

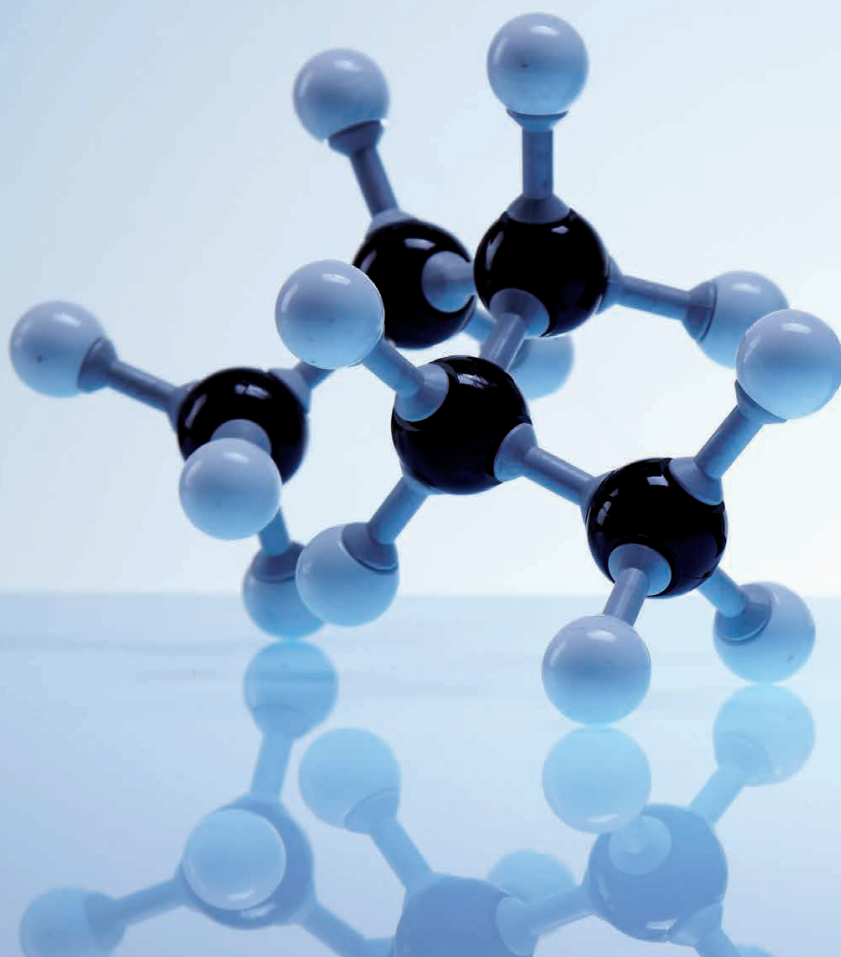
Piotr Kosztolowicz

Powtórka przed maturą

Chemia

Zadania

Zakres rozszerzony



Spis treści

Wstęp

Rozdział 1. Budowa atomów

Rozdział 2. Przemiany jądrowe

Rozdział 3. Struktura elektronowa atomu

Rozdział 4. Właściwości pierwiastków a położenie w tablicy Mendelejewa

Rozdział 5. Budowa i właściwości substancji chemicznych

Rozdział 6. Budowa cząsteczek

Rozdział 7. Bilansowanie równań reakcji

Rozdział 8. Mol

Rozdział 9. Równanie Clapeyrona

Rozdział 10. Stechiometria wzorów chemicznych

Rozdział 11. Ustalanie wzorów związków chemicznych

Rozdział 12. Stechiometria równań reakcji chemicznych

Rozdział 13. Mieszaniny

Rozdział 14. Stężenie procentowe roztworu

Rozdział 15. Stężenie molowe roztworu. Przeliczanie stężeń

Rozdział 16. Mieszanie roztworów

Rozdział 17. Rozpuszczalność substancji

Rozdział 18. Kinetyka chemiczna

Rozdział 19. Energia reakcji

Rozdział 20. Równowaga chemiczna

Rozdział 21. Entalpia reakcji. Prawo Hessa

Rozdział 22. Dysocjacja elektrolityczna, definicje kwasów i zasad

Rozdział 23. Reakcje jonowe

Rozdział 24. Elektrolity mocne i słabe. Prawo rozcieńczeń Ostwalda

Rozdział 25. Iloczyn rozpuszczalności

Rozdział 26. Ogniw elektrochemiczne

Rozdział 27. Elektroliza

Rozdział 28. Systematyka związków nieorganicznych

Rozdział 29. Pierwiastki bloku *s*

Rozdział 30. Pierwiastki bloku *p*

Rozdział 31. Pierwiastki bloku *d*

Rozdział 32. Węglowodory – budowa i nazewnictwo

Rozdział 33. Węglowodory – otrzymywanie, najważniejsze reakcje chemiczne

Rozdział 34. Węglowodory aromatyczne

Rozdział 35. Alkohole i fenole

Rozdział 36. Aldehydy i ketony

Rozdział 37. Kwasy karboksylowe

Rozdział 38. Organiczne związki azotu

Rozdział 39. Enancjomeria

Rozdział 40. Aminokwasy białkowe, białka

Rozdział 41. Sacharydy

Odpowiedzi do zadań

1

Budowa atomów

Przypomnienie wiadomości

SKŁADNIKI JĄDRA ATOMOWEGO

1. Atom składa się z jądra atomowego, umieszczonego w jego środku, i z elektronów, które poruszają się wokół jądra. Jądro atomowe jest ok. 100 000 razy mniejsze od całego atomu, ale za to skupia prawie całą jego masę. Elektrony są luźno związane z atomem. Atom może tracić lub pozyskiwać nowe elektrony, tworząc jony.

