



## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Zbiór zadań CKE, Poziom rozszerzony (Formuła 2015) - Zadanie 18 - 20.

Liczba atomowa pewnego pierwiastka wynosi 26. W poniższej tabeli przedstawiono masy atomowe i zawartość procentową trwałych izotopów tego pierwiastka występujących w przyrodzie.

masa atomowa izotopu, u	zawartość procentowa izotopu, % atomów
53,94	5,85
55,93	91,75
56,94	2,12
57,93	0,28

↓  
26 Fe  
||  
szukam  
w układzie  
okresowym  
pierwiastka  
Z = 26

### Zadanie 18

Uzupełnij poniższą tabelę. Wpisz symbol opisanego pierwiastka (patrz → informacja do zadań 18.–20.), symbol bloku konfiguracyjnego (energetycznego), do którego należy ten pierwiastek oraz stosując zapis pełny (podpowłokowy), konfigurację elektronową atomu (w stanie podstawowym) tego pierwiastka.

symbol pierwiastka	symbol bloku konfiguracyjnego	konfiguracja elektronowa
Fe	d	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

### Zadanie 19

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i podkreśl właściwe określenie w każdym nawiasie tak, aby zdania były prawdziwe. Następnie wpisz odpowiednią liczbę odnoszącą się do opisanego pierwiastka lub wyjaśnij, dlaczego nie można określić danej wielkości.

liczba atomowa  $A$  ←  
 $p^+ = e^-$  →  $Z$  ← liczba masowa  $p^+ + n^0$

1. Znając liczbę atomową pierwiastka, (można określić liczbę protonów / nie można określić liczby protonów) wchodzących w skład jądra atomu tego pierwiastka. Liczba protonów lub wyjaśnienie:

... 26  $p^+$  ... / liczba  $Z$  to liczba protonów

26 Fe

2. Znając liczbę atomową pierwiastka, (można określić liczbę neutronów / nie można określić liczby neutronów) wchodzących w skład jądra atomu tego pierwiastka. Liczba neutronów lub wyjaśnienie:

... nie znamy liczby masowej = liczbę  $n^0$  obliczamy:  $A - Z$

3. Znając liczbę atomową pierwiastka, (można określić ładunek / nie można określić ładunku) jądra atomu tego pierwiastka. Ładunek jądra atomu lub wyjaśnienie: ... +26 / jądro jest dodatnie = ładunek równy liczbie  $Z$

4. Znając liczbę atomową pierwiastka, (można określić liczbę masową / nie można określić liczby masowej) dowolnego izotopu tego pierwiastka. Liczba masowa lub wyjaśnienie: ... każdy izotop ma inną liczbę masową  $A$



## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Egzamin maturalny. Chemia. Poziom rozszerzony. Zbiór zadań. Zadanie 18-20.

### Zadanie 20

Oblicz średnią masę atomową opisanego pierwiastka.

$$\bar{m}_{at} = \frac{\%_1 \cdot A_1 + \%_2 \cdot A_2 + \dots +}{100\%}$$

średnia masa atomowa [u] ← wyrażona w unitach

zawartość procentowa izotopy

masa atomowa izotopu

masa atomowa izotopu, u	zawartość procentowa izotopu, % atomów
53,94 = $A_1$	5,85 = $\%_1$
55,93 = $A_2$	91,75 = $\%_2$
56,94 ∴	2,12 ∴
57,93	0,28

wpisuję masy atomowe izotopów i ich zawartości tak jak we wzorze

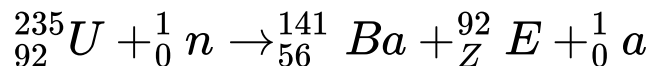
$$\bar{m}_{at} = \frac{53,94u \cdot 5,85\% + 55,93u \cdot 91,75\% + 56,94u \cdot 2,12\% + 57,93u \cdot 0,28\%}{100\%} =$$
$$= \underline{\underline{55,84u}}$$



## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Zadania dodatkowe matury dwujęzycznej, maj 2025, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 1. (1 pkt)

Jądra niektórych ciężkich pierwiastków bombardowane neutronami ulegają rozszczepieniu, czyli rozpadowi na mniejsze części. Poniższy schemat przedstawia jedną z możliwych reakcji rozszczepienia jądra uranu



Źródło: A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, Warszawa 2012.

Uzupełnij poniższą tabelę. Zapisz symbol pierwiastka E oraz liczbę neutronów (a) uwalnianych podczas reakcji rozszczepienia pojedynczego jądra uranu  ${}^{235}\text{U}$ .

symbol pierwiastka E	liczba wyemitowanych neutronów (a)
Kr	3

① sprawdzam czy  $h = P = A$

najpierw góra

$$235 + 1 = 236$$
$$141 + 92 = 233$$
$$a = 236 - 233 = 3$$

② obliczam liczbę neutronów "ile brakuje aby  $h = P$ "

następnie dół

$$92 + 0 = 92$$
$$Z = 92 - 56 = 36$$

③ wyliczam liczbę atomową Z pierwiastka E

odejmując od całości aby  $h = P$

④ szukam w układzie okresowym pierwiastka o liczbie atomowej  $Z = 36$

${}_{36}\text{Kr}$



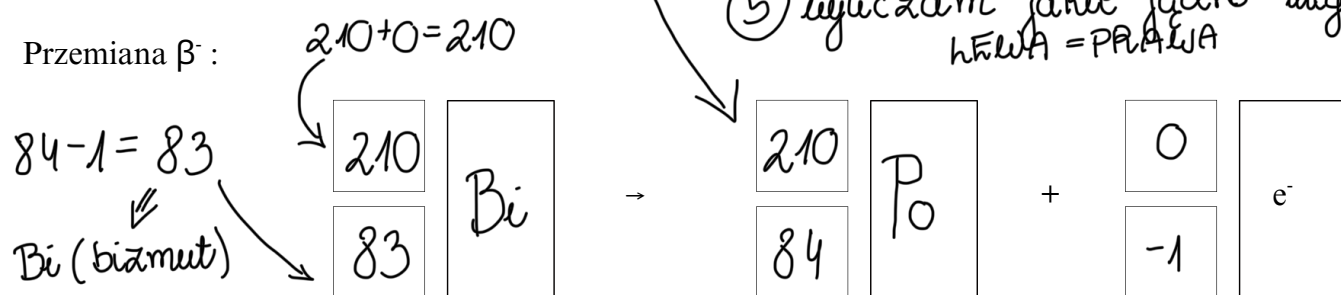
## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Czerwiec 2025, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 3. (2 pkt)

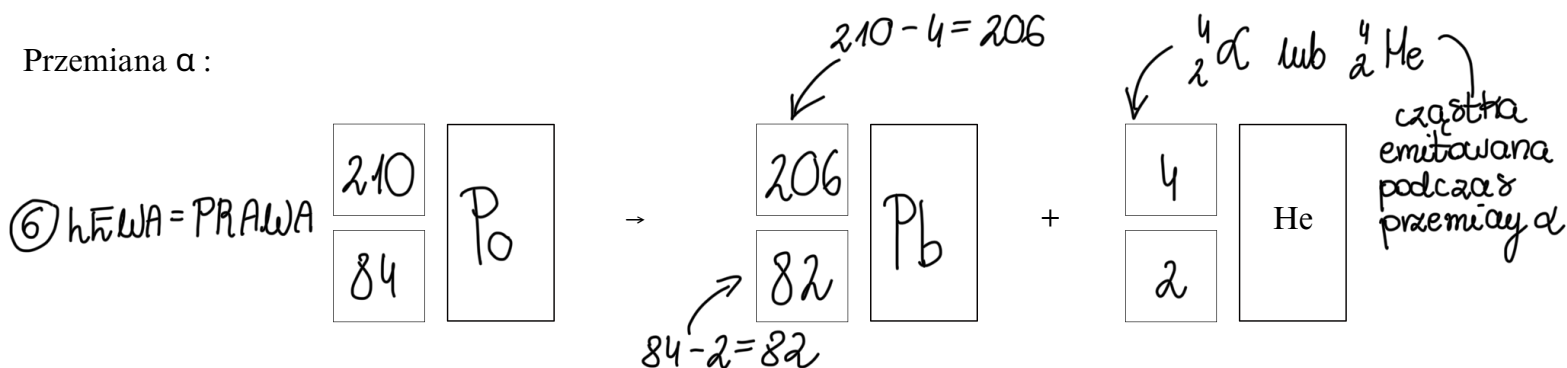
Jądro atomowe izotopu pewnego pierwiastka zawiera 126 neutronów. Stosunek liczby masowej tego izotopu do liczby atomowej wynosi 2,5. Opisany izotop występuje w jednym z naturalnych szeregów promieniotwórczych – powstaje w wyniku przemiany  $\beta^-$ , a ulega przemianie  $\alpha$ .

Napisz równanie przemiany  $\beta^-$ , której produktem jest opisany izotop, oraz równanie przemiany  $\alpha$ , której ten izotop ulega. Uzupełnij wszystkie pola odpowiednimi symbolami i wartościami liczbowymi.

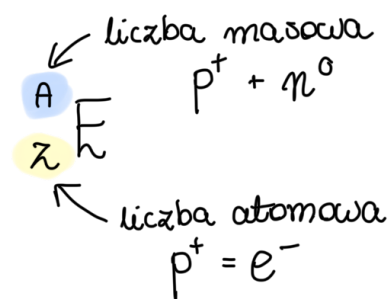
Przemiana  $\beta^-$ :



Przemiana  $\alpha$ :



1) jądro składa się z protonów i neutronów  
z zadania wiemy, że  $n^0 = 126$



2) stosunek  $A : Z = 2,5$

czyli liczba  $A = p^+ + n^0$  stanowi  
2,5 liczby  $Z = p^+$

$$\begin{aligned} \overbrace{Z + 126}^A} &= 2,5Z \\ 126 &= 2,5Z - Z \\ 126 &= 1,5Z \quad | :1,5 \\ Z &= \underline{84} \Rightarrow \text{Po (polon)} \end{aligned}$$

3) wyliczam liczbę A

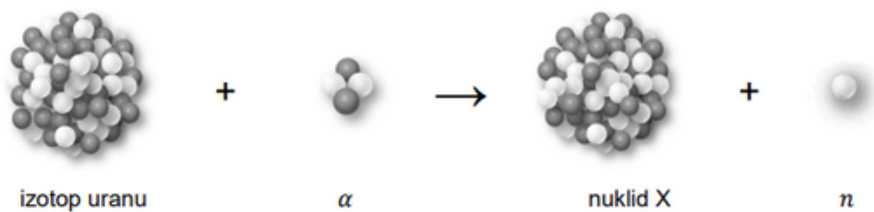
$$\begin{aligned} Z + 126 &= A \\ 84 + 126 &= A \\ A &= \underline{210} \end{aligned}$$

