

Spis treści

1. Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne	17
1.1 Masa atomowa i masa cząsteczkowa	17
1.2 Mol – jednostka ilości materii	17
1.3 Podstawowe prawa chemii	18
1.4 Objętość molowa substancji	19
1.5 Gęstość względna	19
2. Budowa atomu	20
2.1 Cząstki elementarne	20
2.2 Pierwiastek	20
2.3 Izotopy	20
2.4 Izobary	21
2.5 Izotony	21
2.6 Siły jądrowe, defekt masy a energia wiązania	21
2.7 Promieniotwórczość	22
2.8 Elektrony w atomie	23
2.8.1 Zasady zapełniania orbitali	26
3. Układ okresowy pierwiastków	30
3.1 Tablica Mendelejewa	31
3.2 Tablica Wernera	32
3.3 Konfiguracja elektronowa atomów, a właściwości pierwiastków	33
3.3.1 Energia jonizacji (potencjał jonizacji)	33
3.3.2 Powinowactwo elektronowe	34
3.3.3 Elektrodatność i elektroujemność pierwiastków	34
PYTANIA TESTOWE. Budowa atomu. Układ okresowy.	36
4. Wiązania chemiczne	40
4.1 Powstawanie wiązania chemicznego	40
4.2 Wiązanie atomowe (kowalencyjne, homojądrowe)	40
4.3 Wiązanie atomowe spolaryzowane	42

4.4	Wiązanie jonowe	43
4.5	Energia wiązania. Długość wiązania	44
4.6	Wiązanie koordynacyjne (semipolarne)	44
4.7	Wiązanie metaliczne	45
4.8	Wiązanie wodorowe	46
4.9	Wiązania międzycząsteczkowe (siły van der Waalsa)	46
4.10	Hybrydyzacja	48
4.10.1	Hybrydyzacja digonalna sp	48
4.10.2	Hybrydyzacja trygonalna sp^2	49
4.10.3	Hybrydyzacja tetraedryczna sp^3	51
4.10.4	Hybrydyzacja związków organicznych	53
	PYTANIA TESTOWE. Wiązania chemiczne. Hybrydyzacja	56
5.	Klasyfikacja substancji nieorganicznych	60
5.1	Pierwiastki	60
5.2	Tlenki	60
5.2.1	Podział tlenków	61
5.2.2	Metody otrzymywania tlenków	61
5.2.3	Właściwości chemiczne tlenków	62
5.3	Wodorki	63
5.3.1	Podział wodorków	63
5.3.2	Otrzymywanie wodorków	63
5.3.3	Właściwości chemiczne wodorków	63
5.4	Wodorotlenki	64
5.4.1	Podział wodorotlenków	64
5.4.2	Otrzymywanie wodorotlenków	64
5.4.3	Właściwości chemiczne wodorotlenków	65
5.5	Kwasy	65
5.5.1	Otrzymywanie kwasów	66
5.5.2	Właściwości chemiczne kwasów	66
5.6	Sole	67
5.6.1	Podział soli	67
5.6.2	Metody otrzymywania soli	67
5.6.3	Charakterystyka soli	68
6.	Roztwory	69
6.1	Podział roztworów	69
6.2	Roztwory rzeczywiste (właściwe)	69
6.2.1	Rozpuszczalność	70
6.2.2	Stężenia	71

6.3	Roztwory koloidalne	74
6.3.1	Podział koloidów	74
6.3.2	Niektóre właściwości układów koloidowych	75
	PYTANIA TESTOWE. Roztwory	80
7.	Elektrolyty	84
7.1	Reakcje w roztworach wodnych	84
7.1.1	Dysocjacja elektrolityczna	84
7.1.2	Stopień dysocjacji	85
7.1.3	Stała dysocjacji	86
7.1.4	Prawo rozcieńczeń Ostwalda	87
7.2	Teorie kwasów i zasad	88
7.2.1	Teoria Arrheniusa	88
7.2.2	Teoria Brønsteda (teoria donorowo-akceptorowa)	88
7.2.3	Teoria Lewisa	89
7.3	Iloczyn jonowy wody. Skala pH	90
7.4	Mieszanki buforowe	92
7.5	Wskaźniki pH (indykatory)	93
7.6	Iloczyn rozpuszczalności	94
7.7	Hydrolyza soli	96
7.7.1	Rodzaje hydrolyzy	96
	PYTANIA TESTOWE. Elektrolyty	98
8.	Reakcje chemiczne	104
8.1	Typy reakcji chemicznych	104
8.2	Podział reakcji chemicznych	105
8.3	Stopnie utlenienia	105
8.4	Utleniacze i reduktory	106
8.5	Reakcje dysproporcjonowania	107
8.6	Zasady pisania reakcji redoks o znanych substratach i produktach	108
8.7	Stopnie utlenienia w chemii organicznej	109
9.	Elektrochemia	111
9.1	Szereg elektrochemiczny metali	111
9.2	Półogniwa	113
9.2.1	Potencjał elektrody	114
9.2.2	Typy półogniw	115
9.3	Ogniwa	116
9.3.1	Ogniwa galwaniczne	117