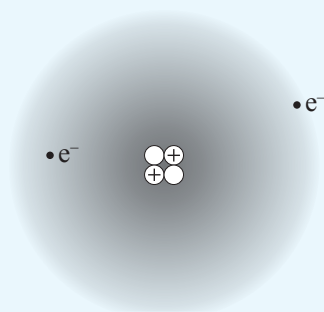
2. Jądro składa się z protonów i neutronów. Protony i neutrony nazywamy nukleonami. Protony mają dodatni ładunek elektryczny, a neutrony nie są naładowane elektrycznie. Elektrony mają ujemny ładunek elektryczny, równy co do wartości bezwzględnej ładunkowi protonu. W atomie liczba elektronów jest równa liczbie protonów. Atom jako całość jest elektrycznie obojętny.

Masa protonu jest prawie taka sama jak masa neutronu. Masa elektronu stanowi ok. $1/1840$ masy nukleonu.

Siły odpowiedzialne za trwałość jądra atomowego to siły jądrowe. Wiążą one składniki jądra atomowego i są to siły o dużej wartości, ale o krótkim zasięgu.

3. Liczba atomowa Z (liczba porządkowa) to liczba protonów w jądrze atomowym. Jest ona jednocześnie równa ładunkowi jądra atomowego.

Liczba masowa A jest to łączna liczba protonów i neutronów (nukleonów) w jądrze atomowym.



Rysunek 1. Model atomu helu

Rysunek przedstawia model atomu helu, którego jądro składa się z dwóch protonów i dwóch neutronów, a wokół jądra krążą dwa elektrony. Jest to atom o liczbie masowej 4 i liczbie atomowej 2. Ładunek jądra jest równy $+2$.

Tabela 1. Cząstki tworzące atom

Lp.	Cząstka	Oznaczenie	Masa
1.	Proton	${}^1_1\text{p}$	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0073 \text{ u}$
2.	Neutron	${}^1_0\text{n}$	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,0087 \text{ u}$
3.	Elektron	${}^0_{-1}\text{e}$	$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,486 \cdot 10^{-4} \text{ u}$

Ponadto zachodzą tu zależności:

$$m_p = 1836,15 m_e$$

$$m_n = 1838,68 m_e$$

ZBIORY ATOMÓW

1. Pierwiastek chemiczny to zbiór atomów o takiej samej liczbie atomowej. Atomy tego samego pierwiastka mogą się różnić między sobą liczbą neutronów w jądrze atomowym. Z określoną liczbą protonów w jądrze wiąże się symbol pierwiastka. Symbol H oznacza zawsze atom zawierający jeden proton w jądrze atomowym. Symbol He oznacza atom zawierający dwa protony w jądrze, symbol Li – trzy itd.