4) wpisuję liczby A i Z  
po stronie produktów

## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Test diagnostyczny (matura próbna) Grudzień 2024, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 5. (1 pkt)

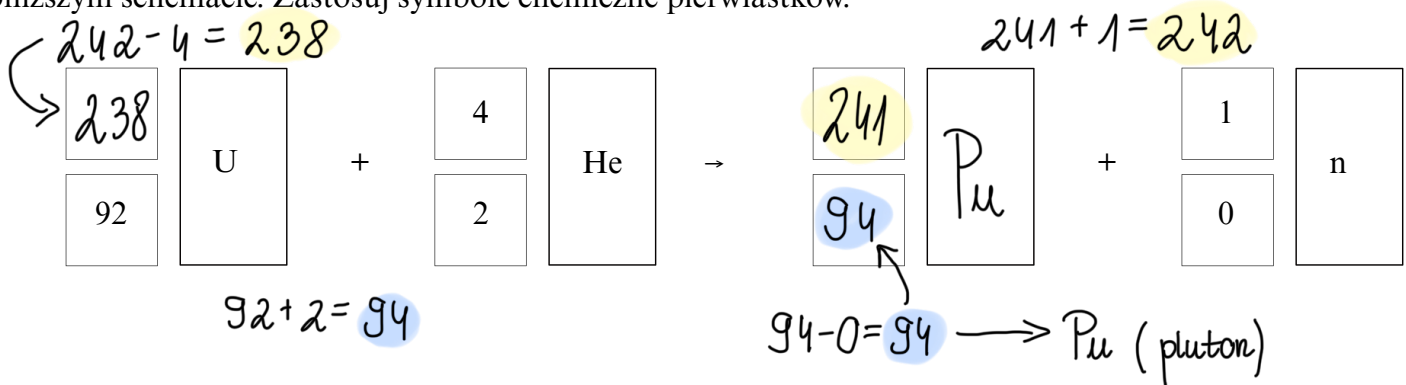
Poniżej przedstawiono przebieg przemiany jądrowej, która zachodzi w wyniku bombardowania jąder pewnego izotopu uranu przyspieszonymi cząstkami  $\alpha$ .



Powstający nuklid X jest nietrwały i ulega rozpadowi  $\beta^-$ , którego produktem jest izotop ameryku  $^{241}\text{Am}$ .

Na podstawie: A. Czerwiński, Energia jądrowa i promieniotwórczość, Warszawa 1998.

Napisz równanie opisanej przemiany jądrowej, w której powstaje nuklid X. Uzupełnij wszystkie pola w poniższym schemacie. Zastosuj symbole chemiczne pierwiastków.



① uzupełniłam liczby atomowe  $Z \rightarrow$  **LEWA = PRAWA**

② nuklid  $X = {}_{94}^A\text{Pu}$  ulega rozpadowi  $\beta^-$ , a produktem jest:  ${}_{95}^{241}\text{Am}$

szukam liczby masowej  $A$

$${}_{94}^A\text{Pu} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_{95}^{241}\text{Am}$$

stąd widać, że  $A = 241$

$\alpha$  układu okresowego

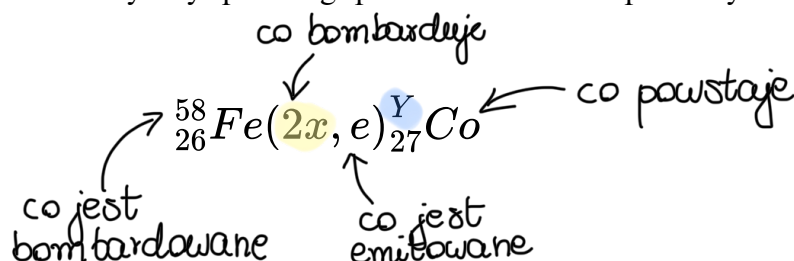
③ uzupełniłam liczby masowe  $\rightarrow$  **LEWA = PRAWA**



## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

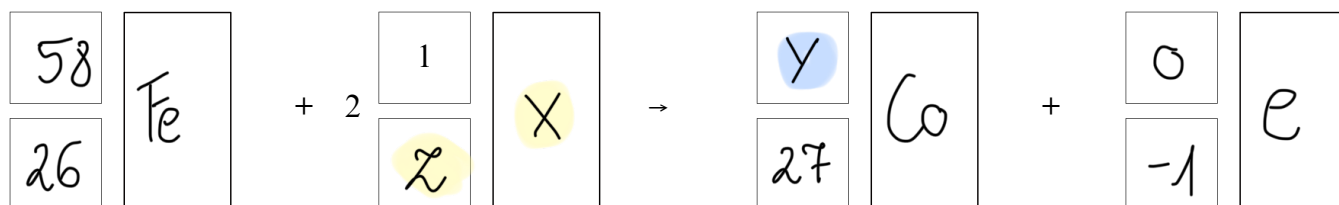
źródło: CKE, Matura Czerwiec 2023, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 3. (1 pkt)

Przebieg reakcji jądrowych można przedstawić w postaci zapisu skróconego. Na pierwszym miejscu podaje się symbol jądra bombardowanego, następnie w nawiasie – kolejno – symbole cząstki bombardującej i lekkiej cząstki emitowanej, a na końcu – symbol jądra produktu. Pewien izotop kobaltu można otrzymać w przemianach jądrowych, których sumaryczny przebieg przedstawiono na poniższym schemacie. Symbol  $e$  oznacza elektron.



Na podstawie: A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, Warszawa 2010 oraz L. Jones, P. Atkins, Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje, Warszawa 2016.

Napisz równanie przemiany jądrowej, która przebiega według powyższego schematu. Uzupełnij wszystkie pola odpowiednimi symbolami i wartościami liczbowymi.



① uzupełniam przemianę informacjami ze schematu

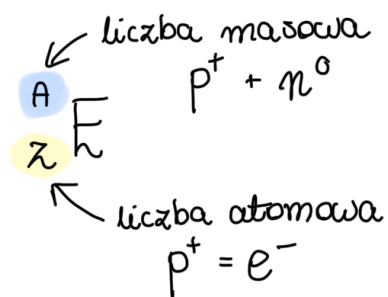
② wyliczam liczbę  $Z \Rightarrow$  LWA = PRAWA

cząstkę, która bombarduje jest neutron  ${}^1_0n$

$$26 + Z = 26$$

$$Z = 0$$

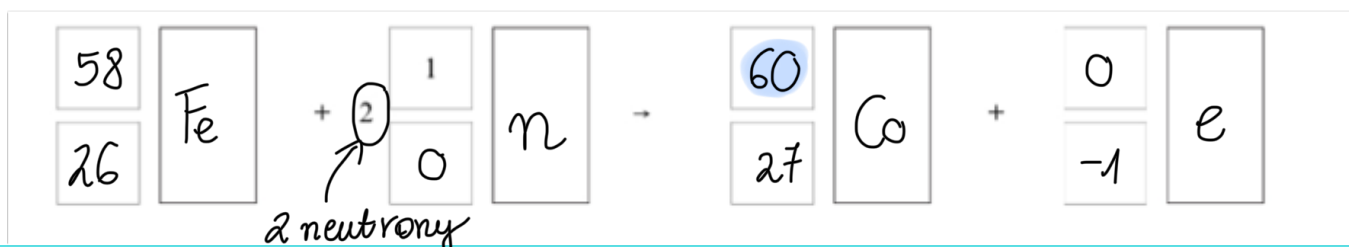
$$27 - 1 = 26$$



③ lewa strona musi się zgadzać z prawą  $\Rightarrow$  obliczam Y

$$58 + 2 \cdot 1 = 60$$

$$60 - 0 = 60$$

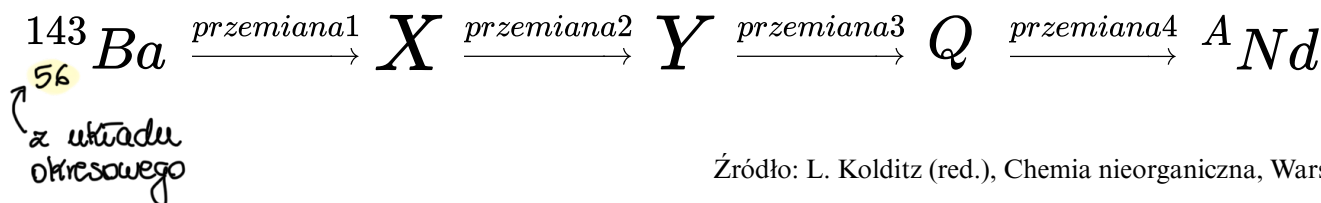




## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Informator CKE matury dwujęzycznej, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 1. (1 pkt)

Jednym z produktów rozszczepienia jądra uranu jest izotop baru,  $^{143}\text{Ba}$ . W wyniku czterech kolejnych przemian promieniotwórczych tego samego typu - zapoczątkowanych przez  $^{143}\text{Ba}$  - powstaje izotop neodymu, mający w swoim jądrze 83 neutrony. Ta sekwencja przemian jest przedstawiona na poniższym schemacie:



Źródło: L. Kolditz (red.), Chemia nieorganiczna, Warszawa 1994.

Podaj wartość liczby masowej A opisanego wyżej izotopu neodymu. Podaj rodzaj przemian ( $\alpha$  lub  $\beta^-$ ), w wyniku których ten izotop neodymu powstaje z izotopu  $^{143}\text{Ba}$ .

