Zadanie 12.1. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci […] schematów […]. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 3.1) (P) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej; 3.3) (P) […] opisuje rozpady […] beta (wiadomości o neutrinach nie są wymagane) […]; 3.5) (P) opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku […]; 3.7) (P) opisuje reakcję rozszczepienia uranu $^{235}\mathrm{U}$ zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu […].

Zasady oceniania

2 pkt – prawidłowe uzupełnienie równań obu reakcji.
1 pkt – prawidłowe uzupełnienie równania jednej reakcji.
0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Rozwiązanie

1. Reakcja rozszczepienia jądra uranu $^{235}_{92}\mathrm{U}$:

$$^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{235}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{141}_{56}\mathrm{Ba} + {}^{92}_{36}\mathrm{Kr} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

2. Reakcja rozpadu beta minus jądra jodu $^{131}_{53}\mathrm{I}$:

Sposób 1.

$$^{131}_{53}\mathrm{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\mathrm{Xe} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{0}_{0}\tilde{\nu}_{\mathrm{e}}$$

Sposób 2.

$$^{131}_{53}\mathrm{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\mathrm{Xe} + \beta^{-} + {}^{0}_{0}\tilde{\nu}_{\mathrm{e}}$$

Sposób 3.

$$^{131}_{53}\mathrm{I} \rightarrow {}^{131}_{54}\mathrm{Xe} + \mathrm{e}^{-} + {}^{0}_{0}\tilde{\nu}_{\mathrm{e}}$$

Zadanie 12.2. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci […] schematów […].	Zdający: 3.4) (P) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu; 12.3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia stosunku liczby jąder ksenonu, które powstały w czasie $t = 2$ doby, do początkowej liczby jąder jodu oraz prawidłowy wynik $N_{Xe} \approx 0{,}16$.

1 pkt – poprawne zapisanie lub wyprowadzenie wzoru (lub wyrażeń równoważnych) na liczbę jąder jodu, które się rozpadły po czasie t (lub liczbę jąder ksenonu, które powstały), wyrażonego poprzez N_0, t i T, łącznie z uwzględnieniem: czasu $t = 2$ doby oraz czasu połowicznego rozpadu $T = 8$ dób (np. jeden zapis: $N_{roz} = N_0 - N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2}{8}}$ albo zapisy: $N_{roz} = N_0 - N$ oraz $N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ oraz $t = 2$ doby oraz $T = 8$ dób)

LUB

– poprawna metoda obliczenia stosunku liczby jąder jodu, które pozostały w próbce po czasie $t = 2$ doby, do początkowej liczby jąder jodu oraz prawidłowy wynik $N \approx 0{,}84$

LUB

– obliczenie liczby jąder ksenonu metodą przybliżenia liniowego oraz otrzymanie wyniku $N_{Xe} = 0{,}125$.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Liczba jąder Xe, które powstały w wyniku rozpadu jąder jodu $^{131}_{53}\mathrm{I}$ po czasie t jest równa liczbie jąder jodu, które uległy rozpadowi:

$$N(t)_{X_e} = N(t)_{roz}$$

Wykorzystamy zależność liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu – z wykorzystaniem czasu T połowicznego rozpadu. Liczba jąder jodu pozostająca w próbce po czasie t dana jest zależnością:

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

Zatem liczba jąder jodu, które się rozpadły (równa liczbie powstałych jąder ksenonu) dana jest zależnością:

$$N(t)_{roz} = N(t)_{X_e} = N_0 - N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

Zatem:

$$\frac{N(t)_{X_e}}{N_0} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

Podstawiamy dane i wykonujemy obliczenia:

$$\frac{N(t)_{X_e}}{N_0} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2}{8}} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{4}} = 1 - \sqrt{\sqrt{\frac{1}{2}}} = 1 - 0{,}8408 \ldots \approx 0{,}16$$

Zadanie 12.3. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 3.2) (P) posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej […]; 3.5) (P) opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania […] energii.

Zasady oceniania

1 pkt – poprawne zapisanie wzoru pozwalającego wyznaczyć E_{kp} tylko poprzez E_{ks}, m_s, m_p oraz c (wyprowadzenie wzoru nie jest konieczne).

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie

Skorzystamy z zasady zachowania energii: całkowita energia (suma energii spoczynkowej i kinetycznej) substratów przed reakcją jest równa całkowitej energii produktów po reakcji:

$$E_{ks} + m_s c^2 = E_{kp} + m_p c^2$$

Zatem:

$$E_{kp} = E_{ks} + (m_s - m_p)c^2$$

Zadanie 12.4. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 3.3) (P) […] opisuje rozpady beta […]; 3.5) (P) opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania […] energii; 3.7) (P) opisuje reakcję rozszczepienia uranu $^{235}\mathrm{U}$ zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu […].

Zasady oceniania

1 pkt – ustalenie poprawnych relacji pomiędzy energią kinetyczną produktów a energią kinetyczną substratów dla każdej z reakcji.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Rozwiązanie

1) W reakcji rozszczepienia jądra uranu $^{235}_{92}\mathrm{U}$:

$$E_{kp} > E_{ks}$$

2) W reakcji rozpadu beta minus jądra jodu $^{131}_{53}\mathrm{I}$:

$$E_{kp} > E_{ks}$$