2. Odmiany tego samego pierwiastka o różnej liczbie neutronów w jądrze to izotopy. Atomy różnych izotopów tego samego pierwiastka zawierają tyle samo protonów w jądrze atomowym, ale różni je liczba neutronów. Izotopy pierwiastka mają takie same właściwości chemiczne, ale różnią się nieznacznie właściwościami fizycznymi.

3. Nuklid to atom o określonej liczbie atomowej (Z) i liczbie masowej (A), lub zbiór atomów o takim samym składzie jądra atomowego. Atomy tego samego nuklidu zawierają dokładnie tyle samo protonów i tyle samo neutronów.

Skład jądra atomowego nuklidu wyraża zapis ${}_Z^A\text{E}$, gdzie E – symbol pierwiastka, Z – liczba atomowa, A – liczba masowa.

Zachodzą tu następujące relacje:

$$\text{liczba protonów } n_p = Z$$

$$\text{liczba elektronów } n_e = Z$$

$$\text{liczba nukleonów } n_{\text{nukl}} = A$$

$$\text{liczba neutronów } n_n = A - Z$$

${}^{35}_{17}\text{Cl}$ i ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ to dwa izotopy chloru występującego w przyrodzie o nazwach: chlor-35 i chlor-37 (${}^{35}\text{Cl}$ i ${}^{37}\text{Cl}$). Pierwszy z nich zawiera 18, a drugi – 20 neutronów w jądrze. Atomy obu izotopów zawierają po 17 protonów i po 17 elektronów.

Nie wszystkie pierwiastki są mieszaniną izotopów. Wszystkie atomy glinu występujące w przyrodzie mają identyczny skład ${}^{27}_{13}\text{Al}$, a wszystkie atomy sodu ${}^{23}_{11}\text{Na}$; są więc nuklidami. Każdy izotop jest nuklidem (ma zawsze ściśle określony skład jądra), ale nie każdy nuklid jest izotopem. Pierwiastek sód jest nuklidem, ale nie jest izotopem.

Wodór jest jedynym pierwiastkiem, którego izotopy mają odrębne symbole i nazwy: wodór-1 to prot ${}^1_1\text{H}$, wodór-2 to deuter ${}^2_1\text{D}$, wodór-3 to tryt ${}^3_1\text{T}$. Tryt nie występuje w przyrodzie.

MASA ATOMOWA

1. Atomowa jednostka masy (jednostka masy atomowej) to masa równa 1/12 części masy atomu nuklidu ^{12}C . Jednostkę tę oznaczamy jako u .

Jądro atomu ^{12}C składa się z 12 nukleonów, więc 1 u jest w przybliżeniu równy średniej masie pojedynczego nukleonu w atomie węgla-12 (masa elektronów stanowi ułamek procenta masy atomu).

2. Masa atomowa nuklidu to masa jego atomu wyrażona w jednostkach u .

Ponieważ jednostka u jest w przybliżeniu równa masie nukleonu, to masy atomów wyrażają się liczbami, które po zaokrągleniu do wartości całkowitych są liczbowo równe liczbom masowym.

Uwaga: Liczba masowa nie jest tym samym co masa atomowa. Liczba masowa jest bezwymiarową liczbą naturalną i wyraża liczbę nukleonów. Masa atomowa jest liczbą wymiarną i ma jednostkę u . Zbieżność ich wartości po zaokrągleniu jest wynikiem sposobu w jaki zdefiniowano jednostkę masy atomowej.

3. Masa atomowa pierwiastka jest to średnia ważona mas atomowych izotopów, z których składa się pierwiastek. Skład izotopowy pierwiastków występujących w przyrodzie jest w miarę stabilny. Masa atomowa pierwiastka może być obliczona ze wzoru:

$$A_r(\text{E}) = \frac{\%E_1 \cdot A(E_1) + \%E_2 \cdot A(E_2) + \%E_3 \cdot A(E_3)}{100\%}$$

$\%E_1, \%E_2, \%E_3$ – procentowa zawartość poszczególnych izotopów

$A(E_1), A(E_2), A(E_3)$ – masy atomowe izotopów; wzór można uogólnić na dowolną liczbę izotopów.

