

A kémiai elemek periódusos rendszere (rövid forma)

Periódusok	Csoportok																											
	a	I	b	a	II	b	a	III	b	a	IV	b	a	V	b	a	VI	b	a	VII	b	a	VIII		b			
1	H 1 Hidrogén 1,0079 1s ¹																							(H)	He 2 Hélium 4,0026 1s ²			
2	Li 3 Litium 6,941 [He]2s ¹		Be 4 Berillium 9,012 [He]2s ²		B 5 Bór 10,81 [He]2s ² 2p ¹		C 6 Szén 12,011 [He]2s ² 2p ²		N 7 Nitrogén 14,0067 [He]2s ² 2p ³		O 8 Oxigén 15,999 [He]2s ² 2p ⁴		F 9 Fluor 18,998 [He]2s ² 2p ⁵		Ne 10 Neon 20,180 [He]2s ² 2p ⁶													
3	Na 11 Nátrium 22,990 [Ne]3s ¹		Mg 12 Magnézium 24,305 [Ne]3s ²		Al 13 Alumínium 26,982 [Ne]3s ² 3p ¹		Si 14 Szilícium 28,086 [Ne]3s ² 3p ²		P 15 Foszfor 30,974 [Ne]3s ² 3p ³		S 16 Kén 32,06 [Ne]3s ² 3p ⁴		Cl 17 Klór 35,453 [Ne]3s ² 3p ⁵		Ar 18 Argon 39,948 [Ne]3s ² 3p ⁶													
4	K 19 Kálium 39,098 [Ar]4s ¹		Ca 20 Kalcium 40,08 [Ar]4s ²		21 Sc Szkandium 44,956 [Ar]3d ¹ 4s ²		22 Ti Titán 47,87 [Ar]3d ² 4s ²		23 V Vanádium 50,941 [Ar]3d ³ 4s ²		24 Cr Króm 51,996 [Ar]3d ⁵ 4s ¹		25 Mn Mangán 54,938 [Ar]3d ⁵ 4s ²		26 Fe Vas 55,845 [Ar]3d ⁶ 4s ²		27 Co Kobalt 58,933 [Ar]3d ⁷ 4s ²		28 Ni Nikkel 58,69 [Ar]3d ⁸ 4s ²									
	29 Cu Réz 63,546 [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹		30 Zn Cink 65,41 [Ar]3d ¹⁰ 4s ²		31 Ga Gallium 69,72 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹		32 Ge Germánium 72,64 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ²		33 As Arzén 74,922 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³		34 Se Szelén 78,96 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴		35 Br Bróm 79,904 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵		36 Kr Kripton 83,80 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶													
5	Rb 37 Rubídium 85,468 [Kr]5s ¹		Sr 38 Stroncium 87,62 [Kr]5s ²		39 Y Ittrium 88,906 [Kr]4d ¹ 5s ²		40 Zr Cirkónium 91,22 [Kr]4d ² 5s ²		41 Nb Nióbium 92,906 [Kr]4d ⁴ 5s ¹		42 Mo Molibdén 95,94 [Kr]4d ⁵ 5s ¹		43 Tc Technécium [98] [Kr]4d ⁵ 5s ²		44 Ru Ruténium 101,07 [Kr]4d ⁶ 5s ¹		45 Rh Ródium 102,905 [Kr]4d ⁷ 5s ¹		46 Pd Palládium 106,4 [Kr]4d ¹⁰ 5s ⁰									
	47 Ag Ezüst 107,868 [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹		48 Cd Kadmium 112,41 [Kr]4d ¹⁰ 5s ²		49 In Indium 114,82 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹		50 Sn Ón 118,71 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ²		51 Sb Antimon 121,76 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³		52 Te Tellúr 127,60 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴		53 I Jód 126,904 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵		54 Xe Xenon 131,29 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶													
6	Cs 55 Cézium 132,91 [Xe]6s ¹		Ba 56 Bárium 137,33 [Xe]6s ²		57 La* Lantán 138,905 [Xe]5d ¹ 6s ²		72 Hf Hafnium 178,49 [Xe]4f ¹⁴ 5d ² 6s ²		73 Ta Tantál 180,948 [Xe]4f ¹⁴ 5d ³ 6s ²		74 W Volfrám 183,84 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²		75 Re Rénium 186,207 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²		76 Os Ozmium 190,2 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²		77 Ir Iridium 192,22 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²		78 Pt Platina 195,09 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹									
	79 Au Arany 196,967 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹		80 Hg Higany 200,59 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²		81 Tl Tallium 204,38 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹		82 Pb Ólom 207,2 ...6s ² 6p ²		83 Bi Bismut 208,980 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³		84 Po Polónium [209] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴		85 At Asztácium [210] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵		86 Rn Radon [222] [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶													
7	Fr 87 Francium [223] [Rn]7s ¹		Ra 88 Rádium [226] [Rn]7s ²		89 Ac** Aktínium [227] [Rn]6d ¹ 7s ²		104 Rf Rutherfordium [267] [Rn]5f ¹⁴ 6d ² 7s ²		105 Db Dubnium [268] [Rn]5f ¹⁴ 6d ³ 7s ²		106 Sg Seaborgium [271] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁴ 7s ²		107 Bh Bohrium [270] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁵ 7s ²		108 Hs Hassium [269] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁶ 7s ²		109 Mt Meitnerium [278] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁷ 7s ²		110 Ds Darmstadtium [281] [Rn]5f ¹⁴ 6d ⁹ 7s ¹									
	111 Rg Roentgenium [282]		112 Cn Copernicium [285]		113 Flerovium [289]		114 Flerovium [289]		115 Livermorium [293]		116 Livermorium [293]		117 Livermorium [293]		118 Oganesson [294]													
Legmagasabb oxidok	E ₂ O		EO		E ₂ O ₃		EO ₂		E ₂ O ₅		EO ₃		E ₂ O ₇		EO ₄													
Illanó hidrogénvegyületek							EH ₄		EH ₃		H ₂ E		HE															
* Lantanoidák	58 Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ Cérium		59 Pr 140,908 4f ² 5d ⁰ Prazeodímium		60 Nd 144,24 4f ³ 5d ⁰ Neodímium		61 Pm [145] 4f ⁴ 5d ⁰ Prométium		62 Sm 150,4 4f ⁵ 5d ⁰ Szamárium		63 Eu 151,96 4f ⁶ 5d ⁰ Európlum		64 Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ Gadolinium		65 Tb 158,925 4f ⁸ 5d ⁰ Terbium		66 Dy 162,50 4f ⁹ 5d ⁰ Diszprózium		67 Ho 164,93 4f ¹⁰ 5d ⁰ Holmium		68 Er 167,26 4f ¹¹ 5d ⁰ Erbium		69 Tm 168,93 4f ¹² 5d ⁰ Tulium		70 Yb 173,04 4f ¹³ 5d ⁰ Itterbium		71 Lu 174,97 4f ¹⁴ 5d ⁰ Lutécium	
** Aktinoidák	90 Th 232,038 5f ² 6d ² Tórium		91 Pa 231,036 5f ² 6d ¹ Protaktínium		92 U 238,029 5f ³ 6d ¹ Urán		93 Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ Neptúnium		94 Pu [244] 5f ⁶ 6d ⁰ Plutónium		95 Am [243] 5f ⁷ 6d ⁰ Amerícium		96 Cm [247] 5f ⁷ 6d ¹ Kúrium		97 Bk [247] 5f ⁹ 6d ⁰ Berkélium		98 Cf [251] 5f ¹⁰ 6d ⁰ Kalifornium		99 Es [252] 5f ¹¹ 6d ⁰ Einsteinium		100 Fm [257] 5f ¹² 6d ⁰ Fermium		101 Md [258] 5f ¹³ 6d ⁰ Mendeléviium		102 No [259] 5f ¹⁴ 6d ⁰ Nobélium		103 Lr [262] 5f ¹⁴ 6d ¹ Laurencium	

s-elemek

p-elemek

d-elemek

f-elemek

Az f-elemeknél az elektronképletek csupán változó részei vannak feltüntetve.

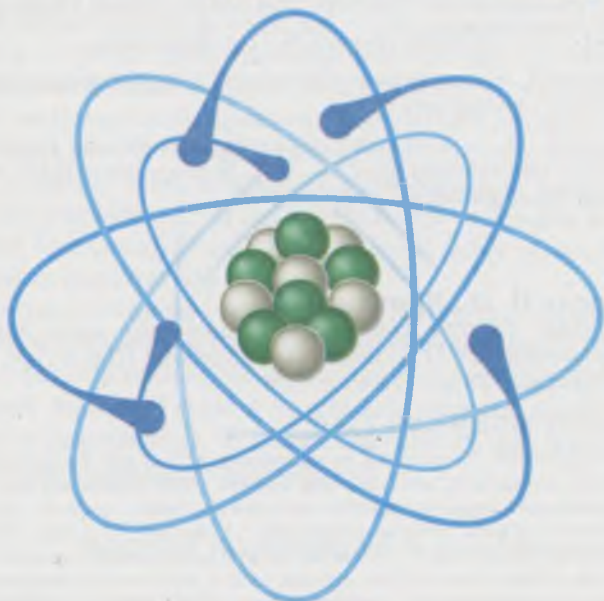
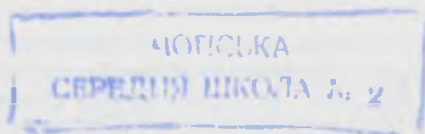


P. P. Popel, L. Sz. Kriklja

KÉMIA

Tankönyv

az általános oktatási
rendszerű tanintézetek 8.
osztálya számára



Ajánlotta

Ukrajna Oktatási és Tudományos Minisztériuma

Csernyivci
BukRek Kiadó
2016

УДК 547(075.3)
ББК 24.2я721
П57

Перекладено за виданням:

П. П. Попель, Л. С. Крикля. Хімія. Підруч. для 8 кл.
загальноосвіт. навч. закл. — К. : ВЦ Академія, 2016. — 240 с. : іл.

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ від 27.05.2016 р. № 585)*

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Експерти, які здійснили експертизу даного підручника під час проведення конкурсного відбору проектів підручників для учнів 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів і зробили висновок про доцільність надання підручнику грифа „Рекомендовано Міністерством освіти і науки України”:

Кир'ян О. Л. — учитель гімназії № 71 м. Запоріжжя;

Степанова Л. В. — завідувач лабораторії викладання хімії Вінницької академії неперервної освіти;

Баранець С. О. — молодший науковий співробітник Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України, кандидат хімічних наук

Попель П. П., Крикля Л. С.
П57 Хімія : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. з навч. угор. мовою / П. П. Попель, Л. С. Крикля; Пер. з укр. — Чернівці : Букрек, 2016. — 240 с. : іл.

ISBN 978-966-399-778-0

Підручник підготовлено за програмою з хімії для 7—9 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Він містить теоретичний матеріал із розділів „Періодичний закон і періодична система хімічних елементів. Будова атома”, „Хімічний зв'язок і будова речовини”, „Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами”, „Основні класи неорганічних сполук”, практичні роботи, лабораторні досліди, вправи, задачі, додатковий матеріал для допитливих, словник термінів, предметний покажчик, список літератури та інтернет-сайтів.

УДК 547(075.3)
ББК 24.2я721

ISBN 978-966-580-482-6 (укр.)

ISBN 978-966-399-778-0 (угор.)

© Попель П. П., Крикля Л. С., 2016

© ВЦ „Академія”, оригінал-макет, 2016

© Видавничий дім „Букрек”, переклад, 2016

Kedves nyolcadikosok!

A 7. osztályban a kémiaórákon megismerkedtetek egy érdekes tudománnyal, amely az anyagokról és az anyagok átalakulásáról szól. Elsajátítottátok a kémia nyelvét, megértettétek, mi a kémiai elem, hogyan jelölik őket és az általuk alkotott anyagokat, hogyan írják fel a kémiai reakciókat, megtanultátok elvégezni a legegyszerűbb kémiai számításokat, megvalósítani a kísérleteket. Számotokra érthetővé vált, hogy az anyagok száma végtelen, azonban az őket összetevő részecskék száma mindössze három fajtájú lehet: atom, molekula és ion. Sok érdekeset tudtatok meg az oxigénről — az egyik legfontosabb kémiai elemről, illetve ezen elem egyszerű anyagáról, amelyet szintén oxigén néven ismerünk, valamint a hidrogén-elemmel alkotott vegyületéről — a vízről¹. Megismertetek más oxidokat is, valamint azok vízzel való reakcióinak termékeit — a bázisokat és a savakat.

A 8. osztályos kémia újabb titkokat rejteget számotokra. Már tudjátok, hogy a kémiai elemek és az egyszerű anyagok világában bizonyos rend uralkodik. Erről tanúskodik a periódusos törvény, amelyet majdnem 150 éve fedezett fel egy kiváló tudós — Dmitro Ivanovics Mendyelejev. Hamarosan meggyőződtek arról, hogy a periódusos törvény kiterjed az összetett anyagra is.

Ebben a tanévben a kémiaórákon a fő figyelmet az atomok, molekulák, ionok szerkezetére fordítjuk, illetve arra, miért és hogyan egyesülnek a legkisebb részecskék minden egyes anyagban. Úgyisintén nagy figyelmet fordítunk majd a vegyületek alapvető csoportjaira és azok kémiai tulajdonságaira. Biztosak vagyunk abban, hogy élvezni fogjátok az új kémiai kísérletek elvégzését.

Hogyan használjuk a tankönyvet

A tankönyv tanulmányozása abban az esetben lesz hatásos, ha a tanuló megérti és megjegyzi annak felépítését. Mindegyik fejezet elején rámutatunk, milyen jelentősége van számotokra az ismertetett

¹ Az ukrán nyelvben a kémiai elemek elnevezése és a nekik megfelelő egyszerű anyagok elnevezése különböző. Így, az említett kémiai elemek elnevezése – Оксиген, Гідроген, a nekik megfelelő egyszerű anyagoké pedig – кисень, водень.

tananyagának, a végén pedig levonjuk a következtetéseket. Az a szövegrész, amely apró betűkkel (petittel) van nyomtatva, azon tanulók részére készült, akik szeretnék bővíteni és elmélyíteni kémiai ismereteiket. A kiegészítő információ és érdekes tények a lapszéleken vannak feltüntetve. A fontosabb meghatározások színesen vannak kiemelve, az új fogalmak, a fontos állítások és a logikailag hangsúlyos szavak — dőlt betűkkel (kurzívval). A laboratóriumi kísérletekhez és gyakorlati munkákhoz tartozó szövegrész színes háttérrel van nyomtatva.

Mindegyik fejezet után különböző típusú feladatok, gyakorlatok és példák találhatók; ezek rendszerint bonyolultságuk növekedése sorrendjében vannak elhelyezve. A tankönyv végén megtalálható az egyes feladatok és gyakorlatok megoldása, a fontosabb fogalmak kisszótára, azonkívül a tárgymutató. Az utóbbi segít megtalálni a tankönyvnek azt az oldalát, ahol említve van az adott fogalom, szakkifejezés, anyag, jelenség stb. Feltüntetjük a pótirodalom listáját, amely főleg azok számára hasznos, akik csupán most kezdik tanulni a kémiát.

A tankönyvvel való elmélyült munka segít nektek mélyebben megérteni az anyag összetétele, szerkezete és tulajdonságai közötti kapcsolatokat, megtanulni előrelátni és megmagyarázni a vegyi átalakulásokat.

A kémiai kísérletekhez való felkészülés

A gyakorlati munkákhoz gondosan kell elkészülni. Azokat a kémiai szakteremben való viselkedési és a munkavédelmi szabályokat, amelyek a 7-ikes tankönyvben vannak ismertetve, természetesen a 8. osztályban is be kell tartanotok. A házi kísérleteket csupán szüleitek engedélyével végezzétek.

A kémia lenyűgöző tudomány. Ti már meggyőződtek arról, hogy tanulni e tudományt azért szükséges, hogy megértsük, hogyan van felépítve a körülöttünk levő világ, milyen törvények szerint fejlődik, hogyan tudjuk alkalmazni a különböző anyagokat, nem téve tönkre a természetet, hanem megvédve és gyarapítva annak végtelen gazdagságát.

Sok sikert kívánunk nektek a tanuláshoz.

A szerzők

1. rész

A periódusos törvény és a kémiai elemek periódusos rendszere. Az atom felépítése

A kémiatudomány gyors fejlődése az utóbbi másfél évszázadban a D. I. Mengyelejev által felfedezett periódusos törvénynek köszönhetően vált lehetségessé. Ez a törvény segít megmagyarázni számos kémiai tény, megjósolni és megalapozni az anyagok világában észlelt különböző törvényszerűségeket. E törvény tartalmát az elemek periódusos rendszere tárja fel, amely magába foglalja a róluk szóló ismereteket, pótolhatatlan útmutató a szerves kémiaiában nem csupán a tanuló és egyetemi hallgató, de a tapasztalt vegyész számára is. Első ismerkedéseket a periódusos rendszerrel már a 7. osztályban megtörtént. Mától kezdve a rendszer alkalmazásának területe számotokra kibővül.

Az atomszerkezet területén elért felfedezések által a periódusos törvény erőteljes elméleti támaszra tett szert. Kiderült, hogy az elem kémiai jellege az atomok elektronhéjának összetételétől függ, pontosabban az elektronok számától és elhelyezkedésüktől az atomokban.

1

A kémiai elemek osztályozásának első próbálkozásai

E fejezet anyaga segít nektek:

- kideríteni, hogyan fejlődtek a kémiai elemről alkotott elképzelések;

- megismerni a kémiai elemek osztályozásának első kísérleteit.

A kémiai elemről alkotott elképzelések fejlődése. Az ógörög filozófusok úgy vélték, hogy minden anyag négy „őselemből” tevődik össze: tűzből, levegőből, vízből és földből. Az ő elképzelésük szerint ezek az „őselemek” az anyagok bizonyos sajátosságainak — a melegnek, a hidegnek, a nedveségnek és a szárazságnak — hordozói. Ilyenek voltak az alkimisták nézetei is.

Az „elem” kifejezés, amely tartalmát illetően megközelíti a korszerű fogalmat, csupán a XVII. században jelent meg a tudományban. R. Boyle angol kémikus elemnek nevezte azt, ami az anyag bomlásának határa. Ha abban az időben éltünk volna, akkor azt mondhattuk volna, hogy az elem az atom. Így értelmezte az „elem” szót M. V. Lomonoszov is.

A. L. Lavoisier (e.: lavoázié) francia tudós elemnek az egyszerű anyagot tartotta, mert azt nem lehet felbontani más anyagokra. Azonban ma már tudjuk, hogy számos összetett anyag sem bontható, például a SiO_2 , Al_2O_3 , az ózon egyszerű anyag pedig könnyen más egyszerű anyaggá, oxigénné alakul: $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$. Nem különböztette meg az elemet és az egyszerű anyagot J. Dalton sem. Később D. I. Mengyelejev így vélte: „Az egyszerű test anyag..., az elemen pedig az egyszerű és összetett testek összetevőit kell érteni”.

A XX. sz. elején a tudósok rájöttek, hogy az atom pozitív töltésű magból és negatív töltésű elektronokból tevődik össze. Azóta kezdték az elemet úgy meghatározni, mint *bizonyos magtöltéssel rendelkező atomfajtát*. Jelenleg, a víz minőségi összetételét jellemezve, közülünk mindenki megmondja, hogy ez az anyag olyan molekulákból képződik, amelyek két fajtájú atomból állnak (+1 és +8 magtöltéssel). Más szóval, a víz két elem — a hidrogén és az oxigén vegyülete.

A kémiai elemek osztályozásának első próbálkozásai. A kémiai tudomány kialakulásának idején a tudósok igyekeztek „rendet csinálni” az akkor ismert több tucat kémiai elem között, megvalósítani azok osztályozását.

Az osztályozás (rendszerezés) — az objektumok (tárgyak, élő szervezetek, jelenségek stb.) csoportokra vagy osztályokra való osztása bizonyos jellemzőik (sajátságaik) alapján.

A kémia osztályozza az elemeket, anyagokat, kémiai reakciókat.

► Az anyagok mely csoportjait ismeritek? Nevezétek meg a számotokra ismert kémiai reakciók típusait.

Az egyszerű anyagok osztályozását, amelynek alapján később létrejött a kémiai elemek első osztályozása, a XVIII. sz. végén A. L. Lavoisier ajánlotta. Ő az egyszerű anyagokat *fémekre és nemfémekre* osztotta (napjainkban, mint ismeretes, a kémiai elemeket *fémes és nemfémes* elemekre osztják). Az ilyen osztályozás nagyon általános és tökéletlen volt. Egyes egyszerű anyagok (például a grafit, a tellúr) egyes tulajdonságaik alapján a fémekre hasonlítanak, más tulajdonságaik alapján — a nemfémekre. Azonban az egyszerű anyagok, valamint a kémiai elemek felosztása két nagy csoportra a kémia fejlődésében jelentős szerepet játszott.

A fémek és a nemfémek között akadtak nagyon hasonló anyagok. A tudósok külön csoportokba sorolták őket. Mindegyik csoport egyszerű anyagai ilyen általános elnevezést kaptak: *alkálifémek*, *alkáliföldfémek*, *halogének*, *nemesgázok*.

Alkálifémek. Ezek a következők: lítium, nátrium, kálium, rubídium, cézium, francium. Ezek az anyagok könnyűek, lágyak (1. ábra), könnyen olvadók. A kémiai reakciókban az alkálifémek nagyon nagy aktivitást tanúsítanak (2. ábra). Rendes körülmények között a levegőn gyorsan lépnek kölcsönhatásba az oxigénnel, vízgőzzel. Ezért petróleumban tartják azokat légmentesen elzárt edényekben (3. ábra) vagy ampullákban, amelyekből kiszivattyúzták a levegőt. Az említett fémeket alkálifémeknek nevezték el, mivel vízzel való reakciójuk során lúgok — alkáliák — keletkeznek, vagyis az MOH általános képlettel rendelkező oldódó bázisok.

Alkáliföldfémek. Ezekhez az anyagokhoz tartoznak a magnézium, a kalcium, a stroncium, a bárium,



1. ábra.
A nátriumot késsel
lehet vágni



2. ábra.
A cézium reakciója
a vízzel



3. ábra.
Így tárolják
az alkálifémeket

a rádium. Emlékeztetnek az alkálifémekre, számos anyaggal reagálnak, de nem olyan hevesen. Vízzel való reakcióik termékei az $M(OH)_2$ összetételű lúgok¹.

Halogének. Így nevezik a legaktívabb nemfémeket, ezek: fluor, klór, bróm, jód. Ezek az egyszerű anyagok kétatomos molekulákból tevődnek össze: F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 . Rendes körülmények között a fluor és a klór — gáz, a bróm — folyadék, a jód — szilárd anyag (4. ábra). A halogének és más nemfémek között a legaktívabb a fluor.

A halogének reagálnak a hidrogénnel, miközben a HF, HCl, HBr, HI képletű vegyületek képződnek. Ezek a vegyületek rendes körülmények között gázok, jól oldódnak a vízben. A halogének számos fémmel kölcsönhatásba lépnek. Az ilyen reakciók termékei a sók. Ezért a „halogének” elnevezés a görög „halos” szóból ered, ami sót jelent (számotokra ismert vegyület a nátrium és a klór vegyülete — a NaCl, vagyis a konyhasó).

Nemesgázok. Ezeket az egyszerű anyagokat a XIX. sz. második felében fedezték fel. Azért kapták nevüket, mert nem léptek kölcsönhatásba más anyagokkal. A nemesgázokhoz tartoznak a hélium, neon,



4. ábra.
A klór, a bróm és
a jód

¹ A magnézium-hidroxid nem tartozik a lúgokhoz.

Érdekes tudni

A hélium
nemesgázt
a tudósok először
a napfény
színképét
tanulmányozva,
a Napban fedez-
ték fel, és csupán
13 év múlva –
a mi bolygónkon.

argon, kripton, xenon, radon. Ezek az anyagok nem molekulákból állnak, mint a többi gáz, hanem atomokból.

Azoknak az elemeknek, amelyektől az említett egyszerű anyagok származnak, ugyanolyan általános elnevezésük van: *alkáli elemek, alkáliföldfém elemek, halogének, nemesgázok.*

A XIX. sz. 20-as éveinek végén J. W. Döbereiner német tudós a hasonló elemek egy részét hármas csoportokra, *triádokra* osztotta:

Li, Na, K	Ca, Sr, Ba	S, Se, Te
Cl, Br, I	Fe, Co, Ni	

Az első triádba az alkáli elemek kerültek, a másodikba — az alkáliföldfém elemek, a negyedikbe — a halogének. Az elemeket a triádokban a relatív atomtömegük növekedése sorrendjében való elhelyezése során Döbereiner érdekes törvényszerűséget észlelt: a triádban a két szélső elem relatív atomtömegeinek félösszege körülbelül vagy pontosan megegyezett a „központi” elem relatív atomtömegével. Megmutatjuk ezt az első triád esetében:

$$\frac{A_r(\text{Li}) + A_r(\text{K})}{2} = \frac{7 + 39}{2} = 23 = A_r(\text{Na}).$$

Azonkívül, ezen egyszerű anyag és ezen elem vegyületeinek tulajdonságai „közbeesőknek” nyilvánultak a két szomszédos elem egyszerű anyagainak és vegyületeinek tulajdonságaival összehasonlítva.

A többi elemből triádokat kialakítani Döbereinernek nem sikerült.

1865-ben J. A. R. Newlands (e.: nyúlendsz) angol tudós az akkor ismert kémiai elemeket sorba rendezte a relatív atomtömegük növekedése szerint:

H Li Be B C N O F Na Mg Al Si P S Cl K Ca Cr Ti Mn Fe ...

Azt vette észre, hogy sok esetben minden nyolcadik elem hasonló az *elsőnek kiválasztotthoz*. Hasonlók voltak a megfelelő egyszerű anyagok is. Érdekes, hogy ilyen sajátsággal a hangsor rendelkezik a zenében: mindegyik első és nyolcadik hangjegynek egyforma elnevezése és hasonló hangzása van.

► Keressétek meg a felírt elemsorban azokat az elemeket, amelyek hasonlítanak a nátriumra és a fluorra.

5. ábra.
A kémiai elemek
„oktávjai”



A Newlands által felfedezett törvényszerűséget az *oktávok szabályának* nevezték el. Ez a szabály érvényes volt az elemek kezdő soraiban, de további elemeknél érvénytelenné vált (5. ábra). Például a mangán egyáltalán nem hasonlít a foszforhoz, a vas pedig a kénhez. A 8-as számnak, amint arról a kémia története tanúskodik, abban az időben mágikus jelentősége volt, de az atom felépítésének kiderítése óta már tudományos magyarázatot kapott ennek az oka is.

A kémiai elemek osztályozására sikeresebb kísérletet tett 1862-ben L. Meyer (e.: meyer) német kémikus. Olyan táblázatot javasolt, amelyben az elemeket relatív atomtömegük növekedése szerint helyezte el (1. táblázat). Ezen táblázat oszlopaiban az egyforma vegyértékkel rendelkező elemek foglaltak helyet. A tudós táblázatában 28 kémiai elemet jelölt meg, azaz sokkal kevesebbet, mint amennyi elem már ismert volt abban az időben.

1. táblázat

L. Meyer kémiai elem táblázata

Vegyérték					
IV	III	II	I	I	II
...	...	...	...	Li = 7,03	(Be = 9,3?)
C = 12,0	N = 14,04	O = 16,00	Fl = 19,0	Na = 23,05	Mg = 24,0
Si = 28,5	P = 31,0	S = 32,07	Cl = 35,46	K = 39,13	Ca 40,0
...	As = 75,0	Se = 78,8	Br = 79,97	Rb = 85,4	Sr = 87,6
Sn = 117,6	Sb = 120,6	Te = 128,3	I = 126,8	Cs = 133,0	Ba = 137,1
Pb = 207,0	Bi = 208,0	...	...	(Tl = 204?)	...

A tudósok említett próbálkozásai a kémiai elemek egyesítésére megvetették az alapját a kémiai elemek periódusos rendszere felfedezésének D. I. Mengyelejev által.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kémiai elemről alkotott elképzelések a tudomány fejlődésével változtak. Korábban a vegyészek nem különböztették meg a kémiai elemet az egyszerű anyagtól. Ismert volt a hasonló egyszerű anyagok néhány csoportja; köztük — az alkálifémek, halogének. Később felfedezték a nemesgázokat.

A kémiai elemek osztályozásának első kísérletei azoknak csupán bizonyos részüket érintették és nem volt komoly tudományos megalapozottságuk.

?

1. Mit tartottak korábban kémiai elemnek és hogyan határozzuk meg e fogalmat napjainkban?
2. Válasszátok ki azokat az ismertetőjeleket, amelyeket A. L. Lavoisier, J. W. Döbereiner, J. A. R. Newlands és L. Meyer az egyszerű anyagok és kémiai elemek osztályozására használt fel: az egyszerű anyagok tulajdonságai, az elemek elterjedtsége a természetben, a jellemző vegyületek összetétele, a relatív atomtömegek értékei, az elemek vegyértéke.
3. Jellemezzétek a Döbereiner összes triádjába tartozó elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben.
4. Hasonlítsátok össze a bróm relatív atomtömegét a klór és a jód relatív atomtömegeinek félösszegével.
5. Hasonlítsátok össze J. A. R. Newlands elem sorát a D. I. Mengyelejev-féle periódusos rendszerben található sorrenddel és keressétek meg az eltéréseket.

2 D. I. Mengyelejev periódusos törvénye

E fejezet anyaga segít nektek:

- értesülni a kémiai elemek természetes sorának létezéséről;

- elképzelni, hogyan fedezte fel D. I. Mengyelejev a periódusos törvényt;
- megérteni a periódusos törvény tartalmát.

A kémiai elemek osztályozásának problémája a XIX. sz. 60-as éveiben ragadta meg D. I. Mengyelejevet (6. ábra). Ő azokat a törvényszerűségeket és összefüggéseket kutatta, amelyek az összes kémiai elemre kiterjednek, nemcsak egy részükre.

6. ábra.

D. I. Mengyelejev azon törvény kutatása idején, amely összefoglalta a kémiai elemeket



Abban az időben 63 kémiai elemet ismertek. Közülük mindegyikre a tudós „dossziét” vezetett be — kártyát (lapot), amelyekre felírta az elem relatív atomtömegét, vegyértékét, ismereteket az egyszerű anyagokról és vegyületekről. Mengyelejev, amint elődei is, az elem legfontosabb jellemzőjének atomja tömegét tartotta. Az elemeket relatív atomtömegük növekedése sorában helyezve el (7. ábra)¹, a tudós (akárcsak korábban J. Newlands) azt vette észre, hogy bizonyos közök (intervallumok) után olyan elemek fordulnak elő benne, amelyek hasonló egyszerű anyagokat és vegyületeket alkotnak.

7. ábra.

A Mengyelejev által összeállított elemsor* eleje

A sor nemfémes elemmel, a hidrogénnel kezdődik, amelynek atomja a legkisebb tömegű volt. Utána fémes elemek helyezkednek el: a lítium és a

H	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	...
1	7	9	11	12	14	16	19	23	24	27	

* Az elem vegyjele alatt a relatív atomtömeg van feltüntetve. A sötétebb kockákban a fémes elemek vannak.

¹ A nemesgázokat csak később fedezték fel.

berillium, azután nemfémes elemek a börtől a fluorig, tovább ismét fémes elemek és így tovább. Amint látjuk, az *elemek jellege a sorban periodikusan ismétlődött*.

Mengyelejev felosztotta az összeállított sort több részletre (ezek az átalatok ismert *periódusok*). Mindegyik részlet tipikus fémes elemmel kezdődött (alkálifémmel) és tipikus nemfémes elemmel (halogénnel) zárult:

Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl

A tudós észrevette, hogy a részletekben az elemek jellege, egyszerű anyagaik tulajdonságai, valamint analóg vegyületeik összetétele és tulajdonságai fokozatosan változnak.

Győződjünk meg erről és vizsgáljunk meg az elemek sorában egy ilyen elemsort (8. ábra).

Az első helyen a kiválasztott részletben a nátrium alkálifém foglal helyet. Ez az elem egyvegyértékű, nagyon aktív fém — nátriumot, oxidot — Na_2O és lúgot — NaOH alkot. A nátrium után a kétvegyértékű magnézium áll, amelyiktől kisebb kémiai aktivitású anyagok származnak — a fémes magnézium, a MgO bázisképző oxid és a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ alig oldódó bázis. A harmadik helyet a háromvegyértékű alumínium foglalja el, melynek oxidja és hidroxidja egyes kémiai tulajdonságokban különbözik a magnézium analóg vegyületeitől. A következő elemek nemfémesek: szilícium, foszfor, kén és klór. Ezek maximális vegyértékei 4-től 7-ig növekednek. A megfelelő nemfémesek, illetve az elemek legmagasabb oxidjainak megfelelő savak kémiai aktivitása fokozódik. A legaktívabbak a klór és a HClO_4 sav.

8. ábra.

A kémiai elemsor egyik részlete*

Az említett tények lehetőséget adnak az alábbi következtetésre: *mindegyik fragmentumban az*

Na I Na_2O NaOH	Mg II MgO $\text{Mg}(\text{OH})_2$	Al III Al_2O_3 $\text{Al}(\text{OH})_3$	Si IV SiO_2 H_2SiO_3	P V P_2O_5 H_3PO_4	S VI SO_3 H_2SO_4	Cl VII Cl_2O_7 HClO_4
---	--	--	--	---	---	---

* Az elemek vegyjelei alatt a vegyérték maximális értéke, a legmagasabb oxidjainak, majd a nekik megfelelő hidroxidoknak és savaknak képletei vannak feltüntetve.

elemek fémes jellege jobbról balra fokozódik, a nem-fémes jellege pedig — balról jobbra.

az elemek fémes tulajdonsága			az elemek nemfémes tulajdonsága			
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl

D. I. Mengyelejev az atomtömegek növekedése szerint összeállított elemsort *természetes sornak* nevezte, vagyis olyanak, amely az embertől függetlenül létezik a természetben.

Az elemek természetes sorában talált törvényszerűségek elvezettek a *periódusos törvény*, illetve a *periodicitás törvényének* felfedezéséhez 1869-ben:

A kémiai elemek és egyszerű anyagok tulajdonságai, valamint a vegyületek összetétele és tulajdonságai periódusosan függnék az atomtömegek értékeitől.

A periodicitás a kémiában az elemek kémiai jellegének, atomszerkezetük különlegességének, összetételük, az anyagok szerkezetének és tulajdonságainak ismétlődése (de nem másolása) bizonyos számú elem után az elemek természetes sorában.

Mengyelejev idejében a tudomány fejlődési szintje nem volt elég magas. Ezért a tudósnak nem sikerült feltárni a periodicitás okát. Ő azonban hitt abban, hogy ez idővel okvetlenül bekövetkezik. Napjainkban már általánosan ismert az a tény, hogy a *kémiai elemek világában észlelt periodicitást az atomok elektronszerkezete okozza.*

Mengyelejev nem szorítkozott arra a tényanyagra, amelyellel a kémia tudománya rendelkezett. Abban az esetben, amikor az elem a természetes sor általános törvényszerűségétől eltért, ő azt ajánlotta a kémikusoknak, hogy vizsgálják felül atomtömegének értékét. A tudós nemcsak az új elemek felfedezését jósolta meg előre, hanem atomtömegeik értékeit, az egyszerű anyagok tulajdonságait, vegyületeik létezését is a természetben stb.

Néhány elem elhelyezkedése a természetes sorban nem felel meg a relatív atomtömegek növekedésének. Mengyelejev például a tellúrt a jód előtt helyezte el annak dacára, hogy a tellúr atomjának tömege

kissé nagyobb. A tudós figyelembe vette, hogy a jód egyszerű anyag aktívabb nemfém, mint a tellúr egyszerű anyag, amely szintén nemfém. Tehát a nemfémes jelleg erősebben kifejezett a jód elem esetében, és a helyének a tellúr után kell következnie.

A periódusos törvény egyike a természet alapvető törvényeinek. Ez a törvény feltárja a kémiai elemek egységét és a közöttük levő kölcsönös kapcsolatot. A kémiát tanulmányozva gyakran fordultok majd ehhez a törvényhez, új tényeket találtok, amelyek alátámasztják e törvényt, és felhasználva azt, előre látjátok majd az egyszerű és összetett anyagok kémiai tulajdonságait, kémiai átalakulásaik valószínűségét.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kémiai elemeket a relatív atomtömegeik növekedése szerint sorba helyezve el, D. I. Mengyelejev felfedezte a periódusos törvényt. A tudós így fogalmazta meg e törvényt: a kémiai elemek és egyszerű anyagok tulajdonságai, valamint vegyületeik összetétele és tulajdonságai periódusosan függnék atomtömegeik értékeitől.

A periódusos törvény egyike a természet alapvető törvényeinek. E törvény a kémiai tudomány alapja — fundamentuma.

?

6. A periódusos rendszer alapján mondjátok meg, mennyivel több elem ismeretes napjainkban, mint Mengyelejev korában.
7. Hogyan értelmezték a „periodicitás” szót? A természetben milyen változásokat lehet jellemezni ezzel a szóval? Hasonlítsátok össze a „folytonosság”, „fokozatosság” szavakkal.
8. Helyezzétek el a F, C, B, O, N elemeket a nemfémes jellegük gyengülése sorrendjében.
9. Melyik elemnél — a berilliumnál vagy a lítiumnál — nyilvánul meg élelénkebben a fémes jelleg? A megfelelő fémek közül melyik lesz aktívabb a kémiai reakciókban?
10. Periodikus vagy fokozatos az elemek vegyértékei maximális értékének változása az elemek természetes sorában? A feleletet alapozzátok meg példákkal.

11. Keressetek a periódusos rendszerben néhány olyan elempárt (a fejezetben említettekén kívül), amelyek mindegyikében a nagyobb rendszámmal rendelkező elemnek kisebb a relatív atomtömege.

3

A kémiai elemek periódusos rendszere

E fejezet anyaga segít nektek:

- használni a periódusos rendszer különböző változatait;
- információt szerezni a kémiai elemekről a periódusos rendszerből;
- meghatározni az elem jellegét a periódusos rendszerben való elhelyezkedése alapján.

Érdekes tudni

A periódusos rendszert még az elemek „nagy összefoglalásának” is nevezik.

A periódusos rendszer a kémiai elemek ismeretének forrása. Azután, hogy D. I. Mengyelejev részletekre osztotta a kémiai elemek természetes sorát, a második részletet az első alá helyezte, a harmadikat — a második alá és így tovább. Táblázat alakult ki, amelynek oszlopaiba hasonló elemek kerültek: alkálifémek, alkáliföldfémek, halogének stb. Így jött létre a *kémiai elemek periódusos rendszere*.

A kémiai elemek periódusos rendszere az iskolai kémiai szertárak nélkülözhetetlen kelléke. E táblázatot minden kémiatankönyvben megtalálhatjuk. A periódusos rendszert állandóan használják a tanulók, egyetemi hallgatók, tanárok, tudományos kutatók, mivel megtalálhatók benne a kémiai elemekről szóló legfontosabb információk. Az elem rendszertani helye alapján ki lehet deríteni atomjának összetételét, szerkezetét, megjósolni az egyszerű anyag és a különböző vegyületek kémiai tulajdonságait.

A periódusos rendszernek táblázatos alakja van. Ezért e rendszert *a periódusos törvény táblázatos kifejezésének* nevezik. A rendszernek két alapvető változata van — a rövid (I. előzők) és a hosszú (Melléklet) változata. A rövid változatot gyakrabban fogjuk használni, mivel ez alkalmasabb és tömörebb.

Érdekes tudni

A hidrogén két kockában helyezkedik el a periódusos rendszer bal és jobb felső sarkában

Minden elem a periódusos rendszer egy bizonyos kockájában helyezkedik el (kivételt képez a hidrogén). Ismeretes számotokra, hogy egy-egy kocka a következő információt tartalmazza:

- az elem vegyjele;
 - sorszám;
 - az elem elnevezése;
 - az egyszerű anyag elnevezése, ha az eltér az elem elnevezésétől;
 - a relatív atomtömeg értéke.
- Milyen ismereteket szerezhetünk a 9. elemről a periódusos rendszerből?

Megjegyezzük, hogy a periódusos rendszer rövid változatának kockái adatokat közölnek az atomok elektronszerkezetéről. Ezt majd később fogjuk tárgyalni.

A rendszer hosszú változatának kockáiban csupán a sorszámok, a vegyjelek, az elemek, illetve egyes egyszerű anyagok elnevezései találhatók.

A periódusos rendszer felépítése. Már tudjátok, hogy a periódusos rendszer összetevői a *periódusok* és *csoportok*.

A periódus az elemek természetes sorának részlete, amely alkáli elemmel kezdődik¹ és nemesgázzal végződik.

A periódusos rendszer minden egyes változatának hét periódusa van. A hosszú változatban a periódus a rendszer egy sorát foglalja el, a rövidben pedig egy vagy két szomszédos sorát. Az utolsó periódus üres kockákat tartalmaz; három elemet, amelyeket még nem fedeztek fel.

Az első periódust (2 elemet tartalmaz), a másodikat és a harmadikat (8-8 elemet tartalmaznak) kis periódusoknak nevezik, a negyediket, ötödiket (18-18 elemet tartalmaznak), a hatodikat (32 elem) és a hetediket (egyelőre 29 elem van benne) — nagy periódusnak.

A periódusokat arab számokkal számozzák.

¹ Az első periódust a hidrogén kezdi.

A csoport az elemek oszlopa a periódusos rendszer rövid változatában vagy két oszlopa a hosszú változatban.

A periódusos rendszer az elemek nyolc csoportját tartalmazza. A csoportokat római számokkal szokás számozni. Mindegyik csoport két részcsoporthból tevődik össze — *főcsoportból* és *mellékcsoportból*. A főcsoportokat a periódusos rendszerben „a” betűvel jelölik, a mellékcsoportokat „b” betűvel. A rendszer rövid változatában a főcsoportok elemeinek vegyjelei a kocka középpontjától bal felé vannak eltolva, a mellékcsoportok elemeinek vegyjelei jobbra. Így lehet felismerni a részcsoporthokat: a főcsoportok elemeinek kockái rózsaszínűek vagy sárgák, a mellékcsoportok elemeinek kockái pedig kék vagy zöld.

A periódusos rendszer két változatának részeit a 9. ábra szemlélteti.

9. ábra.

A periódusok, csoportok és részcsoporthok a periódusos rendszer hosszú (a) és rövid (b) változataiban

Főcsoportok
Mellékcsoportok

Csoportok Periódusok	Ia	IIa	IIIb	IVb	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa
1	H											He
2	Li	Be					B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg					Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

a

Főcsoportok

Csoportok Periódusok	a I b	a II b	a III b	a IV b	
1	H				
2	Li	Be	B	C	
3	Na	Mg	Al	Si	
4	K	Ca	Sc	Ti	
	Cu	Zn	Ga	Ge	
5	Rb	Sr	Y	Zr	
	Ag	Cd	In	Sn	
6	Cs	Ba	La	Hf	
	Au	Hg	Tl	Pb	
7	Fr	Ra	Ac	Rf	
	Rg	Cn		Fl	

Mellékcsoportok

b

- Nevezzétek meg az I. és IV. csoportok elemeit, amelyek a a) főcsoportokhoz; b) mellékcsoportokhoz tartoznak.

A periódusos rendszer rövid és hosszú változatainak alsó részében van két különálló sor, amelyek mindegyike 14 elemet tartalmaz. A felső sorban a „lantanoidák”-nak nevezett elemek (vagyis a lantánhoz hasonló) helyezkednek el, az alsó sorban pedig az „aktinoidák” (az aktíniumhoz hasonló). Ezen elemek zömét a XX. században fedezték fel. Ők az elemek természetes sorának részét képezik és a III. csoport mellékcsoportjába tartoznak. A lantanoidák a 6. periódus elemei, az aktinoidák a 7. periódus elemei. A célszerűség kedvéért (hogy ne legyen szükséges a lantán és aktínium kockáit 15 részre osztani, hogy elhelyezzük a lantánt és a lantanoidákat) ezeket az elemeket kivítették a periódusos rendszer alapvető mezőjéből.

Ismerve az elem helyét a periódusos rendszerben, különböző előrejelzéseket tehetünk. Az egyik közülük az elem kémiai jellegére vonatkozik. A 7. osztályban megtudtátok, hogy a rendszer hosszú változatában van egy szaggatott vonal, mely a bór-tól az asztáciumig terjed. E vonaltól balra a fémek elemek helyezkednek el, jobbra pedig a nemfémek elemek. Egyes elemek, amelyek e vonal közelében helyezkednek el (Ge, Sb, Po), olyan egyszerű anyagokat alkotnak, amelyek bizonyos tulajdonságaikban a fémekre emlékeztetnek, más tulajdonságaikban pedig a nemfémekre. A főcsoportokban mind fémek, mind nemfémek elemek vannak, a mellékcsoportokban pedig csupán fémek elemek¹.

- Milyen típusú elemek vannak az Ia, Ib, IVa, IVb részcsoportokban?

A legjobban hasonlók egymáshoz a részcsoport elemei, mindegyik csoport főcsoportjának és mellékcsoportjának elemei között gyakran lényeges különbségek vannak.

¹ A mellékcsoportok elemeit átmenetinek nevezzük.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kémiai elemek periódusos rendszere a periódusos törvény táblázatos kifejezése.

A periódusos rendszernek két változatát használják: a rövid és a hosszú változatát. A rendszer mindkét változata periódusokból és csoportokból áll; mindegyik csoportban főcsoport és mellékcsoport van.

A periódus az elemek természetes sorának részlete. Ezt alkálifém nyitja és nemesgáz zárja. A csoport a periódusos rendszer rövid változatában az elemek egy oszlopa, vagy a hosszú változatában az elemek két oszlopa. A csoportokban (részcsoportokban) hasonló elemek helyezkednek el.

A periódusos rendszer hosszú változatában a szaggatott vonal a rendszert két részre osztja. Ettől a vonaltól balra a fémes elemek helyezkednek el, jobbra pedig a nemfémes elemek.

?

12. Mit nevezünk a kémiai elemek periódusának és csoportjának?
13. Hány periódus létezik a periódusos rendszerben? Hasonlítsátok össze őket az elemek száma szerint.
14. Hány csoport van a periódusos rendszerben? Hány részcsoportja van mindegyik csoportnak? Hogyan nevezik és különböztetik meg őket?
15. A periódusos rendszer melyik csoportja tartalmazza a legtöbb elemet?
16. Töltsétek ki a táblázatot:

Kémiai elem		Sorszám	Helye a periódusos rendszerben		
vegyjel	elnevezés		periódus	csoport	mellékcsoport
C					
			4	V	a
		26			

17. Nevezzétek meg azokat az elemeket, amelyek:
 - a) a 2. periódusban, V. csoportban;
 - b) az 5. periódusban, IV. csoportban, fő mellékcsoportban;

- c) a 4. periódusban, VII. mellékcsoportban;
d) a 6. periódusban, VIII. mellékcsoportban
- helyezkednek el. Mindegyik elemnek tüntessétek fel a sorszámát.
18. A felsorolt számok közül keressétek meg azokat, amelyek a fémek és nemfémek sorszámainak felelnek meg: 1, 6, 11, 16, 20, 30, 35.
19. A periódusos rendszerben való elhelyezkedésük alapján mondjátok meg, hogy fémek vagy nemfémek-e a bróm, a magnézium, a mangán és a szelén.
20. Nevezetek meg 2–2 olyan elemet, amelyek legjobban hasonlítanak a következő elemekhez: a) stronciumhoz; b) nióbiumhoz; c) ónhoz; d) klórhoz.

4

Az atom szerkezete

A fejezet anyaga segít nektek:

- megismerni az atom szerkezetét és az atommag összetételét;
- meghatározni a protonok, neutronok, elektronok számát az atomban.

Az atom összetevői. Az ókori filozófusok elképzelései az atomról mint legparányibb egynemű és oszthatatlan részecskéről nem változtak évszázadokon keresztül. Azonban a XIX. sz. második felében a tudósok felfedezték, hogy az atom még parányibb részecskéket tartalmaz.

A 7. osztály kémiai anyagából tudjátok, hogy:

- az atom az anyag legparányibb elektromosan semleges részecskéje, amelyik pozitív töltésű magból és a körülötte keringő negatív töltésű elektronokból tevődik össze (10. ábra);
- a mag töltésének értéke és az atomban az elektronok száma egybeesik az elem rendszámával;
- a mag több tízezerszer kisebb az atomnál. Az atom majdnem egész tömege a magban összpontosul.

Az atom szerkezetének további vizsgálata a XX. század elején azt mutatta, hogy a magban kétféle

10. ábra.
Az 1. számú
elem, a hidrogén
atomjának
modellje



részecsketípus van jelen: a *protonok*¹ és a *neutronok*². Az utóbbiakat általában *nukleonoknak*³ nevezzük.

A protonnak ugyanolyan értékű töltése van, mint az elektronnak, de pozitív: +1. A protonok száma meghatározza az atommag töltését; ez a szám megegyezik az elektronok számával. A neutron töltés nélküli részecske. A proton jelölése p^+ , a neutroné n^0 .

Az atom szerkezetét alkotó részecskék jellemzésére, mint magukra az atomokra is, nem abszolút, hanem relatív tömegeket használnak. A proton és a neutron tömegei körülbelül megegyeznek és majdnem 2000-szer nagyobbak az elektron tömegénél. A proton és neutron relatív tömegeinek értékei eggyel egyenlők.

Tehát az atomban egymás mellett három típusú részecskék léteznek: pozitív töltésű, negatív töltésű, valamint azok, amelyeknek nincs töltésük (1. séma).

Az elektronok az atommaghoz az úgynevezett elektrosztatikus erőkkel vonzódnak, de nem esnek rá, mivel nagy sebességgel mozognak. A protonok és a neutronok együtt vannak a magban a különleges „magerők” hatására. Ezeknek az erőknek a természetét még nem sikerült kideríteni.

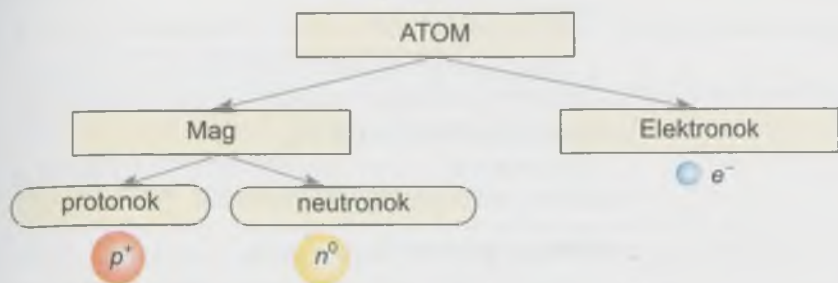
A protonszám és a nukleonszám. A protonok számát az atomban *protonszám*nak (*magtöltésszám*nak) nevezik. E számot az elem vegyjelétől balra alsó indexszel jelölik: ${}_4\text{Be}$.