Liczba masowa A izotopu neodymu: 143

ta sama liczba A

Rodzaj przemian promieniotwórczych:  $\beta^-$  ( ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e}$ )  
liczba z wzrosła o 4

①  ${}^A_Z\text{Nd}$   
szukam neodymu w układzie okresowym  
↓  
z = 60  
liczba atomowa neodymu

② obliczam wartość liczby masowej A wiedząc, że w jądrze są 83 neutrony

↓  $n^0 = A - Z$   
mam liczbę Z i liczbę neutronów  $\Rightarrow$  podstawiam  
 $83 = A - 60$   
 $A = 83 + 60$   
 $A = 143$

liczba masowa  $p^+ + n^0$   
 ${}^A_Z\text{X}$   
liczba atomowa  $p^+ = e^-$

③ 4 przemiany promieniotwórcze  
 ${}^{143}_{56}\text{Ba} \xrightarrow{4 \text{ przem.}} {}^{143}_{60}\text{Nd}$   
liczba z wzrosła o 4  $\Rightarrow$  jak w 4 przemianach  $\beta^-$  emitowany jest 4 razy  ${}^0_{-1}\text{e} =$  musimy dodać 4

liczba A się nie zmienia  $\Rightarrow$  nie może być to przemiana  $\alpha$

za każdym razem trzeba odjąć 4 od A  
 ${}^{143}_{56}\text{Ba} \rightarrow {}^A_Z\text{Nd} + {}^{A-4}_{Z-2}\text{He}$

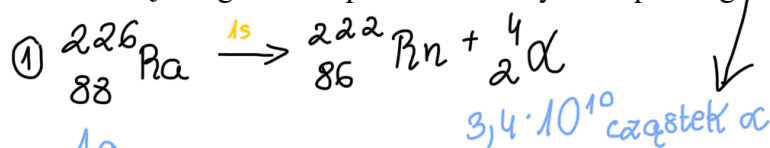


## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Test diagnostyczny CKE Grudzień 2022, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 3. (5 pkt)

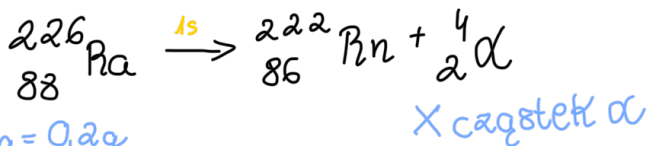
Cząstki  $\alpha$  emitowane przez jądra wielu promieniotwórczych izotopów ulegają zobojętnieniu elektronami z otoczenia, co prowadzi do powstania gazowego helu. Jeżeli rozpad promieniotwórczy zachodzi w układzie zamkniętym, ilość helu otrzymanego w taki sposób jest proporcjonalna do liczby wyemitowanych cząstek  $\alpha$ . Ta zależność stała się podstawą jednej z pierwszych metod wyznaczania stałej Avogadra. Zmierzono aktywność radu  $^{226}\text{Ra}$  i stwierdzono, że 1,0 g tego izotopu w ciągu sekundy emituje  $3,4 \cdot 10^{10}$  cząstek  $\alpha$ , co powoduje jego przemianę w radon  $^{222}\text{Rn}$ . Następnie z izotopu  $^{222}\text{Rn}$ , w wyniku ciągu kilku szybkich przemian promieniotwórczych  $\alpha$  i  $\beta$ , powstaje ołów  $^{210}\text{Pb}$ . Dalszy rozpad tego nuklidu nie wpływa na przebieg eksperymentu. Próbkę zawierającą 200 mg izotopu  $^{226}\text{Ra}$  zamknięto na 80 dni (6 912 000 s) w zbiorniku i po tym czasie stwierdzono, że powstało  $7,0 \text{ mm}^3$  helu (w przeliczeniu na warunki normalne). Można przyjąć, że aktywność radu  $^{226}\text{Ra}$  była stała w czasie trwania eksperymentu.

Oblicz stałą Avogadra na podstawie danych z opisanego eksperymentu. Przedstaw tok rozumowania.



zależność: w ciągu 1s z 1g radu ( $\text{Ra}$ ) emitowanych ("powstaje") jest  $3,4 \cdot 10^{10}$  cz.  $\alpha$

można skorzystać z tej zależności do obliczenia ilości emitowanych cząstek  $\alpha$ , ale z 200mg radu ( $\text{Ra}$ ) zamiast 1g (jak użyć)



200mg = 0,2g

zamieniam na gramy aby była ta sama jednostka

obliczam  $X$  cz.  $\alpha$  z proporcji

$$\begin{array}{l} 1\text{g} \text{ --- } 3,4 \cdot 10^{10} \text{ cz. } \alpha \\ 0,2\text{g} \text{ --- } X_1 \text{ cz. } \alpha \end{array}$$

$$X_1 = \frac{0,2\text{g} \cdot 3,4 \cdot 10^{10} \text{ cz. } \alpha}{1\text{g}} = 0,68 \cdot 10^{10} \text{ cz. } \alpha$$

②  $0,68 \cdot 10^{10}$  ← to jest wartość emitowanych cząstek  $\alpha$  w ciągu 1 sekundy

obliczam z proporcji ile to będzie dla 80dni =  $X_2$

a chcemy w ciągu 80dni = 6912000s

$$\begin{array}{l} 0,68 \cdot 10^{10} \text{ cz. } \alpha \text{ --- } 1\text{s} \\ X_2 \text{ --- } 6912000\text{s} \end{array}$$

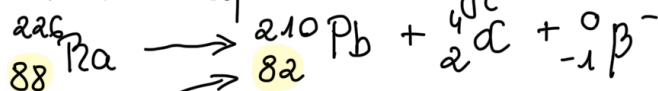
$$X_2 = \frac{0,68 \cdot 10^{10} \text{ cz. } \alpha \cdot 6912000\text{s}}{1\text{s}} = 4700160 \cdot 10^{10} \text{ cząstek } \alpha$$

wartość dla 1 przemiany  $\alpha$  a od  $^{226}\text{Ra}$  do  $^{210}\text{Pb}$  musiało być ich kilka

③ nie wiem ile zostało przemian promieniotwórczych  $\alpha$

z  $\text{Ra}$  powstaje  $\text{Rn}$  - potem w wyniku kilku przemian  $\alpha$  i  $\beta$  powstaje  $\text{Pb}$

można napisać reakcję od  $\text{Ra}$  do  $\text{Pb}$



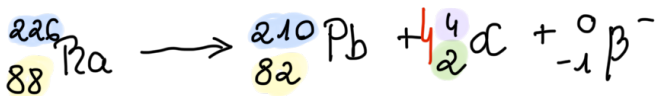
liczby atomowe  $\text{Pb}$  i  $\text{Ra}$  sprawdzam w u. okresowym



## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Test diagnostyczny CKE Grudzień 2022, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 3. (5 pkt)

③



$$226 - 210 = 16$$

$$16 : 4 = 4$$

$$88 - 82 = 6$$

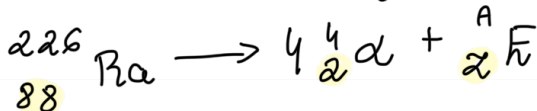
$$6 : 2 = 3$$

zasady 4 promieni  $\alpha$

nie zgadza się = zasady 4 promieni  $\alpha$ , a nie 3

zachodzą 4 promieni  $\alpha$

dlatego, że zasady również  $\leftarrow$   
promieni  $\beta^-$  = liczba atomowa powstałego jądra zwiększa się o 1 ze względu na emitowany  ${}_{-1}^0e$



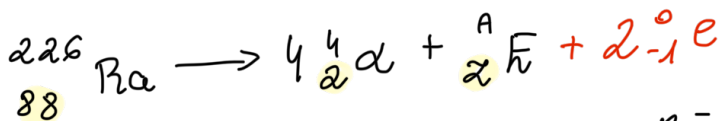
$$88$$

$$88 - 2 = Z$$

$$Z = 86$$

$$88 \neq 86$$

ze względu na to, że lewa strona nie równa się prawej  $\rightarrow$  trzeba to „naprawić” promieniami  $\beta^-$



$$88 - 86 = 2 \leftarrow 2 \text{ promieni } \beta^- ({}_{-1}^0\beta^-)$$

④ w punkcie 3 policzona została wartość dla 1 promienia, a zasady 4 promieni  $\alpha$

$$4700160 \cdot 10^{10} \text{ cząstek } \alpha \cdot 4 = 1,880064 \cdot 10^{17}$$

⑤ z treści zadania wiadomo, że powstało  $7 \text{ mm}^3$  helu  $\Rightarrow$  zamieniam na  $\text{dm}^3$   
 $0,000007 \text{ dm}^3$

$$\begin{array}{r} 0,000007 \text{ dm}^3 \text{ --- } 1,880064 \cdot 10^7 \\ 22,4 \text{ dm}^3 \text{ --- } \times 3 \end{array}$$

$$X_3 = \frac{22,4 \text{ dm}^3 \cdot 1,880064 \cdot 10^7 \text{ cz. } \alpha}{0,000007 \text{ dm}^3} = 6,0162048 \cdot 10^{23}$$

stała Avogadra

tworzę odpowiednicę proporcje

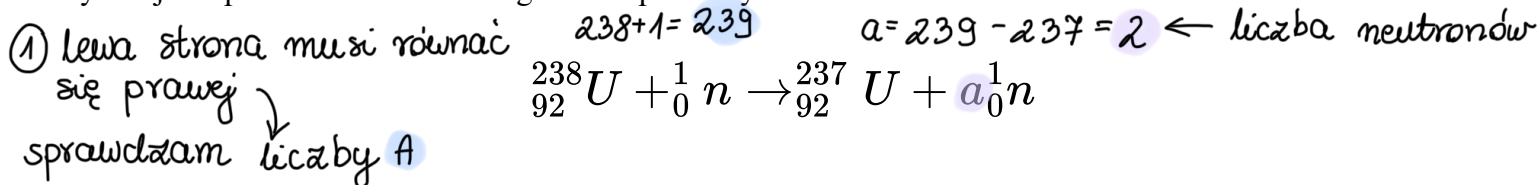
Korzystam z zależności  
 $1 \text{ mol gazu} = 22,4 \text{ dm}^3$   
(w warunkach normalnych = treść zadania)  
 $\rightarrow$  wyliczone  $1,880064 \cdot 10^{17}$  jest dla  $7 \text{ mm}^3$  helu (gazu)



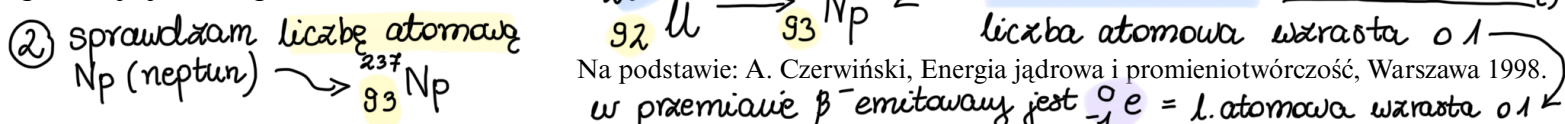
## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Maj 2020, Poziom rozszerzony (Formuła 2007) - Zadanie 3. (2 pkt)

Najtrwalszym izotopem neptunu jest izotop o liczbie masowej równej 237 i okresie półtrwania  $\tau = 2,2 \cdot 10^6$  lat. Otrzymuje się go przez napromieniowanie izotopu uranu o liczbie masowej 238 neutronami o dużej energii kinetycznej. Ta przemiana zachodzi zgodnie z poniższym schematem.



W jej wyniku powstaje nietrwały izotop uranu o liczbie masowej  $A = 237$ . Jądro U-237 ulega rozpadowi – powstaje jądro Np-237.