Przykład

Naturalny krzem składa się z izotopów ^{28}Si (92,27%), ^{29}Si (4,68%) i ^{30}Si (3,05%). Po zaokrągleniu do wartości całkowitych masy atomowe tych izotopów są równe: 28 u , 29 u , 30 u . Masa atomowa krzemu wynosi więc:

$$A_r(\text{Si}) = \frac{92,27\% \cdot 28 \text{ u} + 4,68\% \cdot 29 \text{ u} + 3,05\% \cdot 30 \text{ u}}{100\%} = 28,1 \text{ u}$$

4. Masa cząsteczkowa jest to masa cząsteczki wyrażona w u . Masy cząsteczkowe związków i pierwiastków chemicznych obliczamy, sumując masy atomowe pierwiastków tworzących cząsteczkę. Na przykład masę cząsteczkową H_2SO_4 obliczymy:

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 \text{ u} + 32 \text{ u} + 4 \cdot 16 \text{ u} = 98 \text{ u}$$

5. Jednostkę u można przeliczać na jednostki makroskopowe, i odwrotnie, ale znane są jedynie przybliżone wartości odpowiednich przeliczników. Dla potrzeb rachunków wykonywanych w tej książce wystarczające są wartości przybliżone:

$$1 \text{ g} \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ u}$$

oraz

$$1 \text{ u} \approx 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

We wszystkich obliczeniach wartości mas atomowych będą zaokrąglone do wartości całkowitych, a masa protonu i neutronu będzie zaokrąglona do wspólnej wartości 1 u .

Przykładowe zadania

Zadanie 1.

Oblicz skład izotopowy miedzi, wiedząc, że naturalna miedź składa się z izotopów ^{63}Cu i ^{65}Cu , a jej masa atomowa jest równa 63,55 u.

Rozwiązanie

Procentową zawartość miedzi-63 w pierwiastku oznaczmy jako x . Aby obliczyć skład izotopowy miedzi, należy rozwiązać równanie:

$$\frac{63x + 65 \cdot (100\% - x)}{100\%} = 63,55$$

Po jego rozwiązaniu otrzymujemy: $x = 72,5\%$

Odpowiedź: Miedź-63 stanowi 72,5%, a miedź-65 stanowi 27,5% atomów tego pierwiastka.

Zadanie 2.

Oblicz masę atomu bizmutu-210 i wyraż ją w gramach.

Rozwiązanie

Masę atomową bizmutu szacujemy na podstawie liczby masowej $A_r(\text{Bi}) = 210$ u. Stosując odpowiedni współczynnik przeliczeniowy, otrzymujemy:

$$A_b(\text{Bi}) = A_r(\text{Bi}) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 210 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = \underline{3,486 \cdot 10^{-22} \text{ g}}$$

Zadanie 3.

Pewien pierwiastek chemiczny tworzy cząsteczki złożone z 6 atomów, a każda z nich ma masę $3,1872 \cdot 10^{-22} \text{ g}$. Jaki to pierwiastek?

Rozwiązanie

Obliczamy masę cząsteczkową pierwiastka. W tym celu jego masę wyrażoną w gramach przeliczamy na jednostki masy atomowej zgodnie ze wzorem:

$$M_r = M_b \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ u} = 3,1872 \cdot 10^{-22} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ u} = 191,9 \text{ u}$$

Na podstawie masy cząsteczkowej dokonujemy oszacowania masy atomowej:

$$A_r = \frac{M_r}{6} = \frac{191,9 \text{ u}}{6} \approx 32 \text{ u}$$

Odpowiedź: Tym pierwiastkiem jest siarka.

Zadanie 4.

Naturalny chlor i brom tworzą po 2 izotopy. Po reakcji bromu z chlorem powstają cząsteczki zawierające wszystkie możliwe kombinacje atomów tych izotopów. Cząsteczki o wzorze $^{79}\text{Br}^{37}\text{Cl}$ stanowią 12,625%, cząsteczki $^{81}\text{Br}^{35}\text{Cl}$ – 37,125%, a cząsteczki $^{79}\text{Br}^{35}\text{Cl}$ – 37,875% wszystkich cząsteczek tego związku.