¹ A szakkifejezés a „prōtos” görög szóból ered, jelentése — első, leg-egyszerűbb.

² A szakkifejezés a „neutrum” latin szóból ered, jelentése — nem ez és nem más.

³ A szakkifejezés a „nucleus” latin szóból ered, jelentése — mag.

Az atom összetevői



► A fluor és nátrium elemnek milyen a protonszám értékük?

Az atom szerkezete alapján így határozható meg a kémiai elem:

A kémiai elem bizonyos protonszámú atomfajta.

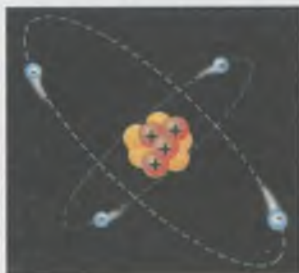
Az atomban a protonok és neutronok együttes számát *nukleonszámnak* nevezik. E számot *A* betűvel jelölik, értékét pedig az elem vegyjelétől balra felső indexként írják fel: ${}^9\text{Be}$.

A neutronok száma egyenlő a nukleonszám és a protonszám különbségével. Ezen részecskékből a berilliumatomban $9 - 4 = 5$ van (11. ábra).

Nukleonszám
 $\rightarrow {}^9\text{Be}$
 Protonszám
 $\rightarrow {}_4\text{Be}$

Létezik húsz olyan elem, amelyek minden egyes atomjának egyforma nukleonszáma van (ezek majdnem egybeesnek a periódusos rendszerben található relatív atomtömegekkel):

**Be, F, Na, Al, P, Sc, Mn, Co, As,
 Y, Nb, Rh, I, Cs, Pr, Tb, Ho, Tm, Au, Bi.**



11. ábra.
 A berillium
 atomjának
 modellje

- Határozzátok meg a protonok, neutronok és elektronok számát a fluor és nátrium atomjaiban.

A többi elem bármelyike különböző nukleon-számmal rendelkezik. Ennek magyarázatát a következő fejezetben találjátok.

Összegezzük a fent említetteket és írjuk fel a megfelelő matematikai kifejezéseket.

- Mivel az atom elektromosan semleges, ez azt jelenti, hogy egyforma mennyiségű protont és elektront tartalmaz; számuk egyenlő az elem sorszámaival:

$$\begin{array}{ccccc} N(p^+) & = & N(e^-) & = & Z. \\ \text{a protonok} & & \text{az elektronok} & & \text{az elem} \\ \text{száma} & & \text{száma} & & \text{sorszáma} \end{array}$$

- A neutronok száma bármelyik atomban a nukleonszám és a protonok (elektronok) számának vagy az elem sorszámaának különbségével egyenlő:

$$\begin{array}{ccccc} N(n^0) & = & A & - & Z. \\ \text{a neutronok} & & \text{nukleonszám} & & \text{az elem} \\ \text{száma} & & & & \text{sorszáma} \end{array}$$

20 elem számára

$$A \approx A_r$$

- A neutronok számát a fent említett húsz elem atomjaiban a relatív atomtömegértékeket felhasználva lehet kiszámítani:

$$\begin{array}{ccccc} N(n^0) & = & A_r & - & Z \\ \text{a neutronok} & & \text{relatív} & & \text{az elem} \\ \text{száma} & & \text{atomtömeg} & & \text{sorszáma} \end{array}$$

ÖSSZEFOGLALÁS

Az atom magból és elektronokból áll. A magnak a töltése pozitív; benne protonok és neutronok vannak és itt összpontosul az atom tömegének majdnem egésze. A protonok és elektronok száma az atomban azonos és megegyezik az elem sorszámaival. A neutronok száma az atomban egyenlő a nukleonszám és a protonszám különbségével.

?

21. Milyen részecskékből tevődik össze az atom? Miben különböznek? Milyen az atommag összetétele?
22. Milyen részecskékből van azonos mennyiség bármilyen atomban?
23. Léteznek-e olyan elemek, amelyek atomjaiban nincsenek: a) protonok; b) neutronok?
24. Töltsétek be a táblázat üres kockáit

Elem				Száma az atomban		
elnevezés	vegyjel	sorszám (proton-szám)	nukleon-szám	protonok	elektronok	neutronok
Cézium						
					13	
		27				

25. Írjátok fel a kobalt, az arany és a bizmut vegyjelét, feltüntetve a megfelelő protonszámokat és nukleonszámokat.
26. Tüntessétek fel azt az elemet, amelyik atomjának legtöbb az elektronja: Si, B, N, Cl.
27. Keressétek meg a felsorolásban azt az elemet, melynek atomja a legkevesebb protont tartalmazza: C, Mg, K, Ar.
28. Tüntessétek fel azt az elemet, melynek atomja a legtöbb neutron tartalmazza: Sc, As, Mn.

5

Az izotópok. A periódusos törvény korszerű megfogalmazása

E fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni, mik az izotópok és a nuklidok;
- kiszámítani az elem relatív atomtömegét izotóp-összetétele alapján;
- meggyőződni arról, hogy a „relatív atomtömeg”, „relatív molekulatömeg” fogalmak pontosításra szorulnak;

- megérteni, miben különbözik a periódusos törvény korszerű megfogalmazása attól, amelyet Mengyelejev ajánlott.

Az izotópok. Egy elem atomjai egyenlő számú protont és elektront tartalmaznak, de nem mindig egyenlő számú neutron.

Valamely elem atomfajtáit, melyekben a neutronok száma különböző, izotópoknak¹ nevezik.

A hidrogénnek három izotópja ismert. Mindegyiknek megvan a saját elnevezése és jelölése (12. ábra). A természetben a legtöbb az olyan hidrogénatom, amelynek magja mindössze egy protonból áll. Néhány ezer ilyen atomra jut egy olyan, amelynek magjában, a protonon kívül, még egy neutron is jelen van. Ez a két atomfajta — a prócium és a deutérium — a hidrogén természetes izotópjai. A fizikusoknak sikerült laboratóriumban a hidrogén olyan atomjait előállítani, amelyek magjában két neutron van. A hidrogénnek ezt a mesterséges atomfajtáját tríciumnak nevezték el.

12. ábra.

A hidrogén

izotópjai:

a) prócium H;

b) deutérium D;

c) trícium T.



A hidrogénizotópok nukleonszámai (a protonok és neutronok összmenyiségei) — 1, 2 és 3. Tehát az izotópok — egyazon elem különböző nukleonszámokkal rendelkező atomfajtái.

Az elem izotópjai alkotott anyagok fizikai tulajdonságai kissé különböznek. A D_2O mole-

¹ A szakkifejezés az „isos” — egyforma, egyenlő, azonos — és a „topos” — hely — görög szavakból ered. Az izotópok a periódusos rendszer egy kockájába „tartoznak”.

kulákból álló „nehésvíz” sűrűsége egyenlő $1,104 \text{ g/cm}^3$, a forráspontja (normális nyomáson) $+101,430^\circ\text{C}$. A közönséges víznek (H_2O) ezen fizikai jellemzői számotokra jól ismertek $-1,000 \text{ g/cm}^3$ és $+100^\circ\text{C}$. Ugyanakkor a két anyag kémiai tulajdonságai azonosak. A „nehésvíz”, akárcsak a közönséges víz, kölcsönhatásba lép a kalcium-oxiddal, a foszfor(V)-oxiddal és más vegyületekkel.

Izotópok

^1H , ^2H , ^3H

A természetben számos elem néhány több atomfajttával, azaz izotóppal fordul elő, az előbbi fejezetben felsorolt húsz elemnek csupán egy fajta atomja van (ezen elemek minden egyes atomja abszolút egyforma).

Az izotópokat az elemek vegyjelével vagy elnevezéseivel jelöljük a nukleonszám feltüntetésével: ^1H , ^2H , ^3H , klór-35, klór-37. Használják az izotópok teljes jelölését is: ^1_1H , ^2_1H , ^3_1H , $^{35}_{17}\text{Cl}$, $^{37}_{17}\text{Cl}$ (az alsó index az elem sorszáma).

Az atomok bármilyen fajtáját *nuklidnak* nevezik.

Nuklidok

^1H , ^{12}C , ^{40}K

A nuklidok a különböző elemek atomfajtái: ^1H , ^{12}C , ^{23}Na , ^{238}U , ^{35}Cl , ^{54}Fe , ^{109}Ag , ^{138}Ba és mások. A napjainkban ismert összes nuklidok száma majdnem eléri a 2300.

Az izotópok — egy elem nuklidjai (atomfajtái):

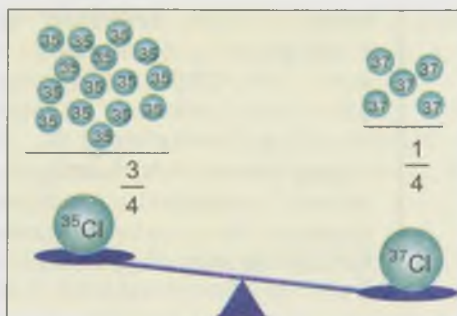
^1H , ^2H , ^3H — a hidrogén izotópjai;

^{12}C , ^{13}C — a szén izotópjai.

Az izotópokkal rendelkező elemek relatív atomtömegeinek kiszámítása. A természetben a klórnak két nuklidja létezik. Az egyik atomfajtának a nukleonszáma (relatív atomtömege) 35, a másiknak 37. A tudósok kiderítették, hogy a „könnyű” klóratomok az elem összes atomjának háromnegyed részét alkotják, a „nehéz” atomok pedig egynegyedét (13. ábra). Ezen adatok alapján ki lehet számítani a klór relatív atomtömegét:

$$A_r(\text{Cl}) = \frac{3}{4} \cdot 35 + \frac{1}{4} \cdot 37 = 35,5.$$

13. ábra.
A klór elem
izotópjai



A $\frac{3}{4}$ és $\frac{1}{4}$ — számokat az izotópok *atomrésze*nek (*atomrészarányának*) nevezik. Ezek a számok minden egyes nuklid atomszámának az elem összes atomjához viszonyított arányát fejezik ki. A klórizotópok említett atomrészeit (atomrészarányait) százalékokban is kifejezhetjük: 75 %, 25 %.

Az atomrészt (atomrészarányt) a görög χ betűvel („hi”-nek ejtjük) jelöljük. Ismerve az elemek izotópjainak atomrészarányát (χ_1 , χ_2 és így tovább) a természetes keverékben és a megfelelő nukleonszámokat (A_1 , A_2 stb.), ki lehet számítani az elem relatív atomtömegét a következő képlet segítségével:

$$A_r = \chi_1 \cdot A_1 + \chi_2 \cdot A_2 + \dots + \chi_n \cdot A_n.$$

Egy példát hozunk fel egy elem két nuklidja atomrészarányainak kiszámítására az elem relatív atomtömege alapján.

FELADAT. A réznek két természetes nuklidja van ^{63}Cu és ^{65}Cu . Számítsuk ki atomrészarányukat, felhasználva az elem relatív atomtömege pontos értékét.

Adva van:

^{63}Cu
 ^{65}Cu

$\chi(^{63}\text{Cu}) = ?$

$\chi(^{65}\text{Cu}) = ?$

Megoldás

1. A periódusos rendszerben megtaláljuk a réz relatív atomtömegének értékét:

$$A_r(\text{Cu}) = 63,546.$$

2. A ^{63}Cu atomrészarányát x -szel jelöljük. Akkor a ^{65}Cu nuklid atomrészaránya $1-x$ lesz.
3. Kiszámítjuk a réznuklidok atomrészarányait, felhasználva a fejezetben található képletet:

$$A_r(\text{Cu}) = \chi(^{63}\text{Cu}) \cdot 63 + \chi(^{65}\text{Cu}) \cdot 65;$$

$$63,546 = x \cdot 63 + (1 - x) \cdot 65;$$

$$2x = 65 - 63,546 = 1,454;$$

$$x = \chi(^{63}\text{Cu}) = 0,727, \text{ vagy } 72,7 \%;$$

$$\chi(^{65}\text{Cu}) = 1 - 0,727 = 0,273, \text{ vagy } 27,3 \%.$$

Felelet: $\chi(^{63}\text{Cu}) = 72,7 \%; \chi(^{65}\text{Cu}) = 27,3 \%$.

Az elem relatív atomtömege és az egész szám közötti észrevehető különbség arra utal, hogy a természetben legalább kétfajta nuklidja található. Például, a cinknek ($A_r = 65,38$) öt izotópja (^{64}Zn , ^{66}Zn , ^{67}Zn , ^{68}Zn , és ^{70}Zn) van, az ónnak ($A_r = 118,71$) pedig tíz. Ha az elem relatív atomtömege megközelelti az egész számot, ez nem jelenti a bizonyítását annak, hogy az elemnek egyetlen természetes nuklidja van. Így az alumíniumnak ($A_r = 26,982$) egy nuklidja van ^{27}Al , de a brómnak ($A_r = 79,904$) — két nuklidja ^{79}Br és ^{81}Br , melyek atomrészarányai a természetes keverékben majdnem egyenlők (50,5 és 49,5% megfelelően).

► Magyarázzátok meg, a hidrogén relatív atomtömegének értéke miért 1,0079, azaz majdnem 1, amikor ennek az elemnek két természetes izotópja van.

Fontos kémiai fogalmak pontosítása. A 7. osztályos kémiából tudjátok, hogy a relatív atomtömeg és a relatív molekulatömeg nem más, mint az atom molekulatömegének aránya a szénatom tömegének 1/12 részéhez. De az utóbbi elem atomjai, amelyek a természetben léteznek, nem egyformák. A szénnek három nuklidja ismeretes — ^{12}C (az ilyen atomfajták 98,89%-át képezik az összes szénatom mennyiségének), ^{13}C és ^{14}C . Az atomtömeg egységeként a szén-12 atomtömegének 1/12 részét fogadták el. Megfogalmazzuk az említett fizikai mennyiségek pontosított meghatározását (definícióját):

A relatív atomtömeg nem más, mint az atomtömeg aránya a ^{12}C atomtömegének 1/12-ik részéhez;

a relatív molekulatömeg nem más, mint a molekulatömeg aránya a ^{12}C atomtömegének 1/12-ik részéhez.

Az egyik megfelelő számítási képletnek ilyen alakja van:

$$A_r(E) = \frac{m_a(E)}{\frac{1}{12} m_a(^{12}\text{C})}$$

A periódusos törvény korszerű megfogalmazása. D. I. Mengyelejev, mint kortársai sem, még nem tudta, milyen az atom felépítése. Azonban biztos volt abban, hogy az elemek kémiai jellege és az anyagok tulajdonságai változásainak okát az atomokban kell keresni. A tudós jól értette, hogy a periódusos törvény mélyebb megismerésére van szükség.

Az atom bonyolult felépítésének felfedezése segített meghatározni, hogy minden egyes elem alapvető sajátága az atommag töltése, s nem a tömeg, mivel az elemek zömének izotópjai vannak. Ezért napjainkban a periódusos törvényt így fogalmazzuk meg:

A kémiai elemek és az egyszerű anyagok tulajdonságai, valamint a vegyületek összetétele és tulajdonságai periódusosan függenek az atommagok töltésének értékeitől.

D. I. Mengyelejev a periódusos rendszerben a jódot a tellúr után helyezte el, dacára annak, hogy a jód atomtömege valamivel kisebb. A tudós számára alapvető kritériumokként léptek fel, az atomtömegén kívül, az elemek kémiai jellege és az általuk keletkezett vegyületek tulajdonságai (15. old.). Most már tudjuk, hogy a jód atommagjában egy protonnal több van, mint a tellúr atommagjában, ezért a jód sorszámának eggyel nagyobbnak kell lennie.

A periódusos rendszerben van még néhány olyan elempár, amelyekben az atomtömegek értékei alapján az elemek helyét fel kellett volna cserélni. Közöttük van az argon és a kálium. Ismeretes, hogy a káliumatom egy protonnal többet tartalmaz. De a relatív atomtömege miért kisebb, mint az argoné? Mindkét elemnek 3—3 természetes nuklidja van. Az argon majdnem teljesen a „nehéz” ^{40}Ar nuklidból tevődik össze; ilyen atomokból 99,6 % van az összes atommennyiségből (léteznek még ^{36}Ar és ^{38}Ar nuklidok is). A káliumnál túlnyomó többségben a „könnyű” ^{39}K nuklidok vannak, amelyekre 93,2 % esik az összes káliumatomból (léteznek még ^{40}K és ^{41}K nuklidok)."

ÖSSZEFOGLALÁS

Egy bizonyos elem különböző mennyiségű neutronnal rendelkező atomfajtaait izotópoknak nevezzük, s bármelyik atomfajtaát — nuklidnak. Az izotópok — egy elem nuklidjai.

A relatív atomtömeg, molekulatömeg nem más, mint az atomtömeg, molekulatömeg aránya a ^{12}C atomtömegének $1/12$ -ik részéhez.

A periódusos törvényt napjainkban így fogalmazzák meg: a kémiai elemek és az egyszerű anyagok tulajdonságai, valamint a vegyületek összetétele és tulajdonságai periódusosan függenek az atommagok töltésének értékeitől.

?

29. Mik az izotópok, nuklidok? Hogyan jelöljük őket? A feleletet szemléltessétek példákkal.
30. Hány protont, neutron és elektront tartalmaz a következő nuklidok mindegyike: ^{20}Ne , ^{21}Ne , ^{40}K , ^{40}Ca , ^{192}Pt ?
31. Tüntessétek fel az alábbi nuklidok teljes jelölését: nitrogén-15, neon-22, kén-33.
32. Miben különböznek a következő nuklidok: titán-50, vanádium-50, króm-50?
33. Figyelembe véve, hogy a természetben két hidrogén-nuklid (^1H , ^2H) és három oxigén-nuklid (^{16}O , ^{17}O , ^{18}O) létezik, határozzátok meg, a víz molekuláinak hányféle változata lehetséges. Írjátok fel kémiai képleteiket a nuklidok jelölésével (mintaként $^1\text{H}^2\text{H}^{16}\text{O}$). A vízmolekula tömegének hány értéke lehet?
34. Az egyik tanuló kijelentette, hogy az atom relatív tömege egyenlő a megfelelő elem relatív atomtömegével, amely a periódusos rendszerben található, a másik tanuló ezt cáfolta. Melyik tanulónak volt igaza? A feleletet indokoljátok meg.
35. A természetes magnézium a ^{24}Mg , ^{25}Mg és ^{26}Mg izotópokból tevődik össze. Az első nuklid atomrészaránya 78,7 %, a másodiké — 10,1 %. Határozzátok meg az elem relatív atomtömegét.
36. A bórnak két természetes nuklidja van. A ^{11}B nuklid atomrészaránya 80,43 %. Felhasználva a bór relatív atomtömegének pontos értékét, amely a periódusos rendszerben található, határozzátok meg ezen elem másik nuklidját.
37. Mi a különbség a periódusos törvény korszerű megfogalmazása és a D. I. Mengyeleev által adott megfogalmazás között?

6

Az atom korszerű modellje

Érdekes tudni

Az elektront nem lehet látni a legnagyobb teljesítményű mikroszkóp segítségével sem.

A fejezet anyaga segít nektek:

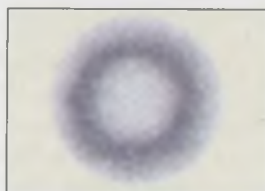
- megérteni, mi az az orbitál (elektronpálya), energiaszint és alszint;
- kideríteni az elektronpályák alakjait és térbeli elhelyezkedésüket;
- meghatározni az elektronok maximális mennyiségét az energiaszinten és alszinten.

Az elektronorbitálok. Az elektronok tanulmányozásának eredményei arról tanúskodnak, hogy ezek a részecskék különböznek a közönséges fizikai testektől. Pontosan meghatározni az elektron mozgáspályáját nem lehet. Az elektron az atom bármelyik pontjában előfordulhat (14. ábra).

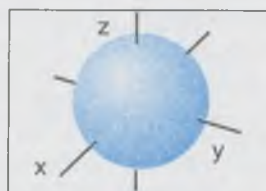
Azt a térséget az atomban, ahol az elektron tartózkodási helye a legvalószínűbb, *orbitálnak* nevezzük.

Az orbitál az elektronnal egy mikroszkopikus felhőhöz hasonló (van is ilyen szakkifejezés: „elektronfelhő”). Benne tömörül az elektron tömege és töltése is.

Az elektronpályáknak többféle alakja¹ lehet. Legegyszerűbb közöttük a *szférikus* (15. ábra),

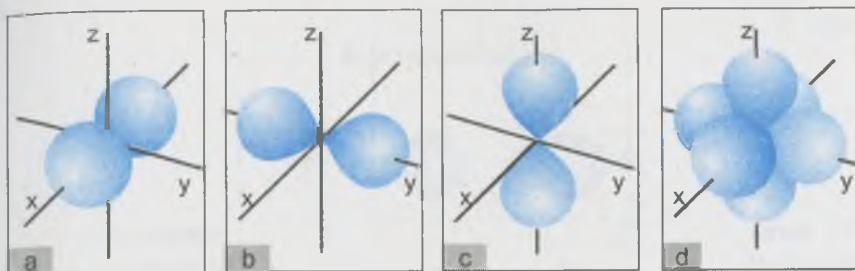


14. ábra.
Az elektron „tartózkodási helyei” a hidrogénatomban



15. ábra.
A gömbalakú elektronpálya (s-orbitál)

¹ Az elektronpályák alakját számítások segítségével állapították meg.



16. ábra.

A súlyzó alakú elektronpályák (p -orbitálok):

a , b , c – különböző térbeli elhelyezkedésű p -orbitálok;

d – három p -orbitál egy atomban

vagyis a gömb alakú (középpontjában helyezkedik el az atommag). Az ilyen orbitált s betűvel jelöljük, s a benne levő elektront s -elektronnak nevezzük. Az orbitál alakjának másik változata a súlyzó *alakú orbitál* (16. ábra). Ilyen a p -orbitál. Az ilyen elektronpályák a térben az x , y , z tengelyek mentén helyezkednek el, ezért p_x -, p_y -, p_z orbitáloknak nevezik őket. Bennük tartózkodnak a p -elektronok. Vannak még d - és f -orbitálok is, melyeknek még bonyolultabb az alakjuk.

Az orbitált egyszerűen kis négyzettel jelöljük

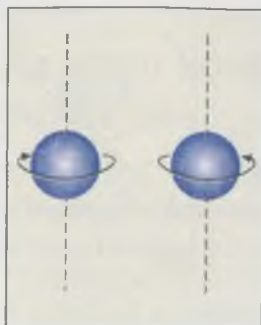
$\square$, benne az elektront nyíllal: $\uparrow$.

Minden elektronpályán egy vagy két elektron tartózkodhat. Ez a két elektron olyan jellemzővel különbözik egymástól, amelyet *spin*¹-nek neveznek. E jellemzőt leegyszerűsítve úgy értelmezik, mint az elektron forgását saját tengelye körül (így forog a mi bolygónk, minek eredményeképpen változnak a nappalok és az éjszakák). Az egyik elektron e tengely körül az óramutató járásával megegyező irányban forog, a másik az óramutató mozgásával ellentétes irányban, azaz ellentétes spinje van (17. ábra). Ezeket az elektronokat az orbitálban ellentétes irányú nyilakkal jelöljük:

$\uparrow\downarrow$.

¹ A szakkifejezés a „spin” angol szóból ered, jelentése: forogni, keringeni.

17. ábra.
Különböző
spinekkal
rendelkező
elektronok



Az az elektronpálya, amely két elektront tartalmaz, telített orbitál. Ha az atompályán egy elektron van, ezt az elektront párosítatlan *elektronnak* nevezik, ha pedig kettő — *párosított elektronnak*.

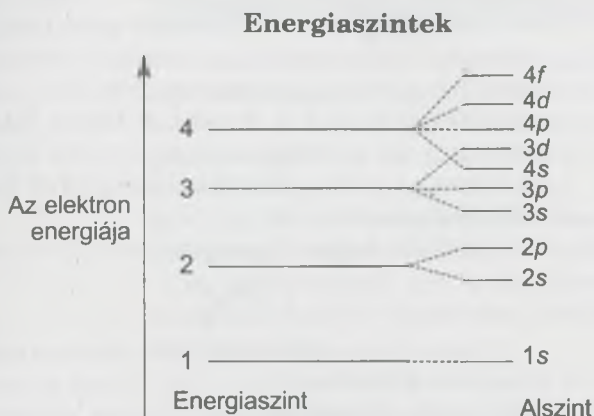
Az energiaszintek. Az elektron legfontosabb jellemzője, amelyet elég pontosan meg lehet határozni, az *energiája*. Az olyan elektronoknak, melyek az atomban egy vagy azonos alakú és méretű több orbitált foglalnak el, egyforma energiájuk van.

Minél tömörebb az atompálya és minél közelebb tartózkodik az elektron a maghoz, annál kisebb az energiája.

Az atom korszerű modellje figyelembe veszi az elektronok energiáját. Benne ezek a részecskék az úgynevezett *energiszintek* szerint vannak elosztva (2. séma). Minden energiaszintet egyforma vagy nagyon közeli energiájú elektronok töltenek be. Az első szint elektronjainak van a legkisebb energiájuk; ezek vannak a legközelebb az atommaghoz. A második szintet magasabb energiájú elektronok foglalják el, a harmadikat még magasabb energiájú elektronok és így tovább.

Az „energiszint” kifejezés helyett gyakran használnak „elektronhéj” vagy „elektronburok” szavakat is.

Az energiaszintek *alszintekből* tevődnek össze, miközben a szint sorszáma az alszintek számával azonos. Így az első szinten egy alszint van, a másodikon kettő, a harmadikon három, a negyediken négy (2. séma) és így tovább.



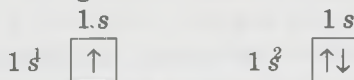
Az elektronok eloszlása az energiaszinteken. Mindegyik energiaszint korlátolt elektronmennyiséget tartalmaz. Az elektronok maximális számát az alábbi képlet szerint határozhatjuk meg:

$$N_{\max}(e^-) = 2 n^2,$$

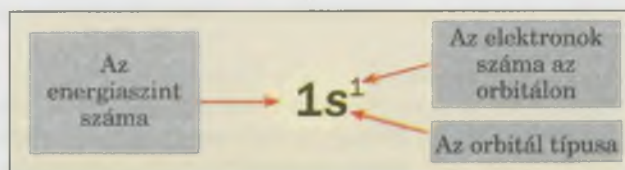
ahol n a szint sorszáma.

Az *első energiaszinten* nem több mint $2 \cdot 1^2 = 2$ elektron tartózkodhat. Ezek egy atompályán (szférikus orbitálon) helyezkednek el, s-elektronok, egyazon energiával rendelkeznek, de spinjeik különbözőek.

Az első energiaszint feltöltését elektronokkal az úgynevezett elektronképletekkel szemléltetjük (18. ábra) és azok grafikus változataival:



18. ábra.
Elektronképlet



A *második energiaszint* maximum $2 \cdot 2^2 = 8$ elektront fogadhat be. Kettő közülük egy s-atompályát foglal el, de nagyobb térfogatút, mint az volt,

amelyik az első szinthez tartozott. Nekik szintén ellentétes spinjük van. A második szint többi (hat) elektronja p-elektron. Mivel mindegyik atompályán nem több mint két elektron tartózkodhat, ezért p-atompályákból $6 : 2 = 3$ -nak kell lennie. Ezek egy energiaszinthez tartozó orbitálok; nekik egyforma térfogatuk van és a koordinátatengelyek mentén helyezkednek el (16. ábra).

A feltöltött második energiaszint elektronképlete

$$2s^2 2p^6.$$

A gömb alakú elektronpálya az elektron számára előnyösebb a súlyzó alakúnál. Ezért a második energiaszint s-elektronjainak kissé alacsonyabb energiájuk van, mint a p-elektronoknak:



Tehát a második energiaszint két alszintből áll. Ugyanúgy jelölik, mint a megfelelő elektronokat: 2s-alszint, 2p-alszint (2. séma).

Érdekes tudni

Az elektronok a 3d-atompályákat csupán a 4s-atompálya feltöltése után kezdik betölteni.

A *harmadik energiaszint* legfeljebb $2 \cdot 3^2 = 18$ elektront fogad be. Ezen a szinten három alszint van — 3s, 3p és 3d. Ha az s-alszinten nem lehet 2-nél több elektron, a p-alszinten nem lehet több 6-nál, akkor a d-alszinten az elektronok maximális mennyisége egyenlő $18 - 2 - 6 = 10$. Ezek d-elektronok; ezek öt orbitált foglalnak el.

- Írjátok fel a harmadik energiaszint elektronképletét és annak grafikus változatát az elektronokkal való teljes feltöltődése esetén.

Az atom korszerű modellje lehetőséget nyújt felidézni elektronszerkezetét, meghatározni az atom más atomokkal való egyesülésének lehetőségét, valamint az atomnak elektronvesztését vagy elektronokkal való egyesülését. Mindez meghatározza az egyszerű és összetett anyagok kémiai tulajdonságait.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az atomban azt a térrészt, ahol az elektron tartózkodása a legvalószínűbb, orbitálnak nevezik. Az orbitáloknak néhány alakja van — gömb alakú (az ilyen orbitálon tartózkodnak az *s*-elektronok), súlyzó alakú (rajta tartózkodnak a *p*-elektronok) és mások. Az orbitálokon egy vagy két elektron tartózkodhat.

Az elektronnak azt a tulajdonságát, amely tengelye körüli forgására emlékeztet, spinnek nevezik.

Az atom korszerű modellje az elektronokat az energiaszintek és alszintek alapján osztályozza. Mindegyik szint és alszint korlátolt mennyiségű elektront fogad be.

?

38. Mi az orbitál? Milyen alakjuk van az *s*- és *p*-orbitáloknak?
39. Hogyan helyezkednek el a térben egy atom *p*-orbitáljai? Az *s*-orbitál jelölésében miért nincsen index (például s_x)?
40. Keressétek meg a megfelelő párt:

1) 	a) feltöltött orbitál;
2) ↑	b) párosított elektronok;
	c) ellentétes spinű elektronok;
3) ↑↓	d) párosítatlan elektron;
	e) üres orbitál.
41. Nevezzétek meg azokat az ismérveket, amelyek alapján az egyik elektron különbözhet a másiktól vagy hasonlíthat a másikhöz.
42. Melyik részecske energiája kisebb: az 1. energiaszinten levő *s*-elektroné vagy a 2. energiaszinten levő *p*-elektroné? A feleletet indokoljátok meg.
43. Mindig nagyobb-e a 3. energiaszint elektronjának energiája, mint a 2. szint elektronjáé? Megváltozik-e a felelet, ha a 4. energiaszint elektronjának energiáját hasonlítjuk össze a 3. energiaszint elektronjának energiájával. Használjátok a 2. sémát.
44. Milyen felirat nyújt több információt az elektronokról: az elektronképlet vagy annak grafikus változata? Miért?
45. Az adott alszintek közül válasszátok ki azokat, amelyek az atomban lehetetlenek: 6*p*, 2*d*, 1*p*, 5*s*.

7

Az atom elektronszerkezete

E fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni, hogy az atom elektronszerkezete megfelel minimális energiájú állapotának;
- összeállítani az atomok elektronképleteit;
- prognosztizálni az elem lehetséges vegyértékét.

Az elektronok elhelyezkedése az atomban.

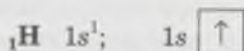
A környező világban minden igyekszik a legkisebb energiájú állapotba átmenni. Az ilyen állapot a legstabilabb s ezért a legkedvezőbb. A legkisebb energia elve az atom elektronszerkezetét is meghatározza.

Az elektronok az atomban úgy helyezkednek el, hogy energiájuk minimális legyen.

Nézzük meg, hogyan töltik fel az elektronok a különböző elemek atomjainak energiaszintjeit és alszintjeit.

Az 1. sorszámú elem, a hidrogén atomja csupán egy elektront tartalmaz. A legkisebb energia elve szerint ennek az elektronnak a legközelebb kell kerülnie a maghoz, azaz az első energiaszinthez kell tartoznia és az 1s-elektronpályát kell elfoglalnia.

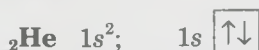
A hidrogénatom elektronképletét¹ és annak grafikus változatát így ábrázolhatjuk:



A 2. sorszámú elem, a hélium atomja két elektront tartalmaz. Kerülhet-e a második elektron az első energiaszintre? Igen, mivel az első szint maximális „befogadóképessége” 2 elektron. E részecskéknek különböző spinjük lesz.

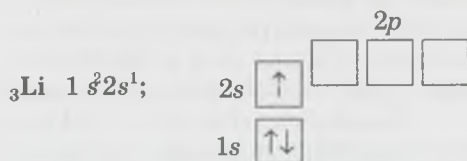
¹ Az elektronképlet ábrázolását még elektronkonfigurációnak is nevezik.

Felírjuk a héliumatom elektronképletét és annak grafikus változatát:



A 3. számú elem, a lítium atomjában 3 elektron van. Két elektron az 1s-atompályán. Az első energiaszint ezzel be van töltve, és a harmadik elektron a második szintre kerül (2. séma). A 2s és 2p-orbitálok közül ez az elektron azt „választja”, amelyiknek alacsonyabb az energiája, vagyis a 2s-orbitált.

A lítiumatom elektronképlete és annak grafikus változata a következő:

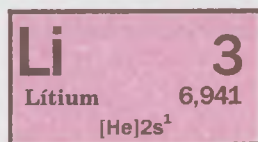


Az utolsó energiaszinten levő elektronokat külső elektronoknak nevezzük. A lítiumnak mint fémes elemnek az atomjában egy külső elektron található; ez a 2s-elektronpályán mozog.

A külső elektronok kiemelése céljából az elektronképlet rövidített feliratát használják. A lítiumatomra vonatkozóan ez így alakul: $[\text{He}]2s^1$. A hélium vegyjele a szögletes zárójelben azt jelenti, hogy a lítiumatom elektronhéjának belső része ugyanolyan, mint a héliumatom elektronhéja ($1s^2$). Az atomok elektronképleteinek rövidített alakját a periódusos rendszer rövid változata tünteti fel (I. előzők, 19. ábra).

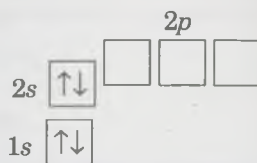
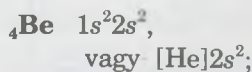
19. ábra.

A lítium kockája a periódusos rendszerben

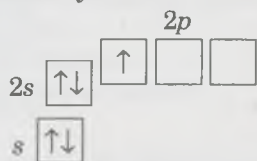
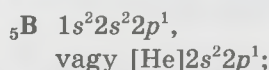


Néha az atomok elektronképletét csupán a külső elektronok feltüntetésével írják fel. A lítiumatom esetében ez így alakul: $\dots 2s^1$.

A 4. számú elem, a berillium atomjában 4 elektron van. A negyedik elektron „párt alkot” a harmadikkal és a 2s-elektronpályán helyezkedik el:



Az 5. számú elem, a bór atomjának 5 elektronja van. Az ötödik elektron a második energiaszinten található és az egyik p -orbitálon helyezkedik el:

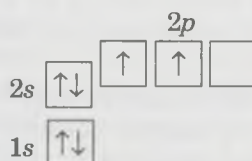
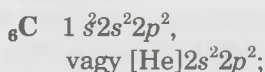


Érdekes tudni

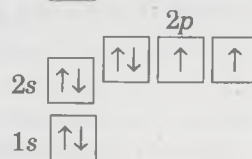
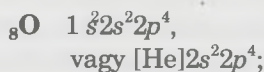
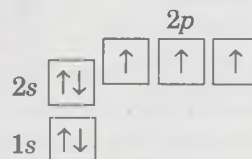
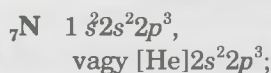
Az utóbbi időben felfedezett elemek atomjainak elektronképletét végérvényesen még nem derítették ki.

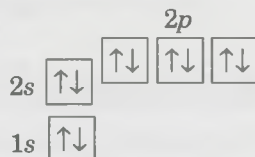
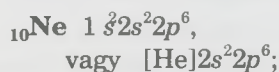
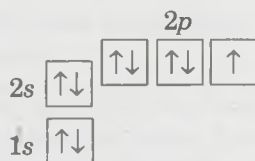
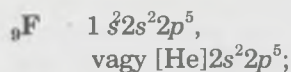
A 6. számú elem, a szén atomjában megjelenik a hatodik elektron. Ez az elektron „be tud költözni” az ötödik elektronhoz ugyanarra a p -atompályára, vagy elfoglalni egy üres p -atompályát. A második lehetőség valósul meg: az egynemű töltéssel rendelkező elektronok taszítják egymást; számukra előnyösebb különböző atompályákat elfoglalni.

A szénatom elektronképlete és annak grafikus változata:



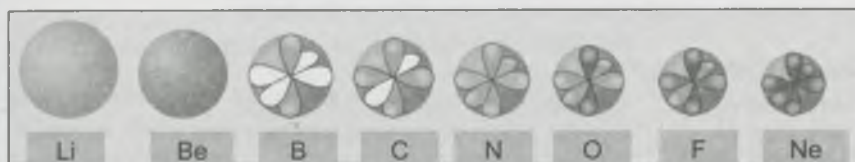
Figyelembe véve azt, hogy mindegyik elektron igyekszik elfoglalni az utolsó alszint üres orbitálját, ha pedig ilyen nincs, akkor „hozzáköltözni” a másik elektronhoz (ellentétes spinnel), felírjuk a 2. periódus többi elemeinek elektronképleteit:



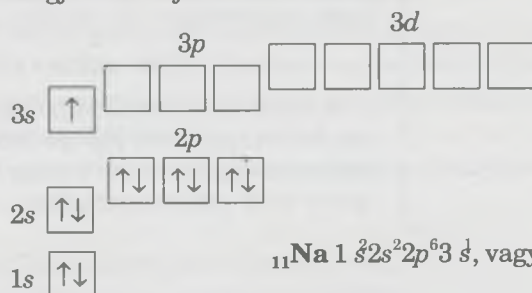


20. ábra.
A 2. periódus
elemeinek
atomjai

A 2. periódus elemeinek atomjaiban a külső energiaszintek elektronokkal való feltöltését a 20. ábra szemlélteti (a félig betöltött orbitálok világosszürkék, a teljesen betöltöttek pedig sötétszürkék).



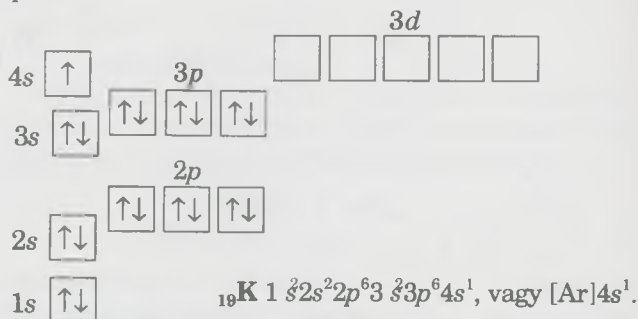
A 11. sorszámú elem, a nátrium atomjában megkezdődik a harmadik energiaszint feltöltődése: megjelenik rajta az első elektron:



► Állítsátok össze a 3. periódus többi eleme atomjainak elektronképletét.

Hasznos megjegyezni: Az atom elektronokat tartalmazó energiaszintjeinek száma megegyezik annak a periódusnak a sorszámával, amelyikben az elem helyet foglal. Ezt a 2. séma alátámasztja (35. old.).

Most pedig összeállítjuk a káliumatom (19. számú elem) elektronképletét, amely megnyitja a 4. periódust:



A következő elem — a kalcium atomjában a 20-ik elektron szintén a 4s-elektronpályán helyezkedik el, ellentétes spinnel rendelkezve.

► Írjátok fel a kalciumatom elektronképletét.

Látjátok, hogy egyik atomban sincsenek azonos jellemzőkkel rendelkező elektronok: vagy különböző elektronpályákon vannak, vagy ugyanazon, de különböző spinnel rendelkeznek.

A 4. periódusba tartozó elemek elektronképleteinek összeállításakor figyelembe kell venni, hogy az elektronok energiája az alszinteken ilyen sorrendben növekszik (2. séma):



A króm és a réz atomjaiban az elektronszintek feltöltődésének rendje bizonyos mértékben felborul: egy elektron átmegy a 4s-elektronpályáról a 3d-elektronpályára (l. előzők).

Az atom külső elektronjai és az elem vegyértéke. A hidrogénatomnak egy elektronja van; az elem vegyértéke egyenlő 1-gyel. A lítiumatom második (külső) energiaszintjén szintén egy elektron található, a fluoratomnak hét külső elektronja van, amelyek közül egy párosítatlan. A lítium és a fluor egyvegyértékű elem. Az oxigénatomban a külső szinten két párosítatlan elektron található; ez az elem kétvegyértékű. A nitrogénnek, amelyik lehet háromvegyértékű, három ilyen elektronja van.

A párosítatlan elektronok száma az atomban megmutatja az elem lehetséges vegyértékét.

Hamarosan megtudjátok, hogyan lehet prognosztizálni az elemek más vegyértékeit az atom üres elektronpályái létezésének figyelembevételével.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elektronok az atomban úgy helyezkednek el, hogy energiájuk minimális legyen.

Az atomok elektronképleteit a különböző elektronpályákon tartózkodó elektronok energiájának növekedését figyelembe véve állítják össze. Minden energiaszinten az elektronok először az s-atompályákat töltik fel, csak azután a p-atompályákat, először 1-1 elektront helyezve el bennük.

A betöltött energiaszintek száma megegyezik annak a periódusnak a számával, amelyikben található az elem.

Az atom párosítatlan elektronjainak száma meghatározza az elem lehetséges vegyértékét.

?

46. A 2. periódus eleme atomjának az utolsó energiaszinten 6 elektronja van. Közülük hány párosított elektron van, és hány párosítatlan?
47. A 2. periódus mely elemei atomjainak van egy párosítatlan elektronja, két párosítatlan elektronja?
48. Nevezzétek meg azt az elemet, amelynek elektronképlete a következő:
a) $1s^2$; c) $[\text{He}]2s^22p^5$;
b) $1s^22s^22p^63s^1$; d) $[\text{Ne}]3s^1$.
49. Nevezzétek meg két olyan elemet, amelyek atomjaiban az összes s- és az összes p-elektronok száma megegyezik.
50. Milyen a vegyértéke az elemnek, ha az alábbi elektronképlettel rendelkezik az atomja:
a) $1s^22s^22p^63s^23p^3$;
b) $[\text{Ne}]3s^23p^5$?

8

A periódusos törvény és az atomok elektronszerkezete

E fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni a periódusos törvény fizikai lényegét;
- megérteni az összefüggést a külső energiaszinten található elektronok mennyisége és azon csoport sorszáma között, amelyben helyet foglal az adott elem;
- megmagyarázni az elemek atomsugarainak változását a periódusokban és a csoportokban.

A periódusos törvény fizikai lényege. Figyeljük meg az első 18 elem atomjai külső elektronhéjait (21. ábra).

Amint látjuk, a kémiai elemek természetes sorában a külső elektronok száma az atomokban és elhelyezkedésük az atompályákon periódusosan ismétlődik. Például a hidrogénatomban, a lítiumatomban, a nátriumatomban az utolsó energiaszinten egy *s*-elektron tartózkodik, a héliumatomban, berilliumatomban, a magnéziumatomban két *s*-elektron, a fluoratomban, a klóratomban pedig két *s*-elektron és öt *p*-elektron.

A külső elektronok alapján meg lehet jósolni az elem kémiai jellegét. A 2. és 3. periódusok elemei — lítium, berillium, nátrium, magnézium, alumínium

21. ábra.

Az első három periódus atomjainak külső energiaszintjei

Periódus	Csoportok							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H $1s^1$ (I)*							He $1s^2$
2	Li $2s^1$ (I)	Be $2s^2$ (II)	B $2s^2 2p^1$ (III)	C $2s^2 2p^2$ (IV)	N $2s^2 2p^3$ (IV)	O $2s^2 2p^4$ (II)	F $2s^2 2p^5$ (I)	Ne $2s^2 2p^6$
3	Na $3s^1$ (I)	Mg $3s^2$ (II)	Al $3s^2 3p^1$ (III)	Si $3s^2 3p^2$ (IV)	P $3s^2 3p^3$ (V)	S $3s^2 3p^4$ (VI)	Cl $3s^2 3p^5$ (VII)	Ar $3s^2 3p^6$

* A zárójelben az elem vegyértéke van feltüntetve (az egyedüli vagy a maximális).

atomjaiban az utolsó energiaszinten kevés elektron található — 1-től 3-ig (21. ábra). Ezek fémes elemek. A nemfémek atomjaiban a külső elektronok száma nagyobb: 4-től 8-ig.

Mivel az atom külső elektronhéjának összetétele kihat az elem kémiai jellegére, ezért az elemek atomjai elektronszerkezetének periodikus változása okozza az anyagok összetételének és tulajdonságainak periódusos változását. Ebben rejlik a periódusos törvény fizikai lényege.

Az elemek osztályozása az atomok elektronszerkezete alapján. A kémiai elemek egyik osztályozásának alapjául az atomok elektronszerkezete szolgál. Attól az elektronpálya-típustól függően, amelyiken a legnagyobb energiájú elektronok (külső elektronok) tartózkodnak, megkülönböztetnek *s*-elemeket, *p*-elemeket, *d*-elemeket és *f*-elemeket. Az elemek mindegyik típusának kockái a periódusos rendszerben különböző színűek — rózsaszínűek (*s*-elemek), sárgák (*p*-elemek), kékek (*d*-elemek) vagy zöldék (*f*-elemek).

Az *s*-elemek (a héliumon kívül) az I. és II. csoportok főcsoportjához, a *p*-elemek a III-VIII. csoportok főcsoportjaihoz tartoznak. Mindegyik mellékcsoport *d*-elemeket tartalmaz, az *f*-elemek a III. csoport mellékcsoportjába tartoznak. Ezek a lantanoidák és aktinoidák; kihelyezték őket a periódusos rendszer alapmezejének mezsgyéjére.

A periódusos rendszer, az atomok elektronszerkezete és az elemek vegyértéke. Már tudjátok, hogy az elemet tartalmazó periódus száma (sorszám) megmutatja az atomjában levő energiaszintek (elektronhéjak) mennyiségét. A 21. ábra információja szerint az *s*- vagy *p*-elemet tartalmazó csoport száma megegyezik az atom külső héján tartózkodó elektronok számával.

Mivel az elem vegyértéke függ atomjának elektronszerkezetétől, összefüggés várható az elemnek a periódusos rendszerben való elhelyezkedése és vegyértéke között. Ezt az összefüggést a következő törvényszerűségek szemléltetik:

- az elem maximális vegyértéke egybeesik annak a csoportnak a számával, amelyikben az elem elhelyezkedik;

- a nemfémes elem vegyértéke a hidrogénvegyületében vagy a fémes elem vegyértéke megegyezik a 8-as szám és annak a csoportszámnak a különbségével, amelyekben a nemfémes elem található;
- a páros számú csoportok nemfémes elemeinek páros számúak a vegyértékei, a nem páros számú csoportok nemfémes elemeinek nempáros számúak a vegyértékei.

Bebizonyítjuk ezen törvényszerűségeket a kén példáján. Ez az elem a periódusos rendszer VI. csoportjában található és olyan vegyületeket alkot, amelyekben a vegyértékei páros számúak — 2, 4 és 6 (maximális):



Létezik néhány elem, melynek maximális vegyértéke különbözik a periódusos rendszer megfelelő csoportjának számától (sorszámától). A nitrogén az V. csoport eleme, de vegyértéke nem haladja meg a 4-et. Az oxigén és fluor vegyértékei megfelelően 2 és 1, amelyek szintén nem felelnek meg a csoportszámoknak (VI. és VII.). Ennek okát megtudjátok a felőbb osztályok kémiaóráin.

Az elemek atomsugarainak változása a periódusokban és a csoportokban. Az atom a mi képzeletünkben egy bizonyos sugarú mikroszkopikus gömb¹.

Az atom sugara az a távolság, amely a mag középpontjától az utolsó energiaszint elektronjait tartalmazó elektronpályákat érintő gömbfelületig terjed.

Az atomok sugarai a magok töltéseitől és azon energiaszintek mennyiségétől függenek, amelyeken elektronok helyezkednek el.

Egyazon periódus elemei atomjainak egyforma mennyiségű energiaszintjük van, de különböző sugaraik (20., 22. ábra). Az elemek atommagjainak töltései a periódusban növekednek. *Minél nagyobb az atommag töltése, annál közelebb vannak hozzá az elektronok, s annál kisebb a sugara.* Ezt az összefüggést a fizika törvénye szabja meg, amely szerint

¹ A különálló atom és az anyagban található atom sugarai különbözők.



22. ábra.

A 3. periódus elemei atomjainak viszonylagos méretei

a nagyobb töltéssel rendelkező részecske erősebben vonzza a másikat, amely ellenkező töltéssel rendelkezik.

Az elemek atomjainak sugarai a periódusban csökkennek balról jobbra.

► A 22. ábrát figyelembe véve, hasonlítsátok össze a 3. periódus fémes és nemfémes elemei atomjainak sugarait.



23. ábra.

Az I. főcsoport elemei atomjainak viszonylagos méretei

Most pedig hasonlítsuk össze egy csoport elemei atomjait. Náluk az elem rendszámának növekedésével megnövekszik az elektronokat tartalmazó energiaszintek mennyisége. Ez az atomok méretének növekedését idézi elő (23. ábra). *Minél több energiaszintje van az atomnak, annál nagyobb a sugara.*

Az elemek atomjainak sugara a csoportban (alcsoportban) felülről lefelé növekszik.

Fordítsatok figyelmet a lítium-, nátrium- és káliumatomok magtöltéseire. Ezek hirtelen növekednek: +3 (Li), +11 (Na), +19 (K). Ennek erősítenie kell az elektronok vonzását a maghoz, az atomsugarak csökkenését okozva. Azonban a magok növekedő töltéseit nagymértékben árnyékolják a „belső” héjak elektronjainak töltéseivel, mintegy semlegesítve azokat. Azonkívül ezeknek az elektronoknak száma a lítiumtól a káliumig majdnem ugyanúgy növekszik, mint a magtöltéseké. Ezért egy csoport (alcsoport) elemeinek atomsugaraira ható döntő tényező az elektronokat tartalmazó energiaszintek mennyisége.