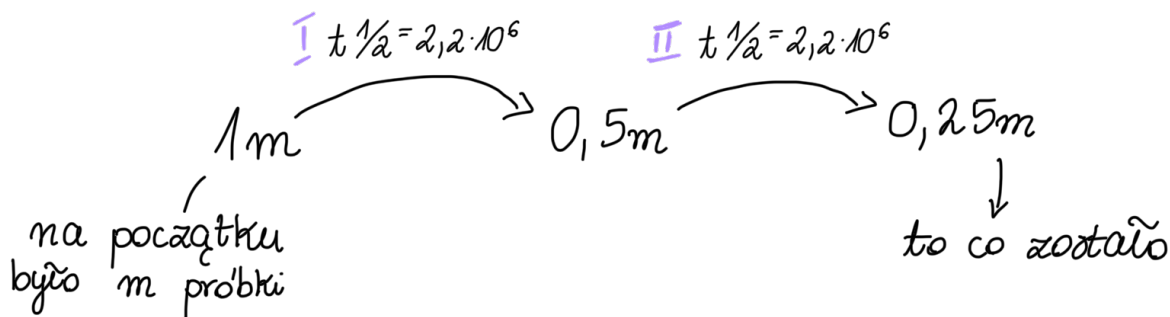


3.1. (1 pkt) Uzupełnij poniższe zdania, tak aby powstała informacja prawdziwa: wybierz i podkreśl wartość współczynnika  $a$  (liczbę neutronów) w równaniu przemiany izotopu uranu o liczbie masowej 238 oraz typ przemiany, której ulega izotop uranu o liczbie masowej 237.

Współczynnik  $a$  w równaniu przemiany izotopu uranu o liczbie masowej 238 jest równy (1 / 2 / 3). Izotop uranu o liczbie masowej 237 ulega przemianie ( $\alpha$  /  $\beta^-$  /  $\gamma$ ).

3.2. (1 pkt) Oblicz, po ilu latach z próbki izotopu neptunu Np-237 o masie równej  $m$  pozostanie próbka zawierająca  $0,25m$  tego izotopu.

① obliczam ile okresów półtrwania było:



2 okresy  $t_{1/2} = 2 \cdot 2,2 \cdot 10^6 = 4,4 \cdot 10^6$

po tylu latach zostaje 0,25m próbki



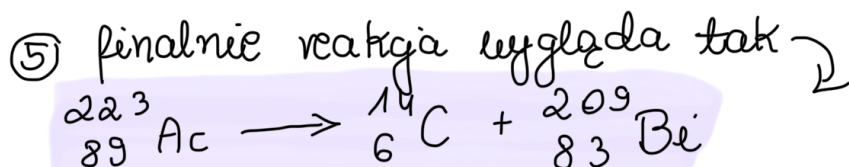
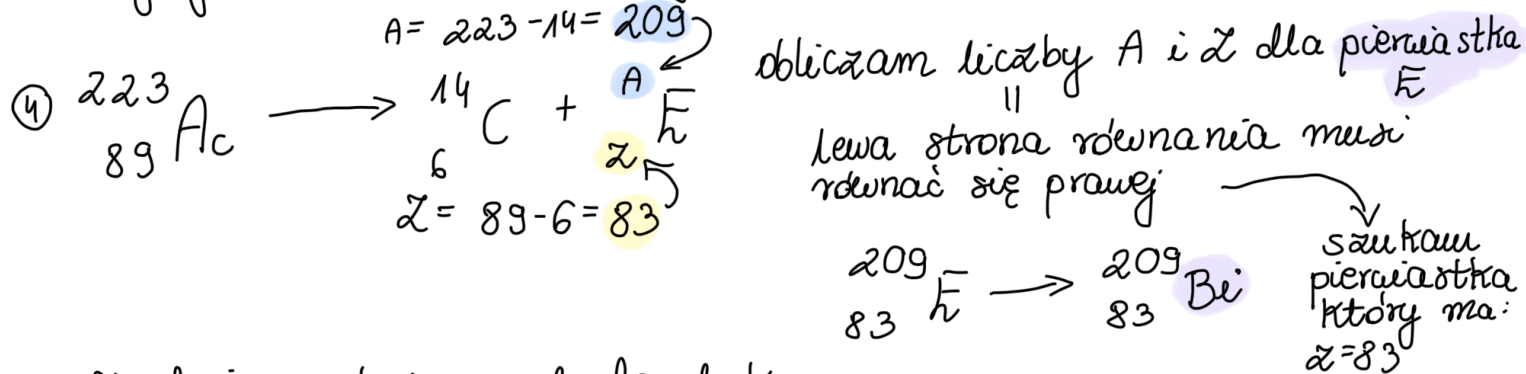
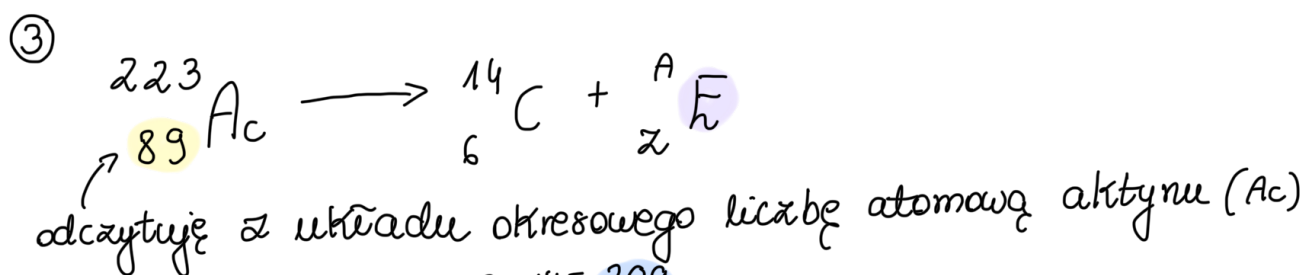
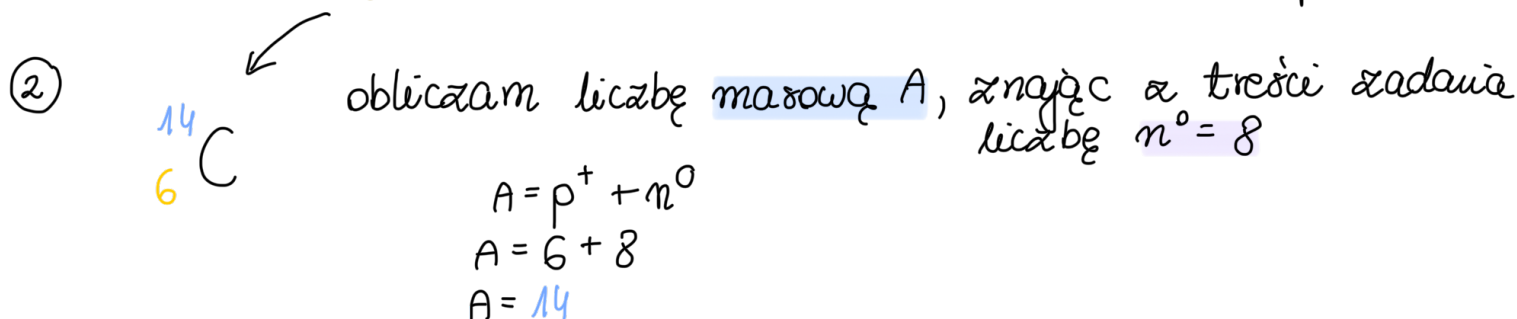
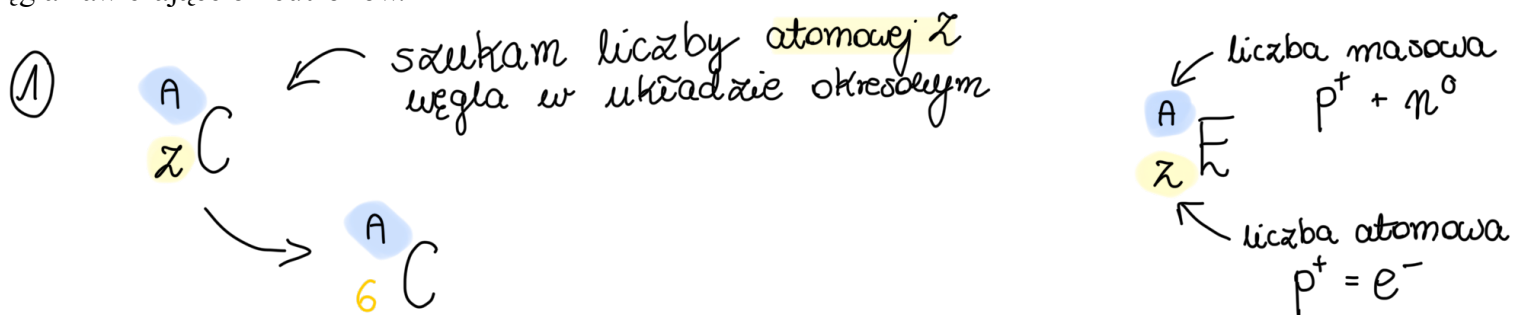
## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Informator CKE, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 5. (1 pkt)

Promieniotwórczość ciężkojonowa to szczególny i rzadki rodzaj promieniotwórczości. Polega na emisji z ciężkiego jądra atomowego jąder atomów lekkiego pierwiastka. Równania takich rozpadów promieniotwórczych zapisuje się zgodnie z zasadami zachowania: ładunku elektrycznego jąder oraz liczby nukleonów.

Na podstawie: W.D. Loveland, D.J. Morrissey, G.T. Seaborg, Modern Nuclear Chemistry, Willey-Interscience, 2006

Napisz równanie rozpadu jądra promieniotwórczego izotopu Ac-223, z którego jest emitowane jądro izotopu węgla zawierające 8 neutronów.





## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Maj 2019, Poziom rozszerzony (Formuła 2007) - Zadanie 3. (2 pkt)

Radon jest pierwiastkiem promieniotwórczym, którego najbardziej rozpowszechniony izotop to  $^{222}\text{Rn}$ . W przyrodzie powstaje on bezpośrednio z rozpadu  $^{226}\text{Ra}$ . Okres półtrwania  $^{222}\text{Rn}$  jest równy 3,8 dnia, a inne izotopy tego pierwiastka są jeszcze mniej trwałe, więc wykazuje on dużą aktywność promieniotwórczą.

Na podstawie: J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, Tablice chemiczne, Gdańsk 2002.

3.1. (1 pkt) Zawartość radonu w powietrzu pobranym z kopalni wynosi  $4 \cdot 10^{13}$  atomów  $^{222}\text{Rn}$  w  $1 \text{ m}^3$ . Oblicz, po jakim czasie zawartość radonu zmaleje do  $5 \cdot 10^{12}$  atomów  $^{222}\text{Rn}$  w  $1 \text{ m}^3$ .