9.3.2	Ogniwa oksydacyjno-redukcyjne	119
9.3.3	Ogniwa stężeniowe	120
9.4	Korozja	121
9.4.1	Korozja chemiczna	121
9.4.2	Korozja elektrochemiczna	122
9.4.3	Ochrona przed korozją	122
9.5	Elektroliza	123
9.5.1	Napięcie rozkładowe	123
9.5.2	Kolejność rozładowywania kationów i anionów	124
9.5.3	Elektroliza roztworów wodnych kwasów beztleno- wych	125
9.5.4	Elektroliza roztworów wodnych kwasów tlenowych	126
9.5.5	Elektroliza roztworów wodnych mocnych zasad	126
9.5.6	Elektroliza roztworów wodnych soli	126
9.5.7	Elektroliza stopionych soli	127
9.5.8	Prawa elektrolizy Faradaya	128
9.5.9	Praktyczne zastosowanie elektrolizy	130
	PYTANIA TESTOWE. Reakcje chemiczne. Elektrochemia	131
10.	Kinetyka i statyka chemiczna	136
10.1	Kinetyka chemiczna	136
10.1.1	Szybkość reakcji chemicznej	136
10.1.2	Czynniki wpływające na szybkość reakcji	137
10.2	Statyka chemiczna	140
10.2.1	Stan równowagi chemicznej	141
10.2.2	Stała równowagi chemicznej	141
10.2.3	Reguła przekory	143
11.	Elementy termodynamiki	146
11.1	Układ i otoczenie układu	146
11.2	Energia wewnętrzna. Pierwsza zasada termodynamiki	146
11.3	Entalpia. Pierwsza zasada termodynamiki dla procesów izobarycznych	148
11.4	Prawa termochemiczne	150
11.4.1	Prawo Lavoisiera-Laplace'a	150
11.4.2	Prawo Hessa	150
11.5	Entropia. Druga zasada termodynamiki	153
11.6	Entalpia swobodna (potencjał termodynamiczny)	154
	PYTANIA TESTOWE. Kinetyka i statyka chemiczna. Termo- chemia.	156

12. Własności niektórych pierwiastków bloków energetycznych	
s p d	161
12.1 Pierwiastki bloku s	161
12.1.1 Wodór	161
12.1.2 Hel	162
12.1.3 Litowce	162
12.1.4 Berylówce	163
12.2 Pierwiastki bloku p	166
12.2.1 Borowce	166
12.2.2 Węglowce	167
12.2.3 Azotowce	169
12.2.4 Tlenowce	170
12.2.5 Fluorowce	172
12.3 Przedstawiciele pierwiastków bloku d	174
12.3.1 Miedziowce	175
12.3.2 Chromowce	177
12.3.3 Manganowce	178
12.3.4 Żelazowce	180
PYTANIA TESTOWE. Klasyfikacja. Własności niektórych pierwiastków bloków energetycznych s p d	183
13. Ogólna charakterystyka związków chemii organicznej	189
13.1 Izomeria	189
13.1.1 Izomeria łańcuchowa	190
13.1.2 Izomeria położenia	190
13.1.3 Izomeria grup funkcyjnych	191
13.1.4 Tautomeria	192
13.1.5 Izomeria geometryczna	192
13.1.6 Izomeria optyczna	193
13.2 Typy przemian chemicznych w chemii organicznej	196
13.2.1 Reakcje substytucji (podstawienia)	197
13.2.2 Reakcje addycji (przyłączenia)	197
13.2.3 Reakcje eliminacji (odszczepienia)	198
13.2.4 Reakcje polimeryzacji	198
13.2.5 Reakcje polikondensacji	198
13.3 Klasyfikacja związków organicznych	199
14. Węglowodory	201
14.1 Podział węglowodorów	201
14.2 Węglowodory nasycone – alkanany	202