A periódusos törvény fizikai lényege az, hogy a magtöltések növekedésével az atomok elektronszerkezete periodikusan változik, ami az elemek kémiai jellegének, vegyértékének, az egyszerű anyagok és vegyületek tulajdonságainak periodikus változását idézi elő.

Az atomok elektronszerkezete alapján megkülönböztetnek *s*-, *p*-, *d*- és *f*-elemeket.

A csoport száma, amelyben az *s*- vagy *p*-elemek tartózkodnak, mutatja az atom külső szintjén levő elektronok számát és a maximális vegyértéket.

Az elemek atomsugarai a periódusban csökkennek balról jobbra, az alcsoportban pedig fentről lefelé növekednek.

?

51. Fokozatosan vagy periodikusan változik-e az elem sorszámanak növekedésével: a) az összes elektronok száma az atomban; b) az elektronok száma a külső energiaszinten?
52. Írjátok egy oszlopba az elemek azon vegyjeleit, amelyek N betűvel kezdődnek. Minden vegyjel után tüntessétek fel a megfelelő elem elnevezését és típusát (*s*-, *p*-, *d*- vagy *f*-elem).
53. Az elektronszerkezetek összeállítása nélkül határozzátok meg a Cl, Pb, As, Kr atomjának utolsó energiaszintjén az elektronok számát.
54. Milyen információt szerezhetünk a kémiai elemről az atom elektronszerkezetéből?
55. Milyen típusú elemekhez tartoznak azok az atomok, melyeknek elektronszerkezete a következő:
a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; b) $1s^2 2s^2 2p^1$; c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
56. Mi az atom sugara? Milyen tényezőktől függ annak értéke?
57. Melyik elem atomjának van nagyobb sugara a következő elempárban: Si — P, F — Br, H — He, Na — Be? A feleletet magyarázzátok meg.
58. Szem előtt tartva az atomsugarak változásának jellegét a Be — Mg — Al és Be — B — Al elemsorokban, válasszátok ki a helyes választ: a) a berillium atomsugara nagyobb, mint az alumínium atomsugara; b) az alumínium atomsugara nagyobb, mint a berillium atomsugara; c) a berillium atomsugara és az alumínium atomsugara körülbelül egyforma.
59. Nevezétek meg azt az elemet, amelyik atomjának, véleményetek szerint: a) legkisebb a sugara; b) legnagyobb a sugara. Indokoljátok meg választásotokat.

9

A kémiai elem jellemzése

A fejezet anyaga segít nektek:

- kideríteni, mit értünk a kémiai elem jellemzésén;
- összeállítani az elem jellemzését.

A periódusos törvény lényegét tudatosítva, ismerve, milyen információt tartalmaz a periódusos rendszer az elemekről, és az atom elektronszerkezetére támaszkodva, össze tudjátok állítani az elem jellemzését. A következő terv szerint ajánljuk elvégezni:

1. Az elem elnevezése és vegyjele, helye a periódusos rendszerben (a periódus száma, a csoport száma, főcsoport vagy mellékcsoport). Az egyszerű anyag elnevezése.

2. A relatív atomtömeg.

3. Az atom összetétele, vagyis a protonok, neutronok (ha az elem ahhoz a hús elemhez tartozik, amelyeknek csupán egy természetes nuklidjuk van) és elektronok mennyisége.

4. Az atom elektronszerkezete, azaz az elektronok elhelyezkedése az energiaszinteken és alszinteken.

5. Az elem típusa (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-), kémiai jellege (fémes vagy nemfémes).

6. A vegyérték maximális és minimális értékei (a periódusos rendszernek az elemet tartalmazó csoportszáma).

7. Az elem által alkotott egyszerű anyag típusa (fém vagy nemfém).

GYAKORLAT. Állítsuk össze a foszfor jellemzését.

Megoldás

1. A foszfor elem a 3. periódusban, az V. csoportban, a főcsoportban foglal helyet. Az elem vegyjele — P. Mivel az egyszerű anyag megnevezése a periódusos rendszer kockájában nem szerepel (24. ábra), elnevezése ugyanaz, mint az elemé. Megjegyezzük hogy a foszfor néhány egyszerű anyagot képez. A legfontosabbak közülük a vörös és a fehér foszfor.

24. ábra.

A foszfor kockája a
periódusos rendszerben

15	P
30,974	Foszfor
[Ne]3s ² 3p ³	

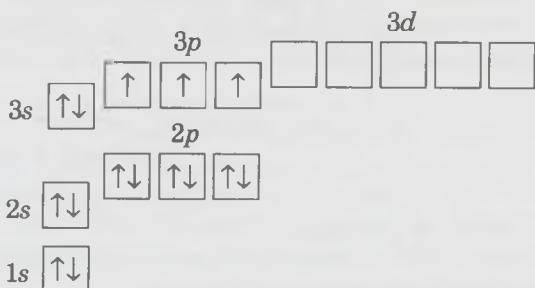
2. Az elem relatív atomtömege 30,974.

3. Az elem sorszáma (protonszáma) 15. Ez a szám megmutatja, hogy a foszforatom összetétele 15 proton és 15 elektron.

A foszfor azon húsz elem sorába tartozik (23. old.), amelyeknek csupán egy természetes nuklidja van. A foszfor-nuklid nukleonszámát úgy kapjuk meg, hogy a relatív atomtömeg értékét először egész számmá kerekítjük: $30,974 \approx 31$. A nuklid jelölése ^{31}P . A nuklid magjában levő neutronok száma egyenlő a nukleonszám és a protonszám különbségével: $31 - 15 = 16$.

4. Mivel a foszfor a 3. periódusban foglal helyet, ezért az elektronok az atomjában három energiaszinten helyezkednek el. Az első és második szint betöltött; rajtuk megfelelően 2 és 8 elektron tartózkodik (ilyen a 10. elem — a neon atomjának elektronszerkezete). A harmadik, külső szinten 5 elektron helyezkedik el (számuk a főcsoport eleme számára megegyezik a csoport sorszámaival): 2 elektron a 3s-alszinten, 3 pedig a 3p-alszinten.

A foszforatom elektronképlete $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, vagy $[\text{Ne}]3s^2 3p^3$. Ennek grafikus változata (az utolsó energiaszint nemcsak betöltött, de üres atompályáinak (3d-orbitálok) feltüntetésével) így néz ki:



5. A foszfor a *p*-elemekhez tartozik, mivel az atom energiaszintjeinek feltöltése során az utolsó elektron a *p*-elektronpályára kerül. A foszfor a nemfémekhez tartozik; ez az elem a periódusos rendszer hosszú változatában a szaggatott vonaltól jobbra helyezkedik el.

6. A foszfor maximális vegyértéke egyenlő 5-el (ez az V. csoport eleme), minimális vegyértéke pedig $8 - 5 = 3$ (az előbbi fejezet szabálya szerint határozzuk meg).

7. Mivel a foszfor nemfém, ezért egyszerű anyaga is nemfém.

A hidrogén jellemzése. Figyelmünket most arra az elemre összpontosítjuk, amelyet a periódusos rendszerben két kockában helyeznek el: az I. és a VII. főcsoportban. Ez a hidrogén. A hidrogén elhelyezése mindkét változatának megvannak az okai.

A hidrogén, az alkálifémekhez hasonlóan egy-egyértékű elem, atomja az utolsó (egyetlen) energiaszinten egy elektront tartalmaz.

Ugyanakkor a hidrogén hasonló a halogénekhez is. Ez nemfémes elem. Állandó vegyértéke egybeesik a halogének minimális vegyértékével. A hidrogénelem egyszerű anyaga gáz, amely kétatomos molekulákból (H_2) tevődik össze, tulajdonságai tekintetében sok közös vonása van a halogénekkel: a fluorral F_2 , a klórral Cl_2 , a brómmal Br_2 és a jódal I_2 .

A hidrogénnek a periódusos rendszerben való helyének melyik változatát kell előnyben részesíteni? Egyöntetű válasz e kérdésre nincs. Ezért ezt az elemet megtalálhatjuk mind az I. csoportban, mind a VII. csoportban. A hidrogén jellemzésekor elhelyezkedésének mindkét változatát figyelembe kell venni a periódusos rendszerben.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kémiai elem jellemzése során feltüntetik helyét a periódusos rendszerben, relatív atomtömegét, atomjának összetételét és elektronszerkezetét, kémiai jellegét, típusát (az elektronszerkezet szerint), maximális és minimális (a nemfémes elemek számára) vegyértékeit. Azonkívül feltüntetik az elem egyszerű anyagának elnevezését és típusát.

?

60. Jellemezzétek a fejezetben feltüntetett terv szerint:
- | | |
|----------------|--------------------|
| a) a lítiumot; | c) az alumíniumot; |
| b) a fluort; | d) a ként. |
61. Az alább felsorolt elemek közül jelöljétek ki azokat, melyek esetén nem lehet meghatározni a neutronok számát az atomban a relatív atomtömeg alapján: Na, Cl, H, Al, Fe.
62. Nevezetek meg néhány olyan elemet, amelyek vegyértéke 7.

63. Mely elemek maximális vegyértéke nem esik egybe az őket tartalmazó csoportok számával?
64. A periódusos rendszer mely csoportja nemfémes elemeinek van minimális vegyértéke, amely 2-vel egyenlő?
65. Miben hasonló a hidrogén és a klór — a VII. csoport elemének egyszerű anyaga? Miben különbözik a hidrogén a nátriumtól — az I. csoport egyszerű anyagától?

10

A periódusos rendszer, az elemek kémiai jellege és az egyszerű anyagok tulajdonságai

A fejezet anyaga segít nektek:

- tisztázni, hogyan változik az elemek jellege a periódusokban és a főcsoportokban;
- prognosztizálni az egyszerű anyagok kémiai tulajdonságait és aktivitását, figyelembe véve a megfelelő elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben.

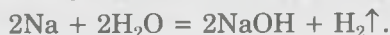
Az elemek kémiai jellege. Már tudjátok, hogy vannak fémes és nemfémes elemek. Az elsők a periódusos rendszerben mindegyik periódus elején és a nagy periódusok közepén helyezkednek el. Ezek atomjainak a külső energiaszinten, rendre, egytől háromig terjedő elektronjaik vannak. A nemfémes elemek fejezik be a periódusokat. Atomjaikban a külső elektronok száma nagyobb — 4-től 8-ig:

Periódusok	Csoportok							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
3	Na ...3 s ¹	Mg ...3 s ²	Al ...3 s ² 3p ¹	Si ...3 s ² 3p ²	P ...3 s ² 3p ³	S ...3s ² 3p ⁴	Cl ...3s ² 3p ⁵	Ar ...3s ² 3p ⁶
	Fémes elemek			Nemfémes elemek				

A fémek elemek egyszerű anyagokat alkotnak, a nemfémek nemfémek egyszerű anyagokat. Az elem kémiai jellegét elsősorban egyszerű anyagának kémiai tulajdonságai határozzák meg, azaz figyelembe vesszük, a fémekre vagy a nemfémekre jellemző reakciókba lép-e, és ha kölcsönhatásba lép, mennyire aktív.

A fémeknek mint az egy periódusú elemek egyszerű anyagainak kémiai aktivitása. Derítsük ki, hogyan változik a 3. periódus fémek elemei egyszerű anyagainak aktivitása a vízzel.

Helyezzünk el egy kis darabka nátriumot a vízben, amelyhez előzetesen 1–2 csepp fenolftalein indikátort adtunk hozzá. Azonnal gáz kiválasztást észleljük (sistergést hallunk). A fém kölcsönhatása a vízzel hőt fejleszt, amellyel a fém megolvad, és megolvadt gömböcskéje „futkározni” fog a víz felszínén (25. ábra), ameddig el nem tűnik. Az indikátor az oldatot málnavörösre festi, ami lúg keletkezését tanúsítja:



A magnézium hasonló reakcióba lép, de csupán melegítéskor (26. ábra):



Az alumínium még a forró vízben is változatlan marad.



25. ábra.
A nátrium reakciója a vízzel (fenolftalein indikátor jelenlétében)



26. ábra.
A magnézium viselkedése vízben (fenolftalein indikátor jelenlétében):
a) hideg;
b) meleg



Na Mg Al

←
az aktivitás
növekszik

Be
Mg
Ca ↓

az aktivitás
növekszik

Tehát ezen fémek kémiai aktivitása a vízzel való kölcsönhatásuk folyamán növekszik az alumíniumtól a nátriumig.

A főcsoport fémes elemei egyszerű anyagainak kémiai aktivitása. Figyelembe vesszük a II. csoport főcsoportja elemei egyszerű anyagainak viselkedését a vízzel szemben. A berillium nem reagál a vízgőzzel még elég magas hőmérsékleten sem, a magnézium kölcsönhatásba lép a forró vízzel, a kalcium már közönséges körülmények között is reagál a vízzel.

► Állítsátok össze a kalcium vízzel való reakcióinak egyenletét.

A fémek más reakcióit tanulmányozva, a következő törvényszerűséget fedezhetjük fel:

Az elemek fémes jellege és a fémek kémiai aktivitása megerősödik a periódusokban jobbról balra, a főcsoportokban pedig fentről lefelé.

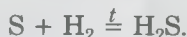
E törvényszerűséget elemezve, a következő következtetésre jutunk: *a tipikus fémes elemek helye a periódusos rendszer hosszú változatában a bal alsó sarokban van.* Ilyenek a francium, cézium, rádium.

A nemfémek — egy periódus elemei egyszerű anyagainak kémiai aktivitása. Hasonlítsuk össze a 3. periódus nemfémes elemei egyszerű anyagának a hidrogénnel való reakciói sajátosságait.

A szilícium nem reagál a hidrogénnel, a foszfor reakcióba lép vele 300 °C-nál magasabb hőmérsékleten és magas nyomáson:



A kén a hidrogénnel 120 °C hőmérsékleten kezd reagálni:



A klór és a hidrogén elegye megvilágításkor felrobban (a sötétben a reakció nem megy végbe):



Ha a hidrogént meggyújtjuk a levegőn, azután az elvezető csövet bevisszük egy klórral megtelt edénybe, az égése folytatódik (27. ábra).

27. ábra.
A hidrogén
égése a klór
atmoszférájában



Si P S Cl₂
↑
az aktivitás
növekszik

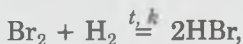
Ezek és más tények bizonyítják, hogy az említett nemfémek aktivitása a szilíciumtól a klórig növekszik.

A kémiai aktivitás hasonló változását észleljük azoknál a nemfémeknél is, amelyeket a 2. periódus elemei alkotnak. A nitrogén a hidrogénnel hevítés-kor és katalizátor jelenlétében reagál (a reakció terméke az ammónia (NH₃)). Az oxigén és hidrogén, a fluor és hidrogén elegyek felrobbannak: az első begyújtáskor, a másik megszokott körülmények között még sötétben is.

A periódusok utolsó elemeit a legpasszívabb nemfémek alkotják; amint számotokra már ismert, ezeket az anyagokat nemesgázoknak nevezzük.

A nemfémek — a főcsoport elemei egyszerű anyagainak kémiai aktivitása. Hasonlítsuk össze a VII. főcsoport elemei egyszerű anyagainak — a halogéneknek a hidrogénnel való reakcióit.

A fluor és a klór hidrogénnel való reakcióiról a fentiekben már szoltunk; a fluor nagyobb aktivitást mutat, mint a klór. A bróm a hidrogénnel csak hevítés-kor és katalizátor jelenlétében reagál.



a jód és a hidrogén reakciója semmilyen körülmények között nem megy végbe teljesen:



Tehát a jódtól a fluorig az egyszerű anyagok sorában a kémiai aktivitás növekszik.

Az elemek nemfémes jellege és a nemfémek kémiai aktivitása a periódusokban balról jobbra fokozódik, a főcsoportokban pedig letről felfelé.

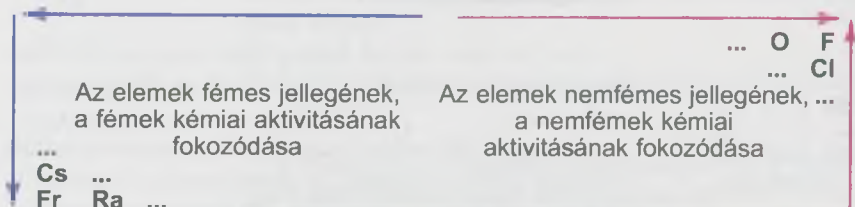
F₂
Cl₂
Br₂
I₂
↑
az aktivitás
növekszik

A tipikus nemfémes elemek helye a periódusos rendszer hosszú változatának jobb felső sarkában van. Ezek: a fluor, a klór, az oxigén.

E fejezet anyagát a 3. séma foglalja össze.

3. séma

Az elemek kémiai jellegének és az egyszerű anyagok aktivitásának változása a periódusos rendszerben (hosszú változat, főcsoportok)



ÖSSZEFOGLALÁS

Az elem kémiai jellege egyszerű anyagának kémiai tulajdonságaitól függ.

Az elemek fémes jellege és a fémek aktivitása a periódusokban jobbról balra, a főcsoportokban pedig fentről lefelé fokozódik. Az elemek nemfémes jellege és a nemfémek aktivitása a periódusokban balról jobbra, a főcsoportokban pedig lentől felfelé fokozódik.

A tipikus fémes elemek helye a periódusos rendszer hosszú változatában a bal alsó sarkokban, a tipikus nemfémek pedig a jobb felső sarkokban vannak.

?

66. Miben nyilvánul meg az elemek kémiai jellege?
67. A 4. periódus melyik eleme alkotja a legaktívabb fémeket, s melyik a legaktívabb nemfémeket? Nevezzétek meg ezen elemek sorszámát és azoknak a csoportoknak a sorszámát, amelyekben helyet foglalnak.
68. Melyik egyszerű anyagnak kell aktívabbnak lennie a kémiai reakciókban: a lítiumnak vagy a nátriumnak, a káliumnak vagy a kalciumnak, a kénnek vagy a szelénnek, a tellúrnak vagy a jódnak?
69. Nevezzétek meg azokat az elemeket, amelyek befejezik a periódusokat. Milyen típusú elemekhez tartoznak és milyen egyszerű anyagokat alkotnak? Mit tudtok ezeknek az anyagoknak a kémiai átalakulásokban való részvételi képességéről?

11

A periódusos rendszer és a vegyületek kémiai tulajdonságai

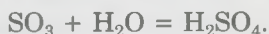
A fejezet anyaga segít nektek:

- megtudni, hogyan változik az elemek legmagasabb oxidjainak jellege a periódusokban és a főcsoportokban;
- prognosztizálni a legmagasabb oxidok és a nekik megfelelő hidrátok kémiai tulajdonságait az elemnek a periódusos rendszerben elfoglalt helye alapján;
- kideríteni az elemek hidrogénnel alkotott legfontosabb vegyületeinek kémiai tulajdonságait.

Az oxidok. Ilyen típusú vegyületeket majdnem mindegyik kémiai elem alkot. Az oxidok egy része kölcsönhatásba lép a vízzel, miközben bázissá alakul



vagy savvá



Azokat az oxidokat, amelyeknek bázis felel meg, *bázisképző oxidoknak* (Na_2O és mások) nevezzük, azokat pedig, amelyeknek sav felel meg, — *savképző oxidoknak* (SO_3 és mások).

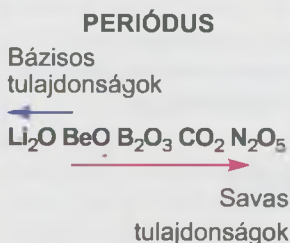
Az elemek számára a legjellemzőbb és legfontosabb oxidok azok, amelyekben az elem a legmagasabb vegyértékével szerepel; ez a vegyérték egybeesik a periódusos rendszer azon csoportjának számával, amelyben az adott elem tartózkodik.

Figyeljük meg, hogyan változnak a legmagasabb oxidok tulajdonságai az elemeknek a periódusos rendszerben való elhelyezkedésétől függően.

Vizsgáljuk meg a 2. periódus elemeinek legmagasabb oxidjait (2. táblázat). E periódus első eleme a fémes lítium, amely a Li_2O bázisképző oxidot alkotja. A második a berillium, amely szintén fémes elem. BeO oxidjának kettős kémiai jellege van, azaz a bázisképző oxidokra és a savképző oxidokra jellemző kémiai tulajdonságai. Az ilyen vegyületeket, mint a berillium-oxid, amfoter oxidoknak nevezik; ezeket részletesen jelemezük majd a 31. fejezetben.

A 2. periódus elemeinek legmagasabb oxidjai

Elem	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Az oxid képlete	Li_2O	BeO	B_2O_3	CO_2	N_2O_5	—	—	—
Az oxid típusa	Bázisképző	Amfoter	Savképző			—		



A 2. periódus többi eleme a nemfémekhez tartozik. A bór, a szén, a nitrogén savképző oxidokat alkotnak — B_2O_3 , CO_2 , N_2O_5 . Az első két vegyületnek a savas tulajdonságai gyengén nyilvánulnak meg, a harmadiknak azonban teljes mértékben.

Megmagyarázzuk, hogy 2. táblázatban az oxigén, fluor és neon vegyjelei alatt miért vannak vonalak. Az oxigénnek érthető, hogy nem lehet oxidja. Az OF_2 vegyület az oxidokhoz nem tartozik (magyarázat a 124. oldalon); ezen vegyület elnevezése: oxigén-fluorid. A neon nemesgáz nem képez egyetlen vegyületet sem.

A periódusokban a legmagasabb oxidok savas tulajdonságai fokozódnak balról jobbra, a bázisos tulajdonságaik pedig ellentétes irányban.

A legmagasabb oxidok tulajdonságai mindegyik elemcsoport főcsoportjában szintén fokozatosan változnak. Példaként vizsgáljuk meg a III. csoport elemeinek oxidjait (3. táblázat).

A III. főcsoport elemeinek legmagasabb oxidjai

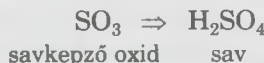
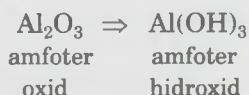
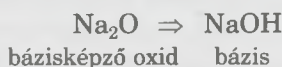
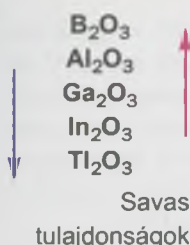
Elem	Az oxid képlete	Az oxid típusa
B	B_2O_3	Savképző
Al	Al_2O_3	Amfoter
Ga	Ga_2O_3	
In	In_2O_3	
Tl	Tl_2O_3	Bázisképző

A főcsoportokban a legmagasabb oxidok bázisos tulajdonságai felülről lefelé fokozódnak, a savas tulajdonságai pedig fordítva.

► Hasonlítsátok össze a II. csoport főcsoportja elemei oxidjainak tulajdonságait. Bebizonyosodik-e a fent említett következtetés?

Az oxidok hidratáltjai. Az oxidok vízzel való kölcsönhatásának termékei a bázisok és a savak; ezeknek az anyagoknak közös elnevezése — *az oxidok hidratáltjai*. Az oxidok jelentős része nem reagál a vízzel, de a nekik megfelelő hidroxidok léteznek (ezeket más módszerekkel állítják elő). Ha az ilyen vegyület bázisképző oxidtól származik, akkor az bázis lesz, ha pedig a savképző oxidtól — akkor sav lesz, ha pedig amfoter oxidtól — akkor amfoter hidroxid:

FŐCSOPORT
Bázisos
tulajdonságok



Ebből az alábbi következtetés ered: a hidratátok bázisos és savas tulajdonságai változásainak a periódusokban és a csoportokban (főcsoportokban) ugyanolyanoknak kell lenniük, mint az oxidoknál.

A periódusokban a hidroxidok savas tulajdonságai balról jobbra erősödnek, a bázisos tulajdonságaik pedig ellentétes irányban.

A főcsoportokban a hidroxidok bázisos tulajdonságai fentről lefelé erősödnek, a savas tulajdonságaik pedig ellentétes irányban.

E következtetéseket a 2. és 3. periódusba tartozó elemek legmagasabb oxidjai hidratáltjainak kémiai jellegére vonatkozó adatokkal szemléltetjük (4. táblázat).

A 2. és 3. periódusok elemeinek hidroxidjai

Periódusok	Csoportok						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
2	LiOH lúg	Be(OH) ₂ amfoter hidroxid	H ₃ BO ₃ sav *	H ₂ CO ₃ sav *	HNO ₃ sav ***	—	—
3	NaOH lúg)	Mg(OH) ₂ bázis	Al(OH) ₃ amfoter hidroxid	H ₂ SiO ₃ sav *	H ₃ PO ₄ sav **	H ₂ SO ₄ sav ***	HClO ₄ sav ***

Megjegyzés. Egy csillaggal a gyenge savak vannak megjelölve, kettővel — a közepes erősségű savak, hárommal — az erős savak.

Az elemek hidrogénnel alkotott vegyületei.

Ilyen vegyületeket számos kémiai elem képez. E vegyületek szerkezete és tulajdonságai nem egyformák, ezek az anyagok változnak a periódusokban és a csoportokban, de nem olyan egyszerűen és látványosan, mint az oxidok és a hidroxidok eseteiben. Vizsgáljuk meg a 3. periódus elemei hidrogénvegyületeit.

Ebben a periódusban az első elem a nátrium. Ez az elem NaH vegyületet alkot (nátrium-hidridet), amelyik ionokból¹ tevődik össze. Szerkezete, egyes tulajdonságai és külalakja (fehér kristályos anyag) alapján a nátrium-hidrid a sókra emlékeztet, többek között a nátrium-kloridra (NaCl). A következő elem, a magnézium vegyületének képlete MgH₂. Ez szintén ionos anyag. Az alumínium hidrogénvegyületének, az AlH₃-nak atomos szerkezete van. A szilícium és a foszfor a periódus közepén van. A szilán (SiH₄) és a foszfin (PH₃) — gázok, amelyek gyakorlatilag alig oldódnak a vízben és nem reagálnak vele. Ezek a vegyületek molekulákból tevődnek össze. Tovább a periódusban a kén és a klór helyezkedik el. Az ő hidrogénvegyületei — a kénhidrogén (H₂S) és a hidrogén-klorid (HCl) — molekuláris anyagok. Ezek gázok, amelyek oldódnak a vízben; vizes oldataik savként viselkednek.

¹ Az ionok olyan töltéssel rendelkező részecskék, amelyek az elektronoknak az atomoktól való leszakadás vagy a hozzájuk való csatlakozás eredményeképpen keletkeztek. Az ionokról a 13. fejezetben bővebben értesülünk.

A 3. periódus elemeinek hidrogénvegyületei

Elem	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
A vegyület képlete	NaH	MgH ₂	AlH ₃	SiH ₄	PH ₃	H ₂ S	HCl	—
Szerkezete	Ionos		Atomos	Molekuláris				—
Halmazállapota közönséges körülmények között	Szilárd			Gáznemű				—

A 2. periódus elemei hidrogénvegyületeinek zöme ugyanolyan, mint a 3. periódus elemeinek vegyületei. A lítium-hidrid (LiH) ionos kristályos anyag, amely a sóra emlékeztet (mint a NaH is). A metán (CH₄) gáznemű molekuláris anyag, a vízben nem oldódik (mint a SiH₄ sem). A hidrogén-fluorid (HF) gáz, amely molekulákból áll. Vizes oldata, amint a HCl-oldat, savas tulajdonságokkal rendelkezik; ez a foly sav (fluorid sav).

Ellenben a 2. periódus elemeinek két vegyülete a hidrogénnel — az ammónia (NH₃) és a víz (H₂O) — megfelelően különböznek a foszfintól (PH₃) és kénhidrogéntől (H₂S). Az ammónia, bár gáznemű, de oldata nagyon híg lúgoldatra emlékeztet. A víz közönséges körülmények között folyadék; ez a vegyület oxid, de nem rendelkezik se bázisos, se savas tulajdonságokkal.

ÖSSZEFOGLALÁS

Létezik összefüggés a legmagasabb oxidok, a megfelelő hidroxidok kémiai tulajdonságai és az elemek elhelyezkedése között a periódusos rendszerben.

A legmagasabb oxidok és hidroxidok bázisos tulajdonságai a periódusokban jobbról balra, a főcsoportokban — fentről lefelé, a savas tulajdonságok pedig ellenkező irányban erősödnek.

A tipikus fémek elemek vegyületei a hidrogénnel ionos szerkezetűek, a tipikus nemfémek elemek vegyületei a hidrogénnel molekulákból tevődnek össze.

?

70. Tartalmaz-e a periódusos rendszer információt az oxidokról? Ha igen, akkor melyet és a rendszer melyik változata — a hosszú vagy a rövid?
71. A vegyületek közül melyiknek kifejezettebbek a bázisos (savas) tulajdonságai:
- a) Li_2O vagy Na_2O ; c) KOH vagy $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
b) SiO_2 vagy P_2O_5 ; d) H_2TeO_4 vagy H_2SeO_4 ?
72. Írjátok fel a 3. periódus elemei legmagasabb oxidjainak képleteit, felhasználva a fejezetben található ismereteket a hidroxidokról. Állítsátok össze a 3. periódus elemei legmagasabb oxidjainak táblázatát a 2. táblázathoz hasonlóan.
73. Magyarazzátok meg a hiányzó információt a periódusos rendszer rövid változata sorának elején, melynek elnevezése „Illanó vegyületek a hidrogénnel”.
74. Írjuk fel a kalcium és az arzén hidrogénvegyületeinek képleteit. Milyen szerkezetűeknek kell lenniük ezeknek a vegyületeknek — molekuláris vagy ionos?
75. A hidrogén tömegrészaránya valamely elemmel alkotott vegyületben egyenlő 10 %-kal. Határozzátok meg ezt az elemet és számítsátok ki az oxigén tömegrészarányát ennek az elemnek az oxidjában.

12

A periódusos törvény jelentősége

A fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni a periódusos törvény jelentőségét a kémia és más természettudományok fejlődése számára;
- megérteni a periódusos törvény és a periódusos rendszer alkalmazásának fontosságát a kémia tanulása közben.

A korszerű kémia elképzelhetetlen a periódusos törvény és a periódusos rendszer nélkül. A periódusos törvény vagy a periodicitás törvénye összefoglal

ja a kémiai elemekről, az általuk alkotott egyszerű anyagokról és vegyületeikről szóló ismereteket. Ez a törvény magyarázatot ad számos kémiai tényre, segít megérteni és megalapozni a kémiai elemek, az anyagok és átalakulásaik világában előforduló különböző törvényszerűségeket, megjósolni az ismeretlen vegyületek előállításának lehetőségeit.

D. I. Mengyelejev a periódusos rendszerében üres kockákat hagyott ki és úgy vélte, hogy e kockákban az eddig még felfedezetlen, de a természetben létező elemek foglalnak majd helyet. Hamarosan fel is fedezték az első elemet, amelyet Mengyelejev megjósolt (ezt galliumnak nevezték el), azután következett a második elem (szkandium), ezután jött a harmadik (germánium). Ez a periódusos rendszer diadala volt, amely nemcsak összegző, de prognosztizáló erejét is feltárta.

A D. I. Mengyelejev periódusos törvényének felfedezése ösztönözte a periodicitás okának keresését az elemek, egyszerű anyagok és egytípusú vegyületek körében. A tudósok koncentrálták erőfeszítéseiket az atomok és természetük kutatására. Az atom bonyolult felépítésének kiderítése a XIX–XX. század határára, majd később az atommagé is, az izotópok felfedezése segítettek bebizonyítani egyes elemek elhelyezkedését a periódusos rendszerben, ami addig összeegyeztethetetlen volt ezen elemek relatív atomtömegeivel. Eközben a periódusos törvény nem veszítette el erejét, hanem új fogalmazást nyert és feltárta fizikai lényegét (8. fejezet). Mengyelejev erről írta, hogy „a periódusos törvényt a jövő nem fenyegeti rombolással, hanem csupán felemelést és fejlődést ígér”.

A periódusos törvény jelentősége a kémiatudomány számára óriási. E törvényt sikeresen alkalmazzák más természettudományokban is; ez a törvény segít megérteni az anyagi világ tudományos képét. A biológiai tudósok bebizonyították, hogy a hasonló elemek és vegyületeik a szervezetben analóg funkciókat láthatnak el, néha — helyettesíthetik is egymást. A kőzetek, ásványok, ércek kémiai analízise alapján a geológusok kiderítették, hogy hasonló elemek gyakran fordulnak elő a természetben együttesen. Az analóg összetételű vegyületeket vizsgálva, a fizikusok felfedezték belső szerkezetük és fizikai tulajdonságaik hasonlóságát.

A periódusos törvény és periódusos rendszer képezik a kémiai elemek tanulmányozásának alapját. A tanulóknak és az egyetemi hallgatóknak nem érdemes megjegyezni a nagyszámú anyagok összetételét és kémiai tulajdonságait. Ez nem is lehetséges.

A kémia tanulásának logikája az egyetemeken a periódusos rendszer minden főcsoportjának, úgyszintén minden alcsoportja elemeinek egyszerű anyagai és az elemek vegyületei összetételének és tulajdonságainak összehasonlításán alapszik. Nektük meg kell tanulnotok kiválasztani, érteni és előrelátni a legfontosabbat a kémiai elemekről és anyagokról, a periódusos törvényre támaszkodva és felhasználva a periódusos rendszert.

Az egyszerű anyagok és az elemek vegyülete változásának jellege a periódusokban és a csoportokban lehetőséget nyújt kideríteni és megalapozni a 2. és 3. periódusok egyes elemeinek hasonlóságát, amelyek a periódusos rendszerben az átló mentén helyezkednek el. Így kémiai tulajdonságuk szerint a lítium és magnézium, a berillium és alumínium hasonlóak, habár mindegyik párban az elemeknek különböző a vegyértékük. A bór és szilícium egyszerű anyagok — félvezetők; nagyon magas az olvadáspontjuk. Hasonló a szerkezetük és tulajdonságaik a nemfémek bináris vegyületeinek is az oxigénnel és a klórral. Nevezetesen, a foszfor oxidjai és kloridjai kölcsönhatásba lépnek a vízzel; ezen reakciók termékei a savak.

ÖSSZEFOGLALÁS

A periódusos törvény a kémia alapvető törvénye. E törvény kapcsolatot teremt az összes kémiai elem között, lehetőséget nyújt megjósolni jellegüket, az egyszerű anyagok és a vegyületek tulajdonságait.

A periódusos törvényt a fizikusok, biológusok, geológusok, más szakmák tudósai alkalmazzák. A kémiát tanulni anélkül, hogy ne támaszkodjunk a periódusos törvényre és a periódusos rendszerre, lehetetlen.

?

76. Miért segítette elő a periódusos törvény az új kémiai elemek felfedezését?
77. Milyen lehetséges okai vannak annak, hogy egy ásványban hasonló elemek találhatók?
78. Derítsék ki az irodalomból, az internet weboldalairól, milyen főiskolák, tudományos kutatóintézetek viselik Mengelejev nevét, milyen postabélyegeket és érmekeket bocsátottak ki a tudós, az általa felfedezett periódusos törvény és megalkotott periódusos rendszer tiszteletére. Számoljatok be a kémiaórákon kutatásotok eredményeiről.

ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

A kémiai elemek periódusos rendszerének első változata

1869. március 1-jén D. I. Mengelejev egy papírlapon összeállított egy táblázatot, amelyet így nevezett el: „Tapasztalat az elemek rendszeréről, amely atomsúlyukon és kémiai rokonságukon alapszik”. E táblázatban (28. ábra) a periódusok függőlegesen, az elemek csoportjai vízszintesen voltak elhelyezve. Egyes kérdőjelek az abban az időben még ismeretlen kémiai elemekre mutattak, amelyek számára a tudós felírta az általa megjósolt relatív atomtömegek értékeit. Más kérdőjelek bizonyították az elemek kiegészítő kutatásának szükségességét vagy a számítások pontosítását.

Hamarosan D. I. Mengelejev a kémiai elemek rendszerét elnevezte periódusosnak, majd két év múlva megfogalmazta a periódusos törvényt. Azonban a törvény felfedezése időpontjának azt a napot számítják, amikor megjelent a periódusos rendszer első változata.



ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНУИХЪ ВѢСЪХЪ И ХИМИЧЕСКОМЪ СВОЙСТВѢ

Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Fr = 201
Be = 9	Mg = 24	Zn = 65,2	Ca = 40	Ni = 58	Co = 59
B = 10	Al = 27,4	Si = 28	P = 31	S = 32	Se = 78,4
C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80
Ni = 58	Co = 59	Fe = 56	Mn = 55	Cr = 52	V = 51
Sc = 45	Ti = 48	Van = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56
Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	Ru = 101	Rh = 104,4	Pd = 106,4
Y = 89	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	Ru = 101	Rh = 104,4
La = 138	Ce = 140	Pr = 140,2	Nd = 144,2	Pm = 147	Sm = 150
Eu = 152	Gd = 157	Tb = 158,9	Dy = 162,5	Ho = 164,9	Er = 167,3
Yb = 173	Lu = 175	Hf = 178,4	Ta = 182	W = 186	Re = 186,2
Os = 190	Pt = 195,1	Au = 197	Hg = 200,6	Tl = 204	Pb = 207
Bi = 210	Po = 210	At = 210	Rn = 222		

28. ábra.

A periódusos rendszer első kézírásos és nyomtatott változata

2. rész

A kémiai kötés és az anyag szerkezete

A legtöbb elem atomjai nem tudnak sokáig külön lenni egymástól, ezért ugyanolyan vagy más atomokkal egyesülnek. A fémes elem számos atomja ha egyesül, fémeket alkot. A gyémánt, a grafit, a vörös foszfor is a nemfémes elemek egyesült atomjait tartalmazza. Az oxigén két atomja O_2 molekulává kapcsolódik; ilyen molekulákból áll az oxigéngáz. A víz H_2O olyan molekulákat tartalmaz, melyek két atom hidrogénből és egy atom oxigénből állnak. Vannak anyagok, amelyek nem atomokból vagy molekulákból, hanem ionokból tevődnek össze.

Az atomok, molekulák, ionok kölcsönhatását, melynek eredményeképpen a részecskék együtt maradnak, kémiai kötésnek nevezik.

A kémiai kötés képződésekor energia szabadul fel, a kötés megbomlásakor az energia elnyelődik.

13

Az elektronhéjak stabilitása. Az ionok

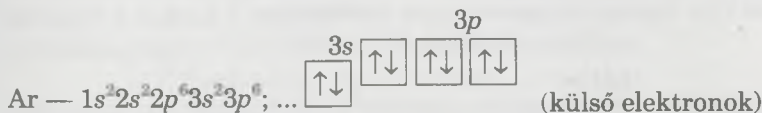
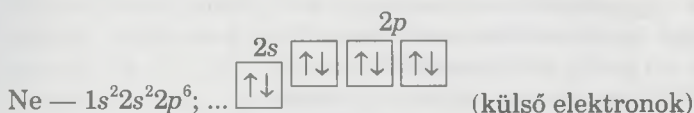
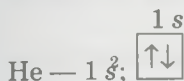
E fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni, hogy az atomok mely elektronhéjai a legstabilabbak;

- felírni az ionok képleteit;
- meghatározni az ionok elektronszerkezetét;
- tisztázni, hogy miben különböznek az ionok az atomoktól.

A nemesgázok atomjainak elektronszerkezete. Az egyszerű anyagok közül csupán a nemesgázok — a hélium, a neon, az argon, a kripton, a xenon, a radon — tevődnek össze különálló atomokból. A tudósoknak sokáig nem sikerült kémiai reakcióra bírni a nemesgázokat; atomjaik „nem akartak” egyesülni más elemek atomjaival¹. Kémiai passzivitásuk oka csak akkor vált érthetővé, amikor felfedezték az atomok felépítését.

Az 1–3. periódus nemesgáz elemei atomjainak elektronszerkezete a következő:



A héliumatom két elektronja betölti az első energiaszintet. A neonatom elektronburka két betöltött szintből tevődik össze: az első 2 elektront tartalmaz, a második 8-at. Az argon atomjában ezeken a szinteken kívül van egy harmadik, amely befejezetlen. 8 elektron helyezkedik el rajta, amelyek a 3s- és 3p-aliszinteket töltik be.

A kripton, xenon és radon atomjaiban az utolsó (befejezetlen) energiaszinteken 8–8 elektron foglal helyet (közülük 2–2 s-elektron és 6–6 p-elektron).

Figyelembe véve a nemesgázok kémiai passzivitását és a megfelelő elemek atomszerkezetét, az alábbi következtetést vonhatjuk le: *a külső 8-elektronos elektronháj az atom számára előnyös és*

¹ A XX. század második felében a kémikusok előállították a kriptonnak, a xenonnak és a radonnak a fluorral és az oxigénnel való néhány vegyületét.

Elektronoktett
 ns^2np^6

stabil¹. Ezt gyakran *elektronoktettnek*² szokás nevezni.

Más elemek atomjai képesek változtatni elektronszerkezetüket úgy, hogy az utolsó energiaszint nyolc elektront tartalmazzon. Eközben az atomok ionokká alakulnak át.

Ionok. Ezen típusú részecskék számos vegyület összetételében megtalálhatók.

Az ion olyan töltéssel rendelkező részecske, amely az atomból keletkezik egy vagy több elektron elvesztése vagy hozzáadása eredményeképpen.

Ha az atom elveszít például egy elektront, átalakul +1 töltéssel rendelkező ionná, ha pedig két elektront vesz fel — -2 töltésű ionná változik. A pozitív töltésű ionokat *kationoknak*, a negatív töltésűeket — *anionoknak* nevezik.

Az ionok kémiai képletében a töltést felső indexszel jelölik az elem vegyjelétől jobbra, miközben először a számot írják fel (az 1-et nem írják), azután pedig a töltés előjelét: Na^+ , Ba^{2+} , H^+ , Cl^- , S^{2-} . Az első ion kémiai képletét így olvassák: „nátrium-plusz”, az utolsót — „es-kettő-minusz”. Ezeket a részecskéket így nevezzük: „nátriumion” (vagy „nátriumkation”), „kénion” (vagy „kénanion”)³.

Léteznek ezenkívül ionok, amelyek mindegyikét néhány atom alkotja. Például a nátrium-hidroxid NaOH összetételében a Na^+ -ionokon kívül OH^- -anionok (hidroxidionok) is szerepelnek.

Pozitív töltésű ionok képződése. A nátrium elem (a 11. rendszámú elem) a periódusos rendszerben a neon nemesgáz után következik. A nátriumatom magja 11 protont tartalmaz (a mag töltése +11), körülötte ugyanannyi elektron kering. Közülük egy a külső (a harmadik) energiaszinthez tartozik, nyolc pedig — az utolsó előtti szinthez ($2s^2p^6$).

¹ A héliumatom stabilitását az egyedüli, két elektronnal feltöltött 1s-orbitál biztosítja.

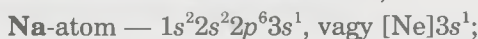
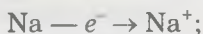
² A szó a latin „octo” szóból ered, ami nyolcat jelent.

³ A fordító megjegyzése: a negatív töltésű ionoknak, illetve anionoknak elterjedtebb az az elnevezése, amely a megfelelő sav anionját tünteti fel, hozzáadva az „-id” végződést. Például: „kénion” helyett gyakrabban használjuk a „szulfidion” elnevezést, amely a H_2S képletű szulfidsavra (kénhidrogénsavra) utal.

A kémiai reakció közben a nátriumatom könnyen elveszíti az egyedüli 3s-elektronját és ionná változik. Ezen részecske töltését így határozzuk meg: +11 (az atommag töltése, vagy a protonok össztöltése) -10 (az elektronok össztöltése) = +1. Mivel a mag változatlan marad, az ion, amint az atom is a nátrium elemhez tartozik.

A nátriumion Na^+ elektronszerkezete ugyanolyan, mint a passzív neon elem atomja (mindkét részecske 10—10 elektront tartalmaz). Ez az ion stabil, mivel külső elektronoktettel rendelkezik.

Felírjuk a nátriumatom ionná alakulásának sémáját és e részecskék elektronképleteit:



Az elektronoktett máshogyan is kialakulhatott volna — a nátriumatom egyetlen külső elektronjához még hét elektron csatlakozása folytán. Azonban ez nem történik meg. Nyilvánvalóan az atomnak könnyebb egy elektront leadni, mint hetet felvenni.

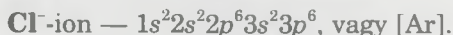
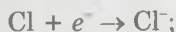
A Na^+ kationok szinte minden nátriumvegyület összetételében előfordulnak, közöttük a Na_2O oxidban, a NaOH nátrium-hidroxidban, nátrium-kloridban NaCl .

► Írjátok fel a magnéziumatom megfelelő ionná való átalakulásának vázlatát és tüntessétek fel mindkét részecske elektronképletét.

A fémek elemek atomjainak a külső energiaszinten nincs sok elektronja (leggyakrabban egytől háromig) és képesek leadni őket, ezáltal kationokká alakulnak.

Negatív töltésű ionok képződése. A 17. rendszámú elem — a klór atomjának a külső energiaszintjén 7 elektron helyezkedik el ($3s^2 3p^5$). Ez az atom képes felvenni egy elektront (amelyiket átadhatja neki, például, a nátriumatom) és Cl^- -ionná alakulni. A klóranion elektronszerkezete ugyanolyan, mint az argon nemesgáz atomjáé.

A klóratom ionná alakulásának sémája és ezen részecskék elektronképletei ezek:



Klóránionokat (Cl^-) tartalmaz a fémek elemek klórral alkotott vegyületeinek zöme, köztük a nátrium-klorid (NaCl) is.

► Írjátok fel az oxigénatom megfelelő ionná való átalakulásának sémáját és tüntessétek fel mindkét részecske elektronképletét.

A nemfémes elemek atomjainak (a nemesgázokon kívül) a külső energiaszintjén négytől hétig terjedő elektronjuk van és képesek pótelektronokat felvenni, anionokká alakulva.

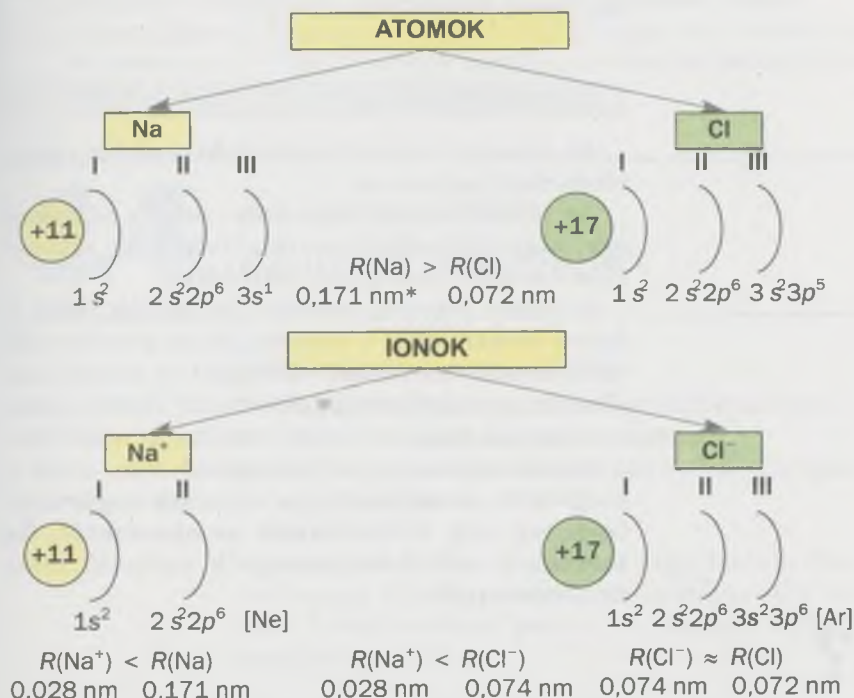
A főcsoportok elemei ionjainak zöme a külső energiaszinten elektronoktettet tartalmaz.

Az ionok és az atomok különbözősége. Mindegyik elem ionja és atomja különbözik egymástól az elektronok számának tekintetében, ugyanakkor atommagjuk egyenlő pozitív töltéssel rendelkezik. Ezért az ionok, az atomoktól eltérően, töltött részecskék.

Az atom és az ion eltérő elektronszerkezete okozza a részecskék különböző méretét. A nátriumban a 3. energiaszint egy elektront tartalmaz, a nátriumionban az elektronok csupán két energiaszinten helyezkednek el. Ezért a Na^+ -ion sugara jelentősen kisebb, mint a nátriumatomé. A klóratomban és klórionban az elektronok három energiaszinten helyezkednek el. Azonban a klórionban egy elektronnal több van. Ezért a klórion sugara kissé nagyobb.

A Na- és Cl-atomok, valamint a Na^+ - és Cl^- -ionok elektronszerkezete, illetve ezen részecskék sugarainak értékei a 4. sémán vannak feltüntetve.

A nátrium és a klór atomjainak és ionjainak jellemzői

* 1nm (nanométer) 10^{-9} m

Az ionok tulajdonságaikban is különböznek az atomoktól. Azok az atomok, amelyekből a fémnátrium tevődik össze, reakcióba képesek lépni a vízmolekulákkal, a Na^+ -ionok azonban ezekkel a molekulákkal nem reagálnak. A klóratomok könnyen egyesülnek Cl_2 molekulát alkotva, ugyanakkor a Cl^- -ionokkal ez nem történik meg.

A hidrogén az egyedüli nemfémes elem, amelynek atomja nem csupán H^- -anionná, de H^+ -kationná is alakulhat. Bármilyen sav vizes oldata tartalmaz hidrogénionokat (H^+), amelyek savas ízt kölcsönöznek az oldatnak, megváltoztatják az indikátorok színét. A hidrogénatomoknak (H) nincs ilyen tulajdonságuk. Az ionoktól eltérően az atomok könnyen egyesülnek H_2 molekulát képezve, amelyből egy egyszerű anyag, a hidrogén keletkezik. A H^- -ionok tulajdonságaikban különböznek a hidrogéna-

tomtól és a H^+ -ionoktól. Többek között ezek a részecskék nem létezhetnek a vízben, mivel reakcióba lépnek a víz molekuláival.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az atomok legstabilabb elektronhéja nyolc elektront tartalmaz.

Az ion — töltött részecske, amely atomból egy vagy több elektron felvétele vagy elvesztése eredményeképpen képződik.

