot V^2}{60W} = 881,7 \Omega$$
$$R_{ges} = 3R_L = 2,645 k\Omega; \quad I = \frac{U}{R} = \frac{115V}{2645\Omega} = 43,5 \mu A$$
$$\rightarrow P_L = U \cdot I = \frac{115}{3} V \cdot 43,5 \mu A = 1,66 W$$
$$(b) P = \frac{U^2}{R} \rightarrow \frac{\Delta P}{P} = 2 \frac{\Delta U}{U} \rightarrow \frac{\Delta P}{P} = 7\%$$

- 1,5** 6. Eine Americium-Quelle liefert α -Strahlung von 5,4 MeV Energie. Eine Kobalt-Quelle γ -Strahlung von 1,2 MeV Energie. (a) Skizzieren Sie qualitativ die Reichweitenumkurven beider Strahlungsarten in einem Aluminiumabsorber. (b) Welche der beiden Zerfallsprodukte hat die größere Reichweite?



- 1,0** 7. Das untenstehende Oszillographenbild zeigt eine Rechteckspannung. Für die Zeitablenkung wurde am Gerät ein Time-Base-Wert von $2,5 \mu s/cm$ eingestellt. Welche Kreisfrequenz in kHz bzw. GHz hat die aufgenommene Wechselspannung



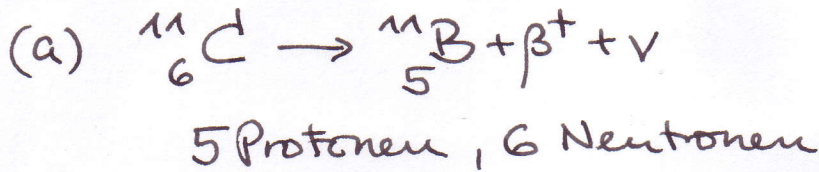
$$8,5 cm \hat{=} 8,5 \cdot 2,5 \mu s = 21,25 \mu s$$
$$\hat{=} 2,5 T$$

$$\rightarrow T = 85 \mu s$$

$$\rightarrow \omega = 2\pi \cdot \frac{1}{T} = 0,739 MHz$$

$$= 739 kHz = 0,00074 GHz$$

- 1,0** 8. Das Isotop ${}^{11}_6\text{C}$ ist ein β^+ -Strahler, der in der medizinischen Tomographie zur Markierung eingesetzt wird. (a) Aus wie vielen Neutronen und Protonen besteht der daraus entstehende Tochterkern? (b) Wie heißt das Element?



(b) Bor

- 1,0** 9. Ein ohmscher Leiter besitzt einen elektrischen Widerstand von 15Ω . Sie legen an den Widerstand eine Sinusspannung der Frequenz 60Hz an. Wie groß ist die Scheitelspannung, wenn an dem Widerstand eine Leistung von 3,5W abfällt?

$$P = I_{\text{eff}} \cdot U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R} \rightarrow U_{\text{eff}} = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{3,5\text{W} \cdot 15\Omega} = 7,25\text{V}$$

$$U_0 = \sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}} = 10,25\text{V}$$

- 1,5** 10. An ein Plattenpaar im Abstand von 2,5cm liegt eine Gleich-Spannung von 400V. (a) Wie groß ist die Kraft (in N) auf ein Elektron, wenn es sich genau in der Mitte zwischen den Platten befindet? (b) Ist die Kraft verschieden, wenn sich das Elektron anfangs um 5mm näher an der positiv geladenen Platte befindet?

$$(a) F = q \cdot E = q \cdot \frac{U}{d} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ A} \cdot \text{s} \cdot 400\text{V}}{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 256 \cdot 10^{-17} \text{ N} = 2,56 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

(b) Die Kraft ist nicht verschieden, da homogenes elektrisches Feld.