Zadanie 9.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu […] wykresów […].	Zdający: 11.1) opisuje założenia kwantowego modelu światła; 11.4) opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego.

Zasady oceniania

1 pkt – poprawna odpowiedź.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

C

Zadanie 9.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 11.4) opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego; 7.11) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym; 11.2) stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali […].

Zasady oceniania

1 pkt – poprawna odpowiedź.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

1. **F** 2. **P** 3. **F**

Zadanie 9.3. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 7.11) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym; 2.3) (G) opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii; 3.2) oblicza wartość energii kinetycznej ciał […].

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia prędkości elektronu i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką, mieszczący się w przedziale od $2{,}9\cdot10^7$ m/s do $3\cdot10^7$ m/s.

1 pkt – zapisanie wyrażenia wiążącego zmianę energii kinetycznej elektronu z pracą siły elektrycznej, łącznie z zastosowaniem wzorów na energię kinetyczną i pracę w polu elektrycznym (np. wystarczy jeden zapis $\frac{1}{2}mv^2 = eU$).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1. (z zastosowaniem wzorów mechaniki klasycznej newtonowskiej)

Zapiszemy związek między energią kinetyczną, którą uzyskał elektron w polu elektrycznym, a pracą siły elektrycznej działającej na elektron – łącznie z zastosowaniem wzorów na energię kinetyczną i pracę w polu elektrycznym. Początkowa energia kinetyczna elektronu wynosiła zero, zatem:

$$\Delta E_{kin} = W_E \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}m\cdot 0^2 = eU \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2}mv^2 = eU$$

Podstawiamy dane i obliczamy prędkość elektronu:

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \quad \rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2\cdot 1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 2{,}5\cdot 10^{3}\ \text{C}\cdot\text{V}}{9{,}1\cdot 10^{-31}\ \text{kg}}} = \sqrt{\frac{0{,}2\cdot 4\cdot 10^{-15}}{9{,}1\cdot 10^{-31}}\,\frac{\text{m}}{\text{s}}} = 2{,}96\cdot 10^{7}\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Sposób 2. (z zastosowaniem wzorów mechaniki klasycznej relatywistycznej)

Zapiszemy związek między energią kinetyczną, którą uzyskał elektron w polu elektrycznym, a pracą siły elektrycznej działającej na elektron – łącznie z zastosowaniem relatywistycznego wzoru na energię kinetyczną i pracę w polu elektrycznym.

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1-\beta^2}} \qquad E_{kin} = E - E_0 \qquad E_0 = mc^2 \qquad E_{kin} = eU \quad \rightarrow$$

$$\beta^2 = 1 - \left(\frac{E_0}{E_0 + E_{kin}}\right)^2 \quad \rightarrow \quad \beta^2 = 1 - \left(\frac{E_0}{E_0 + eU}\right)^2 \quad \rightarrow$$

$$\beta^2 = 1 - \left(\frac{8{,}19\cdot 10^{-14}\ \text{J}}{8{,}19\cdot 10^{-14}\ \text{J} + 0{,}04\cdot 10^{-14}\ \text{J}}\right)^2 = 0{,}00969691 \quad \rightarrow$$

$$\beta = \frac{v}{c} = 0{,}0983 \qquad \rightarrow \qquad v = 0{,}0983\cdot 3\cdot 10^{8} \approx 2{,}95\cdot 10^{7}\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Zadanie 9.4. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 7.11) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym; 11.2) stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali […]; 11.3) stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia minimalnej długości fali promieniowania oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 pkt – skorzystanie z zasady zachowania energii:

(1) przyrównanie energii kinetycznej elektronu do energii fotonu, łącznie z wykorzystaniem wzoru Plancka na energię fotonu (np. $E_{kin} = hf_{max}$)

LUB

(2) przyrównanie pracy siły elektrycznej działającej na elektron podczas jego rozpędzania do energii fotonu, łącznie z wykorzystaniem wzoru Plancka na energię fotonu (np. $eU = hf_{max}$).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Zapiszemy zasadę zachowania energii, gdy cała energii kinetyczna elektronu zostanie zamieniona w energię kwantu promieniowania:

$$E_{kin} = E_{fot\,max} \qquad \rightarrow \qquad E_{kin} = hf_{max}$$

Wykorzystamy związek energii kinetycznej z pracą siły elektryczne oraz związek między prędkością fali a jej długością i częstotliwością. Podstawimy dane i wykonamy obliczenia:

$$eU = \frac{hc}{\lambda_{min}} \qquad \rightarrow \qquad \lambda_{min} = \frac{hc}{eU} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{3}} \frac{\text{J·s·m/s}}{\text{J}}$$

Wykonujemy obliczenia i zapiszemy wynik:

$$\lambda_{min} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{3}}\ \text{m} \approx 4{,}97 \cdot 10^{-10}\ \text{m}$$