A fémes elemek atomjai le tudják adni a külső elektronhéj elektronjait és pozitív töltésű ionná (kationná) alakulni, a nemfémes elemek atomjai pedig fel tudnak venni elektronokat és negatív ionná (anionná) alakulni.

A kationoknak kisebb sugaruk van, mint a megfelelő atomoknak. Az anionok sugarukat tekintve alig különböznek az atomoktól. Az ionoknak más tulajdonságaik vannak, mint az atomoknak.

?

79. Mi a közös a nemesgázok atomjainak elektron szerkezetében?
80. Melyik részecske tartalmaz több elektront:
 - a) az atom vagy a megfelelő kation;
 - b) az atom vagy a megfelelő anion?
81. A Rb, Br, Sr, N elemek közül melyek képesek kationokat alkotni, s melyek anionokat? Határozzátok meg mindegyik elem ionjának töltését és írjátok fel ezen részecskék képletét.
82. Írjátok fel az alábbi ionok elektronképleteit: Be^{2+} , P^{3-} , F^- és K^+ .
83. Nevezetek meg három kationt és két aniont, amelyeknek ugyanolyan elektronhéjuk van, mint az F^- -ionnak.
84. Melyik atomnak van ugyanolyan elektron szerkezete, mint az alumíniumionnak? Írjátok fel a részecske elektronképletét és ábrázoljátok grafikusán.
85. Írjátok fel azon részecskék kémiai képletét, amelyek külső energiaszintjének elektron szerkezete $3s^3p^6$.
86. Melyik elem atomja tartalmaz 2 elektronnal kevesebbet, mint a magnéziumion?
87. Állítsátok össze az elektronképletét annak a részecskének, amelynek 16 protonja és 18 elektronja van. Nevezzétek meg ezt a részecskét.

88. Írjátok fel a hidrogénkation és hidrogénanion hidrogénatomból való keletkezésének vázlatát. Melyik részecskének van a legkisebb sugara — a kationnak, az anionnak vagy az atomnak? Miért?
89. Válasszátok ki a legnagyobb és a legkisebb sugarú részecskét: az Ar atomja, a K^+ , Ca^{2+} , Cl^- -ionok esetében. A feleletet indokoljátok meg.

14

Az ionos kötés. Az ionos vegyületek

E fejezet anyaga segít nektek:

- tisztázni, hogyan egyesülnek egymással az ionok;
- megérteni az ionos anyagok felépítését;
- megmagyarázni az ionokból álló vegyületek fizikai tulajdonságait.

Az ionos kötés. Az ionos vegyületek. Számos anyag létezik, amely elektrosztatikus erők hatása következtében pozitív és negatív töltésű ionokból képződik.

A különmemű töltésekkel rendelkező ionok kölcsönhatását az anyagban *ionos kötésnek* nevezzük.

A kation és az anion annál erősebben vonzza egymást, minél nagyobb mindegyik részecske töltése és minél kisebb a távolság közöttük, érintkezésükkor pedig ha minél kisebb a sugaruk. Ezt a fizika egyik törvénye tanúsítja.

Az olyan vegyületeket, amelyek ionokból tevődnek össze, *ionos vegyületeknek* nevezzük.

Az ionos vegyületekhez tartozik a fémek oxidjainak zöme, a lúgok, az alkálielemek vegyületei a halogénnel, a kénnel stb. Mindezen anyagok tartalmaznak fémkationokat (például, Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+}). Az anionok szerepét az ionos oxidokban az O^{2-} -ionok töltik be, a lúgokban az OH^- , a Cl^- , S^{2-} , NO_3^- és mások.

Megjegyezzük, hogy két nemfémből keletkezett vegyület egyike sem tartalmaz ionokat, például a hidrogén-klorid HCl , szén-dioxid CO_2 .

Ahhoz, hogy összeállítsuk az ionos vegyület képletét, ismerni kell a megfelelő kationok és anionok összetételét és töltéseit. Mivel minden anyag elektromosan semleges, ezért az *ionos anyagban a kationok és anionok töltéseinek összege nullával egyenlő*.

GYAKORLAT. Állítsátok össze azon vegyület képletét, amely Fe^{3+} és SO_4^{2-} ionokat tartalmaz.

Megoldás

Felírjuk együtt a kationt és aniont: $\text{Fe}^{3+} \text{SO}_4^{2-}$. Megkeressük azt a legkisebb számot, amelyik maradék nélkül osztódik az ionok töltéseinek értékével, azaz a 3 és 2 legkisebb közös többszörösét. Ez a 6-os szám. Ha ezt a számot elosztjuk 3-al és 2-vel, megkapjuk a kémiai képlet megfelelő indexeit. Elhagyva az ionok töltéseit, leírjuk a vegyület képletét: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

Az ionos vegyület képlete megmutatja a kationok és anionok arányát. Például a lítium-oxidban Li_2O :

$$N(\text{Li}^+) : N(\text{O}^{2-}) = 2 : 1.$$

Az ionokat tartalmazó anyagokat jellemezve, a „képlet-egység” fogalmát alkalmazzák. A lítium-oxid Li_2O képlet-egysége nem más, mint a kémiai képletben meglévő Li^+ -ionok és O^{2-} -ionok összessége, a nátrium-hidroxidban pedig a NaOH — Na^+ -ionok és OH^- -ionoké. A 2NaCl tartalma a következő: a vegyület két képlet-egysége (de nem két molekula, amelyek ionos anyagban nincsenek).

Az ionos vegyületek szerkezete. Minden ionos vegyület rendes körülmények között rendszerint kristályos anyag.

A *kristály* — magától képződött szilárd anyag, amelynek sík oldallapjai és egyenes élei vannak. Az ilyen alakzat képződése az atomok, molekulák vagy ionok pontos sorrendben való elhelyezkedésének eredménye az anyagban.

Minden egyes anyag kristályainak megvan a jellegzetes alakja (29. ábra). Ha a konyhasót vizsgáljuk nagyítólüveg segítségével, észrevehetjük benne a színtelen kristálykockácskákat.

29. ábra.
Természetes
kristályok



Az ionos anyag kristályában mindegyik kation kapcsolatban van bizonyos mennyiségű anionnal, s mindegyik anion — ugyanolyan mennyiségű vagy más számú kationnal. Minden irányban megfigyelhető a kationok és anionok pontos váltakozása. Az ionok elhelyezkedése a kristály belsejében az anyag összetételétől függ, azaz a kationok és anionok számarányától, valamint ezen részecskék sugarainak arányától.

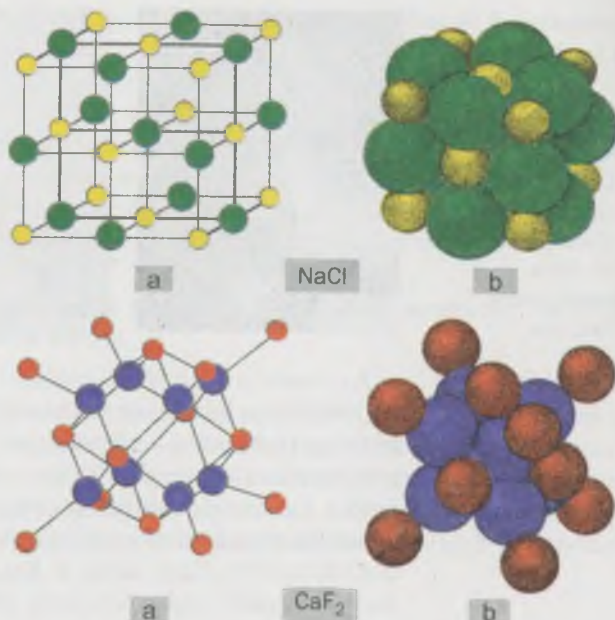
A kristályos anyagokon kívül léteznek amorf szilárd anyagok. Ezekhez tartozik, többek között, az üveg, amely az anyagban kaotikusan elhelyezkedő különböző ionokból tevődik össze. Üvegből bármilyen alakú tárgyat el lehet készíteni, ha azonban e tárgyat széttörjük, alaktalan törmeléket kapunk.

Kristályrácsok. A kristályok belső szerkezetét olyan modell segítségével írják le, amelynek elnevezése *kristályrács*. Ez a részecskék elhelyezkedésének vázlata vagy térbeli modellje a kristály egy kis részében (30. ábra). Az ilyen modell alapján fel lehet idézni az anyag szerkezetét egészében véve.

A golyócskák a kristályrácsokban az anyag részecskéit — ionjait, atomjait, molekuláit imitálják. Ezek a kristályrács rácpontjain helyezkednek el. Az egyszerűsített modellekben (30. *a* ábra) a golyócskáknak tetszőleges mérete van és nem érintkeznek egymással. Vannak azonban léptékes modellek is (30. *b* ábra). Bennük a golyócskák sugarai arányosak a részecskék sugaraival és a legközelebbi golyócskák érintkeznek egymással (a részecskék

30. ábra.

Az ionos vegyületek kristályrácsai:
a — egyszerűsített modellek;
b — léptékes modellek. A sárga gömböcskék a Na^+ -kationok, a téglaszínűek a Ca^{2+} -kationok; a zöldek Cl^- -anionok, a kékek F^- -anionok

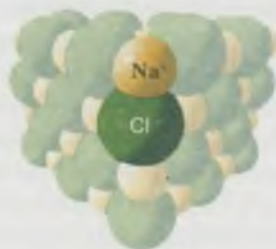


rendszerint tömören vannak „becsomagolva” a kristályba). Az egyszerűsített modell szemléltetőbb, mert a kis gömbök nem gátolják a betekintést a kristály belsejébe.

Ha az ionos vegyületek kristályrácsaiban kijelölünk egy legkisebb ismétlődő töredéket, akkor ez a vegyület képlet-egysége és megfelel a kémiai képletének (31. ábra).

Az ionos vegyületek fizikai tulajdonságai.

Az ionok egymással elég erősen kötődnek egymáshoz. Ahhoz, hogy elszakítsuk az ionos kötést, jelentős energiát kell elhasználni. Ezzel magyarázzák az ionos anyagok többségének a magas olvadás- és forráspontját. Olvadás közben a kristályok szétroncsolódnak, az ionok közötti kötések meggyengülnek,



31. ábra.

A konyhasó képlet-egysége

forrás közben pedig az ionok szétválnak egymástól és „kirepülnek” a folyadékból. A nátrium-klorid (NaCl) $+801^\circ\text{C}$ -os hőmérsékleten olvad (ezt a hőmérsékletet nem lehet elérni, ha az anyagot szeszégő vagy laboratóriumi gázégő segítségével hevítjük), és 1440°C -on forr. A másik ionos vegyület, a magnézium-oxid (MgO) olvadáspontja és forráspontja még magasabb: 2825, illetőleg 3600°C . Ennek magyarázata a következő. A Mg^{2+} - és az O^{2-} -ionoknak nagyobb a töltése és kisebb a sugara, mint a Na^+ - és a Cl^- -ionoknak megfelelően, és ezért erősebben kötődnek. Ahhoz, hogy a magnézium-oxidot megolvasszuk, a vegyületet magasabb hőmérsékletre kell hevíteni, mint a nátrium-kloridot.

Az ionos anyagok szilárd állapotban nem vezetnek villamos áramot, folyékony (olvasztott) állapotban viszont elektromos vezetők.

Ismeretes, hogy az elektromos áram a töltéssel rendelkező részecskék (elektronok, ionok) irányított mozgása. A kristályban az ionok helyzete rögzített és nem képesek vándorolni. Az anyag megolvadása során a kristályok folyadékká alakulnak, amelyben az ionok minden irányban mozoghatnak. Ha az olvadékból az egyenáram forrásához (akkumulátor) elektródokat helyezünk, a kationok a negatív töltésű elektród felé, az anionok a pozitív töltésűek felé kezdenek mozogni. Így a megolvasztott ionos anyagban elektromos áram keletkezik.

A molekulaszervezetű anyagok semmilyen halmazállapotukban nem vezetnek elektromos áramot, mivel elektromosan semleges molekulákból állnak.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ionos kötés a különmemű töltéssel rendelkező ionok közötti kölcsönhatás az anyagban.

Az ionos vegyületek sorába számos oxid és a fémek más vegyületei tartoznak.

Az ionos vegyületek többsége rendes körülmények között kristályos állapotú. Szerkezetüket modell írja le, a kristályrácsok. A kris-

tályban az ionos vegyület minden egyes ionját több ellentétes töltésű ion veszi körül.

Az ionos kötés eléggé szilárd. Ezért az ionos anyagok olvadáspontja és forráspontja magas. Olvasztott állapotban ezek vezetik a villamos áramot.

?

90. Milyen kémiai kötést nevezünk ionos kötésnek? Mik azok az ionos vegyületek?
91. Írjátok fel azokat a kémiai képleteket, amelyek ionos anyagoknak felelnek meg: a CO_2 , O_2 , Al_2O_3 , NH_3 , Na_2S , HCl , BaF_2 , Fe . Indokoljátok meg a választásotokat.
92. Írjátok fel azon ionok képleteit, amelyekből a következő anyagok állnak: a) oxidok ZnO , Cr_2O_3 ; b) bázisok LiOH , Ba(OH)_2 .
93. Állítsátok össze azoknak a vegyületeknek a képleteit, amelyeket az alábbi ionok alkotnak:
a) Ag^+ és O^{2-} ; c) Fe^{3+} és NO_3^- ;
b) Sr^{2+} és OH^- ; d) Na^+ és PO_4^{3-} .
94. Kommentáljátok a következő feliratok tartalmát: 2BaO , $3\text{Mg(NO}_3)_2$, $4\text{K}_2\text{CO}_3$.
95. Mi a kristályrács? Milyen részecskék helyezkednek el a következő anyagok kristályrácsának csomópontjaiban: CaS , Li_3N , BaH_2 , KOH ?
96. Véleményetek szerint az alábbi anyagok közül melyiknek magasabb az olvadáspontja: a) Li_2O vagy Na_2O ; b) CaO vagy CaF_2 ? Feleleteteket indokoljátok meg és ellenőrizték, megtalálva a megfelelő információt az interneten.
97. Számítsátok ki az ionok tömegrészarányát a következő vegyületekben: Mg_3N_2 és Mg(OH)_2 .

15

A kovalens kötés

E fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni, hogyan egyesülnek egymással az atomok;
- tisztázni, milyen kötést nevezünk kovalensnek;
- megkülönböztetni az egyszerű, a kettős és a hármas kovalens kötést;
- összeállítani a molekulák elektronképleteit.

Egyesülni nemcsak a különmemű töltésű ionok tudnak, hanem az elektromosan semleges atomok is, amelyek egyformák vagy különbözők is lehetnek. Ennek köszönhetően vannak molekuláris és atomos felépítésű anyagok.

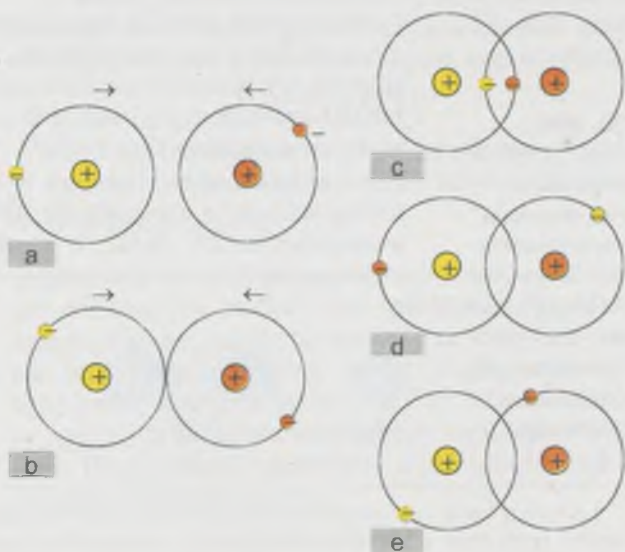
A H_2 molekula kötése. Vizsgáljuk meg, hogyan keletkezik a hidrogénmolekula (H_2) két hidrogénatomból. Mindegyik hidrogénatomban egy elektronja van (32. a ábra). A hidrogénatom elektronképlete

$1s^1$, s ennek grafikus változata — $1s \uparrow$.

Ahhoz, hogy H_2 -molekula képződjön, a két hidrogénatomnak közelednie kell egymáshoz. A közöttük levő távolság csökkenésével az egyik atom negatív töltésű elektronjának vonzódása erősödik a másik atom pozitív töltésű magjához. Egy bizonyos időben a két atom orbitáljai érintkeznek egymással (32. b ábra), azután pedig elkezdnek egymásba hatolni. Eközben megnövekszik a pozitív töltésű atommagok taszítása. Amikor a vonzóerők és taszítóerők kiegyenlítődnek, az atomok megállapodnak (32. c ábra). Az elektronpályák átfedésének térrészében az elektronok az egyik atomból a másikba hatolnak (32. c, d, e ábra). Mindkét hidrogénatom „beszerzett” egy pótelektront és előnyös kételektronos

32. ábra.

A H_2 molekula képződése:
a — két külön hidrogénatom;
b — az atomok közreműködése;
c, d, e — a H_2 molekula átfedett orbitálokkal és különbözőképp elhelyezkedő elektronokkal.



elektronhéjat (olyat, amilyen a héliumatomnak van). A két atom számára keletkezik egy közös elektronpár.

Az atomok közötti közös elektronpár képződésével létesülő kötést kovalens¹ kötésnek nevezzük.

A hidrogénmolekulában levő kovalens kötést kétféleképpen szokás feltüntetni: $\text{H} : \text{H}$ vagy $\text{H} - \text{H}$. Az első jelölést a *molekula elektronképletének* nevezzük; minden egyes elektront ponttal jelölünk benne. A másik jelölés a *grafikus képlet*; ezt már ismeritek a 7. osztály anyagából. Mostantól tudni fogjátok, hogy a két atom közös elektronpárját vonallal jelöljük.

A hidrogénmolekula atomból való képződését ilyen séma segítségével ábrázolhatjuk:



A HCl-molekula kötése. Megvizsgáljuk, hogyan egyesül két különböző atom, a hidrogén és a klór atomja, HCl molekulát alkotva.

► Írjátok fel ezen atomok elektronképleteit.

A hidrogénatomban egy elektron van, a klóratomban pedig a külső energiaszinten 7 elektron, amelyek közül egy párosítatlan. Mindkét atomnak előnyös egy pótelektront szerezni. A hidrogénatom feltölti egyetlen energiaszintjét, a klóratomnak külső elektronoktettje lesz ($3s^2 3p^6$).

Az atomok közeledésének eredményeképpen a hidrogénatom $1s$ -atompályája átfedi a klóratom $3p$ -atompályáját (33. ábra); a megfelelő párosítatlan elektronokból közös elektronpár alakul.

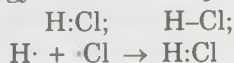
33. ábra.

Az atompályák átfedése a HCl-molekula képződésekor:
a — a H-atom $1s$ atompályája;
b — a Cl-atom $3p$ -atompályája párosítatlan elektronnal

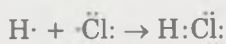


¹ A szó a latin „co” prefixumból (jelentése -val,-vel, együtt) és a latin „valentia” (jelentése: erő) szóból ered, amely a vegyérték fogalmát fejezi ki.

A hidrogén-klorid molekulájának elektron- és grafikus képletét, valamint a HCl molekula képződését atomokból így szemléltethetjük:

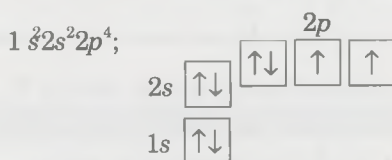


A molekula képletét a közös elektronpár feltüntetésével *egyszerűsített* elektronképletnek nevezzük. Ha minden egyes atom összes külső elektronját feltüntetjük, akkor *teljes* elektronképletet kapunk. A hidrogén-klorid molekulája képződésének megfelelő vázlatát így tüntetjük fel:

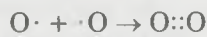


Az O₂ és N₂ kötése. Az oxigénatomok között az oxigénmolekulában (O₂) kovalens kötés létezik, amely különbözik a H₂ és HCl molekuláinak kötésétől.

Az oxigénatom elektronképlete: 1 s²s²2p⁴, ennek grafikus változata:



Az atom p-elektronpályáin két párosítatlan elektron van jelen. Két oxigénatom egyesülésekor ezek az elektronok két közös elektronpárt hoznak létre:



Most már mindkét atomnak külső elektronoktettje van. Az oxigénmolekula teljes elektronképlete O::O, a grafikus pedig: O=O.

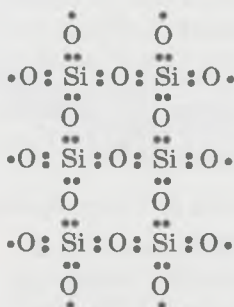
Azt a kovalens kötést, amely egy közös elektronpár segítségével valósul meg (például, a H₂, HCl-molekulákban), *egyszerű (ordináris)* kötésnek, két pár segítségével létrejövőt pedig (az O₂-molekulában) *kettős* kötésnek nevezzük. Van hármas kötés is, amely három közös elektronpár segítségével jön létre. Ilyen kötéssel egyesülnek a nitrogénatomok a nitrogénmolekulában (N₂):



A fentiekből az következik, hogy az atomok között a kovalens kötés létrejöttének az a szükséges feltétele, hogy mindegyik kapcsolódó atomnak legyen egy vagy több párosítatlan elektronja. Jegyezzétek meg: *kovalens kötéssel a nemfémek atomjai egyesülnek.*

Kovalens kötés nem csupán a molekuláris, de az atomos szerkezetű egyszerű és összetett anyagokban is létezik (34. ábra). Ez a fajta kötés csak a nemesgázoknál hiányzik.

34. ábra.
Kovalens kötések
a szilícium
(IV)-oxidban (SiO_2)



ÖSSZEFOGLALÁS

A kovalens kötés egy, két vagy három közös elektronpár képződése eredményeképpen jön létre az atomok párosítatlan elektronjai révén.

Az egy közös elektronpár által alkotott kötést egyszerű ordináris kötésnek, két elektronpár általit kettős kötésnek, három elektronpár általit hármas kötésnek nevezzük.

Kovalens kötéssel egyesülnek egymással a nemfémek atomjai.

?

98. Milyen kötést nevezünk kovalens kötésnek? Milyen részecskék között jön létre ez a kötés?
99. Miért nem vehet részt a kovalens kötésben:
 - a) a magnéziumatom;
 - b) a neonatom?
100. A felsorolt képletek közül válasszátok ki azokat, amelyek kovalens kötésű anyagoknak felelnek meg: I_2 , H_2O , NaBr , BaS , K_2O , Ca_3N_2 , NH_3 .

101. Írjátok fel az egyszerűsített és teljes elektronképleteit, valamint a grafikus képleteit az F_2 , Cl_2O i PH_3 molekuláknak.
102. Hogyan jön létre a kovalens kötése két fluoratomnak F_2 molekulává való egyesülése során? Nevezzétek meg az egymást átfedő elektronpályákat. Jellemezzétek a kötés sajátosságait.
103. Jellemezzétek a vízmolekula kémiai kötését. Állítsátok össze a molekula hidrogén- és oxigénatomokból való képződésének vázlatát, felhasználva a részecskék egyszerűsített és teljes elektronképletét. Ábrázoljátok a vízmolekula grafikus képletét.

16

A poláris és apoláris kovalens kötés. Az elemek elektronegativitása

E fejezet anyaga segít nektek:

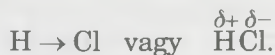
- megérteni, hogy a molekulákban a különböző elemek atomjain miért jelennek meg elektromos töltések;
- tisztázni, hogy az atom mely tulajdonságát nevezzük elektronegativitásnak.

Összetett anyag sokkal több van, mint egyszerű. Ezért a kovalens kötés különmemű atomok között gyakrabban képződik, mint az egynemű atomok között. Ezekben az esetekben a közös elektronpárok rendszerint „nagyobb mértékben” az egyik atomhoz tartoznak.

Vizsgáljuk meg a hidrogén-klorid (HCl) molekuláját. A kutatások eredményei azt bizonyították, hogy ebben a molekulában a kovalens kötés két kötő elektronja gyakrabban fordul elő a klóratomban, mint a hidrogénatomban. Amint kiderült, a közös elektronpár a klóratom felé tolódik el, $H : Cl$, amely egy csekély, az egységnél kisebb ($-0,2$) negatív töltésre tesz szert, a hidrogénatom pedig ugyanolyan értékű, de pozitív töltésre ($+0,2$).

Az atomok tört értékű töltését δ (delta) görög betűvel jelöljük „+” vagy „-” előjelekkel.

A kovalens kötés vizsgált sajátosságát így ábrázolják:



Az olyan kovalens kötést, amelyben egy vagy több közös elektronpár eltolódik az egyik atom irányába, *poláris kötésnek* nevezik, ha pedig nincs ilyen eltolódás, *apoláris kötésnek*.

Az elem atomjának azt a tulajdonságát, hogy egy másik atommal közös elektronpárt a maga irányába vonz, *elektromnegativitásnak* nevezzük.

A HCl molekulájában a kovalens kötés polaritását megvizsgálva azt mondhatjuk, hogy a klór elektromnegatívabb elem, mint a hidrogén.

Az elemek elektromnegativitásának mennyiségi értékelésére táblázatot használunk, amelyet L. Pauling amerikai tudós állított össze (6. táblázat). Ennek megfelelően a cézium elektromnegativitása a legkisebb, a fluoré a legnagyobb. A fémek elektromnegativitásának értéke kisebb, mint a nemfémeké. Ez érthető is, hisz a fémek atomjai képesek elveszíteni az elektronokat és átalakulni kationokká, a nemfémek atomjai pedig felvenni az elektronokat és anionokká alakulni.

A periódusokban az elemek elektromnegativitása balról jobbra, a csoportokban (főcsoportokban) pedig letről felfelé növekszik.

A 6. táblázatból hiányoznak a hélium, a neon, az argon elektromnegativitásának értékei. Ezeknek az elemeknek az atomjai nem képesek egyesülni más atomokkal, sem kationokká vagy anionokká alakulni.

Az 1–3. periódus elemei elektronegativitásának értékei

Periódus	Csoport							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 2,1							He —
2	Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne —
3	Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	Ar —

A kovalens kötés polaritását vagy apolaritását kikövetkeztetni az elektronegativitás táblázata alapján nagyon egyszerű. Ha az atomoknak egyforma az elektronegativitásuk, a kötés közöttük apoláris. Apoláris kovalens kötés van például az N_2 -, PH_3 -, CS_2 -molekulákban. A különböző elektronegativitással rendelkező nemfémek elemek atomjai poláris kötéssel egyesülnek.

Vizsgáljuk meg a vízmolekulát (H_2O). Az oxigénatom és mindegyik hidrogénatom között egyszerű kovalens kötés van; ilyen kötés a molekulában kettő van. Mivel az oxigénnek magasabb az elektronegativitása (3,5), mint a hidrogénnek (2,1), ezért atomja maga felé mozdítja el a közös elektronpárt:



Tehát a víz molekulájában a kovalens kötések polárisak.

Minél nagyobb az elemek elektronegativitásának különbsége, annál polárisabb a kötés az atomok között.

ÖSSZEFOGLALÁS

Ha a kovalens kötés két különböző elem atomjai között jön létre, rendszerint ezekben az atomokban nem nagy töltés keletkezik.

Érdekes tudni

A vízmolekulában mindegyik hidrogénatomnak +0,17 elektromos töltése van, az oxigénatomnak pedig – 0,34.

E töltések gerjedésének oka a közös elektronpár eltolódása az egyik atomtól a másikhoz. Az ilyen kovalens kötést poláris kötésnek nevezzük. Ha a közös elektronpár nem tolódik el, a kötés apoláris kötés.

Az atomnak azt a tulajdonságát, hogy egy másik atommal közös elektronpárt maga felé vonz, elektronegativitásnak nevezzük. Az elektronegativitás a periódusokban balról jobbra, a csoportokban (főcsoportokban) pedig letről felfelé növekszik.

?

104. A kovalens kötéssel összekapcsolt atomokban miért jelenhetnek meg csekély elektromos töltések? Milyen kovalens kötést nevezünk polárisnak, és melyet apolárisnak?
105. Mi az elem elektronegativitása?
106. A felsorolt anyagok képletében húzzátok alá a legnagyobb elektronegativitású elem vegyjelét: AlCl_3 , CF_4 , SO_2 , NaH , N_2O_5 , LiOH , HClO_4 . Használjátok fel a 6. táblázat adatait.
107. A felsorolt képletek közül válasszátok ki azokat, amelyek ionos kötésű, apoláris kovalens kötésű és poláris kovalens kötésű anyagoknak felelnek meg: HF , CO_2 , MgO , Li_3N , Br_2 , NCl_3 . Választásotokat indokoljátok meg!
108. A δ betű alkalmazásával jelöljétek ki az atomokon megjelent töltéseket a következő molekulák képleteiben: OF_2 , NH_3 , SCl_4 , SiH_4 . Ezekben a molekulákban melyik kötés a legpolárisabb, s melyik a legkevésbé poláris?
109. A 6. táblázat adatai alapján állítsátok sorba a nemfemes elemeket, amelyekben az elektronegativitás balról jobbra csökken.
110. Hogyan változik az elemek elektronegativitása a periódusos rendszer periódusaiban és főcsoportjaiban?
111. Mi az alábbi mondat helyes befejezése: „A kálium és a kalcium elektronegativitásának értéke megfelelően egyenlő...”:
 a) 0,8 és 1,0
 b) 1,0 és 0,8;
 c) 1,0 és 1,2;
 d) 0,8 és 0,6?
 Vegyétek figyelembe és hasonlítsátok össze a káliumhoz és kalciumhoz hasonló elemek elektronegativitásának értékeit, felhasználva a 6. táblázatot.
112. Az elemeket a kémiai képletekben rendszerint elektronegativitásuk növekedése sorrendjében szokták felírni. Válasszátok ki azokat a képleteket a felsoroltak közül, amelyekben be van tartva ez a sorrend: Na_2CO_3 , NH_3 , SiO_2 , H_2S , NaOH , CH_4 , HNO_3 .

17

A molekuláris szerkezetű és atomszerkezetű anyagok

E fejezet anyaga segít nektek:

- megismerni az olyan anyagok szerkezetét, amelyek molekulákból állnak;
- megmagyarázni a molekuláris szerkezetű anyagok fizikai tulajdonságait;
- megérteni az olyan anyagok szerkezetét és fizikai tulajdonságait, amelyek atomokból állnak.

A molekulák közötti kölcsönhatás. Felépítésétől függetlenül az anyag három halmazállapotban létezhet. A molekuláris anyagoknak szilárd és cseppfolyós állapota azért lehetséges, mert a molekuláik vonzzák egymást, habár mindegyik molekula töltés nélküli. Az ilyen jelenséget nevezik *molekulák közötti kölcsönhatásnak*.

Az erős kovalens és ionos kötésekkel ellentétben a molekulák közötti kölcsönhatás eléggé gyenge. Ez a kölcsönhatás magában foglalja az egyik molekula atomjai elektronjainak vonzását a többi molekula atommagjaihoz, de számos esetben a csekély ellentétes előjelű töltésekkel rendelkező atomok kölcsönös vonzását is. Ilyen kölcsönhatás létezik például a vízben, egyes szerves vegyületekben. Ez fontos feltétele az élő szervezetek létezésének bolygónkon.

A molekuláris anyagok fizikai tulajdonságai. Annak következtében, hogy a molekulák gyengén vonzzák egymást, a molekuláris szerkezetű anyagok lényegesen különböznek az ionos anyagoktól fizikai tulajdonságaikban. A molekuláris anyagokra jellemző az illékonyság, a csekély szilárdság, alacsony olvadáspont és forráspont. Egyes molekuláris anyagok hevítéskor szilárd állapotból gáznemű állapotba a cseppfolyós állapot elkerülésével alakulnak át. Az ilyen jelenséget *szublimációnak*¹ nevezzük.

¹ A szakkifejezés a latin „sublimare” szóból ered, ami azt jelenti: felemelni.

35. ábra.

A jód (a) és
a szén (IV)-oxid
(b) szublimációja



Ez a tulajdonság jellemző például a jódra (I_2), szén(IV)-oxidra (CO_2) (35. ábra).

A szilárd szén(IV)-oxidot „szárazjégnek” nevezzük. A hőmérséklet emelkedésekor ez az anyag nem folyadékká alakul, hanem gázzá (szénsavgáz), vagyis nem olvad, hanem elpárolog (35. b ábra). A szárazjeget korábban a fagyalt hűtésére alkalmazták.

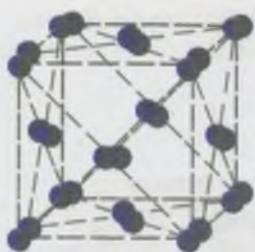
A közönséges jég $0^\circ C$ hőmérséklet alatt szintén párává alakul, igaz, lassan. Ennek köszönhetően a mosott fehérnemű a fagyban is kiszárad.

Számos molekuláris anyagnak szaga van. Jól ismeritek a kén(IV)-oxid vagy kén-dioxid (SO_2) szúrós szagát. Ez keletkezik a gyufa meggyújtásakor is (a gyufafej összetételében kén is van). Az ammóniagázt (NH_3) is könnyű felismerni szagáról. Ez a gáz válik ki annak vizes oldatából, a „szalmiákszeszből”. Semmivel nem téveszthető össze az ecetsav (CH_3COOH) szaga, amelynek oldatát (az ecetet) a háztartásban használjuk.

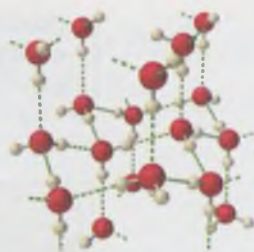
A molekuláris anyagok egyik halmazállapotukban sem vezetik a villamos áramot. (Próbáljátok ezt megmagyarázni.) Számos ilyen típusú szilárd anyag kristályokat képez (36. ábra).

A molekuláris anyagok kémiai képletei megmutatják molekuláik összetételét és egyes esetekben lehetnek többszörös indexeik. Példaként vesszük a hidrogén-peroxidot (perhidrolt, H_2O_2). A vegyület molekulájának grafikus képlete:

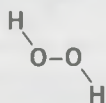
36. ábra.
Molekuláris
anyagok
kristályrácsai
(egyszerűsített
modellek)



Jód I_2



Jég H_2O



Éppen ilyen molekulák (nem pedig HO) jellemzik ezt az anyagot. A H_2O_2 képletet, amely a molekula reális (valós) összetételét tükrözi, valós képletnek nevezzük (a HO képletet pedig legegyszerűbb képletnek). A molekuláris anyagok zömének a valós képlete egybeesik a legegyszerűbb képletével.

Atomszerkezetű anyagok. Léteznek anyagok, amelyekben az atomok egymás között kovalens kötéssel egyesülnek. Közöttük vannak néhány nemfémes elem egyszerű anyagai (például, a bór, grafit, gyémánt, szilícium), egyes összetett anyagok (például, a szilícium (IV)-oxid SiO_2).

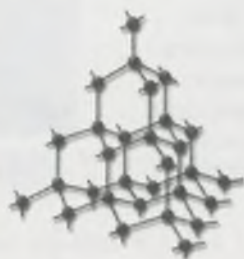
Az anyag kristálya, amely atomokból tevődik össze, egy gigantikus molekulára hasonlít (37. ábra). Annak köszönhetően, hogy a kovalens kötések szilárdak, az atomszerkezetű anyagoknak magas olvadáspontjuk és forráspontjuk van, gyakorlatilag nem oldódnak a vízben, más oldószerekben, egyeseknek pedig túl magasfokú a szilárdsága (gyémánt).

A fémek szoros illeszkedésű (szorosan „csomagolt”) atomokból állnak. Külső elektronpályáik átfedik egymást, és az elektronok állandóan átjárnak az egyes atomoktól a másikkhoz. Ennek köszönhetően a fémek vezetik az elektromos áramot és más jellegzetes tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezekben az anya-

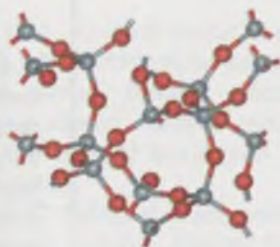
gokban különleges (fémes) kötés van jelen, amely különbözik az ionos és a kovalens kötéstől.



Gyémánt C



Kvarc SiO_2



37. ábra.
Atomszerkezetű
anyagok
és kristályrácsaik

1. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Ismerkedés az atom-, molekula- és ionszerkezetű anyagok fizikai tulajdonságaival

A következő anyagokat adják ki nektek: grafit, karbamid, kálium-bromid. Ezek címkékkel ellátott edényekben vannak elhelyezve. Rendelkezésekre állnak kémcsövek, simítólapát (kenőlapát), mosópalack vízzel, szeszégő vagy száraz tüzelőanyag.

Tanulmányozzátok az anyagok viselkedését melegítés közben. Mit vesztek észre, mit tapasztaltok? Milyen típusú anyagszerkezetre — atomosra vagy molekulárisra mutat a kísérlet eredménye a karbamiddal?

Határozzátok meg, oldódik-e mindegyik anyag a vízben.

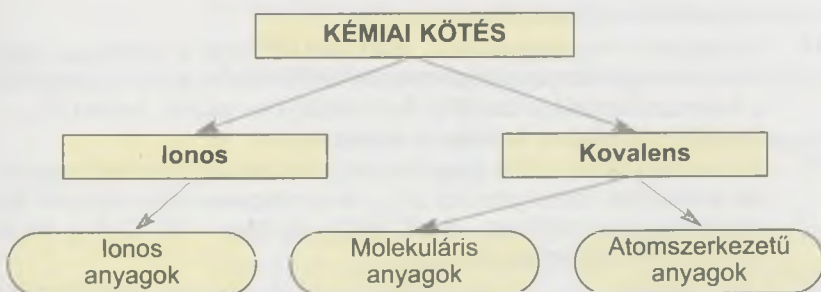
Töltsétek be a táblázatot, tüntessétek fel benne az elvégzett kísérletek eredményeit.

Az anyagok jellemzése	Anyagok		
	Grafit	Karbamid	Kálium-bromid
Szerkezet			
A kémiai kötés típusa			
Fizikai tulajdonságok:			

A kémiai kötésről és az anyagszerkezetről ebben és az előbbi fejezetekben ismertetett adatokat az 5. séma összegzi.

5. séma

A kémiai kötés típusai és az anyagok szerkezete



ÖSSZEFOGLALÁS

A molekulák vonzódnak egymáshoz, de elég gyengén. Ezért a molekuláris szerkezetű anyagok nem túl kemények, alacsony az olvadáspontjuk és a forráspontjuk, egyeseknek szaga van. A molekuláris anyagok nem vezeték az elektromos áramot.

Az atomszerkezetű anyagokban az atomok szorosan összeépülnek. Az ilyen anyagok jellegzetes fizikai tulajdonságai a magas olvadáspont és forráspont, nem oldódnak a vízben, egyeseknek nagyon nagy a keménységük.

?

113. Mi a molekulák közötti kölcsönhatás? Mi okozza ezt?
114. Az X vegyület rendes körülmények között szilárd állapotban létezik, szaga van, gyenge hevítéskor megolvad. Molekuláris vagy ionos vegyület ez az anyag? A kémiai kötés mely típusa valósul meg benne? A feleletet indokoljátok meg.
115. A felsorolt anyagok között tüntessétek fel a molekuláris anyagokat: paraffin, etil-alkohol, kálium-hidroxid, kalcium-oxid, nitrogén, ón, szilícium(IV)-oxid. Indokoljátok meg választásotokat.
116. Lehet-e előrelátni (megjósolni) az anyag felépítését (ionos, molekuláris, atomos) külseje, halmazállapota alapján? A feleletet indokoljátok meg.
117. Keressétek meg a megfelelő párt:

<i>az anyag képlete</i>	<i>olvadáspont, °C</i>
1) NaH;	a) +638;
2) HCl;	b) -114.

Adjátok rá megfelelő magyarázatot.
118. Próbáljátok megmagyarázni, miért van az, hogy a következő egyszerű halogén anyagoknak rendes körülmények között különböző a halmazállapotuk: fluor (F_2) és klór (Cl_2) — gázok, bróm (Br_2) — folyadék, jód (I_2) — kristályos anyag.
119. A hidrogén-klorid (HCl) és a fluor (F_2) molekulái körülbelül egyforma tömegűek (bizonyítsátok ezt), de lényegesen különböznek forráspontjuk tekintetében: $-84^\circ C$ (HCl), illetőleg $-187^\circ C$ (F_2). Mi az oka ennek a különbségnek.
120. A SiC képletű vegyületnek atomos kristályrácsa van. Határozzátok meg fizikai tulajdonságait és ellenőrizték azt, megkeresve a megfelelő információt az interneten.

HÁZI KÍSÉRLET

Különböző típusú kristályrácsokkal rendelkező anyagok — víz, konyhasó, homok — fizikai tulajdonságainak vizsgálata

Keressétek meg az interneten vagy más információs forrásokból a konyhasó (nátrium-klorid) és a homok (szilícium IV-oxid) olvadáspontját és forráspontját, írástok be őket egy füzetbe. Adjátok hozzá ezen adatokhoz a víz fagyáspontját és forráspontját, az anyagok halmazállapotát szokásos körülmények között, illetve információt arról, oldódik-e vagy nem oldódik a vízben a só és a homok.

Milyen részecskék — atomok, molekulák, ionok — alkotják ezen anyagokat.

Állítsatok össze táblázatot és írjátok be az összegyűjtött információt az anyagok tulajdonságairól és szerkezetükről.

Vonjatok le következtetést arról, hogyan függnek a víz, a konyhasó és a homok fizikai tulajdonságai az őket alkotó részecskék típusaitól.

18

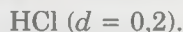
Az oxidációfok

E fejezet anyaga segít nektek:

- tisztázni, mit nevezünk az elem oxidációs számának;
- összeállítani a vegyületek képleteit az elemek oxidációs számának értékei alapján;
- meghatározni az elemek oxidációs számát a vegyületek képletei alapján.

Az atomok elektromosan semleges részecskék. Ilyenek is maradnak, ha egyszerű anyagok molekuláivá egyesülnek. Azonban az összetett anyagok atomjaiban rendszerint nem nagy töltések — pozitívak vagy negatívak — gyűlnek össze. Ez annak következménye, hogy a közös elektronpárok eltolódnak az elektronegatívabb elemek atomjai felé.

A 16. témában részletesen tárgyaltuk a hidrogén-klorid (HCl) molekuláját. Benne poláris kovalens kötés van; a közös elektronpár az elektronegatívabb klóratom irányába tolódik el ($H : Cl, H \rightarrow Cl$). Ezen az atomon egy kis negatív töltés jelenik meg, a hidrogénatomon pedig ugyanolyan értékű, de pozitív töltés keletkezik:



Ha a közös elektronpárt teljesen „átadjuk” a klóratomnak (akkor az már nem lesz közös), akkor ehhez az atomhoz visszatér a saját elektronja, amely

részt vett a kovalens kötés kialakításában,* és jön még egy elektron a hidrogénatomtól. Az utóbbi által a klóratom -1 töltést kap, a hidrogénatom pedig, elvesztvén egyedüli elektronját, $+1$ töltéssel fog rendelkezni.

Az anyagban levő atomnak feltételes egész számú töltését az elem oxidációs számának (oxidációfoknak) nevezzük.

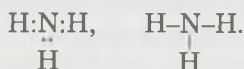
Az oxidációs számot feltüntetjük a kémiai képletben az elem vegyjele fölött, elsőként az előjelet ($+$ vagy $-$), azután pedig a számot írva fel:



1. GYAKORLAT. Számítsátok ki az elemek oxidációs számát az ammóniában NH_3 .

Megoldás

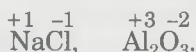
Az ammónia molekuláris vegyület. A NH_3 molekulában a három vegyértékű nitrogén egyszerű kovalens kötésekkel kapcsolódik a hidrogén minden atomjához:



Az N–H kötés poláris, mivel az elemek különböznek oxidációfokukban: a nitrogén elektronegatívabb, mint a hidrogén (6. táblázat). Átadjuk mindhárom elektront a nitrogénatomnak. Ennek eredményeképpen a nitrogén -3 töltést kap, mivel hozzá, a saját három elektronján kívül, átkerül még három „idegen” — a hidrogén atomjaiból. A hidrogén minden atomja $+1$ töltésű lesz, mivel elveszíti elektronját, átadva azt a nitrogénatomnak. Felírjuk a vegyület képletét az elemek kiszámított oxidációfokaival:



Ha az anyag ionokból tevődik össze, benne minden elem oxidációs száma egybeesik az ion töltésével, azaz a részecske reális töltése lesz, nem feltételes. Felírjuk két ionos vegyület képletét az elemek oxidációs számaival együtt:



(Megemlítjük, hogy az ion töltését az elem vegyjele fölött és jobbról jelöljük, miközben elsőnek a számot (az egyest nem szokás írni), s azután az előjelet írjuk: Na^+ , Al^{3+} , Cl^- , O^{2-} .)

Minden egyes anyagban az összes atom oxidációs számának összege egyenlő nullával.

Ez az *anyag elektromos semlegességének szabálya*. Erről már az előzőekben szó esett, de az ionos anyagokra vonatkozóan. Az előbbi szabály fogalmazása kiterjed mindenféle szerkezetű anyagra — az ionos, a molekuláris, az atomos anyagokra.

Az elektromos semlegesség szabályát alkalmazzák a vegyületek kémiai képleteinek összeállításakor vagy azok ellenőrzésekor. Így az alumínium-oxid (Al_2O_3) képletét helyesnek kell vélnünk, mivel az összes atom oxidációs számának összege (az összes ion töltésének összege) a képletegységben egyenlő $2 \cdot (+3) + 3 \cdot (-2) = 0$.

Az elem oxidációs száma nullával is egyenlő lehet. *Nullás értékei vannak az oxidációs számoknak az egyszerű anyagokban* — a hidrogénben (H_2), kénben (S_8), vasban (Fe) és így tovább (magyarázzatok meg), valamint az olyan bináris vegyületekben, amelyeket egyforma elektronegativitással rendelkező elemek alkotnak — a foszfinban PH_3 , szén(IV)-szulfidban (CS_2) és másokban.

Ahhoz, hogy meghatározzuk az elemek oxidációs számát a vegyületekben azok képletei alapján, és összeállítsuk a vegyületek képletét, tudni kell a következő törvényszerűségeket:

- 1) a fémek elemeknek a vegyületekben csupán pozitív oxidációs számai vannak;
- 2) a hidrogén oxidációs száma a nemfémekkel való vegyületeiben rendszerint +1-gyel egyenlő, a fémekkel való vegyületeiben pedig -1-gyel;
- 3) az oxigén majdnem minden vegyületében -2 oxidációs számmal szerepel;
- 4) a fluornak mint a legelektromegatívabb elemnek az oxidációs száma a vegyületekben mindig -1;
- 5) az elem maximális (pozitív) oxidációs száma megegyezik annak a csoportnak a sorszámaival, amelyikbe tartozik;
- 6) a nemfém elem minimális (negatív) oxidációs száma a csoport számánál 8-cal kevesebb.

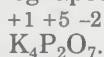
2. GYAKORLAT. Határozzuk meg az elemek oxidációs számát a kálium-difoszfátban $K_4P_2O_7$.

Megoldás

A kálium fémes elem. Oxidációs számának a vegyületekben pozitív-nak kell lennie (1. törvényszerűség) és egyenlőnek kell lennie +1-gyel, mivel a kálium az I. csoport eleme (5. törvényszerűség). Az oxigén oxidációs száma a vegyületben egyenlő -2-vel (3. törvényszerűség). A foszfor oxidációs számát az anyag elektromos semlegességének szabálya alapján számítjuk ki:

$$\begin{array}{c} +1 \quad x \quad -2 \\ K_4P_2O_7; \\ 4 \cdot 1 + 2 \cdot x + 7 \cdot (-2) = 0; \\ x = (14 - 4) : 2 = 5. \end{array}$$

A kálium-difoszfát képlete a megkapott oxidációs számokkal



3. GYAKORLAT. Állítsuk össze a magnézium nitrogénnel alkotott vegyületének képletét.

Megoldás

A magnézium fémes elem; ez az elem a II. csoportban foglal helyet és vegyületeiben az oxidációs száma +2 (az 1. és 5. törvényszerűség). A nitrogén nemfémes elem; az V. csoportba tartozik. A nitrogénnek negatív oxidációs száma van, amely $5 - 8 = -3$ (6. törvényszerűség). Felírjuk a vegyület képletét ismeretlen indexekkel és feltüntetjük az elemek oxidációs számát:



Most kikeressük azt a legkisebb számot, amelyik maradék nélkül osztható az elemek oxidációs számának értékével; ez a 6-os szám. Elosztva az utóbbit 2-vel, megkapjuk a magnézium atomjainak számát a vegyület képletében ($6 : 2 = 3$), azután elosztva 3-mal, megkapjuk a nitrogén atomjainak számát ($6 : 3 = 2$).

A vegyület képlete: Mg_3N_2 .

Az elem oxidációs számának értéke és a vegyértéke gyakran egybeesik (például a hidrogénnek a HCl vegyületben, a szénnek a CO_2 vegyületben). Azonban nem szabad őket összetéveszteni és felcserélni egymással, mivel az „oxidációs szám” és a „vegyérték” tartalmilag különböző fogalmak. Az oxidációs számot egyre gyakrabban használják mint univerzális és egyértelmű mennyiséget, amely alkalmas az anyagok osztályozására, habár a molekuláris és az atomos szerkezetű anyagoknál csupán feltételes jel-

legű. A „vegyérték” fogalma fokozatosan elveszti jelentőségét a kémiában, de megmarad a vegytan történetében mint az egyik első alapfogalom.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elem oxidációs száma az atom feltételes egész számú töltése az anyagban. E számot a közös elektronpárnak az elektronegatívabb elemek irányába való teljes eltolásával számítjuk ki. Az elem oxidációs száma az ionban egybeesik annak töltésével.

Az összes atom oxidációs számának összege minden anyagban nullával egyenlő. Ez az elektromos semlegesség szabálya. E szabályt alkalmazzák a különböző vegyületek képleteinek összeállításakor.

Az elem oxidációs száma és vegyértéke gyakran egybeesik.

?