① zamieniam jedną z wartości:  $5 \cdot 10^{12}$  i  $4 \cdot 10^{13}$  aby miały te same potęgi  
 ② sprawdzam ilość okresów  $t_{1/2}$  jaka upłynęła

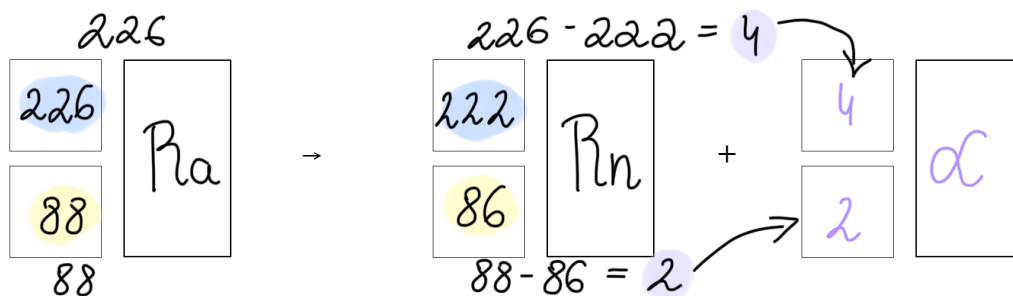
mp.  $4 \cdot 10^{13}$   
 $40 \cdot 10^{12}$  ← zmniejszam potęgę przesuwając przecinek w prawo następnie wypełniam tę lukę zerem

$40 \cdot 10^{12}$   $\xrightarrow[3,8 \text{ dnia}]{\text{I } t_{1/2}}$   $20 \cdot 10^{12}$   $\xrightarrow[3,8 \text{ dnia}]{\text{II } t_{1/2}}$   $10 \cdot 10^{12}$   $\xrightarrow[3,8 \text{ dnia}]{\text{III } t_{1/2}}$   $5 \cdot 10^{12}$

początkowa zawartość Rn pozostała zawartość Rn

③ obliczam po jakim czasie  $40 \cdot 10^{12}$  rozpadnie się do  $5 \cdot 10^{12}$   
 3 okresy  $t_{1/2} \cdot 3,8 \text{ dnia} = 11,4 \text{ dni}$

3.2. (1 pkt) Napisz równanie reakcji powstawania  $^{222}\text{Rn}$  z  $^{226}\text{Ra}$ . Uzupełnij wszystkie pola w poniższym schemacie.



① wypiszę informacje z zadania + szukam w układzie okresowym liczb atomowych  $^{226}_{88}\text{Ra}$  i  $^{222}_{86}\text{Rn}$

② lewa strona musi równać prawej  $\Rightarrow$  sprawdzam wartości liczb: masowej (A) i atomowej (Z) po obu stronach równania

$\begin{array}{c} 4 \\ 2 \end{array} \alpha$  ← wyliczam co będzie w ostatnim polu



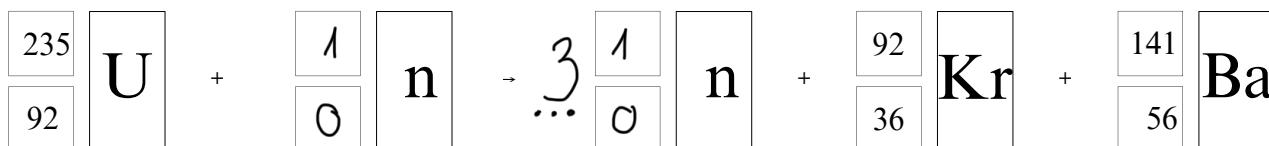
## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Maj 2025, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 2. (2 pkt)

Niektóre ciężkie jądra ulegają reakcjom rozszczepienia. Takie jądra bombardowane neutronami ulegają podziałowi na dwa lżejsze fragmenty. Tej przemianie towarzyszy emisja dwóch lub trzech neutronów.

Na podstawie: A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, Warszawa 2018.

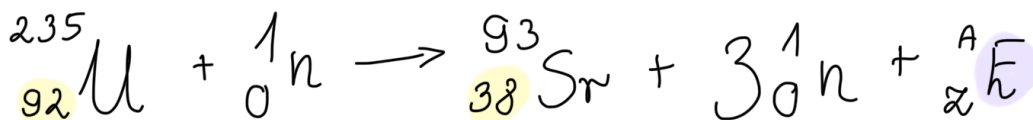
2.1. (0–1) W jednej z reakcji rozszczepienia jąder  $^{235}\text{U}$  powstają  $^{92}\text{Kr}$  oraz  $^{141}\text{Ba}$ . Uzupełnij schemat tak, aby otrzymać równanie opisanej przemiany, która prowadzi do powstania jąder kryptonu i baru.



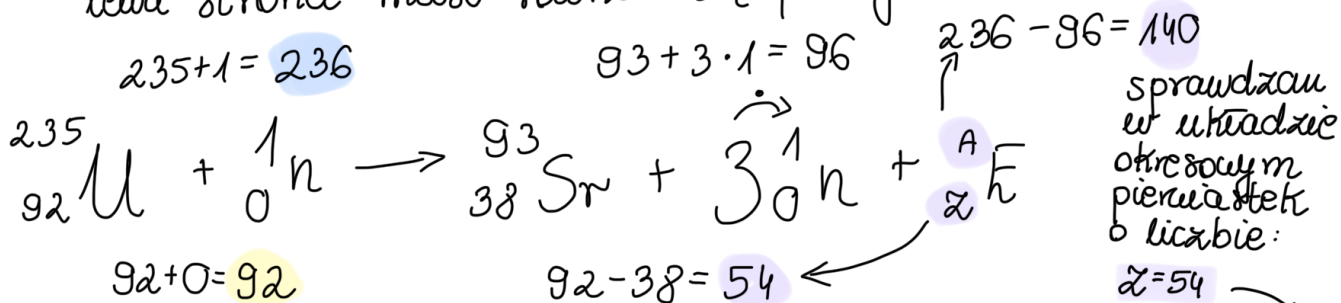
2.2. (0–1) Uzupełnij zdania. Zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Jeżeli po pochłonięciu jednego neutronu przez jądro  $^{235}\text{U}$  następuje jego rozszczepienie, w wyniku którego powstaje jądro  $^{93}\text{Sr}$  i są emitowane 3 neutrony, to równocześnie tworzy się jądro ( $^{139}\text{I}$  /  $^{140}\text{Xe}$  /  $^{140}\text{Ba}$ ). Wśród jąder biorących udział w tej przemianie większy stosunek liczby neutronów do liczby protonów ma jądro ( $^{235}\text{U}$  /  $^{93}\text{Sr}$ ).

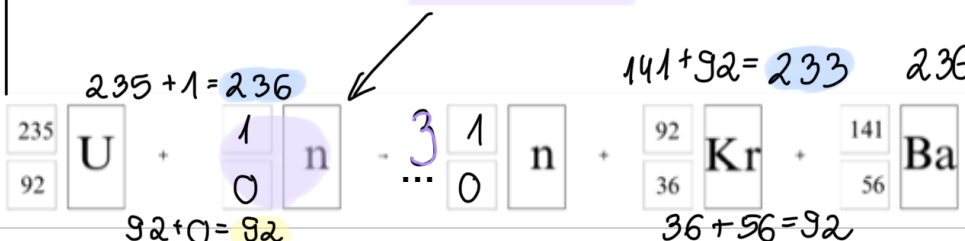
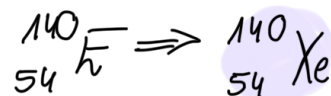
① wypisuję informację z zadania + sprawdzam w układzie okresowym liczby atomowe  $Z$  wanu ( $^{235}\text{U}$ ) i strontu ( $^{93}\text{Sr}$ )



② wyliczam wartości liczb: masowej  $A$  i atomowej  $Z$  dla pierwiastka  $\text{X}$   
= lewa strona musi równać się prawej stronie



① z treści zadania wiadomo, że jądro  $^{235}\text{U}$  było bombardowane neutronami



← aby liczba masowa po obu stronach równania się zgadzała po prawej stronie muszą być 3 neutrony



## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Czerwiec 2024, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 1. (3 pkt)

Liczba atomowa pierwiastka X jest dwa razy większa od liczby atomowej rutenu (Ru). Liczba neutronów w jądrze pewnego izotopu pierwiastka X jest równa liczbie masowej izotopu baru, w którego jądrze znajduje się 81 neutronów. Z tego izotopu pierwiastka X w ciągu rozpadów  $\alpha$  i  $\beta^-$  powstaje nietrwały izotop ołowiu zawierający w jądrze 127 neutronów. Ten izotop ulega następnie przemianie w trwały izotop  $^{209}\text{Bi}$ .

$A$  ← liczba masowa  $n^0 + p^+$   
 $Z$  ← liczba atomowa  $p^+ = e^-$

1.1. (0-1) Uzupełnij tabelę. Wpisz wartość liczby atomowej i symbol pierwiastka X oraz wartość liczby masowej opisanego izotopu pierwiastka X.

① szukam w układzie okresowym liczby z rutenu  
→  $^{A}_{44}\text{Ru}$   
dwa razy większa  
 $2 \cdot 44 = 88$

liczba atomowa	symbol pierwiastka	liczba masowa
88	Ra	225

② szukam liczby A izotopu baru

→  $^{56}_{81}\text{Ba}$   
liczba atomowa z u. okresowego  $p^+ = e^-$   
 $A = 56 + 81 = 137$   
liczba  $n^0$  radu  
wyznaczam liczbę A radu  
 $A = 137 + 88 = 225$

szukam pierwiastka o  $A=88$  w układzie okresowym →  $^{A}_{88}\text{Ra}$  (rad)

1.2. (0-1) Uzupełnij tabelę. Wpisz liczbę przemian  $\alpha$  i  $\beta^-$  zachodzących podczas powstawania izotopu ołowiu z opisanego izotopu pierwiastka X.

①  $^{225}_{88}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha \beta^-} ^A_Z\text{Pb}$   
szukam liczby atomowej ołowiu  
 $Z = 82$   
obliczam liczbę masową

liczba przemian $\alpha$	liczba przemian $\beta^-$
4	2

③ podczas przemiany  $\alpha$

4  $\alpha$  ← liczba masowa zmniejsza się o 4  
 $16 : 4 = 4$   
4 przemiany  $\alpha$

④ przemiana  $\alpha$  zmniejsza liczbę atomową o 2  
 $4 \alpha + \frac{A-4}{Z-2}$

$A = p^+ + n^0 = 82 + 127 = 209$   
z informacji wprowadzającej

② obliczam o ile zmieniły się liczby

$225 - 209 = 16$       $88 - 82 = 6$

$82 - 80 = 2$   
aby l. atomowa wzrosła z 80 do 82  
zachodzą 2 przemiany  $\beta^-$   
musi dojść odpowiednia liczba przemian  $\beta^-$

przemiana  $\alpha$   
 $4 \cdot (-2) = -8$   
 $88 + (-8) = 80$  nie zgadza się

$^{88}\text{Ra}$  = początkowa liczba Z  
 $^{82}\text{Pb}$  = końcowa liczba Z  
przemiana  $\beta^-$  zwiększa liczbę atomową o 1  
 $^{-1}e + \frac{A}{Z+1}$

1.3. (0-1) Napisz równanie - opisaną w informacji - przemiany izotopu ołowiu w izotop bizmutu. Uzupełnij wszystkie pola w poniższym schemacie.