Oblicz zawartość procentową cząsteczek $^{81}\text{Br}^{37}\text{Cl}$.

Oblicz na tej podstawie izotopowy skład procentowy tych pierwiastków.

Rozwiązanie

Lepiej posługiwać się ułamkami niż procentami. Oznaczmy ułamkowe zawartości izotopów jako $^{79}\text{Br} - q_1$, $^{81}\text{Br} - q_2$, $^{35}\text{Cl} - p_1$, $^{37}\text{Cl} - p_2$. Zachodzą zależności, $p_1 + p_2 = 1$, $q_1 + q_2 = 1$.

Zawartości cząsteczek będących poszczególnymi kombinacjami izotopów można wyrazić przez odpowiednie iloczyny, co najlepiej zilustrować w tabeli:

	^{79}Br	^{81}Br	suma
^{35}Cl	$p_1 q_1$	$p_1 q_2$	p_1
^{37}Cl	$p_2 q_1$	$p_2 q_2$	p_2
suma	q_1	q_2	1

Łatwo teraz dostrzec, że suma elementów w pierwszym wierszu jest równa p_1 , w drugim – p_2 , w pierwszej kolumnie – q_1 , a w drugiej kolumnie – q_2 .

Suma wszystkich elementów w tabeli jest równa 1.

Zawartość cząsteczek $^{81}\text{Br}^{37}\text{Cl}$ wynosi $x = 1 - (0,12625 + 0,37125 + 0,37875) = 0,12375$, czyli 12,375%.

Zawartości poszczególnych izotopów znajdziemy więc przez proste sumowanie elementów w wierszach i w kolumnach. Należy tu skorzystać z zależności $p_1 + p_2 = 1$ i $q_1 + q_2 = 1$. Wykonane obliczenia ukazuje tabel a:

	^{79}Br	^{81}Br	suma
^{35}Cl	0,37875	0,37125	0,75
^{37}Cl	0,12625	x	0,25
suma	0,505	0,495	1

Odpowiedź: $p_1 = 0,75$ (75%), $p_2 = 0,25$ (25%), $q_1 = 0,505$ (50,5%), $q_2 = 0,495$ (49,5%)

Zadania do samodzielnego rozwiązania

1. Dany jest zbiór atomów o nieznanym symbolach:

$$Z = \left\{ {}^2_1\text{X}, {}^4_2\text{X}, {}^{23}_{11}\text{X}, {}^4_3\text{X}, {}^{17}_8\text{X}, {}^{16}_8\text{X}, {}^3_1\text{X} \right\}$$

Wskaż zdania prawdziwe, które odnoszą się do tego zbioru.

- A) ${}^4_2\text{X}$ i ${}^4_3\text{X}$ są atomami tego samego pierwiastka.
- B) ${}^{17}_8\text{X}$ i ${}^{16}_8\text{X}$ to izotopy.
- C) ${}^6_3\text{X}$ i ${}^7_3\text{X}$ mają ten sam symbol chemiczny.

2. Dany jest zbiór nuklidów:

$$Z = \left\{ {}^{11}_5\text{B}, {}^{13}_6\text{C}, {}^7_3\text{Li}, {}^3_2\text{He}, {}^6_3\text{Li}, {}^{19}_9\text{F}, {}^4_2\text{He} \right\}$$

Uporządkuj ten zbiór

- A) pod względem rosnącej liczby protonów w jądrze.
- B) pod względem rosnącej liczby nukleonów w jądrze.
- C) pod względem malejącej liczby neutronów w jądrze.

Zastosuj znak „<” lub „>”; jeżeli określone parametry mają jednakową wartość, zastosuj znak „=”.