121. Mit jelent az elem oxidációs foka?
122. Milyen minimális és maximális értékeket vehet fel az oxidációs szám:
 - a) a fémes elem esetében;
 - b) a nemfémes elem esetében?
123. Milyen maximális és minimális oxidációs száma lehet a szilíciumnak, lítiumnak, mangánnak, szelénnek, neonnak, foszfornak?
124. Határozzátok meg és nevezzétek meg az alábbi képletekben az elemek oxidációs számait: NaH , P_2S_5 , O_3 , OF_2 , CCl_4 , H_2S , Li_3N , AlP .
125. Állítsátok össze azoknak az oxidoknak a képleteit, amelyekben:
 - a) a klór oxidációs száma +1, és +7;
 - b) az arzén oxidációs száma +3 és +5.
126. Az alábbi képleteknek megfelelő vegyületekben határozzátok meg az elemek oxidációs számát: KOH , H_2SO_4 , H_3PO_4 , CaCO_3 , NaNO_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.
127. Miben különbözik a „vegyérték” és az „oxidációs szám” fogalma?
128. Határozzátok meg az elemek oxidációs számát molekuláiknak grafikus képletei alapján:

a) $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N};$

b) $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{Cl}; \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$

c) $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{O}-\text{H}. \\ | \\ \text{H} \end{array}$

Hasonlítsátok össze a kapott oxidációs számokat az elemek vegyértékével az adott vegyületekben.

3. rész

Anyagmennyiség. Számítások kémiai képletek alapján

Néhány évszázaddal ezelőtt az alkímisták, a különböző kísérletekhez készülve és azok megvalósítása után, gyakran mérték az anyagokat, meghatározták térfogatukat. Miután M. V. Lomonoszov és A. L. Lavoisier felfedezték az anyagok tömegmegmaradásának törvényét a reakciók során, a kémia gyorsan fejlődni kezdett és megszerezte a pontos (egzakt) tudományok státusát. A számítások a kémiai kísérletezések és kutatások szerves részeivé váltak.

19

Anyagmennyiség

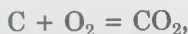
A fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni az „anyagmennyiség” fizikai mennyiségének lényegét, valamint a mértékegységét — a „mol”-t;
- kideríteni, hány és milyen részecskét tartalmaz 1 mol anyag;
- feladatokat megoldani az anyagmennyiség meghatározására vagy felhasználására.

Az anyagmennyiség. Már tudjátok, hogy az anyagok felépítése lehet atomos, molekuláris vagy ionos. Egyes anyagok átalakulása más anyagokká az atomoknak molekulákká való összekapcsolódása,

a molekulák atomokra való bomlása, valamint az atomok vagy ionok átcsoportosítása útján mehet végbe.

A szén égésének reakcióját



kommentálva azt mondjátok, hogy minden egyes szénatom reakcióba lép egy oxigénmolekulával, miközben egy szén-dioxid-molekula képződik.

Ahhoz, hogy előkészítsünk bármilyen kémiai kísérletet, szükségtelen megszámlálni az atomokat, molekulákat. Ezt lehetetlen megvalósítani. A vegyészek egy olyan fizikai mennyiséget használnak, amely az anyag bizonyos adagjában fellelhető legkisebb részecskéinek számával határozható meg. E mennyiség elnevezése — *anyagmennyiség*. E mennyiséget *n* betűvel jelölik; korábban a „*v*” (nű) görög betű volt a jele.

Az anyagmennyiség mérésének egysége a *mol*¹.

A tudósok meghatározták, hogy bármilyen atomszerkezetű egyszerű anyag 1 mol mennyiségében 602 000 000 000 000 000 000 000 atom található. E számot úgy is felírhatjuk, hogy $602 \cdot 10^{21}$ (21 — a nullák száma az előző írásmódban), vagy $6,02 \cdot 10^{23}$. 1 mol molekuláris szerkezetű anyagban $6,02 \cdot 10^{23}$ molekula² található.

► Hány molekula van $\frac{1}{2}$ mol szén-dioxid gázban?

Az ionos vegyületek és összetett atomszerkezetű anyagok esetében a $6,02 \cdot 10^{23}$ szám az anyag kémiai képletében előforduló részecskék (ionok, atomok) csoportját fejezi ki. A részecskék ilyen csoportját az anyag képlet-egységének nevezik (74. old.).

A nátrium-klorid számára a képlet-egység nem más, mint a Na^+ -kation és Cl^- -anion, a szilícium (IV)-oxid SiO_2 esetében a szilíciumatom és két oxigénatom. A „képlet-egység” fogalma általános;

¹ A szakkifejezés a „moles” latin szóból ered, amelynek a jelentése: sokaság, tömeg, töménytelen mennyiség.

² A „mol” szó nem ragozódik, ha előtte valamely szám van, de ragozódik, ha szám nincsen. A szó szerkezetek példái: adva van 5 mol vas, a víz minden moljának tömege 18 g víz.

felhasználjuk a molekuláris anyagok és az atom-szerkezetű egyszerű anyagok esetében is. Például a víz számára a *képlet-egység* a H_2O -molekula, a vas számára a vasatom.

1 mol — az anyag azon mennyisége, amely $6,02 \cdot 10^{23}$ alkotó részecskét (atomot, molekulát, atomcsoportokat vagy iont) tartalmaz.

► Nevezzétek meg a Li_2O ionos vegyület képlet-egységét. Hány képlet-egységet tartalmaz 2 mol anyag?

A $6,02 \cdot 10^{23}$ szám nem véletlen. A tudósok meghatározták, hogy ennyi atom van a legelterjedtebb ^{12}C -szén-nuklid 12 grammnyi tömegében.

1 mol az anyagnak az a mennyisége, amely annyi képlet-egységet tartalmaz, amennyi atomot tartalmaz 12 g ^{12}C -nuklid.

Az 38. ábra alapján elképzelést nyerhetünk a különböző anyagok 1 moljának mennyiségéről.

Az „anyagmennyiség” fogalmát nemcsak az anyagokra vonatkozóan használják, hanem a különálló részecskékre is. Például 1 mol Ca^{2+} -kation $6,02 \cdot 10^{23}$ ilyen ion.

A $6,02 \cdot 10^{23}$ számot Avogadro-számnak nevezték el A. Avogadro olasz tudós tiszteletére. E számot a tudósok a XIX sz. második felétől számítják. Különböző kísérletek eredményeit használták fel.



38. ábra.

Az 1 mol
mennyiségű
anyagok porciói:
a — alumínium;
b — víz;
c — konyhasó

Amedeo Avogadro
(1776—1856)



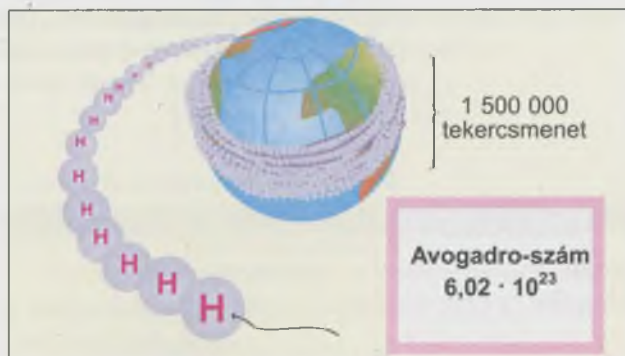
Kiváló olasz fizikus és kémikus. Hipotézist állított fel az anyagok, egyebek között a gázok molekuláris szerkezetéről. Egy gáztörvényt fedezett fel (1811), amelyet később az ő nevééről neveztek el. Pontosította egyes elemek atomtömegét, meghatározta a víz, ammónia, szén-dioxid, szén-monoxid, metán, kénhidrogén stb. molekuláinak összetételét. Kidolgozta a gáznemű anyagok molekulatömege meghatározásának kísérleti módszereit.

Az Avogadro-szám milliárdszor felülmúlja a Földön lakó emberek fején, bajuszában és szakállában található összes haj- és szőrszálának számát. Ha a föld felületét ilyen mennyiségű $(6,02 \cdot 10^{23})$ teniszlabdával terítenék be, a „bevonat” vastagsága kb. 100 km-t tenne ki. Ha pedig $(6,02 \cdot 10^{23})$ hidrogénatomot, a legkisebbet az összes közül, egymáshoz illesztve egy sorba leraknánk, olyan vonalat kapnánk, melynek hosszúsága kb. $6 \cdot 10^{10}$ km. Egy ilyen hosszúságú fonállal a Földgolyót az egyenlítő mentén 1 500 000-szer körülvehetnénk (39. ábra).

Az Avogadro-számnak az Avogadro-állandó felel meg. Jelölése — N_A , dimenziója pedig az alábbi kifejezésből következik:

Az Avogadro-állandó
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$$N_A = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{1 \text{ mol}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$



39. ábra.
A hidrogén
atomjainak
1 mólja

Levezetjük az anyagmennyiség kiszámításának képletét a képlet-egységek száma alapján.

Kiválasztunk egy molekula szerkezetű anyagot. Feltételezzük, hogy porciója N molekulát tartalmaz. Így gondolkodunk:

1 mol anyag N_A részecskét tartalmaz,

n mol anyag — N részecskét.

Ebből következik

$$n = \frac{N}{N_A}$$

Feladatok megoldása. Megoldunk néhány olyan feladatot, amikor alkalmazni kell az „anyagmennyiség” fogalmát.

1. FELADAT. Az alumínium milyen anyagmennyisége tartalmaz $3,01 \cdot 10^{24}$ atomot?

Adva van:

$$\begin{aligned} N(\text{Al}) &= \\ &= 3,01 \cdot 10^{24} \text{ atom} \end{aligned}$$

$n(\text{Al})$ — ?

Megoldás

Felhasználjuk azt a képletet, amely tükrözi az anyagmennyiség és az anyagrészecskék (atomok) közötti összefüggést:

$$\begin{aligned} n(\text{Al}) &= \frac{N(\text{Al})}{N_A} = \frac{3,01 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = \\ &= \frac{30,1 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 5 \text{ mol.} \end{aligned}$$

Felelet: $n(\text{Al}) = 5 \text{ mol}$.

Bármilyen molekuláris anyag 1 moljában mindig több mint 1 mol atom van. Például 1 mol oxigén O_2 — 2 mol oxigénatomot, 1 mol metán CH_4 — 1 mol szénatomot és 4 mol hidrogénatomot tartalmaz vagy 5 mol az összes atomok anyagmennyisége.

► Milyen anyagmennyiségű atomot tartalmaz 1 mol ózon (O_3), 2 mol fehér foszfor (P_4), 0,5 mol ammónia NH_3 ?

Az ionok anyagmennyiségét az ionos vegyületekben hasonló módon számítják ki.

2. **FELADAT.** Határozzuk meg a 4 mol anyagmennyiségű vas(III)-oxidban Fe_2O_3 a kationok és anionok anyagmennyiségét.

Adva van:

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 4 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}^{3+}) = ?$$

$$n(\text{O}^{2-}) = ?$$

Megoldás

A vas(III)-oxid képlet-egységében 2 Fe^{3+} -ion és 3 O^{2-} -ion található. Ezért 1 mol Fe_2O_3 2 mol Fe^{3+} -ionból és 3 mol O^{2-} -ionból tevődik össze. 4 mol ilyen vegyületben az ionok anyagmennyisége négyszer több:

$$n(\text{Fe}^{3+}) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 4 \text{ mol} = 8 \text{ mol};$$

$$n(\text{O}^{2-}) = 3 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 4 \text{ mol} = 12 \text{ mol}.$$

Felelet: $n(\text{Fe}^{3+}) = 8 \text{ mol}$; $n(\text{O}^{2-}) = 12 \text{ mol}$.

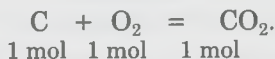
A vegyület képlete alapján meg lehet határozni a benne lévő atomok és ionok anyagmennyiségének arányát. Például a metánban CH_4

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1 : 4,$$

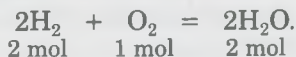
a vas(III)-oxidban pedig —

$$n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{O}^{2-}) = 2 : 3.$$

Térjünk vissza a $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ kémiai reakcióhoz, melyet a téma elején tárgyaltunk. Ha nem egy atom szénről és egy molekula oxigénről vagy szén(IV)-oxidról beszélünk, hanem mindegyik típusú részecske $6,02 \cdot 10^{23}$ -ról, akkor a reakció-egyenlet a megfelelő beírásokkal a következő alakot veszi fel:



Tehát a reagensek és termékek anyagmennyiségei megfelelnek (vagy arányosak) a kémiai egyenlet együtthatóinak. Ez igaz marad bármilyen más reakció esetében. Még egy példát hozunk fel:



ÖSSZEFOGLALÁS

Az anyagmennyiséget a kémiában az anyag részecskéinek száma (képlet-egység) alapján határozzák meg.

Az anyagmennyiség mérésének egysége a mol. 1 mol $6,02 \cdot 10^{23}$ számú képlet-egységnyi anyagot (atomot, molekulát, atomhalmazt vagy ionhalmazt) tartalmaz. A $6,02 \cdot 10^{23}$ számot Avogadro-számnak nevezzük.

?

129. Mivel hozzák összefüggésbe az anyagmennyiséget a kémiában? Nevezzétek meg az anyagmennyiség mérésének egységét.
130. Határozzátok meg minden egyes elem atomjainak az anyagmennyiségeit:
- 1 mol brómban Br_2 ;
 - 3 mol kénhidrogénben H_2S ;
 - $1/3$ mol foszfinban PH_3 . (Szóbelileg.)
131. A pontok helyét számokkal töltsétek ki:
- 3 mol víz H_2O ... mol molekulát, ... mol hidrogénatomot, ... mol oxigénatomot tartalmaz;
 - 0,5 mol kénsavban H_2SO_4 ... mol hidrogén, ... mol kén, ... mol oxigén van jelen;
 - 2 mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ionos vegyület ... mol Ca^{2+} -iont és ... mol OH^- -iont vagyképlet-egységet tartalmaz.
132. Végezzétek el a számításokat és töltsétek be a táblázatot:

$N(\text{H}_3\text{PO}_4)$	$n(\text{H}_3\text{PO}_4)$, mol	$n(\text{H})$, mol	$n(\text{P})$, mol	$n(\text{O})$, mol
$12,04 \cdot 10^{23}$				

133. Milyen anyagmennyiségű szén(IV)-oxid tartalmaz:
- $3,01 \cdot 10^{23}$ molekulát;
 - $12,04 \cdot 10^{23}$ oxigénatomot.
134. Tartalmazhat-e 1 mol anyag több mint $6,02 \cdot 10^{23}$ atomot? Válaszokat indokoljátok meg és hozzatok fel példákat.
135. A kalcium-klorid CaCl_2 milyen anyagmennyisége tartalmaz $3,01 \cdot 10^{24}$ Ca^{2+} -iont? Hány Cl^- -ion van a vegyület ilyen mennyiségében? (Szóbelileg.)
136. Milyen anyagmennyiségű metán CH_4 tartalmaz annyi atomot, mint:
- 1 mol P_2O_3 -oxid;
 - 0,3 mol HNO_3 sav;
 - 2,5 mol CO -oxid?
137. Milyen anyagmennyiségű konyhasó NaCl tartalmaz annyi iont, mint:
- 0,2 mol CaO -oxid;
 - 2 mol Li_2O -oxid;
 - 0,4 mol Na_2S vegyület?

138. Nevezzétek meg az elemek anyagmennyiségeinek arányát az alábbi képletekkel rendelkező anyagokban: CaO , MgF_2 , HClO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$. (Szóbelileg.)
139. Jellemezzétek a kémiai reakciókat, felhasználva a „mol” fogalmát:
- a) $\text{S} + 2\text{Cl}_2 = \text{SCl}_4$;
 - b) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$;
 - c) $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$.

20 A móltömeg

A fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni a lényegét a „móltömeg” fizikai mennyiségnek;
- kiszámítani az egyszerű és összetett anyagok móltömegének értékeit;
- feladatokat megoldani a móltömeg felhasználásával.

Móltömeg. Az anyagmennyiséggel kapcsolatos fontos mennyiség a *móltömeg* vagy *moláris tömeg*. Ezt a mennyiséget sok számításnál felhasználják például a kémiai kísérlet előkészítése során, a technológiai folyamatok bevezetésekor a gyárakban, a kémiai reakciók tanulmányozása eredményeinek feldolgozásakor.

A móltömeg — 1 mol anyag tömege.

A móltömeget az *M* latin betűvel jelölik. Dimenziója — *g/mol*.

Az atomszerkezetű összetett anyagok és ionos vegyületek nem tartalmaznak molekulákat. Számukra a „relatív molekulatömeg” szakkifejezés helyett a „relatív képlettömeget” használjuk: A relatív képlettömeget ugyanúgy jelölik és számítják, mint a relatív molekulatömeget.

A móltömeg számbelileg megegyezik a relatív atom-, molekula-vagy képlettömeggel.

Ahhoz, hogy felírjuk bármilyen anyag móltömegét (moláris tömegét), elegendő feltüntetni a relatív atom-, molekula- vagy képlettömegét és hozzáadni dimenzióját — g/mol. Az elemek relatív atomtömegei a periódusos rendszerben találhatók, az anyagok relatív molekulatömegeit pedig már megtanul-tatok kiszámítani a 7. osztályban.

Az egyszerű és összetett anyagok móltömegei felírásának példái:

$$M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}$$

(a relatív molekulatömeg kiszámítása:

$$M_r(\text{O}_2) = 2A_r(\text{O}) = 2 \cdot 16 = 32);$$

$$M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g/mol}$$

(a relatív képlettömeg kiszámítása:

$$M_r(\text{NaCl}) = A_r(\text{Na}) + A_r(\text{Cl}) = 23 + 35,5 = 58,5).$$

► Számítsátok ki és írájatok fel az ammónia NH_3 és a kréta CaCO_3 móltömegeinek értékeit.

Mivel a „mol” fogalmát nemcsak az anyagoknál alkalmazzák, hanem a legkisebb részecskéknél (atomok, molekulák, ionok) is, ezért az utóbbiaknál is léteznek móltömegek. Figyelembe véve, hogy 1 mol OH^- egyenlő $16 \text{ g} + 1 \text{ g} = 17 \text{ g}$ (az elektronok tömegét elhanyagoljuk, mivel az nagyon kicsi), felírjuk ezen részecskék móltömegének értékeit:

$$M(\text{OH}^-) = 17 \text{ g/mol}.$$

Levezetjük azt a képletet, amely leírja a tömeg, az anyagmennyiség és a móltömeg kölcsönös kapcsolatát. Ha például 1 mol hidrogénatom tömege 1 g, akkor n mol ilyen atom akkora tömeg lesz, amely n -szer nagyobb, vagyis $n \text{ g}$. Felírjuk a megfelelő matematikai kifejezést:

$$m(\text{H}) = n \cdot M(\text{H}) = n \text{ mol} \cdot 1 \text{ g/mol} = n \text{ g}.$$

Az anyagmennyiség alapján az anyagok tömege kiszámításának általános képlete:

$$m = n \cdot M.$$

Ebből következik

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{m}{M}; M = \frac{m}{n}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

Tehát a móltömeg vagy moláris tömeg nem egyéb, mint a tömeg aránya az anyagmennyiséghez.

Feladatok megoldása. Megvizsgálunk két olyan feladat-megoldási módszert, amelyekhez szükséges a móltömeg felhasználása. Az egyik feltételezi az aránypárok felállítását, a másik a fent említett képletek alkalmazását.

1. FELADAT. Számítsuk ki a metán CH_4 anyagmennyiségét, ha a vegyület tömege 6,4 g.

Adva van:

$$m(\text{CH}_4) = 6,4 \text{ g}$$

$$n(\text{CH}_4) = ?$$

Megoldás

1. módszer

1. Kiszámítjuk a vegyület móltömegét:

$$M(\text{CH}_4) = MC + 4M(\text{H}) = 12 \text{ g/mol} + 4 \cdot 1 \text{ g/mol} = 16 \text{ g/mol}.$$

2. Megkeressük a metán anyagmennyiségét aránypár felállítása segítségével:

1 mol CH_4 -nak a tömege 16 g,

x mol CH_4 -nak a tömege 6,4 g;

$$\frac{1}{x} = \frac{16}{6,4};$$

$$x = n(\text{CH}_4) = \frac{1 \text{ mol} \cdot 6,4 \text{ g}}{16 \text{ g}} = 0,4 \text{ mol}.$$

2. módszer

Felhasználjuk a fejezetben ismertetett egyik képletet:

$$n(\text{CH}_4) = \frac{m(\text{CH}_4)}{M(\text{CH}_4)} = \frac{6,4 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0,4 \text{ mol}.$$

Felelet: $n(\text{CH}_4) = 0,4 \text{ mol}.$

2. FELADAT. Milyen tömegű vas felel meg 1,5 mol anyagmennyiségnek?

Adva van:

$$n(\text{Fe}) = 1,5 \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}) = ?$$

Megoldás

1. módszer

A vas egyszerű anyag, amely a vas elem atomjaiból áll.

$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}.$$

Kiszámítjuk a vas tömegét aránypár felállításával segítségével:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol Fe tömege } 56 \text{ g,} \\ 1,5 \text{ mol Fe} \quad \text{---} \quad x \text{ g;} \\ x = m(\text{Fe}) = \frac{1,5 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 84 \text{ g.} \end{array}$$

2. módszer

Felhasználjuk a témában ismertetett képletet (106. old.):

$$\begin{aligned} m(\text{Fe}) &= n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = \\ &= 1,5 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 84 \text{ g.} \end{aligned}$$

Felelet: $m(\text{Fe}) = 84 \text{ g.}$

3. FELADAT. Számítsuk ki 10^{24} nátriumatom tömegét.

Adva van:

$$N(\text{Na}) = 10^{24} \text{ atom}$$

$$m(\text{Na}) = ?$$

Megoldás

1. módszer

Mivel $M(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol}$, 1 mol nátriumatom tömege 23 g. Figyelembe véve, hogy 1 mol elem $6,02 \cdot 10^{23}$ atomot tartalmaz, felállítjuk az aránypárt és megoldjuk azt:

$$\begin{array}{l} 6,02 \cdot 10^{23} \text{ nátriumatom tömege } 23 \text{ g,} \\ 10^{24} \text{ nátriumatom tömege } x \text{ g;} \end{array}$$

$$x = m(\text{Na}) = \frac{10^{24} \cdot 23 \text{ g}}{6,02 \cdot 10^{23}} = \frac{230 \text{ g}}{6,02} = 38,2 \text{ g.}$$

2. módszer

1. Kiszámítjuk a nátrium anyagmennyiségét:

$$\begin{aligned} n(\text{Na}) &= \frac{N(\text{Na})}{N_A} = \frac{10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = \\ &= \frac{10 \text{ mol}}{6,02} = 1,66 \text{ mol.} \end{aligned}$$

2. Kiszámítjuk a nátriumatomok tömegét:

$$\begin{aligned} m(\text{Na}) &= n(\text{Na}) \cdot M(\text{Na}) = \\ &= 1,66 \text{ mol} \cdot 23 \text{ g/mol} = 38,2 \text{ g.} \end{aligned}$$

Felelet: $m(\text{Na}) = 38,2 \text{ g.}$

ÖSSZEFOGLALÁS

A móltömeg (moláris tömeg) — 1 mol anyag tömege. A móltömeg számbelileg megegyezik

a relatív atom-, molekula- vagy képlettömeggel.

A móltömeg a tömeg és az anyagmennyiség aránya.

?

140. Keressük meg a megfeleléseket:
- | | |
|-------------------------|--------------|
| 1) $M_r(\text{CO}_2)$; | a) 44 g; |
| 2) $m(\text{CO}_2)$; | b) 44 g/mol; |
| 3) $M(\text{CO}_2)$; | c) 44. |
141. Számítsátok ki az alábbi képletekkel rendelkező anyagok móltömegeit: F_2 , H_2O , SO_2 , Li_2O , Mg_3N_2 , H_2SO_4 , CaCO_3 . (Szóbelileg.)
142. Milyen a móltömegük az alábbi képletekkel felírt atomoknak és ionoknak: Cu, Ar, Br, Mg^{2+} , S^{2-} (Szóbelileg.)
143. Bizonyos vegyület tömege 12,8 g, anyagmennyisége 0,2 mol. Számítsátok ki a vegyület móltömegét. (Szóbelileg.)
144. Számítsátok ki 0,25 mol magnézium-foszfid Mg_3P_2 tömegét.
145. A szén-dioxid CO_2 anyagmennyisége 2 mol, a kén-dioxidé — 1,5 mol. Melyik vegyületnek nagyobb a tömege? (Szóbelileg.)
146. Milyen anyagmennyiséget tartalmaz 24 g magnézium, 80 g bróm, 200 g kréta? (Szóbelileg.)
147. Melyik anyag tartalmazza a legnagyobb anyagmennyiséget, s melyik a legkisebbet: 10 g kalcium, 16 g oxigén vagy 8 g nátrium-hidrid NaH? (Szóbelileg.)
148. Hány molekulát és atomot tartalmaz 3,4 g ammónia NH_3 ? (Szóbelileg.)
149. Melyik anyag tartalmaz több molekulát és atomot: a) 1 g szén-dioxid CO_2 vagy 1 g kén-dioxid SO_2 ; b) 1 mol víz vagy 1 mol kénsav H_2SO_4 ? (Szóbelileg.)
150. A „Borzsomi” ásványvíz 1 litere 80 mg Ca^{2+} -iont, 55 mg Mg^{2+} -iont tartalmaz. Melyik fajtájú ionból van több ebben a vízben?
151. Számítsátok ki a víz egy molekulájának tömegét grammokban, felhasználva a víz móltömegét és az Avogadro-állandót.

21

A móltérfogat. Avogadro törvénye

A fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni a lényegét a „móltérfogat” fizikai mennyiségnek;

- megérteni, hogy egyforma térfogatú különböző gázok miért tartalmazna egyenlő számú molekulát;
- feladatokat megoldani a móltérfogat alkalmazásával.

A móltérfogat. Az anyag mennyiségét nemcsak tömegével jellemezhetjük, hanem térfogatával is. Ezért nem véletlen, hogy a móltömegén kívül használatos egy másik fizikai mennyiség is: a *móltérfogat* (moláris térfogat).

Móltérfogatnak nevezik az anyag 1 moljának térfogatát.

A móltérfogat jelölése — V_M , mérési egységének dimenziója — cm^3/mol , l/mol .

A fizikából ismerjük azt a képletet, amely összeköti az anyag tömegét (m), sűrűségét (ρ) és térfogatát (V):

$$m = \rho \cdot V.$$

Hasonló összefüggés létezik a móltömeg és móltérfogat között:

$$M = \rho \cdot V_M$$

$$M = \rho \cdot V_M.$$

Ebből a képletből egy másikat kaphatunk:

$$V_M = \frac{M}{\rho}$$

$$V_M = \frac{M}{\rho}.$$

E szerint a képlet szerint kiszámíthatjuk bármilyen anyag móltérfogatát. E célból ki kell számítanunk az anyag móltömegét és megkeresni a kézikönyvben a sűrűségét.

Mindegyik szilárd és cseppfolyós anyagnak megvan a sajátos móltérfogata (például az alumínium, konyhasó, víz és alkohol móltérfogatai rendre — 10, 27, 18 és $58 \text{ cm}^3/\text{mol}$). Az anyagoknak móltérfogata és a sűrűsége szilárd és cseppfolyós halmazállapotban alig függ a hőmérséklettől és a nyomástól.

A gázok hevítésre vagy a nyomás csökkenésekor lényegesen kitágulnak, hűtésre vagy a nyomás növekedésekor összenyomódnak. Ennek az az oka, hogy a gázokban a molekulák közötti távolságok

**Normál
körülmenyek
(n. k.) — 0 °C;
760 Hgmm**

**A gázoknál
n. k. között
 $V_M = 22,4$ l mol**

nagyon nagyok (a szilárd és cseppfolyós anyagokban a részecskék érintkeznek egymással).

A körülmények változásakor változik a gáz sűrűsége és a móltérfogata. Ezért ezen fizikai mennyiségek értékeinek feltüntetésekor okvetlen feltüntetik a megfelelő hőmérsékletet és nyomást is.

A tudósok kiderítették, hogy a különböző gázok móltérfogata azonos körülmények között azonos. Egyebek között 0 °C hőmérsékleten és 760 Hgmm (vagy 101,3 kPa) nyomáson a gázok móltérfogata egyenlő 22,4 l/mol. A feltüntetett körülményeket *normál körülményeknek* (rövidítve — *n. k.*) nevezik.

1 mol tetszőleges gáz térfogata normál körülmények között 22,4 l.

Az anyag fizikai tulajdonságainak jellemezésekor feltüntetik a szokásos körülmények közötti halmazállapotát is. Ebben az esetben legtöbbször annak a helyiségnek a körülményeit veszik figyelembe, amelyben az anyagot tanulmányozzák vagy alkalmazzák. Ez hozzávetőleg +2 °C és 760 Hgmm nyomás.

A térfogat (V), az anyagmennyiség (n) és a móltérfogat (V_M) kapcsolatát a következő képlet írja le (próbálgatók vezetni önállóan):

$$V = n \cdot V_M.$$

$$n = \frac{V}{V_M}$$

E képletből két másikat kaphatunk:

$$n = \frac{V}{V_M}; \quad V_M = \frac{V}{n}.$$

$$V_M = \frac{V}{n}$$

Tehát a móltérfogat a térfogat és az anyagmennyiség hányadosa.

Avogadro törvénye. Már tudjátok, hogy 1 mol hidrogén, oxigén vagy más gáz normál körülmények között 22,4 l és $6,02 \cdot 10^{23}$ molekulát tartalmaz. A hipotézist, miszerint különböző gázok azonos térfogataiban a molekulák száma megegyezik, a gázok közötti reakciók kutatási eredményeire támaszkodva A. Avogadro állította fel a XIX. sz. elején. Mivel e hipotézis a továbbiakban kísérleti bizonyítást és elméleti megalapozást is nyert, törvény lett belőle.

Avogadro törvényét így fogalmazták meg:

A különböző gázok azonos térfogatai azonos hőmérsékleten és nyomáson egyenlő számú molekulát tartalmaznak¹.

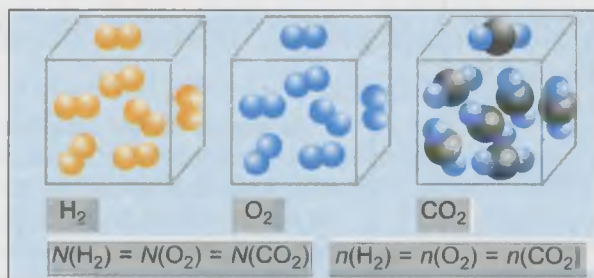
Az Avogadro törvény fontos következménye így hangzik:

A különböző gázok azonos térfogatai azonos hőmérsékleten és nyomáson azonos anyagsűrűségeket tartalmaznak.

Az ismertetett anyagot a 40. ábra összegzi.

40. ábra.

Azonos számú molekula és anyagsűrűség a gázok azonos térfogataiban



Feladatok megoldása. Megoldunk néhány feladatot a gáz móltérfogatának segítségével.

1. FELADAT. Számítsuk ki 0,4 g hidrogén térfogatát normál körülmények között.

Adva van:

$$m(\text{H}_2) = 0,4 \text{ g}$$

n. k.

$$V(\text{H}_2) = ?$$

Megoldás

1. módszer

1. Kiszámítjuk a hidrogén anyagsűrűségét:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{0,4 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 0,2 \text{ mol.}$$

2. Kiszámítjuk a hidrogén térfogatát aránypár felállításának segítségével:

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol } \text{H}_2 \text{ térfogata } 22,4 \text{ l,} & & \\ 0,2 \text{ mol } \text{H}_2 & \text{---} & x \text{ l;} \end{array}$$

$$x = V(\text{H}_2) = (0,2 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ l/mol}) : 1 \text{ mol} = 4,48 \text{ l.}$$

2. módszer

1. Kiszámítjuk a hidrogén anyagsűrűségét:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{0,4 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 0,2 \text{ mol.}$$

¹ A nemesgázoknál — egyenlő számú atomok.

2. Kiszámítjuk a hidrogén térfogatát a megfelelő képlet szerint:

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_M = 0,2 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ l/mol} = 4,48 \text{ l.}$$

Felelet: $V(\text{H}_2) = 4,48 \text{ l.}$

2. FELADAT. Számítsátok ki a molekulák számát 1 l oxigénben normál körülmények között.

Adva van:

$$V(\text{O}_2) = 1 \text{ l}$$

n. k.

$$N(\text{O}_2) = ?$$

Megoldás

1. módszer

Kiszámítjuk az oxigénmolekulák számát 1 l gázban normál körülmények között aránypár felállításával:

$$\begin{array}{l} 22,4 \text{ l oxigénben } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ molekula van,} \\ 1 \text{ l oxigénben } \quad \quad \quad x \text{ molekula;} \end{array}$$

$$\begin{aligned} x = N(\text{O}_2) &= \frac{1 \text{ l} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{22,4 \text{ l}} = 0,27 \cdot 10^{23} = \\ &= 2,7 \cdot 10^{22} \text{ (molekula).} \end{aligned}$$

2. módszer

Kiszámítjuk az oxigénmolekulák számát 1 l gázban normál körülmények között. E célból az

$$n = \frac{N}{N_A} \text{ és } n = \frac{V}{V_M}$$

képletekből kifejezzük az N -t:

$$N = \frac{N_A \cdot V}{V_M}$$

Elvégezzük a számításokat:

$$\begin{aligned} N(\text{O}_2) &= \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1 \text{ l}}{22,4 \text{ l/mol}} = 0,27 \cdot 10^{23} = \\ &= 2,7 \cdot 10^{22} \text{ (molekula).} \end{aligned}$$

Felelet: $N(\text{O}_2) = 2,7 \cdot 10^{22} \text{ molekula.}$

Ezt a feladatot egy más módszerrel is megoldhatjuk. A megfelelő képletek szerint először kiszámítjuk az oxigén anyagmennyiségét, majd a molekulák számát.

3. FELADAT. Számítsátok ki a szén-monoxid CO sűrűségét normál körülmények között.

Adva van:

CO

n. k.

$$\rho(\text{CO}) = ?$$

Megoldás

1. módszer

1. Határozzuk meg a szén-monoxid móltömegét:

$$M(\text{CO}) = 28 \text{ g/mol.}$$

2. Számítsuk ki a gáz sűrűségét normál körülmények között:

1 mol CO, vagyis 28 g n. k. között 22,4 l
térfogatot foglal el,

x g CO — 1 l;

$$x = m(\text{CO}) = \frac{28 \text{ g} \cdot 1 \text{ l}}{22,4 \text{ l}} = 1,25 \text{ g};$$

$$\rho(\text{CO}) = 1,25 \text{ g/l}.$$

2. módszer

1. Meghatározzuk a szén-monoxid móltömegét:
 $M(\text{CO}) = 28 \text{ g/mol}.$
2. Kiszámítjuk a szén-monoxid sűrűségét normál körülmények között:

$$M = \rho \cdot V_M \Rightarrow \rho = \frac{M}{V_M};$$

$$\rho(\text{CO}) = \frac{M(\text{CO})}{V_M} = \frac{28 \text{ g/mol}}{22,4 \text{ g/mol}} = 1,25 \text{ g/l}.$$

Felelet: $\rho(\text{CO}) = 1,25 \text{ g/l}.$

ÖSSZEFOGLALÁS

A móltérfogat 1 mol anyag térfogata. Ez a fizikai mennyiség nem más, mint a térfogat és az anyagmennyiség hányadosa.

A szilárd és cseppfolyós anyagok móltérfogata különböző, a gázoké (egyazon hőmérsékleten és nyomáson) azonos. Normál körülmények között (a hőmérséklet 0°C és a nyomás 760 Hgmm) bármilyen gáz 1 moljának térfogata 22,4 l.

A különböző gázok azonos térfogatai azonos hőmérsékleten és nyomáson azonos számú molekulát tartalmaznak (Avogadro törvénye).

?

152. Mi az anyagok móltérfogata? Hogyan lehet e mennyiséget kiszámítani?
153. A nitrogén sűrűsége¹ normál körülmények között egyenlő 1,25 g/l. Számítsátok ki ezen gáz móltérfogatát.
154. A gáz sűrűsége normál körülmények között 1,43 g/l. Mekkora a gáz móltömege?

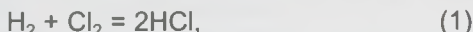
¹ Ebben és a következő fejezetek feladataiban a gázok sűrűsége, térfogata és móltérfogata normál körülményekre vonatkoznak.

155. Határozzátok meg a gázok térfogatait:
 a) 10 mol anyagmennyiségű hidrogénnek;
 b) 3,4 g tömegű kénhidrogénnek H_2S ;
 c) 0,28 g tömegű szén-monoxidnak CO . (Szóbelileg.)
156. Az ember egy nap folyamán a levegővel együtt 500 l szén-dioxidot lélegez ki. Határozzátok meg ekkora térfogatú gáz tömegét.
157. Számítsátok ki a móltömegét annak a gáznak, amelynek 60 g tömege 44,8 l térfogatú. (Szóbelileg.)
158. Mi tartalmaz több molekulát: 1 l víz, 1 l oxigén vagy 1 l hidrogén? Válaszokat indokoljátok meg.
159. Egyenlő tömegű gázaink vannak — hidrogén és metán CH_4 . Milyen a térfogataik aránya?

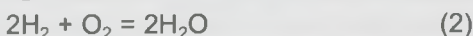
AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

A gázok térfogatainak aránya a kémiai reakciókban

Avogadro törvénye szerint a gázok azonos térfogatai azonos számú molekulát tartalmaznak (egyforma körülmények mellett). Ha az egyik gáz mindegyik molekulája reagál a másik gáz egy molekulájával, például a



reakció során, akkor az anyagok egyenlő térfogatainak kell kölcsönhatásba kerülni, mondjuk, 1 l H_2 és 1 l Cl_2 . A vízképződés reakciójában



egy térfogat oxigénre két térfogat hidrogénnek kell jutni, amely kölcsönhatásba lép vele. Csak ilyen körülmények között valósul meg az a feltétel, hogy a hidrogénmolekulák száma kétszer lesz több, mint az oxigénmolekulák száma, amint azt a kémiai egyenlet „megköveteli”.

E következtetések összefoglalásaként jelenik meg a *gázok térfogatarányainak törvénye*, amelyet J. L. Gay-Lussac francia tudós fedezett fel 1808-ban:

A reakcióba lépő gázok térfogatai úgy aránylanak egymáshoz és a reakció gáznemű termékeinek térfogataihoz, mint a nem nagy egész számok.

Idővel a tudósok megállapították, hogy e számok a kémiai reakciók megfelelő együtthatói.

Tehát az (1) és (2) reakciókban a gázok térfogatát így jellemezhetjük:

$$V(\text{H}_2) : V(\text{Cl}_2) : V(\text{HCl}) = 1 : 1 : 2;$$

$$V(\text{H}_2) : V(\text{O}_2) = 2 : 1.$$

A Gay-Lussac törvényének alkalmazása lehetővé teszi azt, hogy a kémikus vagy a vegyész-technológus meghatározza a reakciók megvalósításához felhasználandó gázok térfogatát. Megmérni a gáz térfogatát sokkal könnyebb, mint lemérni tömegét a mérlegen.

22

A gáz relatív sűrűsége

E fejezet anyaga segít nektek:

- tisztázni a gáz relatív sűrűségének lényegét;
- megérteni, hogyan lehet kiszámítani az egyik gáz relatív sűrűségét a másikkhoz viszonyítva;
- feladatokat megoldani a gázok relatív sűrűségének felhasználásával.

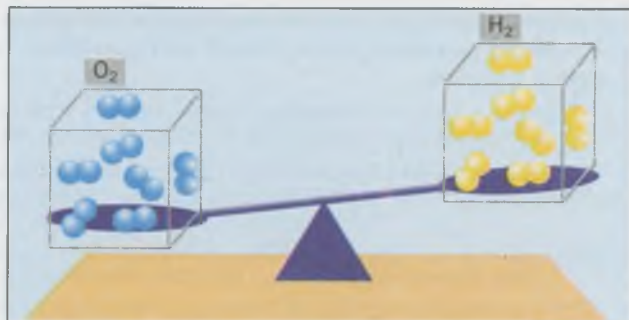
A gáz relatív sűrűsége. A különböző gázok egyenlő térfogatai azonos számú molekulát tartalmaznak¹. Azonban az azonos térfogatú gázok tömegei általában különbözőek, mivel a különböző anyagok molekuláinak rendszerint különböző a tömegük. 1 cm³ oxigén tömege normál körülmények között egyenlő 0,00143 g, az ugyanolyan térfogatú hidrogéné pedig — 0,0000893 g. Tehát az oxigén nehezebb a hidrogénnél (41. ábra). Hányszor? Elosztjuk 1 cm³ oxigén tömegét 1 cm³ hidrogén tömegével

$$\frac{m(\text{O}_2)}{m(\text{H}_2)} = \frac{0,00143 \text{ g}}{0,0000893 \text{ g}} = 16.$$

A 16-os számot nevezik az oxigén hidrogénhez viszonyított sűrűségének vagy relatív sűrűségének. E mennyiséget D betűvel jelölik és így írják fel:

$$D_{\text{H}_2}(\text{O}_2) = 16.$$

41. ábra.
Azonos
térfogatú
gázok
tömegeinek
összehasonlítása



¹ Egyazon feltételek mellett.

A gáz relatív sűrűsége egy másik gázhoz viszonyítva tulajdonképpen egy bizonyos térfogatú gáz tömegének aránya egy másik gáz azonos térfogatú tömegéhez (ha mindkettő hőmérséklete és nyomása azonos).

1 cm³ anyag tömege szám szerint megegyezik a sűrűségével. Az oxigén és hidrogén sűrűsége (normál körülmények között) a következő:

$$\rho(\text{O}_2) = 0,00143 \text{ g/cm}^3,$$

$$\rho(\text{H}_2) = 0,0000893 \text{ g/cm}^3.$$

Annak megállapításához, hogy az oxigén hány-szor nehezebb a hidrogénnél, elegendő elosztani az oxigén sűrűségét a hidrogén sűrűségével:

$$D_{\text{H}_2}(\text{O}_2) = \frac{\rho(\text{O}_2)}{\rho(\text{H}_2)} = \frac{0,00143 \text{ g/cm}^3}{0,0000893 \text{ g/cm}^3} = 16.$$

Érdekes tudni

Az összes gáz közül

a legkönnyebb a hidrogén (H₂),
a legnehezebb a Rn (radon).

Ebből a képletből érthetővé válik, miért nevezik a jelen fejezetben tárgyalt fizikai mennyiséget relatív sűrűségnek.

A relatív sűrűségnek, ugyanúgy, mint a relatív atom- (molekula- vagy képlet-) tömegnek nincsen dimenziója.

Ha 22,4 l oxigént és hidrogént veszünk normál körülmények között, ezen gázok tömege (grammok-ban) szám szerint megegyezik móltömegükkel vagy relatív molekulatömegükkel. Ebből következnek az oxigénnek hidrogénhez viszonyított sűrűsége kiszámításának alábbi változatai:

$$D_{\text{H}_2}(\text{O}_2) = \frac{M(\text{O}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{M_r(\text{O}_2)}{M_r(\text{H}_2)} = \frac{32}{2} = 16.$$

Átalakítjuk a fenti képleteket általános alakúakká. Jelöljük a nehezebb gázt B betűvel, a könnyebbet A betűvel, az első gáznak másodikhoz viszonyított sűrűségét pedig így — $D_A(B)$:

$$D_A(B) = \frac{m(B)}{m(A)} = \frac{\rho(B)}{\rho(A)} = \frac{M_r(B)}{M_r(A)} = \frac{M(B)}{M(A)}.$$

Jegyezzétek meg: a gázok tömegének arányát csak abban az esetben használhatjuk a relatív sűrűségük kiszámításánál, ha $V(B) = V(A)$.

► Számítsuk ki a szén-dioxid héliumra vonatkoztatott sűrűségét.

A gázokat gyakran a levegővel hasonlítják össze.

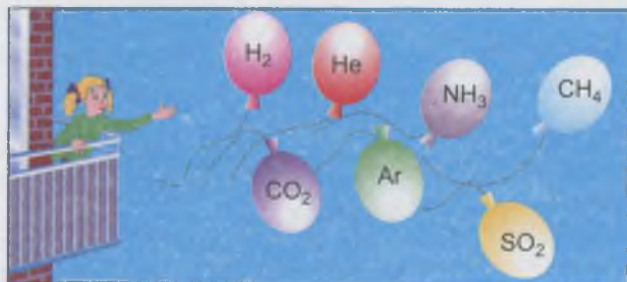
$$M_r(\text{lev.}) = 29$$

Bár a levegő bizonyos gázok elegye, feltételeken mégis olyan gáznak tekinthetjük, amelynek a relatív molekulatömege egyenlő 29. E számot a *levegő átlagos relatív molekulatömegének* nevezik. Ezen szám a 32 és 28 számok között található, amelyek a levegő legfontosabb alkotórészei — az oxigén O_2 és a nitrogén N_2 relatív molekulatömegei.

► Bizonyítsátok be, hogy a hidrogén-, hélium- és metángázok könnyebbek a levegőnél.

Nagyon egyszerű eldönteni, hogy egy gáz könnyebb-e vagy nehezebb a levegőnél. Elegendő megtölteni vele egy gumizacskót és elengedni (42. ábra).

42. ábra.
A különböző gázokkal megtöltött zacskók mozgása a levegőben



A B gáz levegőhöz viszonyított sűrűsége számításának képletei a következők:

$$D_{\text{lev.}}(B) = \frac{M_r(B)}{29} = \frac{M(B)}{29 \text{ g/mol}}.$$

Feladatok megoldása. Bemutatjuk, hogy oldunk meg feladatokat a fejezet anyagának felhasználásával.

1. FELADAT. Számítsátok ki a szén-dioxid hidrogénhez és levegőhöz viszonyított sűrűségét.

Adva van:

CO_2

$D_{\text{H}_2}(\text{CO}_2) - ?$

$D_{\text{lev.}}(\text{CO}_2) - ?$

Megoldás

Kiszámítjuk a szén-dioxidnak a hidrogénhez és a levegőhöz viszonyított sűrűségét.

$$D_{\text{H}_2}(\text{CO}_2) = \frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{44 \text{ g/mol}}{2 \text{ g/mol}} = 22;$$

$$D_{\text{lev.}}(\text{CO}_2) = \frac{M(\text{CO}_2)}{M(\text{lev.})} = \frac{44 \text{ g/mol}}{29 \text{ g/mol}} = 1,52.$$

Felelet: $D_{\text{H}_2}(\text{CO}_2) = 22$; $D_{\text{lev.}}(\text{CO}_2) = 1,52$.

A kapott eredmény alapján a szén-dioxid 1,52-szor nehezebb a levegőnél. Ez azt is jelenti, hogy a levegő ugyanannyiszor könnyebb a szén-dioxidnál.

Ha az ismeretlen B gáznak meg van határozva az A gázra viszonyított sűrűsége, akkor ki lehet számítani a B gáz móltömegét a fenti képlet alapján:

$$M(B) = D_A(B) \cdot M(A).$$

2. FELADAT. Az X gáz (kénvegyület) hidrogénhez viszonyított sűrűsége egyenlő 17. Számítsátok ki az X gáz móltömegét és határozzátok meg a vegyület képletét.

Adva van:

$$D_{H_2}(X) = 17$$

$$\begin{array}{l} M(X) - ? \\ X - ? \end{array}$$

Megoldás

1. Kiszámítjuk az X gáz móltömegét:

$$D_{H_2}(X) = \frac{M(X)}{M(H_2)} \Rightarrow M(X) = D_{H_2}(X) \cdot M(H_2);$$

$$M(X) = 17 \cdot 2 \text{ g/mol} = 34 \text{ g/mol.}$$

2. Meghatározzuk a vegyület képletét.

Mivel $M(S) = 32 \text{ g/mol}$, az X vegyület molekulája egy kénatomot tartalmaz. (Ha két vagy több atoma volna, a vegyület móltömege meghaladná a $2 \cdot 32 \text{ g/mol} = 64 \text{ g/mol}$.) A másik elemre a vegyület móltömegében $34 - 32 = 2 \text{ g/mol}$ jut. Nyilvánvaló, ez az elem a hidrogén ($M(H) = 1 \text{ g/mol}$) és atomjainak száma a vegyületben kettő. A vegyület képlete tehát — H_2S .

Felelet: $M(X) = 34 \text{ g/mol}$; a vegyület képlete — H_2S .

ÖSSZEFOGLALÁS

Bármilyen gáznak egy másik gázhoz viszonyított sűrűsége az egyik gáz bizonyos térfogata tömegének és a másik gáz ugyanolyan térfogatú tömegének aránya (azonos hőmérsékleten és nyomáson). A gáz relatív sűrűsége megmutatja, hányszor nehezebb az egyik gáz a másiknál.

Az összehasonlítandó gáz szerepét gyakran a levegő tölti be, amely 29 relatív molekulatömeggel rendelkező gáznak tekintendő.

A gáz relatív sűrűsége alapján ki lehet számítani móltömegét, azonkívül meg lehet állapítani a képletét.

?

160. Hasonlítsátok össze a „relatív sűrűség” és a „sűrűség” fizikai mennyiségeket.
161. A gáz relatív sűrűsége esetében miért nem tüntetik fel a nyomást és a hőmérsékletet?
162. Határozzátok meg a levegő sűrűségét normál körülmények között.
163. Számítsátok ki a hidrogénhez viszonyított sűrűségét az alábbi képletekkel jelölt gázoknak: He, Ne, CH₄, NH₃, N₂, CO, SiH₄, SO₂. (Szóbelileg.)
164. Nevezzetek meg két-három gázt, amelyek nehezebbek a levegőnél és bizonyítsátok ezt be.
165. Egy gáznemű egyszerű anyag hidrogénhez viszonyított sűrűsége 24. Határozzátok meg az anyag képletét. (Szóbelileg)
166. Az A gáz levegőhöz viszonyított sűrűsége egyenlő 1,59. Határozzátok meg ezen gáz relatív molekulatömegét.
167. Egy bizonyos gáz 1,7-szer könnyebb a levegőnél. Nehezebb vagy könnyebb a metánnál CH₄ és hányszor?
168. 2 liter X gáz tömege egyenlő 3,75 g-mal, az ugyanolyan térfogatú Y gáz tömege — 2,32 g. Határozzátok meg az X gáz sűrűségét és az Y gázhoz viszonyított sűrűségét.
169. Egy bizonyos gáz 1 litere normál körülmények között 1,96 g tömegű. Milyen ezen gáz nitrogénhez viszonyított sűrűsége?

AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

A levegő átlagos molekulatömegéről (móltömegéről)

Miért van az, hogy a levegő átlagos relatív molekulatömege 29, s nem 30 — ami az oxigén és a nitrogén relatív molekulatömegének (32 és 28) számtani középárayosa? Azért, mert a levegő nem azonos mennyiségét tartalmazza ezeknek a gázoknak: az oxigén térfogatszázaléka — 21, a nitrogéné pedig — 78.

Kiszámítjuk a levegő átlagos móltömegét (amely szám szerint megegyezik az átlagos relatív molekulatömeggel).

Tételezzük fel, hogy a levegő csupán oxigénből és nitrogénből áll. Vegyük e gázok térfogatrészeinek¹ megközelítő értékeit a levegőben:

¹ A térfogatrészt a görög φ („fi”) betűvel jelölik.

$$\varphi(\text{O}_2) = 0,2; \quad \varphi(\text{N}_2) = 0,8.$$

A gázok anyagmennyiségei arányosak térfogatukkal vagy térfogatrészeikkel:

$$n(\text{O}_2) : n(\text{N}_2) = \varphi(\text{O}_2) : \varphi(\text{N}_2).$$

Kiszámítjuk a levegő azon mennyiségének tömegét, amelyben a gázok anyagmennyiségeinek összege 1 mol képez:

$$n(\text{O}_2) + n(\text{N}_2) = 1 \text{ mol};$$

$$n(\text{O}_2) = 0,2 \cdot 1 \text{ mol} = 0,2 \text{ mol};$$

$$n(\text{N}_2) = 0,8 \cdot 1 \text{ mol} = 0,8 \text{ mol};$$

$$m_{(\text{lev.})} = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) + n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = 0,2 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} + \\ + 0,8 \text{ mol} \cdot 28 \text{ g/mol} = 28,8 \text{ g} \approx 29 \text{ g}.$$

Ebből következik $M_{(\text{lev.})} \approx 29 \text{ g/mol}$.

4. rész

A szervetlen vegyületek alapvető csoportjai

Mint tudjátok, az összes anyagot szerves és szervetlen anyagokra osztják. Az első csoportba tartoznak a szén vegyületei, a másikba a többi elem vegyületei, és az összes egyszerű anyag (fémek, nemfémek).

A kémiai tudomány azon ágazatát, amely a szervetlen anyagokat foglalja össze, szervetlen kémiának nevezzük.

A szervetlen anyagok száma meghaladja a több százézetet. A tudós-vegyészek a szervetlen vegyületek nagy részét bizonyos *csoportokra*¹, osztályokra osztották fel. Eközben figyelembe vették összetételüket, vagyis azt, hány kémiai elem és konkrétan melyek alkotják az egyes vegyületeket. Bizonyos esetekben figyelembe vették az anyagok kémiai jellegét (például azt a képességet, az anyag reakcióba lép-e bázisokkal vagy savakkal, vagy mindkét típusú vegyülettel, a bázissal is, és a savval is).

A szervetlen vegyületek néhány csoportját alapvetőnek tekintik. Ezeket fogjuk tárgyalni a könyv ezen részében.

Ismeritek már az olyan vegyületeket, amelyek általános elnevezése – *oxidok*. A víz reakciója közben egyes fémcs elem oxidjaival olyan vegyületek jönnek létre, amelyeket *bázisoknak* neveznek, a többi oxidokkal a víz úgy lép kölcsönhatásba, hogy *savak* keletkeznek. Az oxidokon, bázisokon, savakon kívül a szervetlen vegyületek alapvető csoportjaihoz sorolják még az *amfoter hidroxidokat* és *sókat* is.

¹ A fordító megjegyzése: a magyar kémiai nevezéktan előnyben részesíti a „csoport” elnevezést.

23

Oxidok

A fejezet anyaga segít nektek:

- visszaemlékezni az oxidok összetételére;
- begyakorolni az oxidok kémiai elnevezése összeállításának a készségét;
- megismerni az oxidok elterjedtségét a természetben.

Az oxidok összetétele és képletei. A legfontosabb létszükségleti oxid a víz (43. ábra). Örömmel tölt el bennünket, amikor hallgatjuk a tenger „lélegzését”, a harmatcseppeken látjuk a napsugarak játékát, gyönyörködünk a zúzmarával bevont fákban. A vízben végtelen sok élőlény él. Ennek a folyadéknak sajátos tulajdonságai vannak, a legjobb oldószer számos anyag számára, katalizátor szerepét tölti be egyes kémiai reakciókban, különböző technológiai folyamatokban vesz részt.



43. ábra.

A víz
a természetben

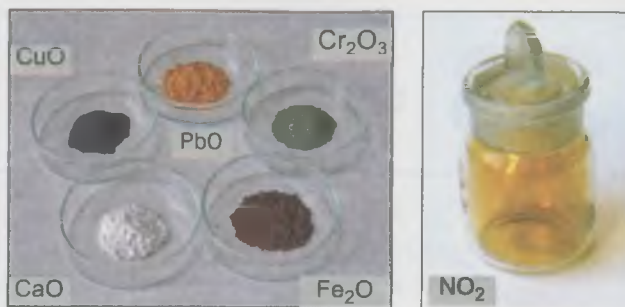
Érdekes tudni

A legtöbb oxidot
a nitrogén
alkotja:

N_2O , NO ,
 N_2O_3 , NO_2 ,
 N_2O_4 , N_2O_5 .

Tudjátok, hogy az oxidok a különböző elemek vegyületei az oxigénnel. Majdnem mindegyik elem képez oxidokat (44. ábra). Az állandó vegyértékkel rendelkező elemnek egy oxidja van. Így az egyvegyértékű lítium Li_2O képletű oxidot képez, a kétvegyértékű kalcium — CaO oxidot, a háromvegyértékű bór — B_2O_3 oxidot. Ha az elemnek változó a vegyértéke, akkor az néhány oxidot alkot. Például a réznek ismert vegyületei a Cu_2O és CuO , a krómnak — CrO , Cr_2O_3 și CrO_3 .

44. ábra.
Egyes oxidok



Oxidok
 $E_m O_n$

Figyelembe véve a kémiai elemek lehetséges vegyértékeit a vegyületekben, felírjuk az oxidok általános képleteinek sorát: E_2O , EO , E_2O_3 , EO_2 , E_2O_5 , EO_3 , E_2O_7 , EO_4 . Egyesítsük ezeket egy képletben: — $E_m O_n$.

► Határozzátok meg az oxigén oxidációfokát a következő oxidokban: Li_2O , CaO és B_2O_3 .

Az oxid — az elem oxigénvegyülete, amelyben az oxigén oxidációfoka -2-vel egyenlő.

Az elemek egyes vegyületeit az oxigénnel nem sorolják be az oxidok közé. Többek között a hidrogén-peroxidot (H_2O_2) és az oxigén-fluoridot (OF_2) sem. Az első vegyületben az oxigén oxidációfoka -1, a másokban +2-vel egyenlő (bizonyítsátok be).

Az oxidok elnevezése. A 7.osztályban megtanul-tatok kémiai elnevezést adni az oxidoknak. Megemlítjük, hogy az oxid elnevezése az elem nevé-ből és az „oxid” szóból áll:

CaO — kalcium-oxid;

B_2O_3 — bór-oxid.

Ha az elem több oxidot alkot, akkor az elem elne-vezése után zárójelbe foglalt római számmal jelöl-jük az oxidációfokát a „+” nélkül:

FeO — vas(II)-oxid,

Fe_2O_3 — vas(III)-oxid.

A vegyület elnevezésében csupán a második szót ragozzák: kalcium-oxidot, vas(II)-oxiddal.



Kvarc (SiO_2)



Kassziterit vagy ónkő
 SnO_2



Kuprit Cu_2O

45. ábra.
Ásványok
kristályai

► Állítsátok össze a MgO , CO_2 , P_2O_5 oxidok kémiai elnevezéseit.

Egyes oxidoknak, a kémiai elnevezéseiken kívül, vannak még hagyományos (triviális) elnevezéseik is. Ilyenek a CaO és SO_2 esetében megfelelően az „oltatlan mész”, „kénes gáz” elnevezés.

Az oxidok elterjedtsége a természetben. Bolygónk három burkának mindegyike: az atmoszféra, a hidroszféra, és a litoszféra tartalmaz oxidokat.

A legelterjedtebb oxid az atmoszférában és a hidroszférában a víz, a litoszférában pedig a szilícium(IV)-oxid (SiO_2). A szilícium e vegyülete képezi a kvarc nevű ásványt, a homoknak és a gránitnak pedig alkotórésze. A levegő kevés mennyiségű széndioxidot tartalmaz. A legtöbb oxid a litoszférában van. Ezek az oxidok a kőzetek, talajok, ásványok összetételében fordulnak elő, a vas (III)-oxid — fő alkotórésze egyes vasérceknek (45. ábra).

Érdekes tudni

A víz esetében a „hidrogénoxid” kémiai elnevezést nem használják

ÖSSZEFOGLALÁS

Az oxid — az elem vegyülete az oxigénnel, amelyben az oxigén oxidációfoka -2 -vel egyenlő. Az oxidok általános képlete — $E_m\text{O}_n$.

Az oxidoknak kémiai elnevezésük van, némelyiküknek azonkívül még triviális elnevezése is. Az oxid kémiai elnevezése a megfelelő elem nevéből és az „oxid” szóból áll, amelyeket kötőjellel kapcsolunk össze.

A természetben számos oxid található. Közülük legelterjedtebbek a víz és a szilícium(IV)-oxid.

?

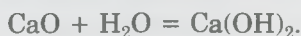
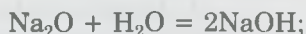
170. Milyen vegyületeket nevezünk oxidoknak? A felsorolt kémiai képletek között keressétek meg azokat, amelyek oxidoknak felelnek meg: PbO , Cl_2O_7 , Na_2O , K_2O_2 , LiOH , SeO_3 , HClO , BaO_2 .
171. Állítsátok össze az arzén oxidjainak (az elem +3 és +5 oxidációfokkal rendelkezik) és a tellúr (oxidációfokai +4 és +6) képleteit.
172. Állítsátok össze azon oxidok képleteit, amelyek K^+ , Ba^{2+} , Al^{3+} kationokat tartalmaznak.
173. Állítsátok össze a SO_2 és I_2O_5 oxidok molekuláinak szerkezeti képleteit.
174. Írjátok fel azon vegyületek képleteit, amelyek elnevezései a következők: a) nitrogén(IV)-oxid; b) titán(III)-oxid; c) berillium-oxid; d) mangán(II)-oxid.
175. Nevezzétek meg a következő oxidokat: SrO , Mn_2O_3 , Mn_2O_7 , NO , N_2O_5 .
176. Számítsátok ki az elemek tömegrészarányát a kén(IV)-oxidban és a kén(VI)-oxidban.
177. Számítsátok ki a tömegét:
 - a) 2 mol titán(IV)-oxidnak;
 - b) 10^{23} molekulát tartalmazó nitrogén(II)-oxid adagjának.
178. Az osztály tanulói az óra 45 perce alatt a levegővel együtt 1,1 kg szén-dioxidot lehelnek ki. Milyen térfogatot foglal el e gázmennyiség normál körülmények között?

24 Bázisok

A fejezet anyaga segít nektek:

- visszaemlékezni a bázisok összetételére ;
- használni a szervesetlen vegyületek vízben való oldhatóságának táblázatát;
- rögzíteni jártasságokat a bázisok kémiai elnevezésének összeállításában.

A bázisok összetétele és képlete. Már tudjátok, hogy némely fémes elem oxidja reagál a vízzel:



Bázisok
 $M(OH)_n$

Ezen reakciók termékei a bázisok csoportjába tartoznak; összetételük $M(OH)_n$ általános képletnek felel meg. Minden vegyület bázis, amelyek képlete $M(OH)$, a legtöbb vegyület képlete $M(OH)_2$, néhánynak $M(OH)_3$.

Mindegyik bázis ionos anyag.

A bázis olyan vegyület, amely fémes elemek kationjaiból M^{n+} és hidroxid-anionokból OH^- tevődik össze.

Mindegyik bázis bizonyos oxidból származik. Már tudjátok, hogy az ilyen oxidokat *bázisképző oxidoknak* nevezik. A fémes elem ionjának töltése a bázisban és az oxidban megegyezik. Számos bázisképző oxid nem lép kölcsönhatásba a vízzel; a megfelelő bázisokat más reakciók segítségével állítják elő.

► Írjátok fel annak a bázisnak a képletét, amely a Bi_2O oxidnak felel meg.

Egyes vegyületeket, amelyeknek általános képlete $M(OH)_n$, nem sorolják a bázisokhoz, mivel olyan kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek a bázisokra és a savakra is jellemzőek. Ezeket a vegyületeket amfoter hidroxidoknak nevezik, róluk a 31. fejezetben tárgyalunk részletesebben.

Azok a bázisok, melyeket az alkálifémek elemei és az alkáliföldfémek elemei alkotják, jól oldódnak a vízben. Általános elnevezésük — lúgok. A magnézium-hidroxid a lúgokhoz nem tartozik. Más bázisok oldhatatlanok.

Információt szerezni a szervesetlen vegyületek vízben való oldhatóságáról az oldhatósági táblázatból lehet (II. előzők). Felemlítjük egy részét e táblázatnak:

Anion	Kationok									
	Na^+	K^+	Ag^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Ba^{2+}	Mn^{2+}	Hg^{2+}	Ni^{2+}	Fe^{2+}
OH^-	s	s	—	p	p	s	i	—	i	i

Az „o” betű a kockában, amely vegyületre vonatkozik, bizonyítja azt, hogy az anyag jól oldódik a vízben. A „k” betűvel jelölik a kevésbé oldódó vegyületeket.

teket, s az „n” betű azt jelenti, hogy a vegyület gyakorlatilag nem oldódó. A vonal a kockában azt jelenti, hogy ilyen anyag nem létezik (ezt a vegyületet még nem állították elő). Ilyen vonalak láthatók az AgOH és $\text{Hg}(\text{OH})_2$ hidroxidok esetében (a megfelelő Ag_2O és HgO oxidok ismereteseek).

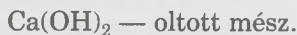
A bázisok elnevezése. A bázisok elnevezése két szóból áll, amelyeket kötőjellel kapcsolunk össze. Az első szó a bázist alkotó elem elnevezése, a második szó: „hidroxid”. Például a NaOH képletű vegyületet „nátrium-hidroxid”-nak, a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ bázist „magnézium-hidroxid”-nak nevezzük. A bázisok elnevezésében csupán a második szó ragozódik: nátrium-hidroxidot, magnézium-hidroxiddal.

Ha a fémes elem különböző töltésű kationokat alkot, az elnevezésben feltüntetjük az értékét (zárójelbe foglalt római számokkal) az elem elnevezése után (zárójelben, vakbetű és a „+” nélkül):



► Nevezzék meg a KOH , $\text{Fe}(\text{OH})_2$ képletekkel jelölt bázisokat.

A lúgoknak, amelyeknek a legszélesebb az alkalmazása, a kémiai elnevezésein kívül van még triviális elnevezésük is:



Az első vegyület elnevezése onnan ered, hogy a nátrium-hidroxid és oldatai roncsolják a különböző anyagokat, „vegyi” égéseket váltanak ki a bőrön. A második vegyületet az előállítási módszer szerint nevezték el: a mész „oltása” (a kalcium-oxid (oltatlan mész) és a víz reakciója).

A bázisok, az oxidoktól eltérően, a természetben nem fordulnak elő.

ÖSSZEFOGLALÁS

A bázisok fémes elemek vegyületei $M(\text{OH})_n$ általános képlettel.

Mindegyik bázis ionos vegyület, amely fémes elemek M^{n+} kationjaiból és OH^- hidroxid-anionokból tevődik össze.

A vízben oldható bázisokat lúgoknak nevezzük.

A bázis kémiai elnevezése a fémes elem elnevezéséből és a „hidroxid” szóból tevődik össze.

?

179. Milyen vegyületeket neveznek bázisoknak? Írjátok fel a kéttöltésű kationokat tartalmazó fémes elemek által alkotott bázisok általános képletét. Mi a lúg?
180. Állítsátok össze a cézium-hidroxid és a titán(III)-hidroxid képleteit.
181. Írjátok fel azon bázisok képleteit, amelyek megfelelnek a következő képletű oxidoknak: K_2O , VO , La_2O_3 .
182. Számítsátok ki a 0,2 mol lítium-hidroxid tömegét. (Szóbelileg.)
184. Hány kationt és aniont tartalmaz:
a) 0,1 mol nátrium-hidroxid;
b) $\frac{1}{2}$ mol mangán(II)-hidroxid?
Nevezzétek meg mindegyik ion tömegét az anyagok feltüntetett adagjaiban.
185. Melyik bázis tartalmaz több iont: a 3 mol anyagmennyiségű bárium-hidroxid vagy a 4 mol anyagmennyiségű kálium-hidroxid? A feleletet magyarázzátok meg.

AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

Különleges bázis

Az ammónia gáz nagyon jól oldódik a vízben. Ez az oldat (a mindennapi elnevezése szalmiákszesz) kevés ammónium-iont (NH_4^+) és hidroxid-iont (OH^-) tartalmaz, kémiai tulajdonságai alapján a hígított lúgoldatokra hasonlít. Az a kémiai átalakulás, amely az ammónia vízben való oldódása közben végbemegy, a következő sémával magyarázható



a megfelelő bázist pedig NH_4OH képlettel jelöljük. A vegyületet az oldatból kiválasztani lehetetlen: bomlásának termékeit kapjuk — az ammóniát és a vizet (párát).

25 Savak

A fejezet anyaga segít nektek:

- osztályozni a savakat bizonyos jellemzőik szerint;
- biztosabbá tenni gyakorlati tudásokat az oxigéntartalmú savak képleteinek összeállításában;
- elnevezést adni a savaknak;
- tudomást szerezni a savak elterjedtségéről a természetben.

A savak összetétele és képletei. Az előbbi kémiaórákon megneveztük azokat a savakat, amelyek a nemfémes elemek oxidjainak vízzel való reakcióik során keletkeznek. Az ilyen vegyületek kémiai képleteinek példái: HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 . Azokat az oxidokat, amelyekből savak származnak, *savképző oxidoknak* nevezik.

A savakhoz tartoznak a periódusos rendszer VI. és VII. csoportjaiba tartozó nemfémes elemek hidrogénvegyületeinek (HF , HCl , H_2S és mások) vizes oldatai is.

Az olyan savakat, amelyek az oxidoktól származnak, az *oxigéntartalmú savak* csoportjába egyesítik (46. ábra). Ezen savaknak általános képlete H_mEO_n . A nemfémes elemek hidrogénnel alkotott vegyületeiből képződő savakat *oxigénmenteseknek* nevezik. Az ilyen savak általános képlete H_nE .

Savak



46. ábra.

Savak:

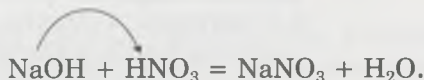
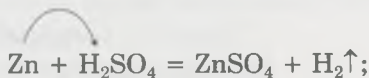
a — ortobórsav;
ortoborátsav
b — kénsav



Mindegyik sav molekuláris vegyület. Bármilyen sav molekulájában egy vagy néhány hidrogénatom van jelen.

A savak olyan vegyületek, amelyek molekulái a kémiai reakciók során fémes elem atomjára (ionjára) cserélhető hidrogénatomokat tartalmaznak.

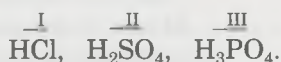
A megfelelő reakciók példái:



A cserélődni képes hidrogénatomok számától függően minden savat egybázisú (például HCl, HNO₃), kétbázisú (H₂S, H₂SO₄), hárombázisú (H₃PO₄)¹ savra osztunk.

A savmolekula azon részét, amely a hidrogénatomhoz (atomokhoz) kapcsolódik, *savmaradéknak* nevezik.

A hidrogénatomok száma a sav molekulájában meghatározza a savmaradék vegyértékét. Ha a savmolekula egy hidrogénatomot tartalmaz, a savmaradék egyvegyértékű, ha két atomot — két vegyértékű és í.t.



Tehát a „vegyérték” fogalmát nemcsak az atomoknál alkalmazzuk, hanem olyan atomcsoportoknál is, melyekben az atomok egymással kapcsolódnak.

► Nevezzétek meg a HNO₃, H₂S savak savmaradékait és állapítsátok meg azok vegyértékét.

Azt az elemet, amely a savat alkotja, *savképző* elemnek nevezik. Megmutatjuk, hogyan lehet kiszámítani a vegyértékét a H₂SO₄ képletű savban. A hidrogén és az oxigén vegyjelei fölött feltüntetjük ezen elemek oxidációfokát:



¹ Vannak savak, melyek molekuláiban mindenegyes hidrogénatom cserélődése lehetetlen.

A négy oxigénatom oxidációfokának száma egyenlő $(-2) \cdot 4 = -8$, a két hidrogénatomé pedig $(+1) \cdot 2 = +2$. Mivel a molekula elektromosan semleges, a kénatom oxidációfokának $+6$ -nak kell lennie:



Ismerve a savképző elem oxidációfokát a savban, könnyen meg lehet határozni azt az oxidot, amelytől származik. Például a H_2SO_4 savnak az SO_3 oxid felel meg (benne a kén oxidációfoka szintén $+6$).

► Határozzátok meg a foszfor oxidációfokát a H_3PO_4 savban és nevezzétek meg a képletét a megfelelő savképző oxidnak.

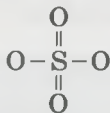
A savaknál nem csak a kémiai, de a szerkezeti képleteket is használják.

Állítsuk össze a H_2SO_4 savnak a szerkezeti képletét.

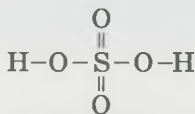
A kén elem a H_2SO_4 savban hat vegyértékű. Elhelyezünk a savképző atom körül 6 vonalkát:



Mindezeknek a vonalkáknak (a vegyérték egységei) ugyanakkor tartozniuk kell a négy kétvegyértékű oxigénatomhoz is. Elhelyezzük az oxigénatomokat a kénatom körül. Két oxigénatomnak „kiutalunk” két-két vonalkát, a másik kettőnek csupán egy-egy jut:



A kénatom minden egyes vegyértékét felhasználtuk, de a baloldali és jobboldali oxigénatomoknál hiányzik egy-egy vonalka (az oxigén kétvegyértékű elem). Megrajzoljuk őket és hozzáírunk balról is, jobbról is egy-egy hidrogént:



E molekula szerkezeti képletét más módszerrel is összeállíthatjuk. Felírjuk a vegyület kémiai képle-

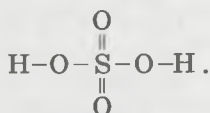
tét, kijelölve benne az OH atomcsoportokat (hidroxil-csoportokat):



A hidroxil-csoport — egyvegyértékű: $-\text{O}-\text{H}$. Összekapcsoljuk vonalkával mindegyik OH-csoportot a kénatommal:



Mivel a kénatom hatvegyértékű, körülötte elhelyezünk még négy vonalkát és mindkét vonalkapárhoz beírjuk az oxigénatomokat:



► Állítsátok össze a H_3PO_4 sav molekulájának szerkezeti képletét.

A savak elnevezése. A savaknak kémiai és triviális elnevezésük van. (7. táblázat).

7. táblázat

A legfontosabb savak

Képlet	Elnevezés*	
	kémiai	triviális
HF	Fluoridsav	Hidrogén-fluorid-sav, folsav
HCl	Kloridsav	Hidrogén-klorid-sav, sósav ¹
H ₂ S	Szulfidsav	Hidrogén-szulfid-sav, kénhidrogénsav
HNO ₂	Nitritsav	Salétromossav
HNO ₃	Nitrátsav	Salétromsav
H ₂ CO ₃	Karbonátsav	Szénsav
H ₂ SiO ₃	Metaszilikátsav	Kovasav
H ₂ SO ₃	Szulfátsav	Kénessav
H ₂ SO ₄	Szulfátsav	Kénsav
H ₃ PO ₄	Ortofoszfátsav	Ortofoszforsav

* Az elnevezés első szavai vannak megadva.

¹ A savat sósavnak nevezték el, mivel régebben a NaCl sóból állították elő.

A savak kémiai elnevezése rendszerint egy olyan összetett szó, amelynek második része „sav”.

Az első szó gyökere a savképző kémiai elem latin elnevezésétől származik (kloridsav — a klór vegyülete). Az oxigénmentes savak elnevezése első szavának -id képzője van (H_2S — szulfidsav). Az oxigéntartalmú savak esetében az első szónak különböző képzője lehet. Ha a savképző elem oxidációfoka a vegyületben a legmagasabb, akkor az -át képzőt használják (H_2SO_4 — szulfátsav), ha pedig az oxidá-

ciófoka alacsonyabb — az -it képzőt (H_2SO_3 — szulfitsav). A H_2SiO_3 és H_3PO_4 savak kémiai elnevezéseiben megtalálhatjuk a „meta” és „orto” prefixumokat is (7. táblázat).

A legtöbb sav triviális elnevezése az egyszerű anyagoktól vagy az elemek hidrogénvegyületeitől származik.

Előfordulás a természetben. Bolygónkon számos sav található. Szénsav keletkezik a szén-dioxid CO_2 gáznak a vízben való feloldódása eredményeképpen. A vulkánkitörések során az atmoszférába kénhidrogén H_2S és kén-dioxid SO_2 kerül. Az első vegyület, a vízben oldódva szulfidsavat (kénhidrogénsavat), a másik vízzel reagálva szulfitsavat (kénessavat) képez.

A növény- és az állatvilág gazdag savakban, amelyek szerves vegyületek. Citromsavat, almasavat, sóskasavat egyes gyümölcsök, bogyók, zöltségek tartalmaznak (47. ábra), hangyasavat a hangyák (ezért csípésük eléggé érezhető), a méhek mérge, a csalán. Amikor megsavanyodik a tej és a bor, megfelelően tejsav és ecetsav keletkezik. Tejsavat tartal-



47. ábra.
Szerves savak
természetes
forrásai

maz ezenkívül a savanyított káposzta, az állati takarmány, a siló; ez a sav felgyülemlik az izmokban munka közben. A gyomorsav szervetlen savat — kloridsavat (sósavat) tartalmaz.

ÖSSZEFOGLALÁS

A sav vegyület, amelynek molekulája egy vagy több, a reakciók során fémes elem atomjaival (ionjaival) helyettesíthető hidrogénatomot tartalmaz.

Megkülönböztetnek oxigénmentes savakat (általános képlet H_nE) és oxigéntartalmú savakat (H_mEO_n). A savmolekulában található hidrogénatomok száma szerint megkülönböztetnek egybázisú, kétbázisú, hárombázisú savakat.

A savmolekulák azon részét, amelyik hidrogénatommal (atomokkal) van összekapcsolva, savmaradéknak nevezik.

Az oxigéntartalmú savak számára létezik egy megfelelő (savképző) oxid. Mindkét vegyületben a savképző elemnek ugyanaz az oxidációfoka.

A savaknak kémiai és triviális elnevezésük van.

A savak igen elterjedtek a természetben.

?

186. Határozzátok meg, mi a sav. Mi a savmaradék? Tüntessétek fel a savmaradékokat az alábbi savak képleteiben H_2Te , HNO_2 és H_3AsO_4 .
187. Milyen sajátásaik alapján osztályozzák a savakat? Írjátok be $HClO_3$, HBr , H_2TeO_3 , HF , HNO_2 , H_2Se , H_3AsO_4 savak képleteit a táblázat megfelelő oszlopába:

Savak				
oxigéntartalmú	oxigénmentes	egyértékű	kétértékű	háromértékű

188. Határozzátok meg a savképző elemek oxidációfokát a $HClO$, HPO_3 , H_2TeO_4 savakban és írjátok fel ezen savaknak megfelelő oxidok képleteit.

189. Állítsátok össze a jód oxigéntartalmú savának kémiai képletét, ha ismeretes, hogy a jódnak e vegyületben az oxidációfoka +5.
190. Keressétek meg a megfelelő kapcsolatot:
- | A sav képlete | A sav elnevezése |
|-------------------------------|------------------|
| 1) H_2SeO_3 ; | a) szelenidsav; |
| 2) H_2Se ; | b) szelenátsav; |
| 3) H_2SeO_4 ; | c) szelenitsav. |
191. Állítsátok össze a HI , HClO , H_2TeO_3 savak szerkezeti képleteit.
192. Milyen anyagmennyiségű elemeket tartalmaznak a 0,5 mol anyagmennyiségű savak: a) nitrátsav; b) szulfátsav. (Szóbelileg).
193. Számítsátok ki a 6,2 g tömegű bórsav H_3BO_3 anyagmennyiségét. (Szóbelileg.)
194. Számítsátok ki az elemek tömegrészét a fluoridsavban (folsavban). (Szóbelileg).
195. Két oxigéntartalmú sav létezik, amelyek móltömege azonos és 98 g/molal egyenlő. Nevezzétek meg e savakat és írjátok fel kémiai képleteiket.

26 Sók

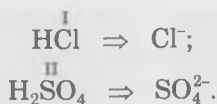
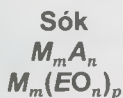
A fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni, hogy mi a só;
- összeállítani a sók képletét és kémiai elnevezését;
- megismerni a sók elterjedtségét a természetben.

A sók összetétele és képletei. A sók osztályába tartozik az a vegyület, amelyet naponta használunk az ételünkben. Ez a konyhasó NaCl . Már tudjátok, hogy ez a só Na^+ - és Cl^- -ionokból tevődik össze. A táblára krétával írtok, ami nem más, mint CaCO_3 . E vegyület szintén só. A krétában Ca^{2+} és CO_3^{2-} -ionok vannak.

A sók olyan vegyületek, amelyek összetételében a fémek elemek kationjai és a savmaradék anionjai vannak.

A savmaradék ionjának negatív töltése van; e töltés értéke egybeesik a savmaradék vegyértékével:



A sóknak, mint a savaknak is, két általános képlete van: $M_m A_n$ și $M_m (EO_n)_p$. Az első képletnek azok a sók felelnek meg, amelyek oxigénmentes savak savmaradékainak ionjait tartalmazzák, a második képletnek pedig olyan sók, amelyek anionjai oxigéntartalmú savakból származnak. A sók képleteinek példái: LiF , CaS , NaNO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Ahhoz, hogy összeállítsuk a só képletét, ismerni kell a kation és anion töltéseit és figyelembe kell vennünk azt, hogy bármilyen vegyület elektromosan semleges. Az ionok töltésének kiderítése céljából felhasználhatjuk a 2. borítólapon elhelyezett táblázatot (úgynevezett oldhatósági táblázatot).

► Állítsátok össze a só képletét, amelyik Fe^{3+} - és NO_3^- -ionokat tartalmaz.

A sók, akárcsak a többi ionvegyületek esetében is, a szerkezeti képleteket nem használják.

A sók elnevezése. Mindegyik sónak megvan a kémiai elnevezése, de egyes sóknak azonkívül van még triviális elnevezése is (8. táblázat).

A só kémiai elnevezése két szóból áll, amelyeket kötőjellel kapcsolunk össze. Az első szó a fém elem elnevezése, a második a megfelelő sav kémiai elnevezésétől származik. Ha a fém elem különbö-



48. ábra.
 Sók

Egyes sók képletei és elnevezései

Képlet		A sav kémiai elnevezése	A só elnevezése	
só	megfelelő sav		kémiai	triviális
KNO_3	HNO_3	nitrátsav	kálium-nitrát	kálsalétrom
K_2CO_3	H_2CO_3	karbonátsav	kálium-karbonát	hamuzsír
CaF_2	HF	fluoridsav (folsav)	kalcium-fluorid	fluorit, folypát (ásvány)
FeCl_2	HCl	kloridsav	vas(II)-klorid	—
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	H_2SO_4	szulfátsav	vas(III)-szulfát	—

zó töltésű kationokat alkot, a kation töltésértékét római számmal feltüntetik az elem megnevezése után (8. táblázat, 48. ábra).

► Határozzátok meg a következő képletű sók kémiai elnevezéseit: KF , PbCO_3 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, CrCl_3 .

Léteznek sók, amelyek az ammónium-hidroxidtól (NH_4OH) származnak (129. old.). Összetételükben megtalálható az NH_4^+ ammóniumkation. Az ilyen vegyületek képletei és elnevezéseik:

NH_4Cl — ammónium-klorid;

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — ammónium-szulfát;

NH_4NO_3 — ammónium-nitrát.

A két utóbbi vegyületet nitrogéntartalmú műtrágyaként alkalmazzák.

Elterjedésük a természetben. A földkéreg összetételében számos só található (49. ábra). Többségük szilikát. Közöttük drágakövek is találhatóak: a világoskék topáz (alumínium-szilikát), a sárgás cirkon (cirkónium-szilikát), a színtelen fenakit (berillium-szilikát), és mások.

Számos lelőhelye létezik a nátrium-kloridnak NaCl (konyhasó), a kálium-kloridnak KCl , a kalcium-karbo-



49. ábra.
Egyes
ásványok
kristályai

nátanak CaCO_3 (kréta, mészkő, márvány). Az utóbbi vegyület a teknősök, korallok, a tojáshéj felépítésének alapját képezi (50. ábra). A ZnS , Cu_2S , PbS szulfidok azok az ércek, amelyekből a megfelelő fémeket állítják elő.

Különböző sók vannak feloldott állapotban a hidroszférában. A tengervíz főleg nátrium-kloridot és magnézium-kloridot tartalmaz, az édesvizek főleg kalcium- és magnézium-sókat (főleg karbonátokat és szulfátokat).



50. ábra
A kalcium-
karbonát
a természetben

ÖSSZEFOGLALÁS

A só olyan ionvegyület, amelynek összetételét valamely fémes elem kationjai és a savmaradék anionjai alkotják. A sók általános képletei — $M_m A_n$ és $M_m (\text{EO}_n)_p$.

Mindegyik sónak van kémiai elnevezése, egyes sóknak pedig ezenkívül még triviális elnevezésük is.

A sók nagyon elterjedtek a természetben.

?

196. Milyen vegyületeket neveznek sóknak? Összetételük szerint miben hasonlítanak a sók a bázisokra és miben különböznek tőlük?
197. Állítsátok össze azon sók képleteit, amelyek a következő ionokból állnak: Li^+ , Mg^{2+} , NO_3^- , CO_3^{2-} .
198. Helyezzétek a táblázat megfelelő kockájába az alábbi sókat képező ionok képleteit — $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, BaBr_2 , K_3PO_4 , Na_2S :

Kationok		Anionok	
egytöltésűek	többszörösűek	egytöltésűek	többszörösűek

199. Nevezzétek meg az alábbi képletekkel rendelkező sókat: NaBr , Al_2S_3 , Li_2SO_4 , CaSO_3 .
200. Állítsátok össze a képletét a cézium-jodidnak, alumínium-fluoridnak, króm(III)-szulfátnak, lítium-ortofoszfátnak.
201. Egyforma vagy különböző anyagmennyiségű anionokat tartalmaznak 20 g CaCO_3 és 20 g CaBr_2 ? (Szóbelileg.)
202. Vegyelemzés segítségével megállapították, hogy a nátrium-szulfát egy bizonyos adagja 0,5 mol SO_4^{2-} -iont tartalmaz. Milyen anyagmennyiségű és milyen tömegű nátrium-iont tartalmaz a vegyület ezen adagja? (Szóbelileg.)
203. Mi tartalmaz legnagyobb számú iont összesen: 1 mol alumínium-szulfát, 2 mol vas(III)-nitrát, 3 mol bárium-klorid vagy 4 mol lítium-fluorid?
204. Kísérletek céljára azonos tömegű anyagokat vettek: vas(III)-ortofoszfátot, nátrium-kloridot és kalcium-karbonátot. Hasonlítsátok össze az ionok összmennyiségét az adott sók egyforma tömegű adagjaiban és válasszátok ki a helyes feleletet:
- a legtöbb ion a vas(III)-ortofoszfát adagjában van;
 - a legtöbb ion a nátrium-klorid adagjában van;
 - a legtöbb ion a kalcium-karbonát adagjában van;
 - a sók kiválasztott adagjaiban azonos mennyiségű ion van.

27

Az oxidok felépítése, tulajdonságaik és felhasználásuk

A fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni, hogyan függnek az oxidok fizikai tulajdonságai a szerkezetüktől;

- elsajátítani a bázisképző és savképző oxidok kémiai tulajdonságait;
- megérteni, mi a cserebomlási reakció;
- megismerni az oxidok felhasználásának területeit.

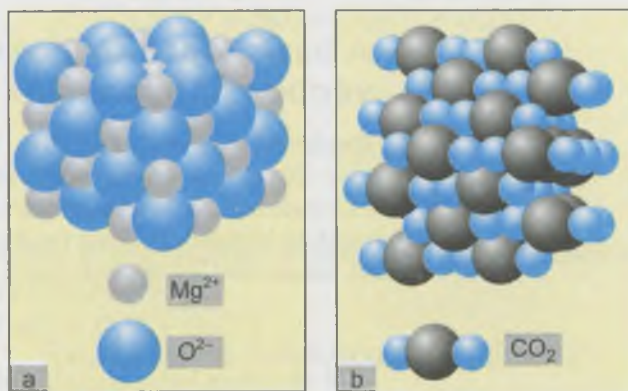
Az oxidok szerkezete és fizikai tulajdonságai. Az oxidok fizikai tulajdonságai, mint más anyagoké is, belső felépítésüktől függenek, attól, milyen részecskékből állnak — atomokból, molekulákból vagy ionokból.

A bázisképző oxidoknak ionos szerkezetük van (51. a ábra). Bennük az ellentétes töltésű ionok erősen vonzzák egymást. Ezért ezek az oxidok közönséges körülmények között szilárd anyagok, amelyek magas hőmérsékleten olvadnak (9. táblázat). Az ionos oxidok zöme nem oldódik a vízben, mások feloldódva, reagálnak a vízzel.

Érdekes tudni

Közönséges körülmények között a H_2O , Cl_2O_7 , Mn_2O_7 oxidok folyadékok.

51. ábra
Szerkezeti modellek:
a — magnézium-oxid
b — szén(IV)-oxid szilárd állapotban



9. táblázat

Egyes oxidok szerkezete és olvadáspontja

Kémiai képlet	Az oxid szerkezete	Olvadáspont, °C
CaO Li_2O	ionos	2630 1453
H_2O SO_2	molekuláris	0 -75
SiO_2	atomos	1610

Majdnem mindegyik savképző oxid molekulákból tevődik össze (51. b ábra). A molekulák közötti vonzóerő nagyon gyenge. Ezért olvadáspontjuk és for-

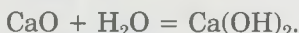
ráspontjuk (9. táblázat) nem magas, és halmazállapotuk közönséges körülmények között különböző. Sokan ezek közül illóanyagok, oldódnak a vízben (számos oxid esetében az oldódás során vegyi reakciók mennek végbe), egyeseknek szaguk van.

A szilícium(IV)-oxidnak SiO_2 és néhány más oxidnak atomszerkezete van. Ezek a szilárd anyagok magas olvadásponttal (9. táblázat) és forrásponttal rendelkeznek. Nem oldódnak a vízben.

Az oxidok kémiai tulajdonságai. Az oxidok készsége más anyagokkal kölcsönhatásba lépni szerkezeti típusuktól függ. Megvizsgáljuk külön-külön azokat a reakciókat, amelyekbe a bázisképző és a savképző oxidok lépnek. Tudjátok, hogy bázisképző oxidoknak nevezik azokat az oxidokat, amelyek bázisoknak felelnek meg, savképzőknek pedig azokat, amelyek savaknak felelnek meg.

A bázisképző oxidokkal végbemenő reakciók

Reakció a vízzel. Tudjátok, hogy a bázisképző oxidok közül csupán az alkálifémek és alkáliföld-fémelemek lépnek kölcsönhatásba a vízzel; eközben bázisok keletkeznek. Ilyen reakció megy végbe például, ha az oltatlan meszet (CaO) vízzel keverik:



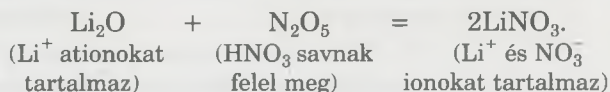
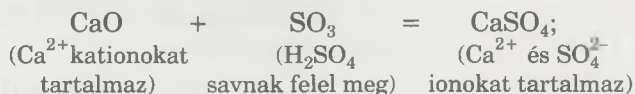
A fémes elem kationjának töltéséből és a hidroxid-anionból kiindulva lehet levezetni a reakció termékének (bázis) a képletét.

► Állítsátok fel a lítium-oxid vízzel való reakciójának egyenletét.

Reakciók savképző oxidokkal. A bázisképző oxidok kölcsönhatásba lépnek az ellentétes jellegű vegyületekkel, azaz olyanokkal, amelyeknek savas tulajdonságaik vannak. Közöttük vannak a savképző oxidok is.

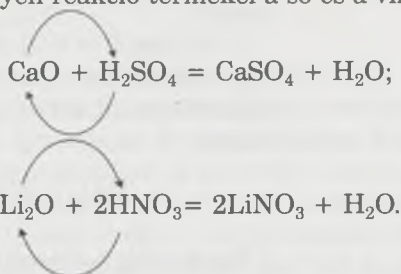
A bázisképző és savképző oxidok kölcsönhatásának terméke egy megfelelő só. Ez a vegyület egy bázisképző oxid fémes elemének kationjaiból és egy savképző oxidból származó savmaradék anionjaiból tevődik össze.

A bázisképző és savképző oxidok közötti reakciók egyenleteinek példái:



► Állítsátok össze a kalcium-oxid és a nitrogén(V)-oxid között végbemenő reakció egyenletét.

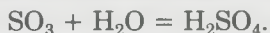
Reakciók savakkal. A bázisképző oxidok nemcsak savképző oxidokkal, hanem savakkal is reagálnak. Az ilyen reakció termékei a só és a víz:



Ha a reakció során a vegyületek kicserélik alkotórészeiket, az cserebomlási reakció.

Reakciók a savképző oxidokkal

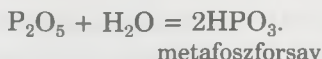
Reakció a vízzel. Majdnem mindegyik savképző oxid reagál a vízzel (kivétel a SiO_2 -oxid). Eközben oxigéntartalmú savak keletkeznek:



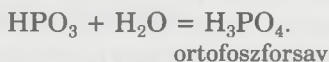
A savak képleteit — a savképző oxidok vízzel való reakciói termékeinek képleteit ugyanúgy állítják össze, mint a bázisok képleteit, felsorolva a reagensek képleteiben előforduló mindenegybes atomot.

► Állítsátok össze a nitrogén(V)-oxid vízzel való reakciójának egyenletét.

A foszfor(V)-oxid kölcsönhatásának a vízzel vannak bizonyos sajátosságai. Először a következő reakció megy végbe:



E reakció terméke szintén reagál a vízzel, más savvá alakulva át:

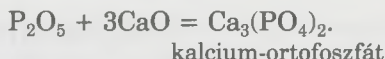


Ha a vízmennyiség elegendő mindkét reakció végbemeneteléhez, azaz feleslegben van véve, felírhatjuk az „összegzett” kémiai reakciót:

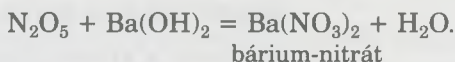
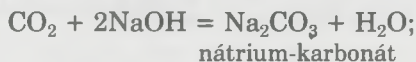


Reakciók a bázisképző oxidokkal. A savképző oxidok reagálnak az ellentétes vegyi jellegű vegyületekkel — a bázisképző oxidokkal és a bázisokkal.

A savképző és bázisképző oxidok egymás közötti kölcsönhatásáról már esett szó. Még egy hasonló reakciót írunk fel a P_2O_5 savképző oxid részvételével:



Reakciók bázisokkal. A savképző oxidok reagálnak a bázisokkal, miközben só és víz keletkezik:



A só attól a savtól származik, amelyik megfelel az adott savképző oxidnak.

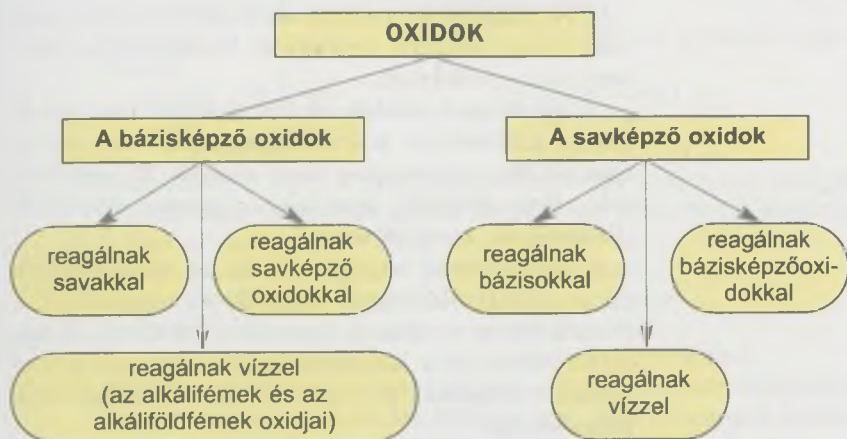
► Állítsátok össze a kén(IV)-oxid és a kalcium-hidroxid reakciójának egyenletét.

Az ismertetett anyagot a 6. séma foglalja össze.

Számos fémes elem oxidja mind bázisos, mind savas tulajdonságokkal rendelkezik. Ezekkel a vegyületekkel való reakciókat a 31. fejezetben tárgyaljuk majd.

Az oxidok alkalmazása. A gyakorlatban néhány tíz oxidot használnak. Mindenki tudja, hogy a legtöbbit használt oxid — a víz. A vasércből (melyek

A bázisképző és savképző oxidok legfontosabb kémiai tulajdonságai



52. ábra

Drágakövek:

- a* — rubin
(Cr_2O_3 -mal szennyezett Al_2O_3);
b — zafír
(vasoxiddal és titánoxiddal szennyezett Al_2O_3);
c — ametiszt
(vasoxidokkal szennyezett SiO_2)

vasoxidokat tartalmaznak) állítják elő a vasat. A kvarc SiO_2 a kvarcüveg gyártásának nyersanyaga. Ez az üveg, a közönséges üvegtől eltérően, átengedi az ultraibolya sugarakat (a kvarcégő alatt ugyanúgy leburnulhatunk, mint a napon). A homokot, mely főleg a SiO_2 oxidból áll, az üveggyártásnál alkalmazzák, s azonkívül oltatlan mészként CaO is az építkezéseken. Sok oxid a vegyszergyártásban a reagens szerepét játssza. A korund kristályoknak Al_2O_3 magas a keménysége. E vegyület pora csiszolóanyagként szolgál a fém-, kerámia- és más fajtájú felületek megmunkálásánál. Egyes oxidokat festékek alapanyagaként használják: Fe_2O_3 — a barna festék, Cr_2O_3 — a zöld festék, a TiO_2 és ZnO a fehér festék alapanyaga. Az adalékanyagokkal színezett természetes és mesterséges alumínium- és szilícium-oxidok kristályait (52. ábra) ékszerek gyártására használják.



ÖSSZEFOGLALÁS

A bázisképző oxidoknak ionos szerkezetük van. Ezek szilárd anyagok. Rendszerint vízben nem oldódnak.

A savképző oxidok molekulákból tevődnek össze, különböző halmazállapotuk van, olvadás- és forráspontjuk nem magas. E vegyületek zöme oldódik a vízben, egyesek közülük illékonyak, szaguk van.

A bázisképző oxidok közül az alkálifémek és az alkáliföldfémek vegyületei reagálnak a vízzel. Ezen reakciók termékei bázisok. A bázisképző oxidok kölcsönhatásba lépnek a savképző oxidokkal és a savakkal, miközben sók képződnek.

Majdnem mindegyik savképző oxid reagál a vízzel (a reakciók termékei — oxigéntartalmú savak), azonkívül a bázisképző oxidokkal és bázisokkal, miközben sók képződnek.

A savképző oxidok reagálnak a vízzel (a reakciók termékei oxigéntartalmú savak), azonkívül a bázisképző oxidokkal és bázisokkal, miközben sók képződnek.

Azokat a reakciókat, amelyek során a vegyületek felcserélik alkotórészeiket, cserebomlási reakcióknak nevezik.

Számos oxidot széleskörűen alkalmaznak különböző területeken.

?

205. A két vegyület — Cl_2O és Li_2O — közül az egyik közönséges körülmények között gáznemű és szaga van. Nevezzétek meg e vegyületet és indokoljátok meg választásotokat.
206. A felsorolt oxidok közül válasszátok ki az ionos anyagokat: P_2O_3 , Cl_2O_7 , K_2O , BaO , SO_3 .
207. Írjátok be a táblázat megfelelő kockáiba az alábbi oxidok képletét: Li_2O , Cu_2O , Cl_2O_7 , MgO , SiO_2 , FeO , SO_2 :

Oxidok	
bázisképző	savképző

208. Soroljátok fel minden bázisképző oxidot, melyek reagálnak a vízzel. Írjátok fel két megfelelő kémiai egyenletet általános alakban, az oxidokat M_2O és MO képletekkel jelölve.
209. Töltsétek ki a reakciók sémáit és állítsátok fel a kémiai egyenleteket:
- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| a) $SrO + H_2O \rightarrow$ | b) $SeO_3 + H_2O \rightarrow$ |
| $MgO + Cl_2O_7 \rightarrow$ | $SiO_2 + BaO \rightarrow$ |
| $CaO + HNO_3 \rightarrow$ | $I_2O_5 + NaOH \rightarrow$ |
210. Határozzátok meg, a jobboldali oszlop mely anyagaival reagál a baloldali oszlop minden egyes anyaga, és írjátok fel a megfelelő kémiai egyenleteket:
- | | |
|-----------------|---------------------|
| bárium-oxid | salétromsav |
| foszfor(V)-oxid | kálium-hidroxid |
| szén(IV)-oxid | kalcium-oxid |
| | hidrogén-bromid-sav |
211. Állítsátok össze azon reakciók egyenleteit, melyek eredményeképpen magnézium-ortofoszfát képződik, ha a reagensek a következők: a) két oxid; b) oxid és sav; c) oxid és bázis.
212. Írjátok fel azon reakcióegyenleteket, amelyek segítségével meg lehet valósítani a következő átalakulásokat:
- | | |
|---|---|
| a) $Li \rightarrow Li_2O \rightarrow LiOH;$ | c) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_3;$ |
| b) $Mg \rightarrow MgO \rightarrow Mg(NO_3)_2;$ | d) $C \rightarrow CO_2 \rightarrow BaCO_3.$ |
213. Az interneten szerzett adatok alapján készítsetek rövid beszámolót a széndioxid felhasználásáról.