① szukam w układzie okresowym liczby z bizmutu  
 $Z = 83$



② z informacji wprowadzającej liczba A ołowiu = 209  
 $209 - 0 = 209$

② lewa strona musi równać się prawej =  $^{-1}e$  będzie po prawej aby wyrównać liczby atomowe



## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Czerwiec 2024, Poziom rozszerzony (Formuła 2015) - Zadanie 1. (3 pkt)

Dwa pierwiastki E i X tworzą jony  $E^+$  i  $X^-$  o takiej samej konfiguracji elektronowej  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  (stan podstawowy). W atomie jednego z trwałych izotopów pierwiastka E liczba nukleonów jest o 20 większa od liczby protonów.

$$\hookrightarrow p^+ + n^0 \Rightarrow \text{liczba masowa } A$$

1.1. (0-1) Uzupełnij poniższy schemat. Wpisz w odpowiednie pola symbol pierwiastka E, jego liczbę atomową oraz liczbę masową opisanego izotopu.

①  $E^+ \leftarrow$  + oznacza, że pierwiastek ma brakująco  $1e^-$

normalnie miałyby  $1e^-$  więcej

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

39	
19	K

②  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 = 19e^-$   
konfiguracja potasu (K)

liczba A jest większa o 20  
 $19 + 20 = 39$

$A \leftarrow$   
K  
19  
 $p^+ = e^-$

1.2. (0-1) Napisz fragment konfiguracji elektronowej atomu X w stanie podstawowym opisujący rozmieszczenie elektronów walencyjnych na orbitalach. Zastosuj graficzny (klatkowy) zapis konfiguracji elektronowej. W zapisie uwzględnij numer powłoki i symbole podpowłok.

①  $X^- \leftarrow$  - oznacza, że pierwiastek ma nadmiarowo  $1e^-$

normalnie miałyby  $1e^-$  mniej

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$   
konfiguracja chloru (Cl)

szereg walencyjne  $3s^2$  i  $3p^5$

$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$
$3s^2$	$3p^5$		

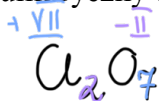
1.3. (0-1) Pierwiastek E przyjmuje w związkach chemicznych jeden stopień utlenienia, a pierwiastek X tworzy związki, w których występuje na różnych stopniach utlenienia. Określ charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy, amfoteryczny, obojętny) tlenku pierwiastka E. Napisz wzór sumaryczny tlenku pierwiastka X, w którym ten pierwiastek przyjmuje najwyższy stopień utlenienia.

$$E = \text{potas (K)}$$

Charakter chemiczny tlenku pierwiastka E: zasadowy

1 grupa w układzie okresowym tworzy tlenki zasadowe  
tylko  $1e^-$  walencyjny, który łatwo oddaje

Wzór sumaryczny tlenku pierwiastka X na najwyższym stopniu utlenienia:



tlen w związkach przyjmuje zazwyczaj stopień  $-II$

zazwyczaj jest to numer grupy (13-17 minus 10)

wynika to z maksymalnej ilości  $e^-$  jakie może oddać (lub stracić) pierwiastek z ostatniej powłoki

$$Cl \rightarrow 17 \text{ grupa } -10 \Rightarrow \text{max } +VII$$



## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Maj 2024, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 2. (2 pkt)

Znanych jest kilkadziesiąt izotopów galu, które powstają w różnych reakcjach jądrowych, ale tylko nieliczne z nich są trwałe. Promieniotwórcze izotopy galu zwykle ulegają rozpadowi  $\beta^-$ , jeżeli mają nadmiar neutronów, lub innym przemianom – przy niedomiarze neutronów.

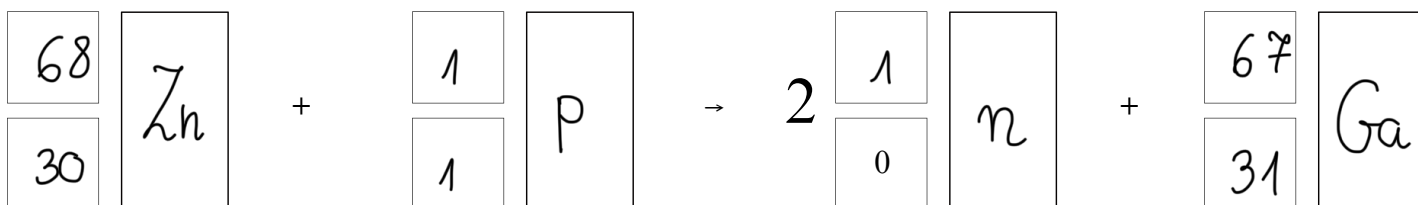
2.1. (0–1) Izotop galu o liczbie masowej równej 72 ulega rozpadowi  $\beta^-$ . Uzupełnij poniższy schemat. Wpisz symbol pierwiastka, którego izotop powstaje w wyniku opisanej przemiany, oraz liczbę masową tego izotopu.

① podczas przemiany  $\beta^-$  emitowany jest  ${}_{-1}^0e$   
 zwiększa się tylko liczba atomowa o 1; liczba masowa nie zmienia się

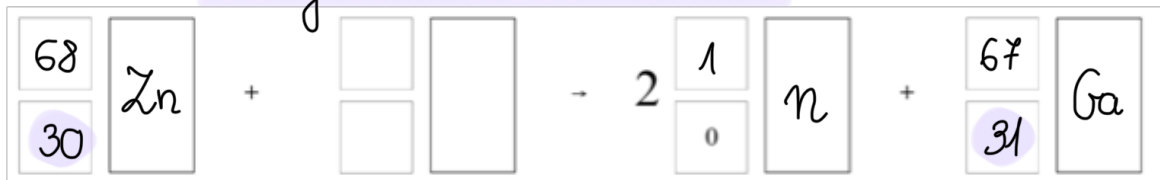
② sprawdzam w układzie okresowym liczbę atomową galu + pierwiastka z liczbą o 1 większą

$${}_{31}^{72}\text{Ga} \rightarrow {}_{-1}^0e + {}_{A+1}^{72}\text{X} \Rightarrow {}_{32}^{72}\text{Ge}$$

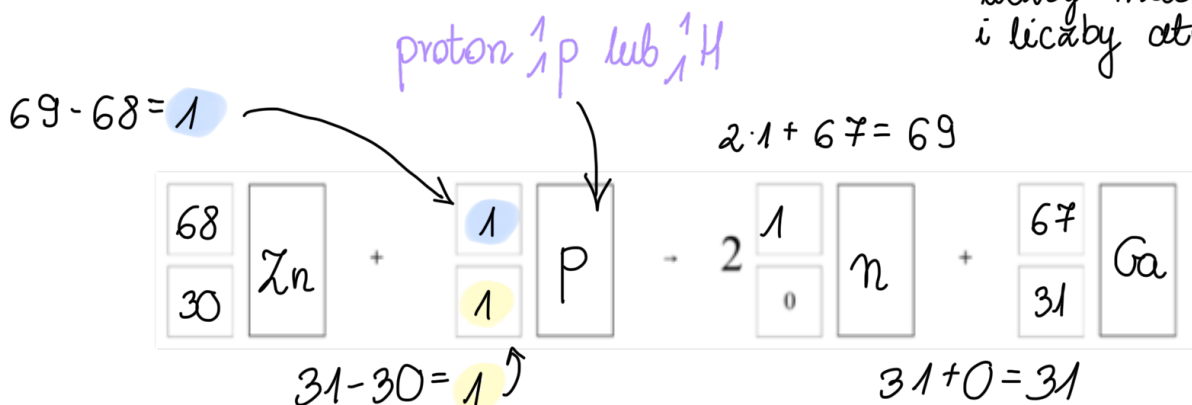
2.2. (0–1) Izotop  ${}^{67}\text{Ga}$  otrzymuje się w wyniku bombardowania izotopu cynku  ${}^{68}\text{Zn}$  pewnymi cząstkami. W reakcji jednego jądra  ${}^{68}\text{Zn}$  z jedną taką cząstką powstają dwa neutrony i jedno jądro  ${}^{67}\text{Ga}$ . Napisz równanie opisanej przemiany, której ulega jądro izotopu  ${}^{68}\text{Zn}$ . Uzupełnij wszystkie pola w poniższym schemacie.



① uzupełniam schemat o informacje z treści zadania + szukam liczby atomowej Ga i Zn w układzie okresowym



② lewa strona musi się równać prawej → sprawdzam liczby masowe A i liczby atomowe Z

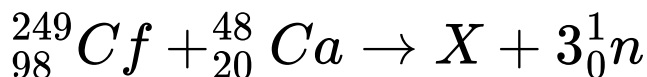




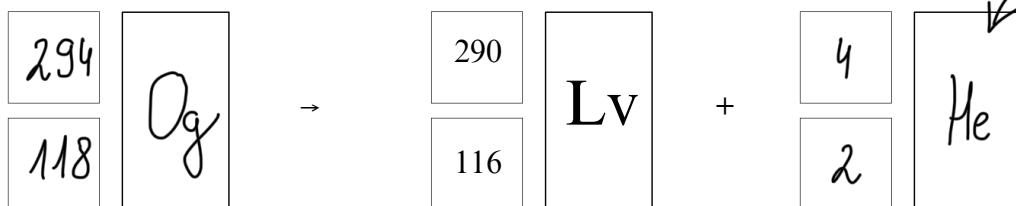
## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Maj 2023, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 2. (1 pkt)

Aby otrzymać superciężkie jądra pierwiastków z końca 7. okresu, kaliforn  $^{249}\text{Cf}$  bombardowano jonami izotopu wapnia  $^{48}\text{Ca}$ . Podczas jednego z eksperymentów zarejestrowano przemianę:

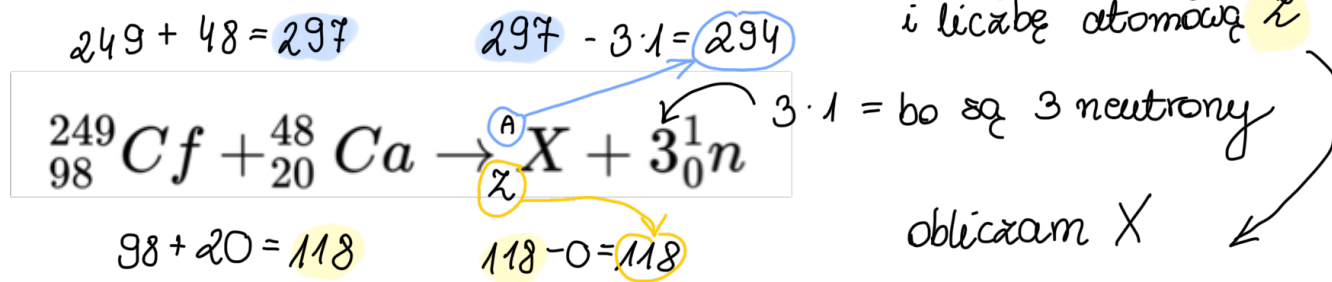


Powstałe jądro X uległo rozpadowi, którego głównym produktem był liwermor  $^{290}\text{Lv}$ . Napisz równanie reakcji rozpadu, której uległo jądro pierwiastka X. Uzupełnij wszystkie pola w poniższym schemacie.