3. Dany jest zbiór atomów o nieustalonych symbolach:

$$Z = \left\{ {}^{12}_6\text{X}, {}^{16}_8\text{X}, {}^{17}_9\text{X}, {}^{14}_6\text{X}, {}^{17}_8\text{X}, {}^{15}_7\text{X}, {}^{11}_5\text{X} \right\}$$

Wykonaj następujące polecenia:

- A) Podany zbiór podziel na pierwiastki i przypisz im symbole chemiczne.
- B) Podany zbiór podziel na zbiory atomów o takiej samej liczbie neutronów.

4. Wskaż zdania fałszywe:

- A) Wszystkie występujące w przyrodzie atomy złota mają skład $^{197}_{79}\text{Au}$, czyli istnieje tylko 1 izotop złota.
- B) Atomy o różnej liczbie porządkowej i takiej samej liczbie masowej są izotopami.
- C) Wszystkie występujące w przyrodzie atomy fluoru mają skład $^{19}_9\text{F}$, czyli fluor nie tworzy izotopów.
- D) Izotopy nie mogą się różnić liczbą protonów.

5. Podany zbiór atomów podziel na izotopy i każdemu z nich przyporządkuj symbol pierwiastka.

$$\left\{ {}^{20}_{10}\text{E}, {}^{29}_{14}\text{E}, {}^{23}_{10}\text{E}, {}^{30}_{14}\text{E}, {}^{11}_5\text{E}, {}^{22}_{10}\text{E}, {}^{10}_5\text{E}, {}^{21}_{10}\text{E} \right\}$$

6. Oblicz liczbę nukleonów, protonów, neutronów i elektronów w atomie uranu-235.

7. Określ skład jądra atomowego radonu-219.

8. Oblicz liczbę nukleonów, protonów, neutronów i elektronów w jonie $^{209}\text{Pb}^{2+}$.

9. Jaki jest ładunek jądra i łączny ładunek elektronów w jonie Fe^{3+} ?

10. Oblicz masę cząsteczkową $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

11. Oblicz masę cząsteczkową jonu CO_3^{2-} .

12. Przyjmując, że masa elektronu stanowi 1/1840 masy nukleonu, a masa protonu i masa neutronu są jednakowe, oblicz, jaki procent masy atomu sodu stanowią elektrony.

13. Oblicz masę atomu glinu i wyraż ją w gramach.

14. Określ, jaki pierwiastek kryje się pod symbolem X, jeżeli masa cząsteczkowa związku o wzorze $\text{H}_2\text{X}_2\text{O}_3$ wynosi 114 u.

15. Cząsteczka tlenku pewnego pierwiastka zawiera 1 atom tlenu i dwa atomy tego pierwiastka. Zapisz wzór sumaryczny tego tlenku, wiedząc, że masa jego cząsteczki jest równa $7,308 \cdot 10^{-23}$ g.