28

A kémiai egyenletek alapján végzett számítások

A fejezet anyaga segít nektek:

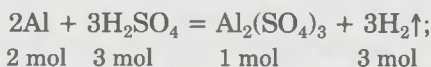
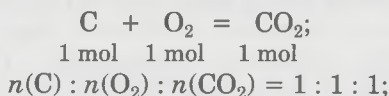
- kiszámítani a kiinduló reagensek és reakciótermékek anyagmennyiségét, tömegét és térfogatát a kémiai egyenletek alapján;
- aránypárokat állítani össze és alkalmazni azokat a feladatok megoldására.

A középkorban az alkimisták nem tudták, hogy számítások segítségével előre meg lehet tudni, milyen tömegű anyagok lépnek reakcióba vagy keletkeznek a reakció során. Kísérleteikhez az anyagok tetszőleges adagját vették és azok maradéka alapján következtettek arra, minden egyes anyagnak milyen tömege lépett kölcsönhatásba.

Napjainkban nem csupán a tömegek, de a kiinduló reagensek és a reakciótermékek anyagmennyi-

ségeinek, a gázok térfogatainak kiszámítását is a kémiai egyenlet alapján valósítják meg. Eközben felhasználják a relatív atom-, molekula-, képlettömegeket vagy a moláris tömegeket. Ilyen számításoknak köszönhetően a kémikus vagy a vegyészmérnök céltudatosan meg tudja valósítani a kémiai átalakulást, előállítani a szükséges tömegű reakcióterméket és elkerülni a kiinduló anyagok szükségtelen feleslegét.

Ebben a paragrafusban néhány feladat van bemutatva a kémiai egyenletek felhasználásával. Megjegyezzük, hogy az egyenletekben szereplő együtthatók a kiinduló reagensek és a reakciótermékek anyagmennyiségeinek arányát mutatják:



$$n(\text{Al}) : n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : n(\text{H}_2) = 2 : 3 : 1 : 3.$$

1. FELADAT. Milyen anyagmennyiségű lítium-hidroxid keletkezik, ha 4 mol lítium-oxid vízfelesleggel reagál?

Adva van:

$$n(\text{Li}_2\text{O}) = 4 \text{ mol}$$

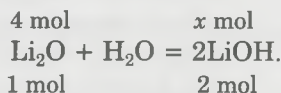
$$n(\text{LiOH}) = ?$$

Megoldás

1. Összeállítjuk a kémiai egyenletet:



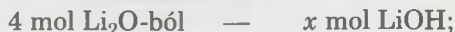
2. Előkészítjük az aránypár felállításához szükséges feliratot. A Li_2O és LiOH vegyületek képletei alatt feltüntetjük anyagmennyiségeiket a kémiai reakció együtthatói alapján (1 mol, 2 mol), a képletek fölött pedig a feladat feltételei között szereplő oxid anyagmennyiségét (4 mol) és a hidroxid ismeretlen anyagmennyiségét (x mol):



3. Kiszámítjuk a lítium-hidroxid anyagmennyiségét. Felállítjuk az aránypárt és megoldjuk azt a reakcióegyenlet szerint:

1 mol Li_2O -ból keletkezik 2 mol LiOH ,

a feladat feltétele szerint



$$\frac{1}{4} = \frac{2}{x}; \quad x = n(\text{LiOH}) = \frac{4 \cdot 2}{1} = 8 \text{ (mol)}.$$

Felelet: $n(\text{LiOH}) = 8 \text{ mol}$.

2. FELADAT. A szén-dioxid milyen tömege reagál 28 g kalcium-oxiddal?

Adva van:

$$m(\text{CaO}) = 28 \text{ g}$$

$$m(\text{CO}_2) \text{ --- ?}$$

Megoldás

1. módszer

1. Felállítjuk a kémiai egyenletet:



Az egyenlet szerint egyforma anyagmennyiségű oxidok lépnek reakcióba, például 1 mol CaO és 1 mol CO₂.

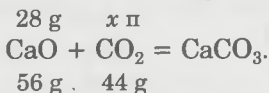
2. Kiszámítjuk a feladat feltételeiben említett anyagok móltömegét:

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ g/mol}; \quad M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}.$$

1 mol CaO tömege 56 g, 1 mol CO₂ pedig — 44 g.

3. Elkészítjük az aránypár felállításához szükséges feliratot.

A kémiai egyenletben a kiinduló reagensek képletei alatt feltüntetjük mindegyik anyag 1 mol-jának tömegeit, a képletek fölött pedig — a feladat feltételéből ismert kalcium-oxid tömegét és a szén-dioxid ismeretlen tömegét:



4. Kiszámítjuk a szén-dioxid tömegét.
Felállítjuk és megfejtjük az aránypárt:
az egyenlet szerint

$$56 \text{ g CaO reagál } 44 \text{ g CO}_2\text{-vel,}$$

a feladat feltétele szerint

$$28 \text{ g CaO} \quad \text{---} \quad x \text{ g CO}_2\text{-vel};$$

$$\frac{56}{28} = \frac{44}{x}; \quad x = m(\text{CO}_2) = \frac{28 \cdot 44}{56} = 22 \text{ (g)}.$$

2. módszer

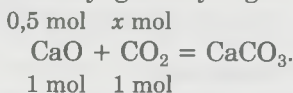
1. Felállítjuk a kémiai egyenletet:



2. Kiszámítjuk a kalcium-oxid anyagmennyiségét:

$$n(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{28 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol.}$$

3. A kémiai egyenletben a kiinduló reagensek képletei alatt felírjuk anyagmennyiségeiket az együtthatók alapján, a képletek fölött pedig — a kalcium-oxid kiszámított anyagmennyiségét és a szén-dioxid ismeretlen anyagmennyiségét:



4. Az aránypár segítségével kiszámítjuk a szén-dioxid anyagmennyiségét:

$$x = n(\text{CO}_2) = \frac{0,5 \cdot 1}{1} = 0,5 \text{ (mol).}$$

5. Meghatározzuk a szén-dioxid tömegét:

$$\begin{aligned} m(\text{CO}_2) &= n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = \\ &= 0,5 \text{ mol} \cdot 44 \text{ g/mol} = 22 \text{ g.} \end{aligned}$$

Felelet: $m(\text{CO}_2) = 22 \text{ g.}$

- 3. FELADAT.** Milyen térfogatú kén-dioxid (n. k.) reagál nátrium-hidroxiddal abban az esetben, ha a keletkezett nátrium-szulfit anyagmennyisége 0,2 mol?

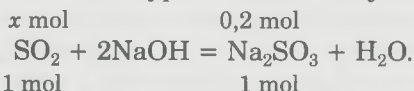
Adva van:

$$\begin{aligned} n(\text{Na}_2\text{SO}_3) &= \\ &= 0,2 \text{ mol} \\ \text{c. n.} \end{aligned}$$

$$V(\text{SO}_2) = ?$$

Megoldás

1. Felírjuk a kémiai egyenletet és elkészítjük feljegyzéseinket az aránypár felállítására céljából:



2. Meghatározzuk a kén-dioxid anyagmennyiségét. Felállítjuk és megoldjuk az aránypárt.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol SO}_2\text{-ből keletkezik} & 1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_3, \\ x \text{ mol SO}_2\text{-ből} & \text{—} & 0,2 \text{ mol Na}_2\text{SO}_3; \end{array}$$

$$x = n(\text{SO}_2) = \frac{1 \cdot 0,2}{1} = 0,2 \text{ (mol).}$$

3. Kiszámítjuk a kén-dioxid térfogatát normál körülmények között:

$$\begin{aligned} V(\text{SO}_2) &= n(\text{SO}_2) \cdot V_M = \\ &= 0,2 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ l/mol} = 4,48 \text{ l.} \end{aligned}$$

Felelet: $V(\text{SO}_2) = 4,48 \text{ l.}$

Egyes feladatokban két reakcióról van szó, amelyek egyidejűleg mennek végbe. Megoldásuk módszere abban rejlik, hogy egyismeretlenű matematikai egyenletet állítunk össze (vagy két egyenletből álló rendszert két ismeretlennel).

4. FELADAT. Elegendő víz hozzáadásakor 11,6 g lítium-oxid és kalcium-oxid keverékéhez 17,0 g hidroxidkeverék keletkezik. Határozzátok meg az oxidok tömegeit a keverékben.

Adva van:

$$\begin{aligned} m(\text{Li}_2\text{O}, \text{CaO}) &= \\ &= 11,6 \text{ g} \\ m(\text{LiOH}, \\ \text{Ca(OH)}_2) &= \\ &= 17,0 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(\text{Li}_2\text{O}) &= ? \\ m(\text{CaO}) &= ? \end{aligned}$$

Megoldás

1. A lítium-oxid tömegét x g-nak vesszük. Akkor a 11,6 g kalcium-oxid tömege (grammokban) egyenlő lesz:

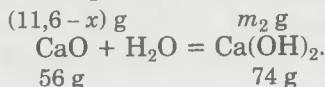
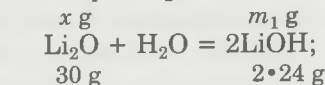
$$m(\text{CaO}) = m(\text{Li}_2\text{O}, \text{CaO}) - m(\text{Li}_2\text{O}) = 11,6 - x \text{ (g)}.$$

2. Kiszámítjuk a lítium és kalcium oxidjainak móltömegét:

$$M(\text{Li}_2\text{O}) = 30 \text{ g/mol}; M(\text{LiOH}) = 24 \text{ g/mol};$$

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ g/mol}; M(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ g/mol}.$$

3. Felállítjuk a reakcióegyenleteket a reagensek és termékek tömegeinek feltüntetésével, a LiOH- és Ca(OH)_2 -vegyületek ismeretlen tömegeit megfelelően m_1 és m_2 -vel jelölve:



4. Felírunk két aránypárt és megkapjuk a hidroxidok számítására alkalmas matematikai kifejezéseket:

$$\frac{x}{30} = \frac{m_1}{2 \cdot 24}; \quad m_1 = m(\text{LiOH}) = \frac{2 \cdot 24x}{30} = 1,6x$$

$$\frac{11,6 - x}{56} = \frac{m_2}{74};$$

$$m_2 = m(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{(11,6 - x) \cdot 74}{56} = 15,3 - 1,32x.$$

5. A hidroxidok megkeresett össztömege 17 g. Ezen egyenletet megoldva meghatározzuk az oxidok tömegeit külön-külön:

$$m_1 + m_2 = m(\text{LiOH}) + m(\text{Ca(OH)}_2) = 17,0;$$

$$1,6x + 15,3 - 1,32x = 17,0; \quad x = m(\text{Li}_2\text{O}) = 6,07 \text{ (g)};$$

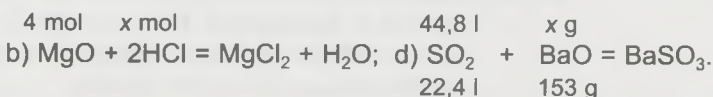
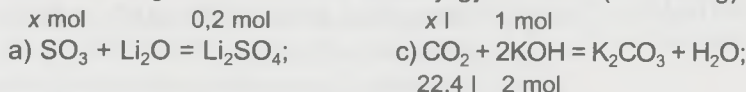
$$m(\text{CaO}) = 11,6 - 6,07 = 5,53 \text{ (g)}.$$

Felelet: $m(\text{Li}_2\text{O}) = 6,07 \text{ g}; m(\text{CaO}) = 5,53 \text{ g}.$

Ahhoz, hogy kiszámíthassák a kiinduló reagensek és a reakciótermékek tömegeit, anyagmennyiségeit, a gázok térfogatait, a kémiai egyenleteket használják fel.

A feladatok megoldását aránypárok felállítással valósítják meg, s azon képletek segítségével, amelyek tükrözik a megfelelő fizikai mennyiségek összefüggését.

214. Keressétek meg az x értékét az alábbi jegyzetekben (szóbelileg):



215. Milyen anyagmennyiségű foszfor(V)-oxid képződik 0,1 mol foszfornak elegendő mennyiségű oxigénnel való kölcsönhatása során?
216. A reakció az $A + 3B = 2C + 2D$ egyenlet szerint megy végbe. Milyen anyagmennyiségű C és D anyagok keletkeznek, ha reakcióba lép:
a) 0,1 mol A; b) 6 mol B? (Szóbelileg.)
217. Milyen tömegű magnézium-oxid keletkezik 12 g magnézium elégetése során? (Szóbelileg.)
218. Számítsátok ki azon kalcium-nitrát tömegét, amely 25,2 g salétromsav kalcium-oxiddal való reakciója során keletkezik.
219. Milyen térfogatú kén-dioxid SO₂ (n. k.) képződik 16 g kén elégetése során? (Szóbelileg.)
220. Számítsátok ki a szén-dioxid azon térfogatát (n. k.), amely 37 g kalcium-hidroxid kalcium-karbonáttá való átalakításához szükséges.
221. Foszfor(V)-oxid és szilícium(IV)-oxid keverékéhez víz felesleget öntöttünk, minek következtében 98 g ortofoszforsav keletkezett és 20 g szilárd anyag maradt meg. Számítsátok ki a foszfor(V)-oxid tömegét és tömegrészarányát az oxidok keverékében.
222. A kén-dioxid és szén-dioxid gázok 1,52 g tömegű elegyének a bárium-oxiddal való kölcsönhatása során 6,07 g sókeverék képződött. Határozzátok meg a kiinduló gázok tömegeit az elegyenben.

29

A bázisok tulajdonságai és alkalmazásuk

A fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni a bázisok fizikai tulajdonságait;
- elsajátítani a bázisok kémiai tulajdonságait;
- prognosztizálni a lúgnak a sóval való reakcióját;
- megismerni a bázisok alkalmazásának területeit.

A bázisok fizikai tulajdonságai. Már tudjátok, hogy minden egyes bázis egy fémes elem pozitív töltésű ionjából és hidroxid-ionokból (OH^-) áll. A bázisok, akár az ionos oxidok, közönséges körülmények között szilárd anyagok. Magas olvadásponttal kellene rendelkezniük, azonban már enyhe melegítés során is majdnem minden bázis felbomlik (megfelelő oxidra és vízre). Megolvasztani csupán a nátrium-hidroxidot és kálium-hidroxidot lehet (e vegyületek olvadáspontjai megfelelően 322 és 405 °C).

A bázisok többsége nem oldódik a vízben (53. ábra). Kis mértékben oldódnak a $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ és $\text{Sr}(\text{OH})_2$ hidroxidok, jól oldódnak az alkálielemek (Li, Na, K, Rb, Cs) hidroxidjai, és a $\text{Ba}(\text{OH})_2$ vegyület. Már tudjátok, hogy a vízben oldódó bázisokat lúgoknak nevezik.

A lúgok és oldataik érintésre szappanszerűek, számos anyagot roncsolnak, a bőrön, nyálkahártyán égést okoznak, erősen károsítják a szemet (54. ábra). Ezért a nátrium-hidroxidnak a triviális elne-

53. ábra.

Az oldatokban végbemenő kémiai reakciók során keletkezett bázisok csapadékai



54. ábra.
Figyelmeztetés
a nátrium-
hidroxidot
tartalmazó
edény címkéjén



vezése „marónátron”. A lúgokkal és oldataikkal való munka közben legyenek különösen óvatosak. Ha a lúgoldat a kezekre kerül, azonnal bő vízzel mossátok le és forduljatok segítségért a tanárhoz vagy laboránshoz. Tőlük megkapjátok valamely anyag (például az ecetsav) híg oldatát, amellyel kezelni kell a bőrfelületet a lúgmaradék semlegesítése végett. Ezután a kezeket jól mossátok meg vízzel.

A bázisok kémiai tulajdonságai. Számos reakció lehetősége a bázisok részvételével e vegyületek vízben való oldhatóságától függ. A lúgok a kémiai átalakulásokban jelentősen aktívabbak az oldhatatlan bázisoktól, amelyek például a sókkal és egyes savakkal nem reagálnak.

55. ábra.
Az indikátorok
színe
a) a vízben és
b) a lúgoldatban

Hatásuk az indikátorokra. A lúgoldatok képesek megváltoztatni a színét egyes különleges anyagoknak — az indikátoroknak. Megfelelő kísérleteket a 7. osztályban végeztetek már.

Az oldhatatlan bázisok az indikátorokra nem hatnak.



lakmusz



fenoltalein



metilnarancs



univerzális
indikátor

2. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

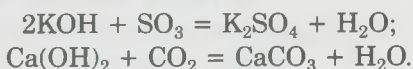
A lúgoldat hatása az indikátorokra

A kémcsőbe, mely nátrium-hidroxid-darabkát tartalmaz, öntsetek vizet (a kémcső térfogatának feléig) és üvegpálcikával keverve az oldatot, oldjátok fel a vegyületet. Az előállított oldattal megnedvesített pálcikával érintsétek meg az univerzális indikátor-papírt. Mit észleltek?

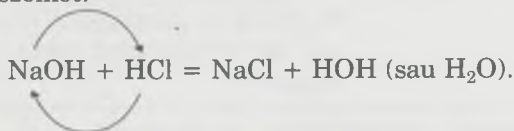
A lúgoldatot osszátok el három kémcsőbe. Az egyik kémcső tartalmába cseppentsetek 1—2 csepp lakmuszoldatot, a másikba ugyanannyi fenolftalein-oldatot, a harmadikba pedig metilnarancs-oldatot. Hogyan változik meg mindegyik indikátor színe?

A kémcsövet, melyben a lúgoldat a fenolftaleinnel található, hagyjátok meg a következő kísérletekhez.

Reakciók savképző oxidokkal. Az oldódó és nem oldódó bázisok kölcsönhatásba lépnek az ellentétes jellegű vegyületekkel, azaz olyanokkal, amelyeknek savas tulajdonságaik vannak. Ezek között a vegyületek között található a savképző oxidok. A megfelelő reakciókat a 27. fejezetben tárgyaltuk. Íme néhány további példa:



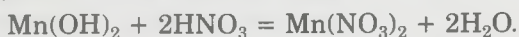
Reakciók savakkal. A bázisnak a savval való kölcsönhatása közben a vegyületek kicserélik alkotórészeiket:



Ez — cserebomlási reakció.

Kideríteni, maradt-e még lúg a sav bizonyos adagjának hozzáadása után, úgy lehetséges, hogy 1-2 csepp fenolftalein-oldatot adunk az oldathoz. Ha nem jelent meg málnavörösszín, akkor a lúg teljesen reagált a savval.

Az oldhatatlan bázis savval való reakciójának példája:



A bázisok és savak között végbemenő reakciót *semlegesítési (neutralizációs) reakciónak* nevezik.

3. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A lúg kölcsönhatása a savakkal az oldatban

A nátrium-hidroxidot és fenolftaleint tartalmazó kémcsőbe (a második kísérletből) cseppenként adagoljunk pipetta segítségével hígított kénsavoldatot addig, míg el nem tűnik az indikátor színe. A kémcső tartalmát fokozatosan keverjük össze üvegpálcikával vagy összerázással.

Miért színtelenedett el az oldat?

Írjuk fel a megfelelő kémiai egyenletet.

A semlegesítési reakciókat gyakran alkalmazák az ipari létesítmények szennyvizeinek megtisztítására lúgoktól és savaktól. Az ilyen reakciók termékei — sók — veszélytelenebbek a környezetre. Nagyon hatékony és gazdaságilag kifizetődő a különböző üzemek lúgos és savas szennyvizeinek kölcsönös semlegesítése.

A lúgok reakciói a sókkal. Ezek cserébomlási reakciók. E reakciók az oldatokban mennek végbe, méghozzá *a kiinduló sónak oldódó vegyületnek kell lennie, az új bázisnak vagy új sónak pedig oldhatatlannak.*

Derítsük ki a reakció lehetőségét a nátrium-hidroxid és a mangán(II)-nitrát között. Használjuk az oldhatósági táblázatot (feltüntetjük egy részét):

Anionok	Kationok							
	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	...	Zn ²⁺	Mn ²⁺	Pb ²⁺	...
OH ⁻	o	o	o		n	n	n	
NO ₃ ⁻	o	o	o		o	o	o	

A NaOH lúg és a Mn(NO₃)₂ só oldhatók a vízben. Ezen anyagok kicserélik ionjaikat, ha oldhatatlan vegyület keletkezik. Ilyen vegyület a Mn(OH)₂ bázis,

az új só NaNO_3 pedig megmarad az oldatban. Tehát, a nátrium-hidroxid és mangán(II)-nitrát közötti reakció lehetséges:

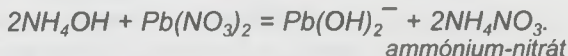
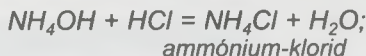
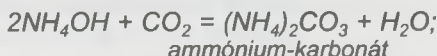


- Reagálhat-e egymással a bárium-hidroxid és a kálium-karbonát az oldatban? Pozitív felelet esetén írjátok fel a megfelelő kémiai egyenletet.

Hőbomlás. Majdnem mindegyik bázis (a nátrium-hidroxid és kálium-hidroxid kivételével) hevítéskor megfelelő oxidra és vízre (vízgőzre) bomlik:



Az ammónium-bázis (az ammónia vizes oldata) a lúgokhoz hasonlóan megváltoztatja az indikátorok színét, kölcsönhatásba lép a savképző oxidokkal, savakkal, sókkal:



Az ismertetett anyagot a 7. séma foglalja össze.

7. séma

A bázisok kémiai tulajdonságai



A bázisok alkalmazása. Széleskörű alkalmazást a bázisok közül csupán a lúgok nyertek, elsősorban a kalcium-hidroxid és a nátrium-hidroxid. Már tudjátok, hogy az „oltott mész” néven szereplő anyag nem más, mint a kalcium-hidroxid $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Az oltott meszet kötőanyagként használják az építészetben: homokkal és vízzel keverik. Az így elkészített keveréket ráviszik a téglára, e keverékkel vakolják a falakat. A bázisnak a szén-dioxiddal és szilícium(IV)-oxiddal való reakciója eredményeképpen a keverék megszilárdul.

► Állítsátok össze ezen reakciók egyenleteit.

A kalcium-hidroxidot azonkívül felhasználja a cukoripar, a mezőgazdaság, a fogkrémgyártás. Ezenkívül még számos más fontos anyag előállításánál alkalmazzák. A nátrium-hidroxidot felhasználják a szappangyártásnál (létrehozzák a lúg reakcióját a zsírokkal), a gyógyszergyártásnál, a bőriparban, a kőolajtisztításnál stb.

ÖSSZEFOGLALÁS

A bázisok — ionos szerkezetű szilárd anyagok. A bázisok többsége nem oldódik a vízben. Az oldható bázisokat lúgoknak nevezik. A lúgok megváltoztatják a különleges anyagok — indikátorok színét.

A bázisok kölcsönhatásba lépnek a savképző oxidokkal és savakkal, miközben sók és víz keletkeznek. A lúgok azonkívül az oldatokban reagálnak a sókkal is; mindenegyves reakció termékei — más bázis és só. Az oldhatatlan bázisok melegítéskor a megfelelő oxidra és vízre bomlanak.

A bázis és sav között végbemenő reakciót semlegesítési (neutralizációs) reakciónak nevezik.

A gyakorlatban főleg a kalcium-hidroxidot és a nátrium-hidroxidot használják.

?

223. Jellemezzétek a bázisok fizikai tulajdonságait. Mi a lúg?
224. Milyen anyagokat neveznek indikátoroknak? Hogyan változtatják meg színüket lúg jelenlétében az ismert indikátorok?

225. Hozzatok fel példákat bázisokkal végbemenő cserebomlási, semlegesítési és bomlási reakciókra.
226. Egészítsétek ki a reakciók vázlatait és állítsátok össze a kémiai egyenleteket:
- | | |
|---|--|
| a) $\text{KOH} + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow$ | c) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{SO}_3 \rightarrow$ |
| $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ | $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ |
| b) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ | d) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ |
| $\text{LiOH} + \text{NiCl}_2 \rightarrow$ | $\text{Bi}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t}$ |
227. Írjátok fel a bázisok (baloldali oszlop) és sók (jobboldali oszlop) közötti reakciók (ha azok lehetségesek) egyenleteit:
- | | |
|---------------------|------------------|
| kálium-hidroxid | kalcium-karbonát |
| mangán(II)-hidroxid | vas(II)-nitrát |
| bárium-hidroxid | nátrium-szulfát |
228. Mely reakciók segítségével lehet megvalósítani a nyilakkal jelölt átalakulásokat:
- a) $\text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4$;
 b) $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{CaBr}_2$.
- Írjátok fel a megfelelő reakciók egyenleteit.
229. Milyen anyagmennyiségű magnézium-hidroxid lép reakcióba 12,6 g salétromsavval?
230. Számítsátok ki a vas(II)-hidroxid azon tömegét, mely 0,05 mol nátrium-hidroxid és feleslegben vett vas(II)-szulfát kölcsönhatása eredményeképpen képződik.
231. Milyen térfogatú kén-dioxid (n.k.) szükséges a báriumionok (oldhatatlan só összetételében) teljes kicsapásához az olyan oldatból, amely 34,2 g bárium-hidroxidot tartalmaz?
232. Milyen tömegű csapadék keletkezik 22,4 g kálium-hidroxid és feleslegben vett mangán(II)-klorid kölcsönhatásakor?
233. 25,1 g nátrium-hidroxid és bárium-hidroxid keverékének a semlegesítésére 25,2 g salétromsavat használtak. Határozzátok meg a nátrium-hidroxid tömegrészarányát a kiinduló keverékben.

30

A savak tulajdonságai és alkalmazása

A fejezet anyaga segít nektek:

- megérteni a savak fizikai tulajdonságait;
- elsajátítani a savak kémiai tulajdonságait;
- következtetni a sav fémekkel való reakciójának lehetőségére;
- megismerni a savak alkalmazásának területeit.

56. ábra.
A kénsav oldása
a vízben



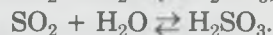
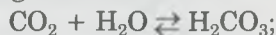
A savak fizikai tulajdonságai. Mindegyik savnak molekuláris szerkezete van. A savakban a molekulák egymáshoz gyengén vonzódnak (eltérően a bázisképző oxidokban és bázisokban található ellentétes töltésű ionoktól). Ezért a savaknak alacsony az olvadáspontjuk, majdnem mindegyik közönséges körülmények között folyadék. A savak oldódnak a vízben (a H_2SiO_3 sav kivételével), számos esetben oldhatóságuk végtelen, azaz a vízzel bármilyen arányban keverednek és oldatot képeznek. Egyes savak oldódása közben jelentős hőmennyiség keletkezik (56. ábra).

Már ismeretes, hogy az oxigénmentes savak a gázok vizes oldatai. E gázok a VI. és VII. csoport nemfémek elemeinek vegyületei a hidrogénnel (például, HCl , H_2S). Ezek a gázok oldataikból még a megszokott körülmények között is kiválnak.

Az illó sav az, amely gyenge melegítéskor gázművé válik, ilyen a salétromsav (HNO_3), s ezenkívül néhány más sav. Az illó savaknak szaga van.

Az ortofoszforsav (ortofoszfátsav) H_3PO_4 , ortobórsav (ortoborátsav) H_2BO_2 , kovasav (metaszilikátsav) H_2SiO_2 — szilárd anyagok. Ezek a vegyületek, akárcsak a kénsav H_2SO_4 , nem illékonyak.

A szénsav (karbonátsav) és a kénessav (szulfitsav) csupán vizes oldatban létezik. A megfelelő oxidok nem lépnek teljesen kölcsönhatásba a vízzel, a keletkező savak pedig részben oxidokra és vízre bomlanak:

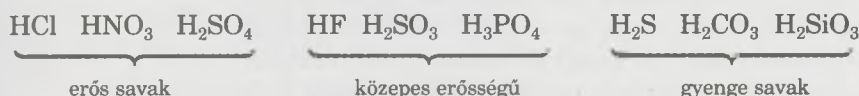


A savak többsége — mérgező anyag. Komoly mérgezéseket és égési sebeket okozhatnak a bőrön.

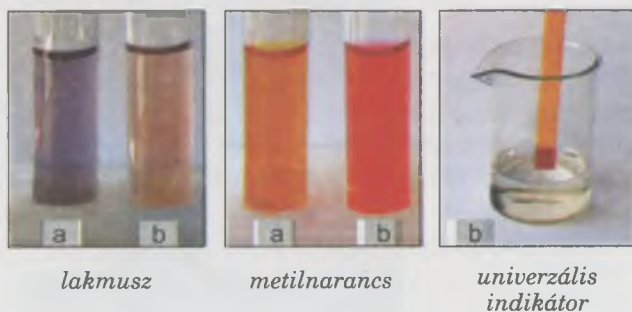
Ezért a savakkal, akárcsak a lúgokkal, nagyon óvatosan kell dolgozni, betartva a biztonsági szabályokat. Ha a savoldat a kezünkre kerül, azt azonnal nagymennyiségű folyóvízzel kell lemosnunk, azután a bőrt híg szódaoldattal kezeljük (a maradék sav semlegesítése céljából). A legvégeén kezünket mossuk meg jól vízzel.

A savak kémiai tulajdonságai. A savak más anyagokkal való reagáló képessége nagymértékben függ aktivitásuktól, stabilitásuktól, illanóságuktól, a vízben való oldhatóságuktól. A savak kémiai tulajdonságait jellemezve ezt figyelembe vesszük.

A savak különböző kémiai aktivitásúak lehetnek. A nagyon aktív savakat erős savaknak nevezik, a kevésbé aktívabbakat gyengének. Léteznek még közepes erősségű savak is. Mindegyik vegyületcsoport példái (I. a II. előzékét is):



Hatásuk az indikátorokra. A savak a vizes oldatokban megváltoztatják az indikátorok színét (57. ábra), de nem az összes indikátorét, mint a lúgok esetében.



57. ábra.
Az indikátorok
színe a
vízben (a) és a
savoldatban (b)

4. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

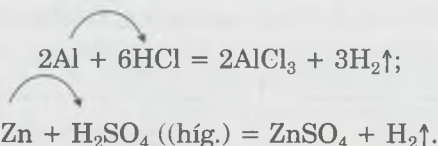
A savoldat hatása az indikátorokra

Három kémcsőbe öntsetek 1–2 ml kénsavoldatot. Bármelyik kémcsőben nedvesítsük meg az üvegpálcikát savoldat-

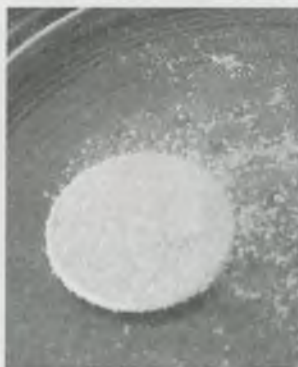
tal és érintsük meg vele az univerzális indikátor papírcsíkját. Hogyan változik az indikátor színe?

A savoldatot tartalmazó egyik kémcsőbe cseppentsünk 1—2 csepp lakmuszoldatot, a másikba ugyanannyi fenolftalein-oldatot, a harmadikba metilnarancs-oldatot. Mit észleltek? Melyik indikátor segítségével nem lehet kimutatni a savat?

Reakciók fémekkel. Mindegyik oxigénmentes sav, a kénsav (hígított oldatban) s mások hidrogénkiválással és sóképzéssel reagálnak a fémekkel (58. ábra):



Az ilyen reakciók során az összetett anyagban a fémes elem atomjai, amelyeket az egyszerű anyag tartalmaz, helyettesítik a másik elem (hidrogén) atomjait.



58. ábra.
Az alumínium
pénzérme
(1992. évi
kibocsátású érme)
reakciója
a sósavval

Az olyan egyszerű és összetett anyagok közötti reakciót, melynek eredményeképpen új egyszerű és összetett anyagok képződnek, helyettesítési (szubsztitúciós) reakciónak nevezik.

Az előbbieken említett savakkal nem mindegyik fém reagál. A fém és a sav közötti reakció lehetőség-

Mikola Mikolajevics Beketov
(1827—1911)



Kiváló orosz és ukrán kémikus, a Pétervári Tudományos Akadémia akadémikusa. Kutatta a sók vizes oldatban végbemenő reakcióit a fémekkel és a hidrogénnel. Ő ajánlotta a kiszorítási (kitaszítási) sort, a fémek aktivitási sorát (1865). Kidolgozta és leírta a fémek előállításának egyik módszerét — a metalotermiát. Hozzájárult az egyik legfontosabb kémiai tudomány, a fizikai kémia kialakulásához. A harkovi egyetem professzoraként dolgozott (1855—1887), elsőként tanította a fizikai kémiát mint önálló tudományos tantárgyat. Az Orosz Fizika-kémiai Társaság elnöke volt.

gére a fémek aktivitási sora segítségével következtetünk. Ezt a sort először egy hazai kémikus, M. M. Beketov állította össze a fémek savakkal és sókkal való kölcsönhatásának tanulmányozása alapján. Feltüntetjük ezen sor egy részét korszerű alakban (lásd a II. előzetet):

Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H_2) Cu Ag Pt Au

a fémek kémiai aktivitása növekszik

A nemfém hidrogén képlete két részre osztja e sort. Azok a fémek, amelyek a sor bal oldali részén helyezkednek el, kölcsönhatásba lépnek a sósavval és a hígított kénsavval (miközben hidrogén válik ki), a jobb oldalon elhelyezkedő fémek pedig nem reagálnak velük (59. ábra):



59. ábra.
A fémek
viselkedése a
hígított
kénsavoldatban

5. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A fémek kölcsönhatása sósavval

Vegyetek két kémcsövet. Az első kémcsőbe helyeztetek egy vasdarabkát, a másikba kis mennyiségű magnéziumport vagy magnézium-forgácsot. Vizsgáljátok meg mindegyik fém viselkedését a hígított sósavban. Ha nem tapasztaltok kölcsönhatást (gázkiválást), a kémcső tartalmát hevítétek fel, de ne forraljátok.

Melyik fém reagál a savval aktívabban? Egyeznek-e a kísérletek eredményei a vas és a magnézium a fémek aktivitási sorában elfoglalt helyével?

Állítsátok össze a reakciók egyenleteit. Vegyetek figyelembe, hogy a vasnak a keletkező vegyületben az oxidációfoka +2.

A salétromsav, a tömény¹ kénsavoldat fémekkel végbemenő reakciói során a hidrogén helyett más anyagok keletkeznek (60. ábra). Az ilyen reakciókat a 9. osztályban fogjuk ismertetni.

60. ábra.

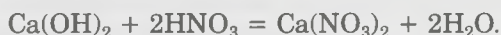
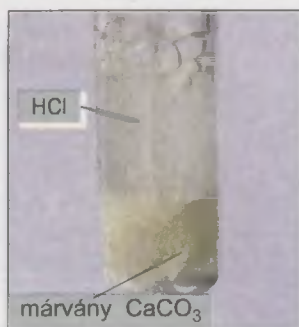
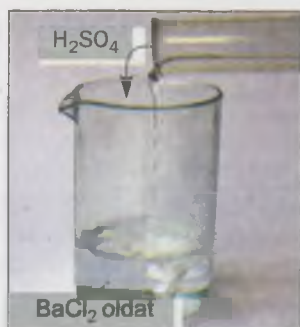
A réz reakciója
a salétromsavval



Reakciók a bázisképző oxidokkal és bázisokkal. Minden sav jellemző tulajdonsága, hogy kölcsönhatásba lép az ellentétes típusú vegyületekkel, a bázisképző oxidokkal és bázisokkal. Minden egyes reakció terméke a só és a víz:

¹ A tömény oldat sokkal több savat tartalmaz, mint vizet.

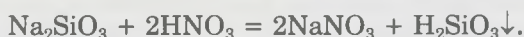
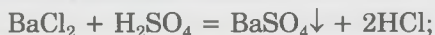
61. ábra.
A savak
reakciói
a sókkal



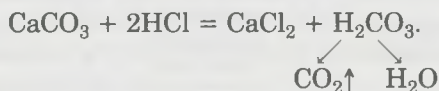
Az ilyen kémiai átalakulásokat már az előző fejezetekben tárgyaltuk.

Reakciók sókkal. A savak reakciói a sókkal cse-rebomlási reakciók. Megnevezzük azokat az esete-tet, amikor ezek a reakciók végbemennek (61. ábra).

- A reakció terméke só vagy sav csapadék formá-jában kiválik (ezt az oldhatósági táblázat alap-ján derítjük ki):



- A savtermék illóanyag vagy gáznemű vegyület-től származik, vagy gázfejlődéssel bomlik:



(A „sz.” rövidítés „szilárd anyagot” jelent, a „töm.” pedig „tömény oldatot”).

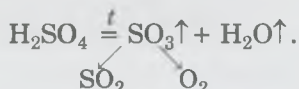
- A reakcióba lépő sav erős, a keletkezett sav gyenge. Példaként szolgálhat az utóbbi három reakció.

Az oxigéntartalmú savak hőbomlása. Az oxigéntartalmú savak hevítéskor, a szénsav és a

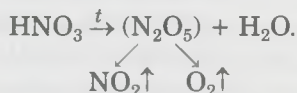
kénssav közönséges körülmények között megfelelő savképző oxidra és vízre bomlanak:



A kénsav mérsékelt hevítésekor történő bomlásának egyik terméke a kén(VI)-oxid, erős hevítéskor azonban ez az oxid szintén felbomlik:



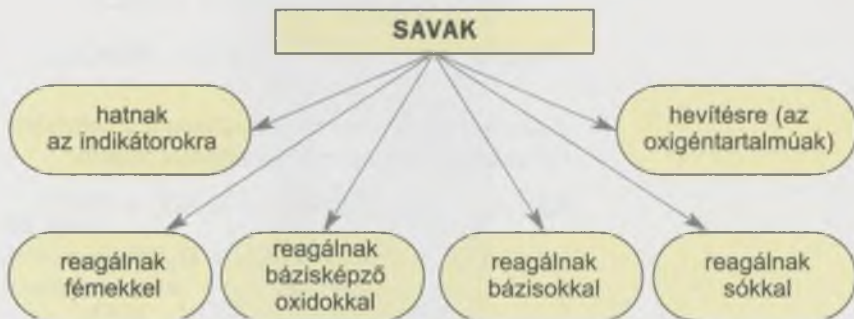
A salétromsav hőbomlása sajátos. Ez a vegyület egyszerre három anyagra bomlik: nitrogén(IV)-oxidra, oxigénre és vízre (a salétromsavnak megfelelő N_2O_5 oxid egyáltalán nem stabil):



Az ismertetett anyagot a 8. séma foglalja össze.

8. séma

A savak kémiai tulajdonságai



A savak alkalmazása. A legnagyobb mértékben a kénsavat, sósavat, salétromsavat és az ortofoszforsavat használják (10. táblázat). E savakat nagy mennyiségben állítják elő a vegyi üzemekben.

A kénsavoldatot a gépkocsik akkumulátoraiba öntik, a bórsav oldatát fertőtlenítőszerként használják. A mindennapi életben felhasználják a szer-

A savak alkalmazása

Sav	Felhasználási terület
H_2SO_4	Más savak, sók, műtrágyák, színezékek, gyógyszerek gyártása, a kőolajtermékek tisztítása
HCl	Sók, festékek, gyógyszerek gyártása
HNO_3	Műtrágyák, robbanóanyagok, színezékek gyártása
H_3PO_4	Műtrágyák, mosószeresek gyártása

ves savakat is: az ecetsavat (CH_3COOH) (az ecet vizes oldata), a citromsavat (konzerválószer), az aszkorbinsavat (C-vitamin).

ÖSSZEFOGLALÁS

A savak molekuláris anyagok, a vízben oldódnak. A savak megváltoztatják az indikátorok színét, de nem úgy, ahogy a lúgok.

Az oxigénmentes savak és a hígított kén-sav kölcsönhatásba lép a legtöbb fémmel, miközben hidrogén válik ki és sók képződnek. Az ilyen reakciókat helyettesítési (szubsztitúciós) reakcióknak nevezik. Megvalósulásuk lehetőségét a fémek aktivitási sora segítségével határozhatjuk meg.

A savak reagálnak a bázisképző oxidokkal és bázisokkal, miközben sók és víz keletkezik, s azonkívül a sókkal (a reakció termékei valamely más sav és só). Az oxigéntartalmú savak hevítéskor felbomlanak.

A savakat széleskörűen alkalmazzák különböző területeken.

?

234. Nevezzétek meg a savak jellegzetes fizikai tulajdonságait. Mi váltja ki ezeket?
235. Meg lehet-e különböztetni lakmusz, fenolftalein, univerzális indikátor segítségével a savadatokat a lúgoldatoktól? Ha igen, akkor hogyan?

236. Írjátok le a reakciók vázlatait és állítsátok össze a kémiai egyenleteket:
- | | |
|--|--|
| a) $\text{Mg} + \text{HBr} \rightarrow$ | b) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ |
| $\text{BaO} + \text{HNO}_3 \rightarrow$ | $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ |
| $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ | $\text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$ |
237. A pontok helyett írjátok be a sav-reagenseket, a reakciók termékeit és alakítsátok át a vázlatokat kémiai egyenletekké:
- | | |
|---|--|
| a) $\text{Fe} + \dots \rightarrow \text{FeCl}_2 + \dots;$ | b) $\text{Al} + \dots \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots;$ |
| $\text{Li}_2\text{O} + \dots \rightarrow \text{Li}_3\text{PO}_4 + \dots;$ | $\text{Cr}(\text{OH})_2 + \dots \rightarrow \text{CrSO}_4 + \dots;$ |
| $\text{KOH} + \dots \rightarrow \text{KNO}_3 + \dots;$ | $\text{AgNO}_3 + \dots \rightarrow \text{AgI} \downarrow + \dots;$ |
238. Írjátok fel a hígított kénsav és a következő anyagok között végbemenő reakciók egyenleteit (ha a reakciók végbemennek):
- | | |
|-------------------|--------------------------|
| a) cink; | d) hidrogén-fluorid sav; |
| b) ezüst; | e) bárium-hidroxid; |
| c) szén(IV)-oxid; | f) ólom(II)-nitrát. |
239. Mindegyik átalakulásra írjátok fel 2-2 kémiai egyenletet:
- | | |
|---|--|
| a) $\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2;$ | b) $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2.$ |
| c) $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S};$ | |
240. Ahhoz, hogy megvalósítsuk a nátrium-klorid és a kénsav közötti reakciót, a szilárd állapotú sóhoz tiszta savat öntünk és a keveréket felhevítjük. Magyarázzátok meg, miért nem a vegyületek oldatait alkalmazzák és miért van szükség hevítésre.
241. Az internet anyaga alapján készíttetek beszámolót a fluoridsav (folsav) felhasználásáról.
242. Milyen tömegű kénsavra van szükség 8 g nátrium-hidroxid semlegesítésére?
243. Sósavfelesleg és 10 g ezüstpor és cinkpor keverékének reakciója során 0,7 l hidrogén (n.k.) vált szabadná. Számítsátok ki az ezüst tömegrészarányát a keverékben.
244. A salétromsav bomlása során 11,2 l gázelegy (n.k.) keletkezett. Határozzátok meg a felbomlott sav tömegét.

HÁZI KISÉRLET

A citromlé, a szódabikarbóna oldata és a szappanoldat hatása a céklalére

A cékla leve olyan színes anyagot tartalmaz, amely indikátorként viselkedik. A következő kísérletet ajánljuk elvégezni vele.

Készíttetek el egy evőkanál céklalevet, valaminta szódabikarbóna és a mosószappan kis mennyiségű vizes oldatait.

Öntsetek négy műanyag pohárba 20–30 ml vizet és a céklalé egyforma adagjait. Az edények tartalmát keverjűk össze.

Adjatok az egyik pohárba $\frac{1}{2}$ kávéskanálnyi citromsavat, a másikba egy kávéskanálnyi szódabikarbónaoldatot, a harmadikba ugyanannyi szappanoldatot. A negyedik pohár tartalma a színek összehasonlítását szolgálja majd.

Mit észleltek? Melyik oldatban mutattátok ki a lúgot, a savat?

A kísérlet eredményeit íjátok be a füzetbe.

Tartsatok rövid beszámolót a kísérletről a kémiaórán.

31 Az amfoter oxidok és hidroxidok

A fejezet anyaga segít nektek:

- kideríteni, milyen vegyületeket neveznek amfoternek;
- megérteni az amfoter oxidok és hidroxidok kémiai jellegét;
- összeállítani az amfoter vegyületeknek a savakkal, bázisokkal, oxidokkal való kölcsönhatása eredményeként keletkező reakciók termékeinek képleteit.

Amfoter vegyületek. A 11. fejezetben a 2. periódusba tartozó elemek oxidjai tulajdonságainak változását tárgyalva megemlítettük, hogy a BeO oxid olyan tulajdonságokkal rendelkezik, amelyek sajátosak mind a bázisképző, mind a savképző oxidok számára. Ez a vegyület, valamint a $\text{Be}(\text{OH})_2$ hidroxid kölcsönhatásba lép nemcsak a savakkal, de a lúgokkal is. Hasonló a viselkedése a kémiai reakciókban az alumínium vegyületeinek — az Al_2O_3 oxidnak és az $\text{Al}(\text{OH})_3$ hidroxidnak is.

A kémiai vegyületeknek azt a sajátosságát, hogy egyaránt van savas és bázisos jellegük, *amfoter*¹ tulajdonságuk, a vegyületet pedig *amfoter* vegyületnek nevezik.

¹ A szakkifejezés a görög „amphoterosz” szótól származik, amelynek jelentése: az is, más is.

Feltüntetjük a legfontosabb amfoter vegyületek képleteit:

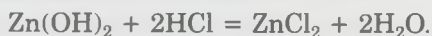
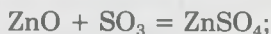
<i>Oxidok</i>	$\Leftrightarrow$	<i>Hidroxidok</i>
ZnO		Zn(OH) ₂
PbO		Pb(OH) ₂
SnO		Sn(OH) ₂
Al ₂ O ₃		Al(OH) ₃
Cr ₂ O ₃		Cr(OH) ₃
Fe ₂ O ₃		Fe(OH) ₃

Szerkezetüket és fizikai tulajdonságaikat tekintve, az amfoter oxidok hasonlítanak a bázisképző oxidokra. E vegyületek ionokból állnak, magas olvadáspontjuk van. Egyetlenegy amfoter oxid sem oldódik a vízben.

Az amfoter hidroxidok szintén oldhatatlanok; melegítéskor nem olvadnak meg, hanem felbomlanak.

Az amfoter oxidok és hidroxidok kémiai tulajdonságai. Az amfoter vegyületek kölcsönhatásba lépnek a savképző és bázisképző oxidokkal, savakkal, lúgokkal.

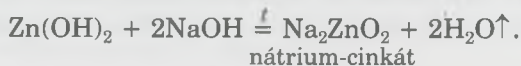
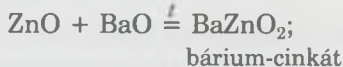
A cink-oxid ZnO és a cink-hidroxid (Zn(OH)₂) reagálnak a savképző oxidokkal, savakkal::



Az ilyen reakciók termékei (a sók) cinkkationokat (Zn²⁺) tartalmazznak.

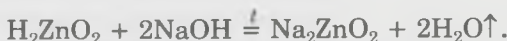
► Milyen tulajdonságokat tanúsít — bázisosakat vagy savasakat a cink-oxid és a cink-hidroxid ezekben az esetekben?

A ZnO és Zn(OH)₂ vegyületek kölcsönhatásba lépnek úgyszintén a bázisképző oxidokkal és lúgokkal. A reakció eredményeképpen sók keletkeznek, amelyekben a cinkatomok a ZnO₂²⁻-anionokban vannak:

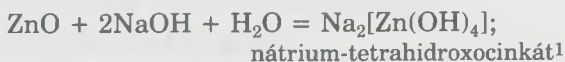


Az utolsó egyenlet olyan reakciónak felel meg, amelyben lúg szerepel, s nem az oldata. Ahhoz,

hogy a keletkező só képlete érthetővé váljon számotokra, megváltoztatjuk a cink-hidroxid képletében az elemek sorrendjének jelölését a savakra jellemző alak szerint:

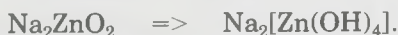


A cink-oxid és cink-hidroxid reagál a lúg vizes oldatával is rendes körülmények között:



A képletekben szögletes zárójelben van elkülönítve a só anionja.

A két utolsó reakció termékének képletét úgy kapjuk meg, ha a Na_2ZnO_2 képletben két két-vegyértékű oxigénatomot helyettesítünk négy egyvegyértékű hidroxil-csoporttal:



Ha a bázisképző oxiddal vagy lúggal reagál egy háromvegyértékű elemet tartalmazó amfoter vegyület, akkor két változata lehet az anyagok kölcsönhatásának.

Megvizsgáljuk az alumínium-oxid és kálium-hidroxid közötti reakciókat. Az egyik reakció terméke olyan só lesz, amelyik az alumínium-hidroxidtól ($\text{Al}(\text{OH})_3$) mint savtól (H_3AlO_3) származik:

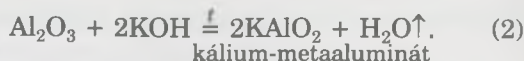


Érdekes tudni

A HAlO_2 vegyület, amelynek képletét gyakran mint $\text{AlO}(\text{OH})$ írják fel, előfordul a természetben és néhány ásványt alkot

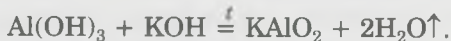
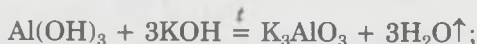
A másik reakció terméke — egyszerűbb összetételű só. Levezetjük a képletét, kiderítve először a megfelelő „sav” (a valóságban — amfoter vegyület) képletét. E célból összegezzük az összes atomot, amelyek az alumínium-oxidban (Al_2O_3) és a vízben (H_2O) találhatók. A kapott $\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_2$ képletben ket-tővel egyszerűsítjük az indexeket (HAlO_2) és kicseréljük a hidrogén vegyjelét a kálium vegyjelére: KAlO_2 . A megfelelő kémiai reakció:

¹ A „tetra” előtag (a görögből fordítva – négy) a só anionjában található hidroxil-csoportok számára utal.

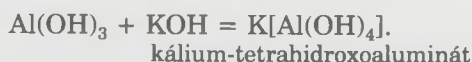
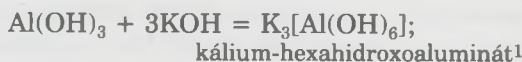


Összehasonlítva az (1) és (2) reakciókban a reagensek előtti együtthatókat, azt látjuk, hogy az ortoaluminát akkor képződik, ha az alumínium-oxidhoz háromszor több lúgot adunk.

