

Name: Vorname Stud.Fach.....

Gesamtpunktzahl

2,0 1. Der Massenschwächungskoeffizient für Röntgenstrahlung mit einer Wellenlänge von $\lambda = 0,18\text{nm}$ beträgt $0,14 \text{ cm}^2/\text{g}$ für Kohlenstoff ($\rho = 2,3 \text{ g/cm}^3$). (a) Wie groß ist die Absorption (in %) durch eine 25mm dicke Kohlenstoffplatte? (b) Welche Dicke muss eine Abschirmung aus C besitzen, wenn Sie nur eine Reststrahlung von 0,2% erlauben?

$$(a) \mu = 0,14 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \cdot 2,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0,322 \text{ cm}^{-1}$$

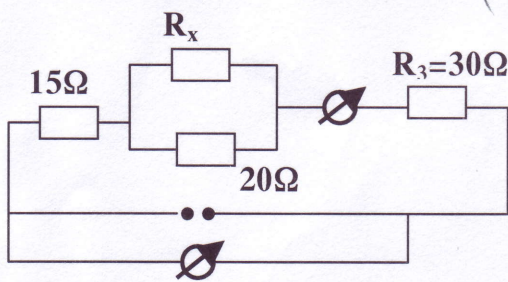
$$T = \frac{I}{I_0} = e^{-0,322 \cdot 2,5} = 0,447 = 44,7\%$$

Absorption = 55,3%

$$(b) \frac{I}{I_0} = e^{-\mu x} \Rightarrow x = \frac{-\ln I/I_0}{\mu}$$

$$= \frac{-\ln 0,002}{0,322} \text{ cm} = 19,30 \text{ cm}$$

2,0 2. (a) Wie groß ist der Widerstand R_x , wenn man am Amperemeter 1310mA und am Voltmeter 63,25V abliest? (b) Welche elektrische Leistung wird an R_3 entwickelt?



(a)

$$U_3 = I_0 \cdot R_3 = 1,31 \text{ A} \cdot 30 \Omega = 39,3 \text{ V}$$

$$U_1 = I_0 \cdot R_1 = 1,31 \text{ A} \cdot 15 \Omega = 19,65 \text{ V}$$

$$U_2 = 63,25 \text{ V} - 39,3 \text{ V} - 19,65 \text{ V} = 4,3 \text{ V}$$

$$I_1 \cdot R_x = I_2 \cdot 20 \Omega = U_2 = 4,3 \text{ V} \Rightarrow I_2 = \frac{4,3 \text{ V}}{20 \Omega} = 0,215 \text{ A}$$

$$\Rightarrow I_1 = I_0 - I_2 = 1,31 \text{ A} - 0,215 \text{ A} = 1,095 \text{ A}$$

$$R_x = \frac{4,3 \text{ V}}{1,095 \text{ A}} = 3,93 \Omega$$

$$(b) P_3 = I_0^2 \cdot R_3 = 1,31^2 \text{ A}^2 \cdot 30 \Omega = 51,48 \text{ W}$$

1,5 3. Sie haben die Röntgenröhre im Praktikum wird mit einer Spannung von 35kV betrieben. Es fließt ein Emissionsstrom von 0,75mA. (a) Wie viele Elektronen haben während einer Betriebsdauer von 25 Minuten die Anode getroffen? (b) Welche Energie in Joule hat ein einzelnes Elektron beim Auftreffen auf der Anode? (c) Wie groß ist die maximale Frequenz der entstehenden Röntgenstrahlung?

$$(a) I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\Delta n}{\Delta t} \cdot e \Rightarrow \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{I}{e} = \frac{0,75 \cdot 10^{-3} \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 4,69 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \Rightarrow 7,035 \cdot 10^{18} \text{ in 25 Minuten}$$
$$(b) W = Q \cdot U = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 35 \cdot 10^3 \text{ V} = 5,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$
$$(c) W = h \cdot \nu \Rightarrow \nu = \frac{W}{h} = \frac{5,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}}{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 8,46 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$$

1,0 ~~1,5~~ 4. Eine Wechselspannung ($U_{\text{eff}} = 36\text{V}$, Kreisfrequenz $\omega = 1,25 \text{ kHz}$) ist auf einem Oszillographenschirm dargestellt. Wie groß sind die Abstände Spitz-Spitze in horizontaler und vertikaler Richtung, wenn Sie eine Time-Base von 1,5ms/cm und eine Verstärkung von 10V/cm eingestellt haben?

$$(a) U_{\text{eff}} = 36\text{V} \Rightarrow U_0 = \sqrt{2} \cdot 36\text{V} = 50,91\text{V}$$
$$2U_0 = 101,8\text{V} \hat{=} 10,18 \text{ cm}$$
$$(b) \omega = 2\pi \nu ; \nu = \frac{\omega}{2\pi} ; T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega} = 5,03 \cdot 10^{-3} \text{ s} \hat{=} 3,35 \text{ cm}$$

1,5 5. An einem elektrischen Widerstand messen Sie einen Spannungsabfall von $U = 47,5\text{V}$ sowie einen durch den Widerstand fließenden Strom von $I = 117\text{mA}$. Die beiden verwendeten Messgeräte haben einen Messbereich von 75V bzw. 300mA. Beide Geräte haben eine Klassenziffer von 2 als Güteklasse. Wie groß ist der berechnete elektrische Widerstand und welchen absoluten und relativen Fehler können Sie angeben?