16. Jaka jest masa protonów zawartych w atomie węgla? Wyraż ją w gramach.

17. Jaki procent masy jądra atomu nuklidu $^{235}_{92}\text{U}$ stanowią neutrony?

- 18.** Jaka jest masa protonów zawartych w 36 u wody? Wyraż ją w gramach.
- 19.** Przyjmując, że masa elektronu stanowi $1/1840$ część masy nukleonu, oblicz, o ile procent masa jonu K^+ jest mniejsza od masy atomu K.
- 20.** Biorąc pod uwagę masy atomowe poszczególnych pierwiastków, oblicz masowy skład procentowy $K_2Cr_2O_7$.
- 21.** Jaki pierwiastek kryje się pod symbolem E, jeżeli w związku o ogólnym wzorze E_2SO_4 stanowi on 44,828% masy związku?
- 22.** W cząsteczce związku o ogólnym wzorze E_2O_3 stosunek masowy pierwiastka E do tlenu jest równy 7 : 12. Jaki to pierwiastek?
- 23.** Oblicz izotopowy skład procentowy litu, wiedząc, że jego masa atomowa jest równa 6,94 u i składa się on z 6Li i 7Li .
- 24.** Oblicz masę atomową magnezu, jeżeli wiadomo, że składa się on z izotopów ${}^{24}Mg$, ${}^{25}Mg$, ${}^{26}Mg$, a ich zawartości procentowe wynoszą odpowiednio: 78,60%, 10,11% i 11,29%.
- 25.** Oblicz skład izotopowy azotu naturalnego składającego się z izotopów, których jądra atomowe zawierają 7 i 8 neutronów, a średnia masa atomowa azotu jest równa 14,01 u.
- 26.** Naturalny bor ma masę atomową 10,8 u. Oblicz jego skład izotopowy, wiedząc, że składa się on z dwu izotopów, których liczby masowe różnią się o 1.
- 27.** Naturalny chlor składa się z chloru-35 i chloru-37. Na 377 atomów chloru-35 przypada 123 atomy chloru-37. Jaka jest średnia masa atomowa tego pierwiastka?
- 28.** Oblicz masę atomową rubidu, wiedząc, że średnio na 10 000 atomów tego pierwiastka ok. 7500 to atomy ${}^{85}Rb$, a pozostałe to ${}^{87}Rb$.
- 29.** Pewien związek węgla z wodorem ma masę cząsteczkową równą 16 u. Podaj jego wzór.
- 30.** Zapisz wzory wszystkich możliwych cząsteczek wody, które mogą powstać z udziałem ${}^{16}O$ oraz deuteru i protu. Oblicz ich masy cząsteczkowe.
- 31.** Chlor składa się z dwóch izotopów o przybliżonym składzie: ${}^{35}Cl$ – 75%, ${}^{37}Cl$ – 25%, srebro – z dwóch izotopów: ${}^{107}Ag$ – 51,4%, ${}^{109}Ag$ – 48,6%. Napisz wzory wszystkich możliwych cząsteczek $AgCl$ zróżnicowanych ze względu na skład izotopowy i oblicz, w jakich ilościach procentowych powinny występować.

Odpowiedzi do zadań

Rozdział 1.

1. B, C
2. A. ${}^3_2\text{He} = {}^4_2\text{He} < {}^6_3\text{Li} = {}^7_3\text{Li} < {}^{11}_5\text{B} < {}^{13}_6\text{C} < {}^{19}_9\text{F}$
B. ${}^3_2\text{He} < {}^4_2\text{He} < {}^6_3\text{Li} < {}^7_3\text{Li} < {}^{11}_5\text{B} < {}^{13}_6\text{C} < {}^{19}_9\text{F}$
C. ${}^{19}_9\text{F} > {}^{13}_6\text{C} > {}^{11}_5\text{B} > {}^7_3\text{Li} > {}^6_3\text{Li} > {}^4_2\text{He} > {}^3_2\text{He}$
3. A. $\{ {}^{11}_5\text{X} \} - \text{B}; \{ {}^{12}_6\text{X}, {}^{14}_6\text{X} \} - \text{C}; \{ {}^{15}_7\text{X} \} - \text{N};$
 $\{ {}^{17}_8\text{X}, {}^{16}_8\text{X} \} - \text{O}; \{ {}^{17}_9\text{X} \} - \text{F}$
B. $\{ {}^{12}_6\text{X} \}; \{ {}^{16}_8\text{X}, {}^{17}_9\text{X}, {}^{14}_6\text{X}, {}^{15}_7\text{X} \}; \{ {}^{17}_8\text{X} \}$
4. A, B
5. $\{ {}^{20}_{10}\text{E}, {}^{21}_{10}\text{E}, {}^{22}_{10}\text{E}, {}^{23}_{10}\text{E} \} - \text{Ne}; \{ {}^{29}_{14}\text{E}, {}^{30}_{14}\text{E} \} - \text{Si};$
 $\{ {}^{11}_5\text{E}, {}^{10}_5\text{E} \} - \text{B}$
6. Nukleony – 235, protony – 92, elektrony – 92, neutrony – 143
7. Protony – 86, neutrony – 133
8. Nukleony – 209, protony – 82, elektrony – 80, neutrony – 127
9. Ładunek jądra: +26, ładunek elektronów: –23
10. 219 u
11. 60 u
12. 0,026%
13. $4,48 \cdot 10^{-23}$ g
14. S
15. N_2O
16. $9,96 \cdot 10^{-24}$ g
17. 60,85%
18. $3,32 \cdot 10^{-23}$ g
19. Około $1,39 \cdot 10^{-30}$
20. K = 26,53%, Cr = 35,37 %, O = 38,10%
21. K
22. N
23. Zawartość litu-6 wynosi 6%, a litu-7 wynosi 94%
24. 24,33 u
25. ${}^{14}\text{N} - 99\%$, ${}^{15}\text{N} - 1\%$
26. ${}^{10}\text{B}$ stanowi 20%, ${}^{11}\text{B}$ stanowi 80%
27. 35,49 u
28. 85,5 u
29. CH_4
30. $\text{H}_2\text{O} - 18$ u, $\text{D}_2\text{O} - 20$ u, $\text{DHO} - 19$ u
- 31.