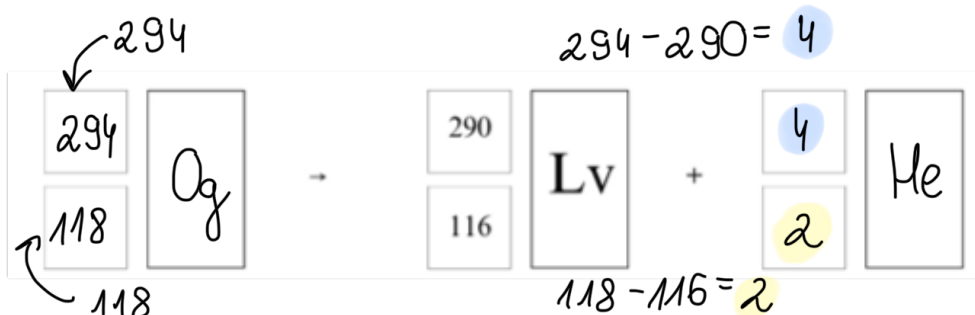
opcjonalnie  
można napisać  
 $^4_2\alpha$

① lewa strona musi się równać prawej → sprawdzam liczbę masową A i liczbę atomową Z



sprawdzam jaki pierwiastek w układzie okresowym ma  $A = 118$

②  $X = ^{294}_{118}\text{Og}$  wpisuję do schematu, następnie sprawdzam czy lewa = prawa



obliczam wartości liczb: A i Z dla pozostałego jądra

stąd wiem, że była to przemiana  $^4_2\text{He} = ^4_2\alpha$

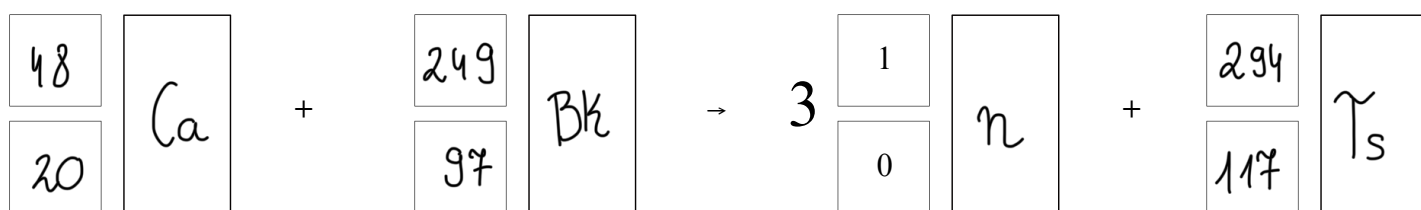


## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Arkusz pokazowy CKE Marzec 2022, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 5. (1 pkt)

Tenes – pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej  $Z = 117$  – otrzymano w reakcji jądrowej między  $^{48}\text{Ca}$  i  $^{249}\text{Bk}$ . W tym procesie powstały dwa izotopy tenesu, przy czym reakcji tworzenia jądra jednego z tych izotopów towarzyszyła emisja 3 neutronów. Ten izotop ulegał dalszym przemianom: w wyniku kilku kolejnych przemian  $\alpha$  otrzymano dubn –  $^{270}\text{Db}$ . Napisz równanie reakcji otrzymywania opisanego izotopu tenesu – uzupełnij wszystkie pola w poniższym schemacie. Napisz, w wyniku ilu przemian  $\alpha$  ten izotop tenesu przekształcił się w  $^{270}\text{Db}$ .

Otrzymywanie izotopu tenesu:



Liczba przemian  $\alpha$ : ..... 6

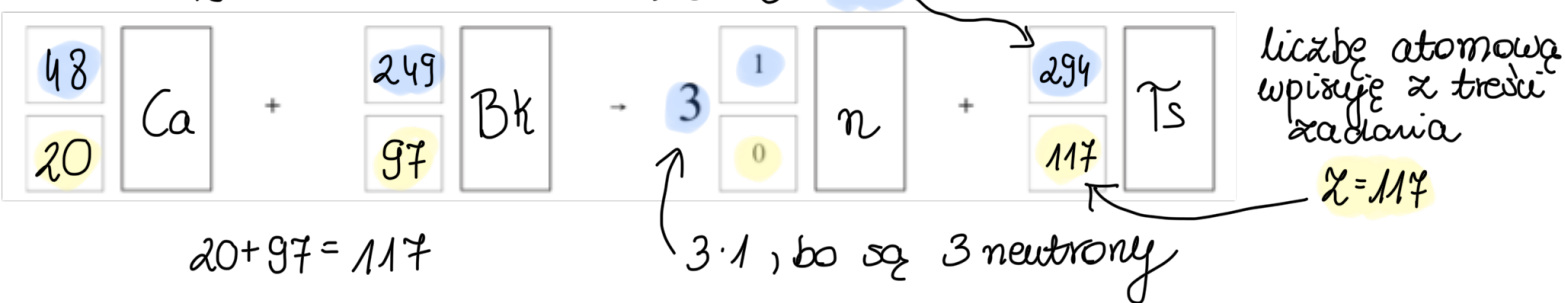
① wpisuję z treści zadania jakie pierwiastki biorą udział w tej reakcji jądrowej  $\rightarrow$   $^{48}\text{Ca}$  i  $^{249}\text{Bk}$   $\rightarrow$  sprawdzam ich liczby atomowe  $Z$  w układzie okresowym

$^{48}_{20}\text{Ca}$      $^{249}_{97}\text{Bk}$

② lewa strona musi się równać prawej  $\rightarrow$  sprawdzam liczbę masową  $A$

$$48 + 249 = 297$$

$$297 - 3 = 294$$



③ sprawdzam różnicę między liczbami  $A$  i  $Z$  obu pierwiastków

$$^{294}_{117}\text{Ts} \xrightarrow{\alpha} ^{270}_{105}\text{Db}$$

$$294 - 270 = 24$$

$$117 - 105 = 12$$

$24 : 4 = 6$

$12 : 2 = 6$

w tej przemianie emitowana jest cząstka  $^4_2\alpha$

wynik to liczba przemian  $\alpha$

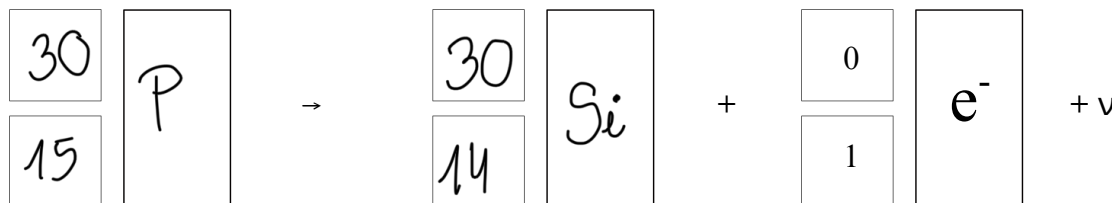
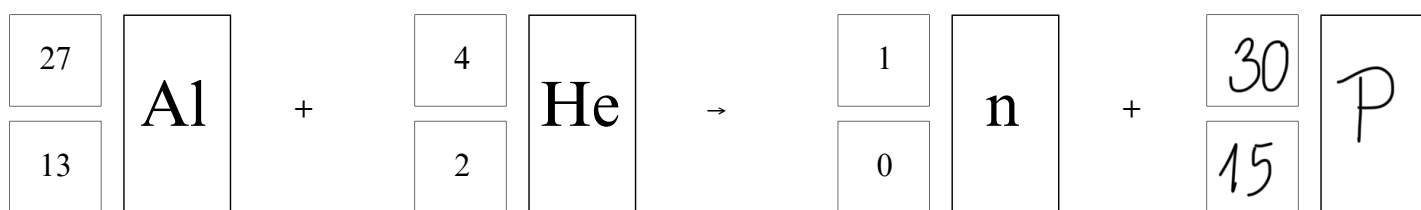


## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

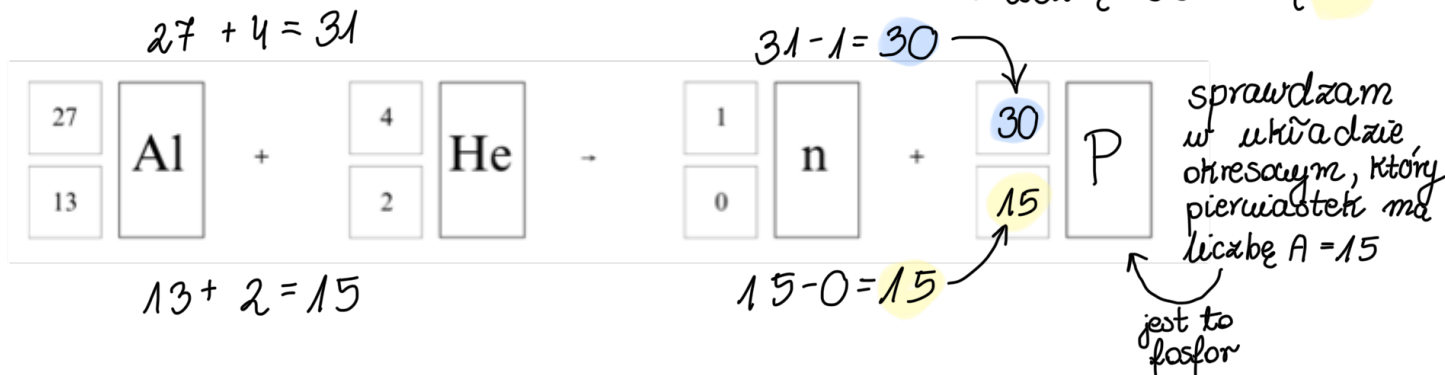
źródło: CKE, Informator CKE, Poziom rozszerzony (Formuła 2023) - Zadanie 4. (1 pkt)

Podczas bombardowania folii aluminiowej cząstkami alfa zachodzą procesy jądrowe z równoczesną emisją pozytonów i neutronów. Stwierdzono, że przemiana jest dwuetapowa: w pierwszej reakcji jądrowej powstają niestabilne jądro i neutron, a potem następuje rozpad  $\beta^+$  tego niestabilnego jądra, któremu towarzyszy emisja neutrino  $\nu$ .

