Zadanie 11.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.2) posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych. XII.5) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej; XII.6) zapisuje reakcje jądrowe stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku.

Zasady oceniania

1 pkt – poprawne uzupełnienie równania reakcji: wpisanie właściwych liczb atomowych **oraz** symbolu lub nazwy powstałej cząstki.

0 pkt – rozwiązanie niepoprawne lub niepełne albo brak rozwiązania.

Pełne rozwiązanie

$$^{208}_{82}\mathrm{Pb} + {}^{70}_{30}\mathrm{Zn} \rightarrow {}^{277}_{112}\mathrm{Cn} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

albo

$$^{208}_{82}\mathrm{Pb} + {}^{70}_{30}\mathrm{Zn} \rightarrow {}^{277}_{112}\mathrm{Cn} + \mathrm{n}$$

albo

$$^{208}_{82}\mathrm{Pb} + {}^{70}_{30}\mathrm{Zn} \rightarrow {}^{277}_{112}\mathrm{Cn} + \mathrm{neutron}$$

Zadanie 11.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.	Zdający: I.2) posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych. XII.5) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej; XII.6) zapisuje reakcje jądrowe stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku; XII.9) […] opisuje rozpady alfa […].

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne obliczenie liczby atomowej jądra, które powstaje po sześciu rozpadach alfa **oraz** zapisanie prawidłowej nazwy tego jądra.

1 pkt – prawidłowa metoda obliczenia liczby atomowej jądra, które powstaje po sześciu rozpadach alfa
LUB
– zapisanie prawidłowej nazwy powstałego jądra bez zapisania obliczeń liczby atomowej tego jądra.

0 pkt – rozwiązanie niepoprawne lub niepełne albo brak rozwiązania.

Pełne rozwiązanie

Zachodzi sześć kolejnych rozpadów α, z których pierwszy jest rozpadem jądra $^{277}\mathrm{Cn}$.
W każdym rozpadzie alfa powstaje nowe jądro oraz jądro helu $^{4}_{2}\mathrm{He}$. Po szóstym rozpadzie powstaje jądro pierwiastka, który oznaczymy $^{A}_{Z}\mathrm{X}$, gdzie:

$$\mathrm{A} = 277 - 6 \cdot 4 = 253$$ (zapis opcjonalny)

$$\mathrm{Z} = 112 - 6 \cdot 2 = 100$$

Nazwa lub symbol pierwiastka: Ferm albo $^{253}_{100}\mathrm{Fm}$ albo Fm

Zadanie 11.3. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.	Zdający: I.2) posługuje się […] tablicami fizycznymi i chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych. XII.7) stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych; posługuje się pojęciem energii wiązania; XII.8) oblicza dla dowolnego izotopu energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda obliczenia energii wiązania jądra kopernik $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$ **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką (w dżulach lub elektronowoltach), zaokrąglonego do trzech cyfr znaczących. Uznaje się wyniki:

$(3{,}20 \pm 0{,}05) \cdot 10^{-10}\ \mathrm{J}$ lub $(2{,}00 \pm 0{,}03)\ \mathrm{GeV}$

2 pkt – poprawne zapisanie związku pomiędzy energią wiązania jądra $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$ a deficytem masy jądra $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$ **oraz** zapisanie różnicy pomiędzy masą wszystkich nukleonów a masą jądra $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$, **oraz** poprawne podstawienie danych, np. zapisy równoważne poniższym:

$$E_{w\,\mathrm{Cn}} = (112 \cdot 1{,}672\,621\,92 + 165 \cdot 1{,}674\,927\,49 - 460{,}138\,852) \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg} \cdot \cdot 2{,}998^2 \cdot 10^{8\cdot 2}\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$$

Uwaga! *Zdający może otrzymać 2 pkt niezależnie od zaokrąglenia, z jakim podstawia dane.*

1 pkt – zidentyfikowanie energii potrzebnej do rozbicia jądra $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$ jako energii wiązania tego jądra **oraz** zapisanie związku pomiędzy energią wiązania jądra $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$ a deficytem masy tego jądra, np. zapisy równoważne poniższym:

$$E_{w\,\mathrm{Cn}} = \Delta m_{\mathrm{Cn}} c^2$$

LUB

– zapisanie deficytu masy jądra $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$ jako różnicy pomiędzy masą wszystkich nukleonów tworzących to jądro a masą jądra $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\Delta m_{\mathrm{Cn}} = 112 m_p + 165 m_n - m_{\mathrm{Cn}}$$

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

Przykładowe pełne rozwiązanie

Energia E, jaką należy dostarczyć do jądra kopernik $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$, aby rozbić je na poszczególne nukleony, jest równa energii wiązania tego jądra. Wykorzystamy związek pomiędzy energią wiązania a deficytem masy jądra kopernik $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$:

$$E = E_{w\,\mathrm{Cn}} = \Delta m_{\mathrm{Cn}} c^2$$

Jądro kopernik $^{277}_{112}\mathrm{Cn}$ ma 112 protonów i 165 neutronów, zatem:

$$E_{w\,\mathrm{Cn}} = \left(112m_p + 165m_n - m_{\mathrm{Cn}}\right)c^2$$

Podstawiamy odpowiednie wartości i wykonujemy obliczenia.

Ze względu na to, że nie znamy wyniku różnicy odpowiednich mas (w nawiasie powyżej), i nie wiemy ile cyfr znaczących będzie miał ten wynik, to do kalkulatora wprowadzamy dane z taką dokładnością, jaka jest podana w zadaniu i w *Wybranych wzorach i stałych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki.*

Sposób 1. rachunku zapewniającego poprawne zaokrąglenie

Wynik zaokrąglamy na samym końcu. W ten sposób zachowamy właściwą czwartą cyfrę wyniku, potrzebną do zaokrąglenia do trzech cyfr znaczących:

$$E_{w\,\mathrm{Cn}} \approx (112 \cdot 1{,}672\,621\,92 + 165 \cdot 1{,}674\,927\,49 - 460{,}138\,852) \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg} \cdot (2{,}998 \cdot 10^8)^2\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$$

$$= (3{,}557\,838\,89) \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg} \cdot 8{,}988\,004 \cdot 10^{16}\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2} = 31{,}977\,870\,174\,7 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J} \approx 32{,}0 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J}$$

$$E_{w\,\mathrm{Cn}} \approx 3{,}20 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{J} \approx 2{,}00\ \mathrm{GeV}$$

Sposób 2. rachunku zapewniającego poprawne zaokrąglenie

Pośrednie wyniki obliczeń zachowujemy zaokrąglone do czterech cyfr znaczących. Dzięki temu poprawnie zaokrąglimy wynik końcowy do trzech cyfr znaczących:

$$E_{w\,\mathrm{Cn}} \approx (112 \cdot 1{,}672\,621\,92 + 165 \cdot 1{,}674\,927\,49 - 460{,}138\,852) \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg} \cdot (2{,}998 \cdot 10^8)^2\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$$

$$\approx 3{,}558 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg} \cdot 8{,}988 \cdot 10^{16}\ \frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2} \approx 31{,}98 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J} \approx 32{,}0 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{J}$$

$$E_{w\,\mathrm{Cn}} \approx 3{,}20 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{J} \approx 2{,}00\ \mathrm{GeV}$$