	${}^{35}\text{Cl}$	${}^{37}\text{Cl}$	suma
${}^{107}\text{Ag}$	0,3855	0,1285	0,514
${}^{109}\text{Ag}$	0,3645	0,1215	0,486
suma	0,750	0,250	1

${}^{107}\text{Ag}{}^{35}\text{Cl} - 38,55\%$, ${}^{107}\text{Ag}{}^{37}\text{Cl} - 12,85\%$,
 ${}^{109}\text{Ag}{}^{35}\text{Cl} - 36,45\%$, ${}^{109}\text{Ag}{}^{37}\text{Cl} - 12,15\%$

Rozdział 2.

1. ${}^{231}_{91}\text{Pa} \rightarrow {}^{227}_{89}\text{Ac} + {}^4_2\text{He}$
 ${}^{227}_{89}\text{Ac} \rightarrow {}^{223}_{87}\text{Fr} + {}^4_2\text{He}$
 ${}^{223}_{87}\text{Fr} \rightarrow {}^{223}_{88}\text{Ra} + {}^0_{-1}\text{e}$
 ${}^{223}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{219}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$
2. ${}^{215}_{85}\text{At}$
3. $\alpha - 8, \beta^- - 6$
4. ${}^{228}_{88}\text{Ra}$
5. A) 1_0n , B) ${}^{83}_{40}\text{Zr}$, C) ${}^{24}_{11}\text{Na}$, D) ${}^{30}_{15}\text{P}$
6. A) X = N, Y = He, Z = O; B) X = He, y = 4, z = 8;
C) x = 13, y = 7, Z = e^+ ; D) X = He, x = 1, Y = H,
y = 1, Z = He
7. A) ${}^{209}_{83}\text{Pb}$, B) ${}^{211}_{84}\text{Po}$, C) ${}^{223}_{88}\text{Ra}$, D) ${}^{212}_{85}\text{At}$
8. 10,938 mg
9. 4,8 mg
10. 3,125%
11. 4 miesiące
12. 40 minut
13. $8 \cdot 10^{11}$
14. 96,875%
15. He – 0,973 dm³
16. ${}^A_{-1}\text{E}(-, \beta^-)X$ lub ${}^A_{-1}\text{E}(-, \beta^-)X$
17. ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0n$, ${}^{18}_9\text{F} \rightarrow {}^{18}_8\text{O} + {}^0_{+1}\text{e}$ – przemiana β^+
18. Przemiany: β^- , β^+ , wychwyt K
19. A, C, D
A) ${}^{12}_6\text{C} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{13}_7\text{N}$; C) ${}^{13}_6\text{C} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{14}_7\text{N}$;
D) ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{15}_8\text{O}$
20. $5,88 \cdot 10^{20}$
21. $T_{1/2} = 4$ s, rozpadło się 87,5%
22. B
23. Radionuklid X – $T_{1/2} = 15$ dni, radionuklid Y –
 $T_{1/2} = 20$ dni. Trwalszy jest radionuklid Y

Rozdział 3.

1. $16x/225$ i $-15x/16$
2. 27/5 razy
3. Be: K^2L^2 , Mg: $K^2L^8M^2$, Ca: $K^2L^8M^8N^2$; 2 elektrony na ostatniej powłoce
4. B: $1s^22s^22p^1$, Al: $1s^22s^22p^63s^23p^1$,
Ga: $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^{10}4p^1$;
analogiczną konfigurację podpowłokową na ostatniej powłoce
5. F: $2s^22p^5$, Cl: $3s^23p^5$, Br: $4s^24p^5$