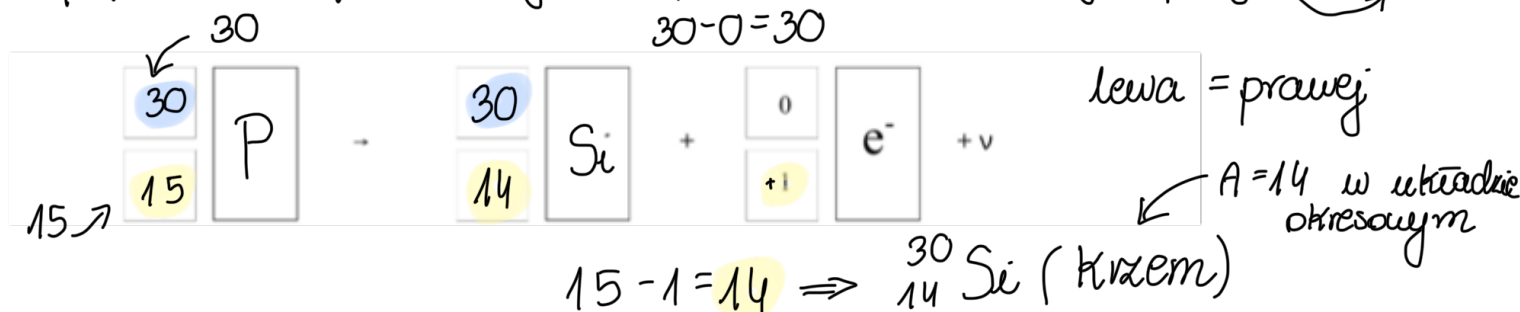
Napisz równania opisanej przemiany jądrowej. Uzupełnij emisja poniższe schematy.



① lewa strona musi się równać prawej  $\rightarrow$  sprawdzam liczbę masową  $A$  i liczbę atomową  $Z$



② fosfor następnie ulega rozpadowi  $\beta^+$  = emisja pozytonu  ${}^0_+1\text{e}$

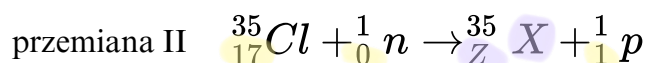
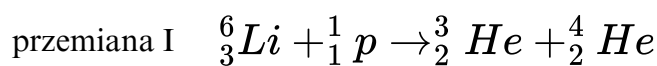




## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Czerwiec 2019, Poziom rozszerzony (Formuła 2015) - Zadanie 1. (3 pkt)

Wśród sztucznych przemian jądrowych można wyróżnić reakcje, które są następstwem bombardowania stabilnych jąder nukleonami. Poniżej przedstawiono równanie takiej reakcji (przemiana I), a drugą – opisano schematem (przemiana II).



gdzie Z oznacza liczbę atomową pierwiastka X.

① lewa strona musi się równać prawej  
||  
sprawdzam  
liczby atomowe Z

$Z = 17 - 1 = 16 \Rightarrow {}^{35}_{16}\text{S}$  (siarka) ← szukam w układzie okresowym pierwiastka  $Z=16$

Na podstawie: J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, Tablice chemiczne, Gdańsk 2015.

W równaniach tych przemian bilansuje się oddzielnie liczby atomowe i oddzielnie liczby masowe. Ich sumy po obu stronach równania muszą być sobie równe.

1.1. (0–1) Uzupełnij poniższą tabelę – wpisz symbol chemiczny pierwiastka X, symbol bloku konfiguracyjnego, do którego należy pierwiastek X, liczbę elektronów walencyjnych w atomie pierwiastka X oraz najniższy stopień utlenienia, który przyjmuje ten pierwiastek w związkach chemicznych.

$e^-$  znajdujące się na  $3s^2$  i  $3p^6$

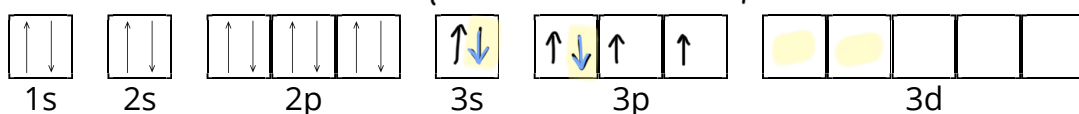
tyle brakuje jej  $e^-$  do oktetu = tyle musi przyjąć

symbol pierwiastka	symbol bloku	liczba elektronów walencyjnych	najniższy stopień utlenienia
S	p	6	-II

1.2. (0–1) Elektrony w atomie mogą absorbować energię i zajmować wyższe poziomy energetyczne. Atom może znaleźć się wtedy w takim stanie wzbudzonym, w którym wszystkie elektrony podpowłok walencyjnych będą niesparowane.

Uzupełnij poniższe schematy, tak aby przedstawiały zapis konfiguracji elektronowej atomu pierwiastka X w stanie podstawowym oraz w stanie wzbudzonym, w którym wszystkie elektrony walencyjne są niesparowane i należą do powłoki trzeciej.

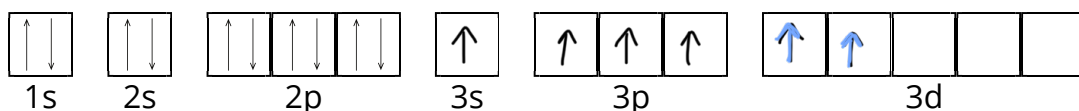
Konfiguracja elektronowa w stanie podstawowym



6e<sup>-</sup> walencyjnych

siarka  
przenocam sparowane po 2e<sup>-</sup> w jednym orbitalu  
↑↓ ↑↑ ...  
na kolejne

Konfiguracja elektronowa w stanie wzbudzonym



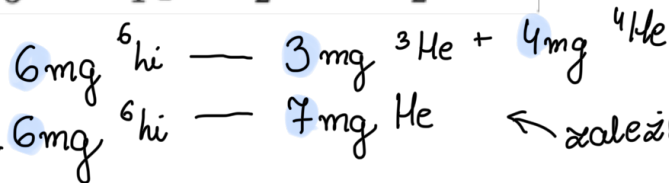
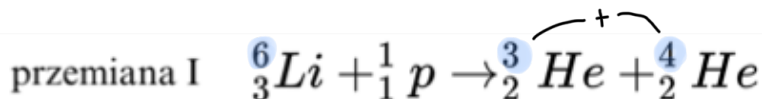


## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Czerwiec 2019, Poziom rozszerzony (Formuła 2015) - Zadanie 1. (3 pkt)

1.3. (0–1) Oblicz, ile miligramów obu izotopów helu powstałoby łącznie ze 100 miligramów izotopu litu  ${}^6\text{Li}$  w wyniku przemiany I, gdyby proces przebiegał z wydajnością równą 100%. Przyjmij, że wartości masy atomowej poszczególnych izotopów są równe ich liczbom masowym.

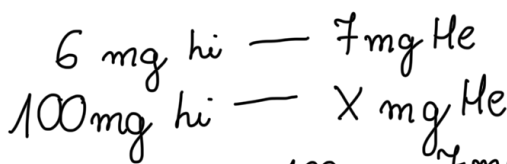
czyli  ${}^6\text{Li}$  6 mg  ${}^6\text{Li}$  //



zależność między masą atomową helu i litu

z reakcji wiadomo, że z 6 mg litu powstaje 7 mg helu ( ${}^3\text{He} + {}^4\text{He}$ ) a chcemy wiedzieć ile powstaje z 100 mg

układam proporcje



$$X = \frac{100\text{ mg} \cdot 7\text{ mg}}{6\text{ mg}} = 116,6666667$$

zaokrąglam  $\approx 117\text{ mg He}$

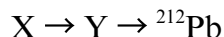
ze 100 mg litu powstanie 117 mg helu



## PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

źródło: CKE, Matura Maj 2019, Poziom podstawowy (Formuła 2007) - Zadanie 2. (2 pkt)

Promieniotwórczy izotop pierwiastka X uległ przemianom  $\alpha$ , której produktem jest między innymi pewien izotop pierwiastka Y. W wyniku emisji cząstki  $\alpha$  z jądra tego izotopu pierwiastka Y powstał izotop ołowiu o liczbie masowej 212. Opisane przemiany zilustrowano poniższym schematem.

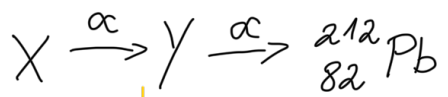


Na podstawie: J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, Tablice chemiczne, Gdańsk 2002.

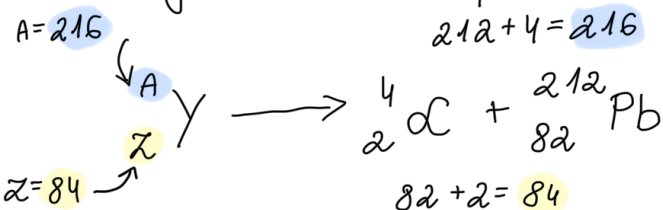
Na podstawie podanych informacji, ustal symbol i liczbę atomową pierwiastka X oraz liczbę masową i liczbę neutronów opisanego izotopu pierwiastka X. Uzupełnij tabelę.

symbol pierwiastka	liczba atomowa pierwiastka	liczba masowa izotopu	liczba neutronów
Rn	86	220	134

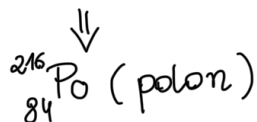
① szukam liczby atomowej Pb (ołów)  $\Rightarrow {}^{212}_{82}\text{Pb}$



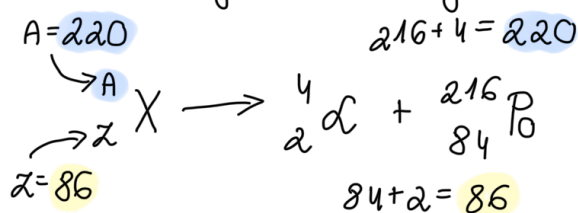
② zaczynam od rozpadu Y, bo znam powstałe jądro



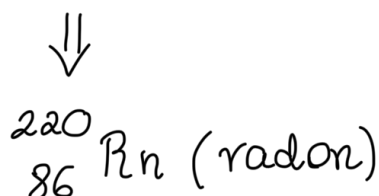
prawa strona musi się równać lewej  
 $h=P$



③ znając Y mogę znaleźć pierwiastek X  $\Rightarrow$  też ulega rozpadowi  $\alpha$



$h=P$



④ obliczam liczbę  $n^{\circ} = A - Z$   
 $n^{\circ} = 220 - 86 = \underline{\underline{134}}$