14.2.1	Nomenklatura, izomeria	202
14.2.2	Otrzymywanie	204
14.2.3	Właściwości fizyczne	205
14.2.4	Właściwości chemiczne	205
14.2.5	Identyfikacja	206
14.3	Cykloalkany	207
14.3.1	Nomenklatura	207
14.3.2	Konformacja cykloheksanu	207
14.3.3	Właściwości chemiczne	208
14.4	Węglowodory nienasycone	209
14.4.1	Nomenklatura	209
14.4.2	Izomeria	209
14.5	Alkeny	209
14.5.1	Metody otrzymywania	209
14.5.2	Właściwości fizyczne	210
14.5.3	Właściwości chemiczne	210
14.6	Alkadieny	212
14.7	Alkiny	214
14.7.1	Otrzymywanie	214
14.7.2	Właściwości fizyczne	214
14.7.3	Właściwości chemiczne	214
14.8	Węglowodory aromatyczne	216
14.8.1	Budowa benzenu	216
14.8.2	Właściwości fizyczne benzenu	217
14.8.3	Właściwości chemiczne benzenu	217
14.8.4	Homologi benzenu	220
14.8.5	Wpływ podstawników na reakcje podstawienia aromatycznego	222
14.8.6	Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	223
15.	Fluorowc pochodne węglowodorów	225
15.1	Podział fluorowc pochodnych	225
15.2	Nomenklatura	225
15.3	Fluorowc pochodne alkilowe	226
15.3.1	Izomeria	226
15.3.2	Otrzymywanie	226
15.3.3	Właściwości fizyczne	226
15.3.4	Właściwości chemiczne	227

15.4	Fluorowcopolchodne aromatyczne	228
15.4.1	Otrzymywanie	229
15.4.2	Właściwości fizyczne	229
15.4.3	Właściwości chemiczne	229
15.5	Fluorowcopolchodne nienasycone	230
15.5.1	Otrzymywanie	230
15.6	Zastosowanie niektórych fluorowcopolchodnych	230
	PYTANIA TESTOWE. Węglowodory. Fluorowcopolchodne węglowodorów	231
16.	Alkohole i fenole	237
16.1	Alkohole	237
16.1.1	Nomenklatura	237
16.1.2	Podział alkoholi	237
16.1.3	Izomeria	238
16.1.4	Otrzymywanie alkoholi	238
16.1.5	Właściwości fizyczne	239
16.1.6	Właściwości chemiczne	240
16.1.7	Toksyczność alkoholi	242
16.2	Alkohole aromatyczne	242
16.2.1	Nomenklatura	242
16.2.2	Izomeria	243
16.2.3	Otrzymywanie	243
16.2.4	Właściwości fizyczne	243
16.2.5	Właściwości chemiczne	243
16.3	Alkohole wielowodorotlenowe	244
16.3.1	Nomenklatura	244
16.3.2	Otrzymywanie	244
16.3.3	Właściwości fizyczne	245
16.3.4	Właściwości chemiczne	245
16.4	Fenole	247
16.4.1	Nomenklatura	247
16.4.2	Izomeria	248
16.4.3	Otrzymywanie	248
16.4.4	Właściwości fizyczne	248
16.4.5	Właściwości chemiczne fenolu	248
16.4.6	Reakcje podstawienia w pierścieniu	250
	PYTANIA TESTOWE. Alkohole. Fenole	252

17. Aldehydy i ketony	257
17.1 Aldehydy	257
17.1.1 Nomenklatura	257
17.1.2 Izomeria	258
17.1.3 Otrzymywanie	258
17.1.4 Właściwości fizyczne	259
17.1.5 Właściwości chemiczne	259
17.2 Aldehydy nienasycone	261
17.3 Aldehydy aromatyczne	261
17.3.1 Otrzymywanie	262
17.3.2 Właściwości chemiczne	262
17.4 Własności redukujące aldehydów	263
17.4.1 Próba Tollensa	263
17.4.2 Próba Trommera	264
17.5 Reakcje polimeryzacji aldehydów	264
17.6 Reakcje polikondensacji aldehydów	265
17.7 Ketony	266
17.7.1 Nomenklatura	266
17.7.2 Izomeria	267
17.7.3 Otrzymywanie	267
17.7.4 Właściwości fizyczne	268
17.7.5 Właściwości chemiczne	268
PYTANIA TESTOWE. Aldehydy i ketony	270
18. Kwasy karboksylowe	275
18.1 Kwasy monokarboksylowe	275
18.1.1 Nomenklatura	275
18.1.2 Podział kwasów karboksylowych	276
18.1.3 Izomeria	276
18.1.4 Otrzymywanie	277
18.1.5 Właściwości fizyczne	277
18.1.6 Właściwości chemiczne	279
18.1.7 Właściwości, otrzymywanie i zastosowanie ważniejszych kwasów	283
18.2 Kwasy dikarboksylowe	285
18.2.1 Nomenklatura	285
18.2.2 Izomeria	285
18.2.3 Otrzymywanie	286
18.2.4 Właściwości chemiczne	286