$$R = \frac{U}{I} = \frac{47,5\text{V}}{0,117\text{A}} = 406 \Omega ; \Delta U = 75\text{V} \cdot 0,02 = 1,5\text{V}$$
$$\Delta I = 300\text{mA} \cdot 0,02 = 6\mu\text{A}$$
$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} = \frac{1,5\text{V}}{47,5\text{V}} + \frac{6\mu\text{A}}{117\text{mA}} = 8,29\%$$
$$\Delta R = 33,6 \Omega$$

1,5 6. Wie groß sind die mittlere Lebensdauer (a) und die Halbwertszeit (b) einer radioaktiven Probe, wenn die Aktivität innerhalb von 52 Stunden um 32% abgenommen hat?

$$(a) A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-t/\tau} \Rightarrow \tau = \frac{-t}{\ln(A/A_0)} = \frac{-52 \text{ h}}{\ln 0,68}$$

$$\tau = 134,8 \text{ h} = 4,85 \cdot 10^5 \text{ s}$$

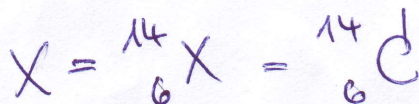
$$(b) t_{1/2} = \ln 2 \cdot \tau = 93,44 \text{ h} = 3,36 \cdot 10^5 \text{ s}$$

1,5 7. Wie groß ist die integrale Äquivalentdosis (in SI Einheiten), wenn Sie eine ^{231}Am -Quelle (α -Strahler) mit der momentanen Aktivität von 72,5 kBq in ein Wasserphantom von 25 ml Volumen für eine Zeitspanne von 25 Minuten einbringen? Die mittlere Energie der α -Strahlen beträgt 5,5 MeV.

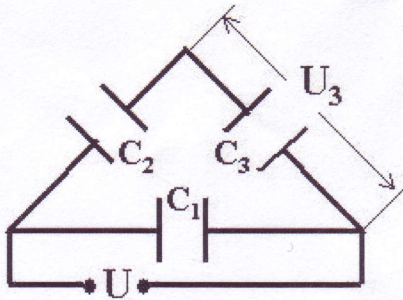
$$D = \frac{\alpha \cdot W}{m} = \frac{10 \cdot 72,5 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 60 \text{ s} \cdot 5,5 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{\text{s} \cdot 0,025 \text{ kg}}$$

$$= 3,83 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}$$

0,5 8. (a) Wie viele Protonen und Neutronen hat das bei der folgenden Kernreaktion entstandene Nuklid X und (b) um welches Element handelt es sich? $^{14}_7\text{N} + n \rightarrow X + p$



- 1,5 9. In nebenstehender Schaltung haben die Kondensatoren folgende Werte: $C_1=1\text{mF}$, $C_2=2\text{mF}$, $C_3=3\text{mF}$. Die Spannung U beträgt 12V . Wie groß ist der Spannungsabfall U_3 ?



$$U = U_2 + U_3 ; Q_2 = Q_3$$

$$\leadsto C_2 \cdot U_2 = C_3 U_3$$

$$\leadsto U_3 = \frac{C_2}{C_3} U_2 = \frac{C_2}{C_3} (U - U_3)$$

$$U_3 \left(1 + \frac{C_2}{C_3}\right) = \frac{C_2}{C_3} U \quad \leadsto U_3 = \frac{C_2/C_3}{1 + C_2/C_3} \cdot U$$

$$= \frac{2/3}{1 + 2/3} \cdot U = \frac{2}{5} U = 4,8\text{V}$$

- 1,0 10. Die Zerfallsreihe des ${}^{238}_{92}\text{U}$ (eine Folge von α - und β^- -Zerfällen) endet beim Element Blei mit der Kernladungszahl 82, das in der Natur mit den Isotopen 206, 207 und 208 vorkommt. Welches dieser Isotope entsteht am Ende der Zerfallsreihe und wie viele α - bzw. β^- -Zerfälle gehören zu dieser Kette?

(a) da nur α -Zerfall die Massenzahl reduziert:
 $238 - x \cdot 4 = 206 \quad \leadsto \quad {}^{206}_{82}\text{Pb}$ mit $x=8$

(b) $92 - x \cdot 2 + y \cdot 1 = 82 - 8 \cdot 2 + y \cdot 1 = 82 \quad \leadsto y=6$
8 α -Zerfälle, 6 β^- -Zerfälle

- 1,0 11. Um welchen Faktor unterscheiden sich ungefähr die Halbwertsdicken von Blei und Aluminium? (Pb: Ordnungszahl 82, Dichte $11,34\text{g/cm}^3$; Al: Ordnungszahl 13, Dichte $2,7\text{g/cm}^3$)

$$x_{1/2} \sim \frac{1}{\mu} ; \mu \sim \rho \lambda^3 Z^3$$

$$\frac{x_{1/2}(\text{Al})}{x_{1/2}(\text{Pb})} = \frac{\rho_{\text{Pb}} \cdot Z_{\text{Pb}}^3}{\rho_{\text{Al}} \cdot Z_{\text{Al}}^3} = \frac{11,34 \cdot 82^3}{2,7 \cdot 13^3} = 1054$$