18.3	Nienasycone kwasy dikarboksyłowe	287
18.4	Hydroksykwasy alifatyczne	288
18.4.1	Izomeria	289
18.4.2	Właściwości fizyczne	289
18.4.3	Właściwości chemiczne	289
18.5	Hydroksykwasy aromatyczne	290
18.5.1	Otrzymywanie kwasu salicyłowego	291
18.5.2	Właściwości chemiczne	291
18.6	Ketokwasy	292
19.	Estry	294
19.1	Nomenklatura	294
19.2	Izomeria	294
19.3	Otrzymywanie	294
19.4	Właściwości fizyczne	296
19.5	Właściwości chemiczne	296
19.6	Estry kwasów nieorganicznych	297
19.6.1	Estry kwasu siarkowego (VI)	297
19.6.2	Estry kwasu azotowego (V)	298
19.6.3	Estry kwasu azotowego (III)	298
19.6.4	Estry kwasu fosforowego (V)	298
19.7	Woski	299
19.8	Tłuszcze	299
19.8.1	Izomeria	300
19.8.2	Właściwości fizyczne	300
19.8.3	Właściwości chemiczne	301
19.9	Fosfolipidy	303
	PYTANIA TESTOWE. Kwasy karboksylowe. Estry	305
20.	Związki zawierające azot	311
20.1	Nitrozwiązki	311
20.1.1	Nomenklatura	311
20.1.2	Izomeria	311
20.1.3	Otrzymywanie	311
20.1.4	Właściwości fizyczne	313
20.1.5	Właściwości chemiczne związków aromatycznych	313
20.2	Aminy	313
20.2.1	Nomenklatura	314
20.2.2	Izomeria	314
20.2.3	Otrzymywanie	315

20.2.4	Właściwości fizyczne	315
20.2.5	Właściwości chemiczne	315
20.3	Amidy kwasowe	318
20.3.1	Nomenklatura	318
20.3.2	Izomeria	318
20.3.3	Otrzymywanie	319
20.3.4	Właściwości fizyczne	319
20.3.5	Właściwości chemiczne	319
20.4	Amidy kwasu węglowego	320
20.4.1	Otrzymywanie	320
20.4.2	Właściwości chemiczne	321
20.5	Amidy pierścieniowe	322
21.	Związki heterocykliczne	323
21.1	Związki pięcioczłonowe z jednym heteroatomem	323
21.1.1	Furan i jego pochodne	323
21.1.2	Pirol i jego pochodne	324
21.1.3	Pochodne indolu	326
21.2	Związki pięcioczłonowe z dwoma heteroatomami	327
21.2.1	Imidazol i jego pochodne	327
21.3	Związki sześcioczłonowe z jednym heteroatomem	327
21.3.1	Pochodne pirydyny	327
21.4	Związki sześcioczłonowe z dwoma heteroatomami	328
21.4.1	Pochodne pirymidyny	328
21.5	Nukleotydy i nukleozydy	329
	PYTANIA TESTOWE. Związki zawierające azot. Heterocykle	332
22.	Aminokwasy białkowe, peptydy i białka	337
22.1	Aminokwasy	337
22.1.1	Nomenklatura	337
22.1.2	Podział	337
22.1.3	Izomeria	339
22.1.4	Otrzymywanie	340
22.1.5	Właściwości fizyczne	341
22.1.6	Właściwości chemiczne	341
22.1.7	Wykrywanie aminokwasów	344
22.1.8	Reakcje polikondensacji	344
22.2	Białka	346
22.2.1	Nomenklatura	346

22.2.2	Budowa białek	346
22.2.3	Właściwości fizykochemiczne białek	348
22.2.4	Podział białek	349
22.2.5	Ważne peptydy naturalne	351
	PYTANIA TESTOWE. Aminokwasy. Białka	353
23.	Węglowodany – cukry (sacharydy)	358
23.1	Podział cukrów	358
23.2	Cukry proste	358
23.2.1	Nomenklatura	359
23.2.2	Izomeria	360
23.2.3	Budowa cząsteczek monosacharydów	361
23.2.4	Właściwości chemiczne	365
23.3	Disacharydy	371
23.3.1	Sacharoza	372
23.3.2	Maltoza	373
23.3.3	Celobioza	374
23.3.4	Laktoza	375
23.4	Polisacharydy (wielocukry)	375
23.4.1	Skrobia	375
23.4.2	Glikogen	377
23.4.3	Celuloza	377
	PYTANIA TESTOWE. Węglowodany	379
	Szereg elektrochemiczny metali	385
	Rozpuszczalność soli i wodorotlenków w wodzie	385
	ODPOWIEDZI	386

1. Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne

1.1 Masa atomowa i masa cząsteczkowa

Atomy i cząsteczki mają małe rozmiary i bardzo małe masy.

Masa najlżejszego pierwiastka wodoru wynosi $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Posługiwanie się tak małymi bezwzględными masami atomów stało się niewygodne i wprowadzono wielkości, będące względnymi masami atomowymi.

Za jednostkę mas atomowych uważa się 1/12 część masy izotopu węgla ^{12}C . Oznaczeniem jednostki masy atomowej jest symbol u (ang. unit – jednostka)

$$1 u = 1/12 \text{ masy atomu } ^{12}\text{C} = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,66057 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

Masa atomowa jest masą atomu wyrażoną w jednostkach masy atomowej [u].

Masę atomową pierwiastka wyraża liczba, określająca, ile razy masa atomu jest większa od 1/12 masy atomu izotopu węgla ^{12}C .

Masa cząsteczkowa jest masą cząsteczki wyrażoną w jednostkach masy atomowej [u].

Jest ona sumą mas atomowych atomów wchodzących w skład cząsteczki.

1.2 Mol – jednostka ilości materii

Mol – ilość substancji, w skład której wchodzi tyle atomów, cząsteczek, jonów, wolnych rodników, cząstek elementarnych (np. elektronów), ile atomów znajduje się w 0,012 kg węgla izotopu ^{12}C .

Liczba atomów, cząsteczek, jonów lub innych cząstek materialnych zawarta w jednym molu dowolnej substancji jest równa liczbie Avogadra (N_A), która wynosi

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$$

Masa molowa – masa jednego mola wyrażona w kg lub g na mol. Liczbowo równa jest masie atomowej lub cząsteczkowej, ale tylko, gdy jej wartość podana jest w gramach.

ilość drugiego pierwiastka. Ilości te pozostają do siebie w stosunku niewielkich liczb całkowitych.

Prawo prostych stosunków objętościowych w reakcjach między gazami

Objętości reagujących ze sobą gazów i objętości gazowych produktów reakcji, odmierzone w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury, pozostają do siebie w stosunku niewielkich liczb całkowitych.

Prawo Avogadra

W równych objętościach różnych gazów, w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury znajdują się jednakowe liczby cząsteczek.

1.4. Objętość molowa substancji

Objętość molowa dowolnej substancji, w określonej temperaturze (objętość, jaką zajmuje 1 mol substancji) to stosunek masy molowej (M) tej substancji do jej gęstości (d) w danej temperaturze

$$V_{\text{mol}} = \frac{M}{d}$$

W warunkach normalnych ($T = 0^\circ\text{C}$ (273 K) $p = 1013$ hPa) objętość molowa gazu wynosi 22.4 dm³.

1.5 Gęstość względna

Dla dwóch różnych gazów w tej samej temperaturze i pod tym samym ciśnieniem stosunek gęstości tych gazów jest równy stosunkowi ich mas molowych i nosi nazwę gęstości względnej ($D_{1/2}$)

$$D_{1/2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

Przyjmując za wzorzec wodór o masie molowej $M_{\text{H}_2} = 2$ g/mol i znając gęstość gazu x względem wodoru D_{x/H_2} można obliczyć jego masę molową M_x

$$D_{x/\text{H}_2} = \frac{d_x}{d_{\text{H}_2}} = \frac{M_x}{M_{\text{H}_2}}$$
$$M_x = M_{\text{H}_2} \cdot D_{x/\text{H}_2} = 2 \cdot D_{x/\text{H}_2}$$

Za wzorzec można przyjąć inny gaz lub powietrze o średniej masie molowej $M_{\text{pow}} = 29$ g/mol.