Ugyanilyenek lesznek a termékei az alumínium-hidroxid részvételével végbemenő reakcióknak is:

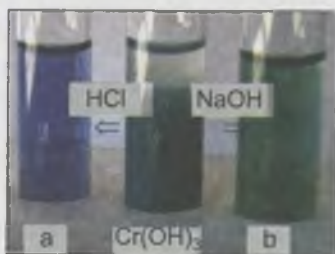


Ha az alumínium-hidroxid a lúg vizes oldatával reagál, akkor olyan sók keletkeznek, amelyekben az anionok hidroxil-csoportokat tartalmaznak (a reakciók normál körülmények között mennek végbe):



A 62. ábrán azon kísérlet eredménye van bemutatva, amely a króm(III)-hidroxid ($\text{Cr}(\text{OH})_3$) amfoter jellegét bizonyítja.

62. ábra.
A króm(III)-hidroxid
a) savval való;
b) lúgoldattal való
kölcsonhatásának
eredménye



► Állítsátok össze a króm(III)-hidroxid sósavval és nátrium-hidroxid oldatával való reakcióinak egyenleteit.

Melegítéskor az amfoter hidroxidok ugyanúgy, mint az oldhatatlan bázisok, megfelelő oxidokra és vízre bomlanak:

¹ A „hexa” előtag (a görögből fordítva – hat) megmutatja a hidroxil-csoportok számát a só anionjában.

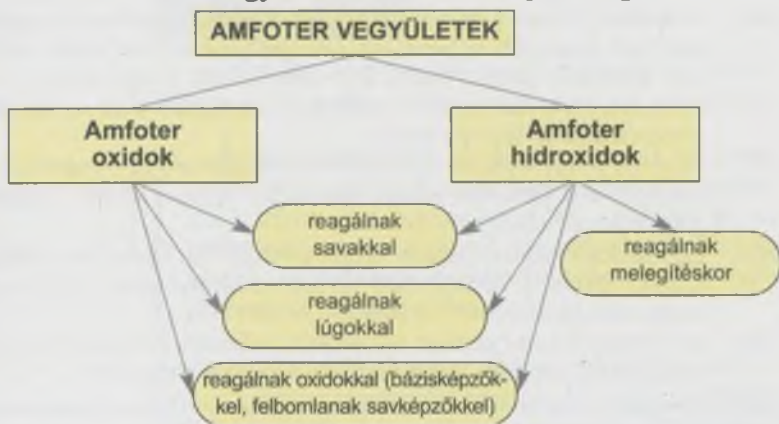


- Írjátok fel az alumínium-hidroxid hőbomlásának reakcióegyenletét.

Az ismertetett anyagot a 9. séma foglalja össze.

9. séma

Az amfoter vegyületek kémiai tulajdonságai



ÖSSZEFOGLALÁS

A fémek egyes oxidjai és hidroxidjai mind bázisos, mind savas tulajdonságokkal rendelkeznek. Az ilyen anyagokat amfoter vegyületeknek nevezik.

Fizikai tulajdonságaikat illetően az amfoter oxidok hasonlóak a bázisképző oxidokhoz, az amfoter hidroxidok pedig az oldhatatlan bázisokhoz.

Az amfoter vegyületek kölcsönhatásba lépnek a savakkal és lúgokkal, a savképző és bázisképző oxidokkal, miközben sók keletkeznek. Az amfoter hidroxidok melegítéskor felbomlanak.

?

245. Milyen vegyületeket neveznek amfoter vegyületeknek? Nevezze-tek meg néhány amfoter oxidot és hidroxidot.

246. Töltsétek be a cink- és alumíniumvegyületek részvételével végbemenő reakciók vázlatát és állítsátok össze a kémiai egyenleteket:
- a) $\text{ZnO} + \text{HCl} \rightarrow$ b) $\text{Al(OH)}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 $\text{ZnO} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t}$ $\text{Al(OH)}_3 + \text{LiOH (sol)} \rightarrow$ (két változat)
 $\text{Zn(OH)}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \xrightarrow{t}$ $\text{Al(OH)}_3 + \text{Mg(OH)}_2 \xrightarrow{t}$ (két változat)
247. Töltsétek be a sémákat és állítsátok össze a kémiai egyenleteket:
- a) $\text{Pb(OH)}_2 + \text{HBr} \rightarrow$ b) $\text{Fe(OH)}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{SnO} + \text{NaOH} \xrightarrow{t}$ $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O} \xrightarrow{t}$ (két változat)
 $\text{Sn(OH)}_2 \xrightarrow{t}$ $\text{Cr(OH)}_3 \xrightarrow{t}$
248. Állítsátok össze a berillium-oxid és a bárium-hidroxid között végbemenő reakciók egyenleteit két változatban. Az egyik változatban a reakció szilárd fázisú és melegítéskor megy végbe; a másik változatban a szilárd halmazállapotú berillium-oxid a bárium-hidroxid oldatával lép reakcióba.
249. Hogyan lehet felismerni a fehér színű, por alakú magnézium-hidroxidot és a cink-hidroxidot, tekintetbe véve a kémiai tulajdonságaik különbözőségét?
250. Egy amfoter hidroxid relatív képletmolegja 103. Melyik ez a vegyület?
251. Milyen tömegű vas(III)-oxid tartalmaz annyi iont, mint amennyi molekulát tartalmaz 11 g szén(IV)-oxid?
252. 39 g alumínium-hidroxid hőbomlása közben 20 g alumínium-oxid képződött. Teljesen felbomlott-e a kiinduló vegyület?

32

A sók tulajdonságai és alkalmazása

A fejezet anyaga segít nektek:

- kideríteni a sók fizikai tulajdonságait;
- elsajátítani a sók kémiai tulajdonságait;
- megjósolni a só fémekkel való reakciójának lehetőségét;
- megismerni a sók alkalmazásának területeit.

A sók fizikai tulajdonságai. A sók ugyanúgy, mint a többi ionos vegyület, közönséges körülmények között kristályos anyagok. A sóknak többnyire magas az olvadáspontjuk.

NaCl 801 °C; K_2SO_4 1069 °C; CaSiO_3 1544 °C.

A sók egy része oldódik a vízben, egyesek csupán kis mértékben (63. ábra), a többi oldhatatlan.

63. ábra.
Az ólom(II)-jodid
csapadéka,
amely a vegyület
forró oldatának
lehűlése után
keletkezett



A megfelelő információt megtaláljátok az oldhatósági táblázatban (lásd a tankönyv II. előzékét).

A sók oldatainak képződését gyakran kíséri hőhatás. Például a nátrium-karbonát oldódása közben kis mennyiségű hő válik ki, és az oldat kissé felmelegszik. A nátrium-nitrát oldatának készítésekor jelentéktelen hőmérsékletcsökkenés észlelhető.

Az oldódó sók közül a nátrium-kloridnak sós az íze, a magnézium-szulfát keserű. Az ólom és a berillium sói édesek, de rendkívül mérgezőek. Számos só ízének kiderítésekor, bizonyára egyes alkimisták életükkel fizettek.

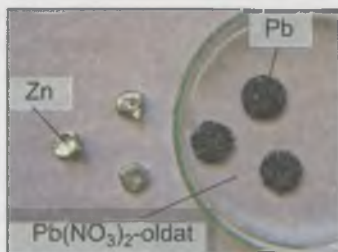
A sók különféleképpen hathatnak a növényekre, állatokra és az emberre. Vannak közöttük olyan vegyületek, amelyek a növények számára szükséges elemeket tartalmaznak. Ezeket műtrágyaként alkalmazzák. A konyhasót naponta használjuk az ételünkben, hogy kiegészítsük tartalékát a szervezetben (ez a vegyület állandóan kiválasztódik a szervezetből az izzadsággal és a vizelettel).

A sók kémiai tulajdonságai. A sók részt vesznek az egyszerű és összetett anyagokkal végbemenő különböző reakciókban.

Reakciók fémekkel. A só a vizes oldatban fém-mel reagálhat, miközben új só és más fém keletkezik (64. ábra). Gyakran mondják, hogy az egyik fém „kítaszítja” a másikat a sóoldatból. A reakció abban az esetben megy végbe, ha a fém-reagens aktívabb a fém-terméknél, illetve az aktivitási sorban tőle balra helyezkedik el (II. előzék):



64. ábra.
Az ólom(II)-nitrát
oldat és a cink
között
végbemenő
reakció
eredménye



6. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

A fémek kölcsönhatása a sókkal vizes oldatban

A kémcsőbe óvatosan tegyetek be egy vasszeget és öntsetek rá kis mennyiségű réz(II)-szulfát-oldatot. Mi megy végbe a fém felületén? Változik-e idővel az oldat színe?

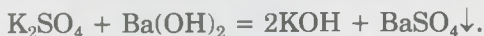
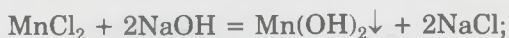
Állítsátok össze a reakció egyenletét. Vegyétek figyelembe, hogy az egyik termék a vas(II) vegyülete.

A lúgok és savak kémiai tulajdonságait tanulmányozva megismerkedtetek e vegyületeknek a sókkal való kölcsönhatásával. Azonkívül a sók képesek egymással is reagálni. Az említett reakciók mindegyike cserebomlási reakció.

Reakciók lúgokkal. A só és a lúg közötti reakció csupán oldatokban megy végbe (az oldhatatlan sók a lúgokkal nem reagálnak). E reakció lehetséges, ha a termékeinek egyike — a bázis vagy a só — nem oldódik a vízben (65. ábra):



65. ábra.
A mangán(II)-klorid
reakciója a
nátrium-hidroxiddal
az oldatban



Az ilyen reakciók lehetőségének előrejelzésére használják az oldhatósági táblázatot.

7. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

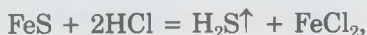
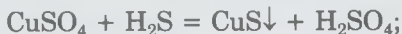
A sók kölcsönhatása a lúgokkal a vizes oldatban

Öntsetek a kémcsőbe egy kevés réz(II)-szulfát-oldatot és adjatok hozzá keverés közben néhány csepp nátrium-hidroxid-oldatot. Mit észleltek? Milyen vegyület csapódik ki?

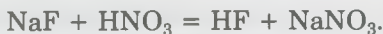
Ha a réz(II)-szulfát-oldathoz annyi lúgoldatot adagoltok, amennyi a só réz(II)-hidroxiddá alakításához szükséges, akkor az üleptetés elteltével a csapadék fölötti oldat színtelenné válik. Ez az oldat csupán nátrium-szulfátot fog tartalmazni (Na^+ és SO_4^{2-} -ionokat).

Állítsátok össze a reakcióegyenletet.

Reakciók savakkal. A só (mind az oldódó, mind az oldhatatlan) kölcsönhatásba léphet savakkal, miközben új só és új sav keletkezik. Az ilyen reakciókat gyakran csapadék (66. ábra) vagy gázkiválás kíséri:

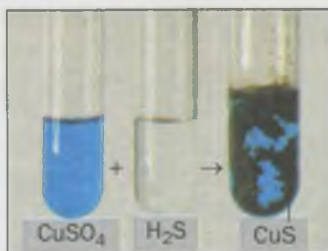


de gyakran észrevétlenek maradnak:

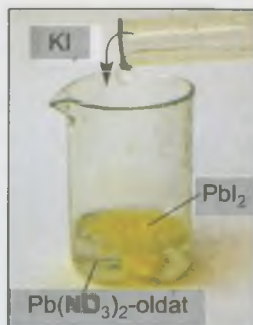


66. ábra.

A réz(II)-szulfát és szulfidsav oldatban való reakciójának eredménye

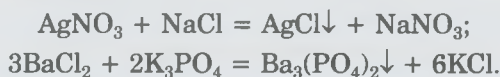


67. ábra.
Az ólom(II)-nitrát
és kálium-jodid
oldatai közötti
reakció



Azok az esetek, amelyekben a só és sav közötti reakciók lehetségesek, a 30. fejezetben találhatók.

Reakciók más sókkal. Két só közötti kölcsönhatás csupán az oldatban megy végbe (a reagenseknek a vízben oldódóknak kell lenniük), miközben két új só keletkezik. A reakció abban az esetben lehetséges, ha az egyik reakciótermék csapadéként kiválik (67. ábra), illetőleg oldhatatlan vagy kevésbé oldódik:



8. LABORATÓRIUMI KISÉRLET

Cserebomlási reakció a sók között az oldatban

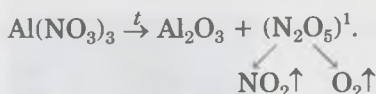
Öntsetek a kémcsőbe egy kevés nátrium-karbonát-oldatot és adjatok hozzá néhány csepp kalcium-klorid-oldatot. Mit észleltek?

Állítsátok össze a reakció egyenletét.

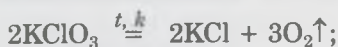
A sók hőbomlása. A gáznemű, illó vagy nem stabil oxidok által képzett oxigéntartalmú sók hevítéskor felbomlanak. E reakciók terméke rendszerint két megfelelő oxid:



A nitrátok, akár a salétromsav (nitrátsav), a nitrogén(V)-oxidtól N_2O_5 származnak. Azonban a nitrátok hevítésekor ez az oxid nem képződik, mivel nem stabil:



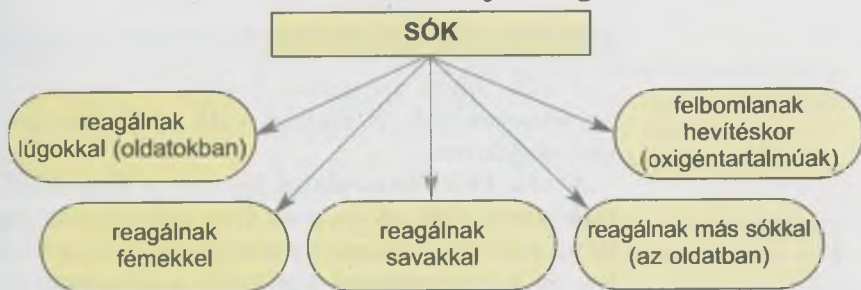
Az alkálifémek sói vagy nem bomlanak fel hevítéskor (karbonátok, szulfátok), vagy bomlásuknak bizonyos sajátságai vannak. Ezen reakciók némelyikét a laboratóriumban az oxigén előállítására használják:



A 10. séma összefoglalja az ismertetett anyagot.

10. séma

A sók kémiai tulajdonságai



A sók alkalmazása. Számos sónak többféle alkalmazása van. A nátrium-klorid a vegyiparban a klór, a sósav, a nátrium-hidroxid, a szóda gyártásának fontos nyersanyaga. E vegyület nélkülözhetetlen az étel ízesítésénél, konzerválásnál. A kálium-klorid, kálium-szulfát, kálium-nitrát, a kalcium-foszfátok, néhány más só műtrágyák (68. ábra). A kalcium-karbonátot mészkő alakjában az építkezéseken használják, a gyárakban pedig belőle állítják elő a meszet. A mesterségesen előállított CaCO_3 sóból pedig fogpasztát készítenek. Az iskolában a táblára krétával írnak, s ez szintén kalcium-karbonát. A kalcium-szulfátot (gipszet) az építkezéseken

¹ Így bomlanak a fémek nitrátjai a magnéziumtól a rézig bezárólag (lásd a fémek aktivitási sorát).

68. ábra.

A műtrágya gyár
(üzem) terméke



és a gyógyászatban alkalmazzák. Az edény és más háztartási tárgyak mosásának és tisztításának, a mosás előtti vízlágyításnak legegyszerűbb szere a kalcinált szóda, azaz a nátrium-karbonát. A kalcinált szódát krétával vagy mészkővel együtt az üveggyártásban használják.

ÖSSZEFOGLALÁS

A sók ionos anyagok. A sóknak magas az olvadáspontjuk, a vízben való oldhatóságuk nem egyforma.

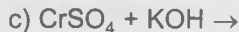
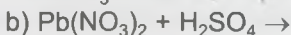
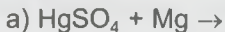
A sók kölcsönhatásba lépnek a fémekkel, miközben más só és más fém keletkezik. Az ilyen reakciók abban az esetben mennek végbe, ha a fém-reagens aktívabb a fém-terméknél (ezt a fémek aktivitási sora alapján határozhatjuk meg).

A sók cserebomlási reakciókba lépnek a lúgokkal, savakkal, más sókkal. Egyes oxigéntartalmú sók hevítéskor a megfelelő oxidokra bomlanak.

Számos sónak van gyakorlati alkalmazása.

?

253. Jellemezzétek a sók fizikai tulajdonságait. Hozzatok fel példákat a vízben jól oldódó, kis mértékben oldódó és oldhatatlan sókra.
254. Fejezzétek be a reakciók sémáit és állítsátok össze a kémiai egyenleteket:

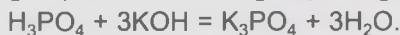
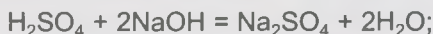


255. A pontok helyett írjátok be a sók képletét és alakítsátok át a sémákat kémiai reakciókká:
- $\dots + \text{Mn} \rightarrow \dots + \text{Cu};$
 $\dots + \text{HI} \rightarrow \dots \downarrow + \text{HNO}_3;$
 - $\dots + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O};$
 $\dots + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + \dots;$
 - $\dots \xrightarrow{\quad} \text{ZnO} + \text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow;$
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \dots \rightarrow \text{PbCO}_3 \downarrow + \dots$
256. Írjátok fel azon reakciók egyenleteit (ha azok végbemennek), amelyek a következő vegyületek között mehetnek végbe:
- kálium-szilikát és nitrátsav (salétromsav);
 - nátrium-szulfát és magnézium-nitrát;
 - réz(II)-klorid és bárium-szulfát;
 - króm(III)-szulfát és nátrium-hidroxid;
 - kálium-szulfid és higany(II)-nitrát.
257. Írjátok fel azon reakciók egyenleteit, amelyek segítségével megvalósíthatók az ilyen átalakulások:
- $\text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3;$
 - $\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{AlPO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3;$
 - $\text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2.$
258. Milyen maximális tömegű vas(III)-fluoridot lehet előállítani 4,84 g vas(III)-nitrátból? Hogyan végeznéd el ezt a kísérletet?
259. Elegendő-e 13 g cinkpor 33,1 g ólom(II)-nitrát ólommal való teljes átalakulásához?
260. Egy vaslemeznek a réz(II)-szulfát oldatába való behelyezése után tömege 0,8 grammal megnövekedett. Számítsátok ki a lemezen kivált réz tömegét.
261. 28,7 g nátrium-nitrát és kálium-nitrát keverékének hevítése során 3,36 l oxigént (n. k.) állítottak elő. Milyen volt a sók tömege a kiinduló keverékben?

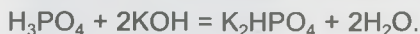
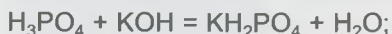
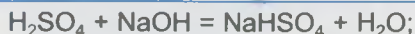
AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA

Savanyú sók

Tudjátok, hogy a savnak lúggal való kölcsönhatása során a sav minden egyes molekulájának hidrogénatomjai a fémes elem atomjaival (pontosabban ionjaival) „helyettesítődnek”:



De lehetséges-e, hogy a több-bázisos sav molekulájában csak a hidrogénatomok egy része helyettesítődjön? Igen. A megfelelő reakciók eredményeképpen keletkeznek az úgynevezett *savanyú sók*:



A $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ és $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ savanyú sókat oldott állapotban tartalmazza az édesvíz. Az édesvíz forralásakor a vegyületek felbomlanak



és az edény falán vízkő keletkezik – a CaCO_3 és MgCO_3 karbonátok keveréke.

A kalcium és ortofoszforsav savanyú sói CaHPO_4 és $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ a foszfortartalmú műtrágyák fő alkotórészei, amelyeket megfelelően precipitátumnak, illetőleg szuperfoszfátnak neveznek. A nátrium és a szénsav savanyú sóját (NaHCO_3) minden gazdasszony ismeri: ez a szódabikarbóna (az étkezési szóda) (69. ábra).



69. ábra.

A szóda:

- a) kalcinált (Na_2CO_3);
- b) szódabikarbóna (NaHCO_3).

1. GYAKORLATI MUNKA

A szervesetlen vegyületek legfontosabb osztályai tulajdonságainak tanulmányozása

I. VÁLTOZAT

A sósav kémiai tulajdonságainak tanulmányozása

1. KÍSÉRLET

A sósav hatása az indikátorra

Pipetta vagy üvegpálcika segítségével vigyetek rá egy csepp hígított sósavat az univerzális indikátor-papírra. Hogyan változik az indikátor színe?

2. KÍSÉRLET

A sósav reakciója fémmel

A kémcsőbe óvatosan helyezzetek be egy cinkdarabkát és öntsetek hozzá 1 ml hígított sósavat. A kémcső tartalmát kissé meg lehet melegíteni. Mit észleltek?

3. KÍSÉRLET

A sósav reakciója a bázisképző (amfoter) oxiddal

A kémcsőbe szórjatok egy kevés magnézium-oxidot (vas(III)-oxidot) és öntsetek hozzá 1 ml hígított sósavat. (A reakció meggyorsítása céljából az amfoter oxidot és savat tartalmazó kémcsövet fel lehet melegíteni, de kerüljétek el az oldat forralását.) Milyen változások mennek végbe az anyagokkal?

4. KÍSÉRLET

A sósav reakciója lúggal¹

Öntsetek a kémcsőbe 1 ml hígított sósavat és adjatok hozzá 1–2 csepp fenolftalein-oldatot. Adagoljatok a kémcsőbe cseppenként az oldat keverése közben nátrium-hidroxid-oldatot a málnavörös színeződés megjelenéséig. Miről tanúskodik ez?

5. KÍSÉRLET

A sósav reakciója sóval

Öntsetek a kémcsőbe 1–2 ml nátrium-karbonát-oldatot és adjatok hozzá 1–2 ml hígított sósavat. Mit tapasztaltok?

¹ A kísérlethez lúg helyett nem oldódó bázist vagy amfoter hidroxidot is vehetünk, amelyeket egy megfelelő só és lúg reakciójával kell előállítani. Ebben az esetben a hidroxid csapadékához savat adunk, és az indikátor nem szükséges.

II. VÁLTOZAT

A nikkell(II)-szulfát tulajdonságainak tanulmányozása

1. KÍSÉRLET

A nikkell(II)-szulfát fizikai tulajdonságainak tanulmányozása

Figyelmesen nézzétek meg a kiosztott nikkell-sót, és írjátok le megfigyeléseiteket. Tüntessétek fel a vegyület részecskéinek jellegét (kristálykák, por, bármilyen alakú darabkák).

Derítsétek ki, oldódik-e a nikkell(II)-szulfát a vízben. E célból egy vízzel telt kisebb edénybe szórjatok kb. 1/4 teáskanálnyi vegyületet, és keverjétek össze az elegyet üvegpálcikával. Mi a kísérlet eredménye? A kapott eredmény egyezik-e az oldhatósági táblázat adataival?

A só elkészített oldatát osszátok szét négy kémcsőbe.

2. KÍSÉRLET

A nikkell(II)-szulfát reakciója fémmel

A nikkell(II)-szulfát-oldatot tartalmazó kémcsőbe helyezetek egy cinkdarabkát. 1–2 percig hevítétek a kémcső tartalmát, de ne forraljátok az oldatot. Változik-e a fém felülete, az oldat színe?

3. KÍSÉRLET

A nikkell(II)-szulfát reakciója lúggal

Egy másik nikkell(II)-szulfát-oldatot tartalmazó kémcsőbe öntsetek ugyanolyan térfogatú lúgoldatot. Milyen változásokat észleltek?

4. KÍSÉRLET

A nikkell(II)-szulfát reakciója a sókkal

A megmaradt két nikkell(II)-szulfát-oldatot tartalmazó kémcső egyikébe öntsetek nátrium-karbonát-oldatot, a másikba bárium-klorid-oldatot. Mit tapasztaltok?

Mindegyik kísérlet elvégzése során írástok be az alábbi táblázatba tevékenységeket, megfigyeléseiteket (rögzítsétek az anyag oldódását, csapadék képződését, a gázkiválást, szag megjelenését vagy hiányát, az oldat színének megjelenését vagy változását stb.). A kísérlet befejezése után írástok be a táblázatba következtetéseiteket és a megfelelő kémiai egyenleteket.

A cselekvés sorrendje	Megfigyelés	Következtetés
1. kísérlet ...		
...	...	...
2. kísérlet ...		
...	...	...
A reakció egyenlete: ...		
3. kísérlet ...		

?

262. Végbemegy-e a reakció mindkét változata a 2. kísérlet során, ha a cink helyett: a) magnéziumot; b) ezüstöt veszünk? Indokoljátok meg a feleletet.
263. Végbemegy-e a reakció az 5. kísérlet (I. változat) vagy a 4. kísérlet (II. változat) során, ha a nátrium-karbonátot felcseréljük:
a) kalcium-karbonáttal; b) nátrium-nitráttal?
A feleleteket indokoljátok meg.
264. A gyakorlati munka elvégzése során milyen típusú reakciókat valószínűsíthettek meg?

33

Az oxidok előállításának módszerei

A fejezet anyaga segít nektek:

- kideríteni az oxidok különböző módszerekkel való előállításának lehetőségét;

- megérteni azokat a követelményeket, amelyeket az anyagok előállításának ipari módszereivel szemben támasztanak.

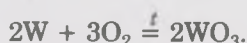
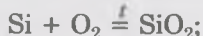
Az oxidok előállításának többféle módszere ismeretes. Egyesek közülük az egyszerű vagy összetett anyagok oxigénnel való kölcsönhatásán alapszanak, mások az oxigéntartalmú vegyületek hőbontásán.

Az egyszerű anyagok reakciója az oxigénnel. Ilyen reakcióba lép (rendszerint hevítéskor) majdnem mindegyik fém és nemfém. A 7. osztályban megfigyeltétek, hogyan ég a levegőn vagy az oxigénben a kén, a szén, a magnézium.

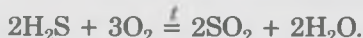
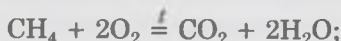
Érdekes tudni
Az oxigénnel nem reagál az arany, platina, nemesgázok, klór, bróm, jód.

- Írjátok fel a kén és a magnézium égésének reakcióegyenleteit.

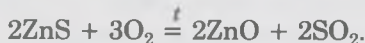
A hasonló reakciók más példái:



Az összetett anyagok reakciója az oxigénnel. Az elemek hidrogénvegyületeinek többsége ég az oxigénben vagy a levegőn. Az ilyen reakciók termékei az oxidok és a víz:

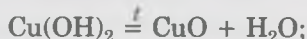


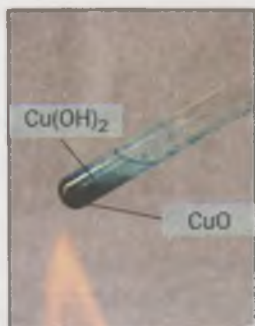
Az oxigénnel reagálnak a fémes elemek szulfidjai is:



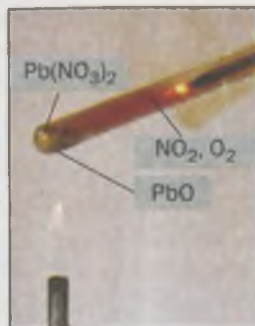
A réz, cink, kadmium s más elemek kénnel való vegyületeit a polimetallikus ércek tartalmazzák. Ezeket az érceket pörkölik (kiégetik) a fémkohászati üzemekben, a keletkezett oxidokból pedig fémeket nyernek ki.

A hidroxidok és oxigéntartalmú savak hőbomlása. Az oldhatatlan bázisok, az amfoter hidroxidok és az oxigéntartalmú savak hevítéskor megfelelő oxidokra bomlanak (70. ábra):





70. ábra.
A réz(II)-hidroxid
hőbomlása



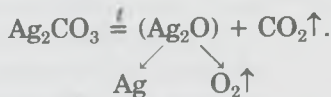
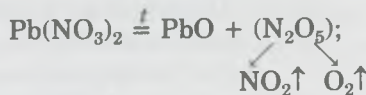
71. ábra.
Az ólom(II)-nitrát
hőbomlása

► Írjátok fel a vas(III)-hidroxid hőbomlásának reakcióegyenletét.

Az oxigéntartalmú sók hőbomlása. Az olyan sók, melyek gáznemű savképző oxidok által képződnek, hevítéskor két oxidra bomlanak:



Ha az oxid hőhatásra nem stabil, helyette bomlástermékek képződnek (71. ábra):



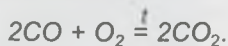
A nátrium és kálium oxigéntartalmú sói hevítés során vagy egyáltalán nem bomlanak, vagy bomlanak, de nem oxidokra (32. fejezet).

Azok a sók hőállóak, melyek anionjai nem illó savas oxidoktól vagy amfoter oxidoktól származnak: CaSiO_3 , $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{BO}_2)_2$, $\text{Cu}(\text{AlO}_2)_2$, BaZnO_2 .

Ha az elem két vagy több oxidot képez, akkor az egyik oxidot gyakran sikerül átalakítani egy másik oxiddá hevítés által



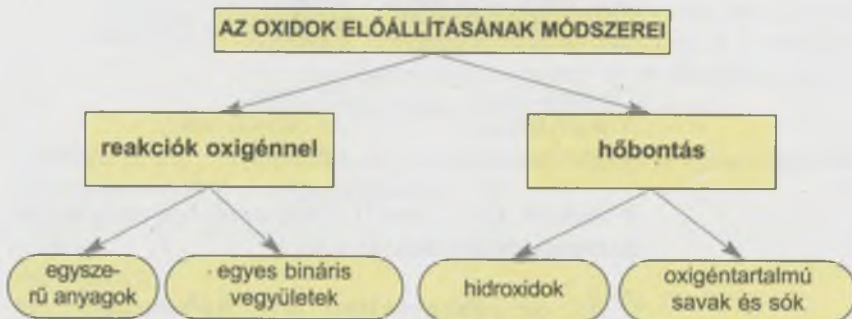
vagy az oxigénnel reagáltatva



A 11. séma összefoglalja az ismertetett anyagot.

11. séma

Az oxidok előállítása



Oxidok előállítása az iparban. A 27. fejezet anyagából megismerkedtetek egyes oxidok alkalmazásával. Az ilyen anyagok zömét vegyiparokban állítják elő.

A különböző vegyületek előállításának laboratóriumi módszereitől eltérően az ipari technológia előre feltételezi a reagensek nagyméretű felhasználását, és az alábbi követelményeket támasztja:

1. A kiinduló anyagoknak hozzáférhetőnek és olcsónak kell lenniük. A legjobb természetes nyersanyagot kell felhasználni.

2. A kémiai reakciók előkészítése és megvalósítása során az energiaszükségletnek minimálisnak kell lennie.

Nézzük meg, hogyan gyártják az oltatlan meszet, illetve a kalcium-oxidot. Az évszázadok óta használt egyedüli ipari módszer lényege az, hogy a mészkövet (CaCO_3) 900°C hőmérsékleten felbontják. A mészkőnek számos természetes lelőhelye van, könnyen hozzáférhető és olcsó anyag. A hőmérséklet, amelyen a mészkő bomlik, nem túlzottan magas az ipar számára (például, a kohászatban 1500°C hőmérsékletet és ennél magasabbat is alkalmaz-

nak). Gyengébb hevítéskor a mészkő bomlása lelassul vagy teljesen megszűnik.

Miért nem alkalmaznak más reakciókat a kalcium-oxid gyártására? Például a kalcium kölcsönhatását az oxigénnel: $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$? Azért, mert kalcium nem található a természetben, előállítani e fémet elég bonyolult probléma. Ismeretes, hogy kalcium-oxid a gipsz hőbomlása következtében is keletkezik. Azonban a gipsz, bár szintén természetes anyag, drágább a mészkőnél, és a bomlási hőmérséklete jelentősen meghaladja a 900°C -ot. Felbontani a kalcium-hidroxidot (oltott meszet) oltatlan mészelőállításra $(\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}\uparrow)$ céljából nem célszerű, mivel épp az oltott meszet állítják elő az oltatlan mészből.

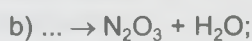
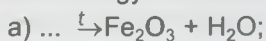
ÖSSZEFOGLALÁS

Az oxidokat az egyszerű és némely összetett anyagok oxigénnel való reakciójával, valamint a hidroxidok, oxigéntartalmú savak és sók hőbontásával állítják elő.

Az oxidok előállításának, akárcsak más vegyületek előállításának ipari módszerei megkövetelik a hozzáférhető és olcsó kiinduló nyersanyagok felhasználását és a minimális energiaszükségletet.

?

265. Ajánljatok lehetőleg több módszert a cink-oxid előállítására céljából. Írjátok fel a megfelelő reakciók egyenleteit.
266. Tüntessétek fel a hevítés közben felbomló következő anyagok képleteit: H_2SiO_3 , CuSO_4 , $\text{Fe}(\text{PO}_3)_3$, NaOH , MgCO_3 , $\text{Pb}(\text{OH})_2$, H_3BO_3 . Írjátok fel a megfelelő reakciók egyenleteit.
267. Töltsétek ki az alábbi bomlási reakciók sémáit és alakítsátok át őket kémiai egyenletekké:



¹ A reakció egyenlete: $2(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \xrightarrow{t} 2\text{CaO} + 2\text{SO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}\uparrow$.

268. A vegyigyárakban a kénsavat úgy állítják elő, hogy a kén(IV)-oxidot reagáltatják az oxigénnel, minek következtében kén(VI)-oxid képződik, amelyet azután vízzel léptetnek kölcsönhatásba. Határozzátok meg, hogy az alább közölt módszerek közül melyik alkalmazható az iparban a kén(IV)-oxid előállítására:

1) a kén(VI)-oxid hőbomlása: $2\text{SO}_3 \xrightarrow{\quad} 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$;

2) a kén égése: $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad} \text{SO}_2$;

3) az ezüst só hőbomlása: $2\text{Ag}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{\quad} 4\text{Ag} + \text{O}_2\uparrow + 2\text{SO}_2\uparrow$;

4) a szulfidtartalmú ásványok (polimetallikus ércek) pörkölése

(izzítása) a levegőn: $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$.

A módszer megválasztását indokoljátok meg.

269. Számítsátok ki, milyen térfogatú szén(IV)-oxid és kén(IV)-oxid (a n. k.-re átszámítva) keletkezik 19 g szén(IV)-szulfid elégetése során oxigénfeleslegben.
270. 2,32 g magnézium-hidroxid pörkölése után a szilárd maradék tömege 1,60 g lett. Felbomlott-e teljesen a vegyület?
271. Határozzátok meg azon gázelegynek a levegőhöz viszonyított sűrűségét, amely a cink-nitrát hevítésekor keletkezik.
272. 8 g kén és szén keverékének elégetésekor 26 g kén-dioxid és szén-dioxid gázok elegye képződik. Számítsátok ki az egyszerű anyagok tömegrészarányát a keverékben.

34

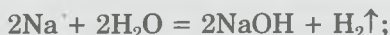
A bázisok és amfoter hidroxidok előállítási módszerei

A fejezet anyaga segít nektek:

- kideríteni a lúgok és az oldhatatlan bázisok különböző módszerekkel való előállításának lehetőségeit;
- kiválasztani az amfoter hidroxidok előállítására szolgáló reagenseket.

A lúgok háromféle módszerrel állíthatók elő, az oldhatatlan bázisok csupán egy módszerrel.

A lúgok előállítása. A lúgok előállításának egyik módszere a fémek vízzel való reakcióján alapszik (25. ábra, 53. old.). A lúgon kívül hidrogén keletkezik:



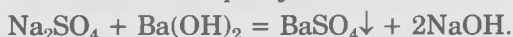
A lúgok előállításának másik módszere: *a bázis-képző oxid kölcsönhatása a vízzel:*



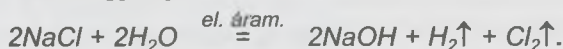
Ilyen módszerrel állítják elő az oltott meszet a gyárakban és közvetlenül ezen anyag felhasználása előtt az építkezési munkák során, a fák törzsének meszelésekor.

► Írjátok fel a megfelelő kémiai reakciót.

Lúgot előállíthatunk még *oldódó só és más lúg vízben végbemenő cserebomlási reakciója segítségével is*. A kiinduló vegyületeket úgy választjuk ki, hogy oldhatatlan só képződjön:

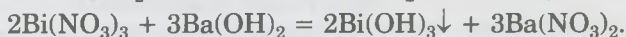


A nátrium- és kálium-hidroxidot az iparban a kloridok vizes oldataira gyakorolt egyenáram-hatással gyártják:



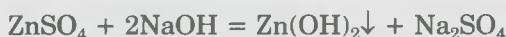
Az ilyen folyamatot elektrolízisnek nevezik.

Az oldhatatlan bázisok előállítása. Az oldhatatlan bázist csupán *a só és lúg között az oldatban végbemenő cserebomlási reakcióval* lehet előállítani. Mivel a bázis csapadék formájában kiválik, ezért a keletkezett sónak vízben oldódónak kell lennie (két oldhatatlan vegyületet szétválasztani lehetetlen):



A 12. séma összefoglalja az ismertetett anyagot.

Az amfoter hidroxidok előállítása. Mivel az amfoter hidroxid a bázisok és a savak tulajdonságaival rendelkezik, előállíthatjuk cserebomlási reakció segítségével mint bázist is,

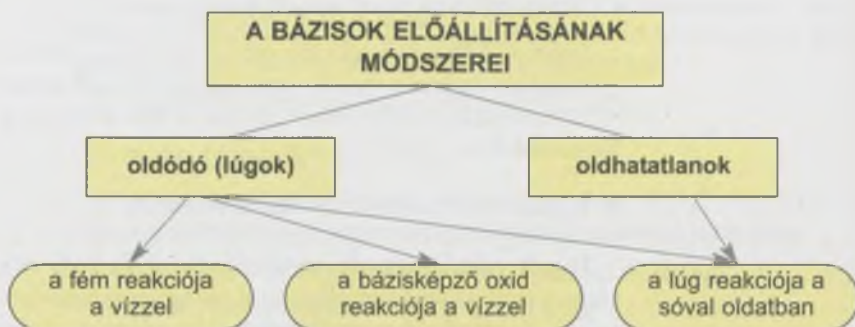


de ugyanakkor mint savat is



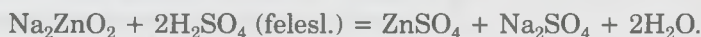
¹ Az amfoter hidroxidok kémiai képleteit a tradíció szerint ugyanúgy írják, mint a bázisok képleteit.

A bázisok előállítása



Ezek az átalakulások azért mennek végbe, mert az amfoter hidroxidok mindegyike vízben oldhatatlan.

A lúgot vagy savat nem lehet feleslegben venni, mivel az amfoter hidroxid mindkét említett vegyülettel reagál (31. fejezet). Például, a nátrium-cinkát-nak a kénsav feleslegével történő reakciója során cink-hidroxid helyett cink-szulfát keletkezik:



► Írjátok fel a cink-szulfátnak és a feleslegben vett nátrium-hidroxid reakciójának egyenletét.

ÖSSZEFOGLALÁS

A lúgokat a megfelelő fémek vagy oxidok vízzel való reakciójával állítják elő.

A bázisok, valamint az amfoter hidroxidok előállításának általános módszere a lúg és só oldatban végbemenő cserebomlási reakcióján alapszik. Az amfoter hidroxidok azonkívül még a megfelelő sók és savak kölcsönhatásával is előállíthatók.

?

273. Ajánljatok lehetőleg minél több módszert az alábbi vegyületek előállítására: a) bárium-hidroxid; b) mangán(II)-hidroxid; c) króm (III)-hidroxid. Írjátok fel a megfelelő reakciók egyenleteit.).
274. Töltsétek ki a reakciósémákat és alakítsátok át azokat kémiai egyenletekké:

- a) $\text{Li} + \dots \rightarrow \text{LiOH} + \dots$; b) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \dots$;
 $\text{SrO} + \dots \rightarrow \text{Sr}(\text{OH})_2$; $\text{BaZnO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + \dots$.
275. Írjátok fel azokat a reakcióegyenleteket, amelyek segítségével megvalósíthatók az alábbi egymás utáni átalakulások:
- a) $\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{KOH}$;
 b) $\text{CdS} \rightarrow \text{CdO} \rightarrow \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2$;
 c) $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$.
276. A kémiai szertárban van kálium- és bárium-hidroxid, azonkívül kalciumsók – karbonát és klorid. Milyen vegyületeket lehet felhasználni a kalcium-hidroxid előállítására? Hogyan kell megvalósítani a megfelelő kísérleteket?
277. Megbízást kaptál az ón(II)-hidroxid előállítására kétféle módszerrel. Rendelkezésedre állnak a következő reagensek: ón(II)-oxid, nátrium-hidroxid-oldat és kénsav. Hogyan lehet teljesíteni a feladatot? Vegyétek figyelembe, hogy az ón(II)-vegyületek oldhatóságukat illetően hasonlóak a cink-vegyületekhez. Írd fel a megfelelő reakciók egyenleteit.
278. Milyen tömegű bárium-hidroxid keletkezik 15,3 g bárium-oxid vízzel való reakciója során?
279. Keletkezhet-e 10 g nátrium-hidroxid, ha a reakció elvégzésére 6,9 g nátriumot és 3,6 g vizet vettek? A választ számítások alapján adjátok meg.

35

A savak előállítási módszerei

A fejezet anyaga segít nektek:

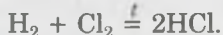
- a sav előállítási módszerét annak összetételétől és tulajdonságaitól függően;
- meghatározni azokat a feltételeket, amelyek betartásával megvalósítható savképzéssel a cserebomlási reakció.

Mielőtt megválasztanánk a sav előállításának módszerét, először is ki kell derítenünk, milyen savról van szó: oxigénmentes vagy oxigéntartalmú, erős vagy gyenge, illó vagy nem illó, vízben oldódó vagy oldhatatlan savról.

- Mely savakat nevezünk oxigénmentesnek és melyeket oxigéntartalmúnak? Hozzatok fel példá-

kat az erős, gyenge, illó, nem illó savakra. (Szükség esetén forduljatok a 25. és 30. témához.)

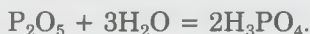
A hidrogén és nemfém közötti reakció. Ez az oxigénmentes savak előállításának módszere:



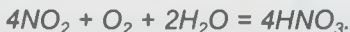
Az ilyen reakció termékeit, a hidrogén-kloridot, a hidrogén-szulfidot, a VI. vagy VII. csoport nemfémeselemeinek a hidrogénnel alkotott más gáznemű vegyületeit vízben oldva savat kapunk.

A klór kölcsönhatása a hidrogénnel az ipari sósavgyártás alapja.

A savképző oxid reakciója a vízzel. Az ilyen reakciót az oxigéntartalmú savak¹ előállítására használják:



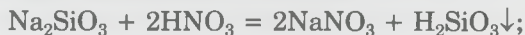
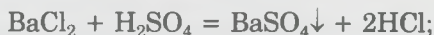
Az első reakció a kénsavgyártás befejező szakaszában megy végbe. Hasonló reakciót megvalósítani az N_2O_5 -oxid és a víz között a salétromsav ipari gyártása céljából nem célszerű, mivel ez az oxid nem stabil. Kiinduló anyagként ebben az esetben a nitrogén(IV)-oxid szolgál:



A só és sav közötti reakció. Ezen a reakción alapszik a savak előállításának *általános módszere* — az oxigénmentes és az oxigéntartalmú savaké is. E reakció terméke más só és más sav.

A só és sav közötti cserebomlási reakciót ezen vegyületek oldatainak felhasználásával lehet megvalósítani, ha teljesül az alábbi két feltétel valamelyike:

- a reakciótermék — az új só vagy az új sav — nem oldódik a vízben (ezt az oldhatósági táblázatból derítjük ki):



¹ A szilícium(IV)-oxid vízzel nem reagál.

- az előállítandó sav gyenge, a reakcióba lépő sav pedig erős (a megfelelő információ a 30. fejezetben található):



Az erős és illó sav előállítását nem oldatban való-sítják meg, hanem a szilárd só és nem illó sav reak-ciójával. Az anyagok kölcsönhatását elősegíti a hevítés:



GYAKORLAT. Elő lehet-e állítani sósavat a kálium-klorid és a kénsav reak-ciójával? Ha igen, akkor milyen feltételek mellett?

Megoldás

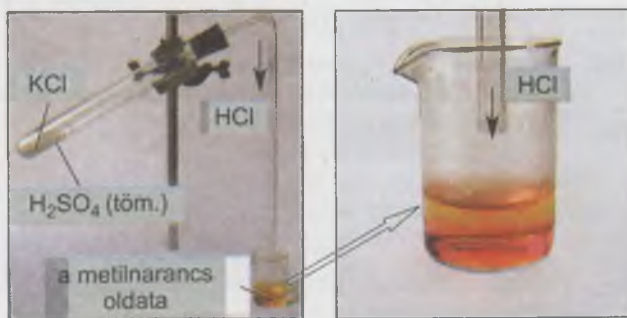
A reakció termékeinek új sónak és új savnak kell lennie:



Az oldhatósági táblázatból megtudjuk, hogy mindegyik vegyület oldódik a vízben. A kénsav és a sósav erős sav, de különböznek fizikai tulajdonságaik: az első nem illó, a második illó (ez a hidrogén-klorid-gáz vizes oldata). Ezért a reakciót csupán a víz kizárásával lehet meg-valósítani. Akkor a hidrogén-klorid ki fog válni a reagáló keverékből.

Tehát a hidrogén-klorid és a sósav előállításához szilárd kálium-klo-ridot és tiszta kénsavat vagy annak tömény oldatát kell venni. A szilárd és folyékony anyagok kölcsönhatásának meggyorsítása végett hevíteni kell a rendszert. (Az oldatban a cserebomlási reakciók pillana-tok alatt zajlanak le.)

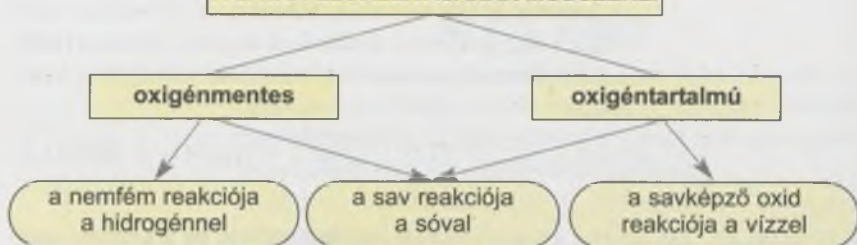
Felírjuk a megfelelő kémiai egyenletet, feltüntetve a reakció megva-lósításának feltételeit (72. ábra):



72. ábra.
A hidrogén-klorid
és a sósav
előállítása

13. séma

A SAVAK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK MÓDSZEREI



ÖSSZEFOGLALÁS

Az oxigéntartalmú savakat a savképző oxidok vízzel való reakciójával állítják elő.

A savak előállításának általános módszere a só és a sav cserebomlási reakcióján alapszik.

?

280. Ajánljatok 2—2 módszert a hidrogén-fluorid-sav (folsav) és az ortofoszforsav előállítására. Írjátok fel a megfelelő reakció-egyenleteket.
281. Töltsétek be a reakciók sémáit és alakítsátok át őket kémiai egyenletekké:
- a) $\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ b) $\text{NaNO}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$ $\text{HBr} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
282. Töltsétek be vegyületek képleteivel a hiányzó helyeket és alakítsátok át a sémákat kémiai egyenletekké, feltüntetve az anyagok kölcsönhatásának körülményeit:
- a) $\text{CaCl}_2 + \dots \rightarrow \text{HCl} + \dots$;
 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \dots \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + \dots$;
- b) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \dots \rightarrow \text{HNO}_3 + \dots$;
 $\text{K}_2\text{SO}_3 + \dots \rightarrow \dots + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Felhasználható-e mind a négy reakcióban a kénsav? A feleletet indokoljátok meg.

283. Melyik oxigéntartalmú savat nem lehet előállítani a megfelelő oxidból és vízből?
284. Milyen tömegű nátrium-nitrátot szükséges venni 50,4 g salétromsav előállításához?
285. Számítsátok ki az ortofoszforsav anyagmennyiségét, amely 14,2 g foszfor(V)-oxid vízfelesleggel való kölcsönhatásakor képződik.

36

A sók előállításának módszerei

E fejezet anyaga segít nektek:

- elsajátítani a sók előállításának legfontosabb módszereit;
- kiválasztani egy bizonyos só előállítási reakcióit és meghatározni a megvalósításukhoz szükséges feltételeket.

Sókat sokkal több módszerrel lehet előállítani, mint oxidokat, bázisokat és savakat.

Reakciók fémek részvételével

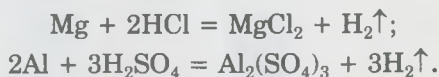
1. módszer: fém + nemfém $\rightarrow$ só.

Ezzel a módszerrel oxigénmentes sókat állíthatunk elő:



2. módszer: fém + sav (oldat) $\rightarrow$ só + hidrogén.

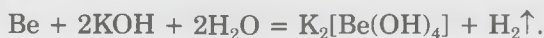
Az ilyen reakciókba a kénsav (hígított oldatban), a sósav, egyes más savak és olyan fémek lépnek, amelyek az aktivitási sorban a hidrogéntől balra helyezkednek el:



3. módszer: fém + lúg $\rightarrow$ só + hidrogén.

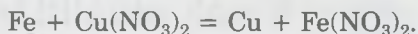
A lúgokkal és oldataikkal azok a fémek reagálnak, amelyek amfoter oxidokat és hidroxidokat képező elemektől származnak:





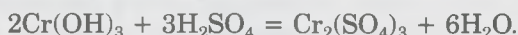
4. módszer: fém 1 + só 1 (oldatban) $\rightarrow$ fém 2 + só 2.

Számotokra ismeretes, hogy ilyen reakció akkor lehetséges, ha a fém 1 aktívabb a fém 2-nél, vagyis a fém 1 az aktivitási sorban balra helyezkedik el a fém 2-től:

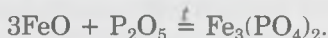


A bázisos és savas tulajdonságokkal rendelkező vegyületek között végbemenő reakciók

5. módszer: bázis (amfoter hidroxid) + sav (amfoter hidroxid) $\rightarrow$ só + víz¹ (73. ábra):



6. módszer: bázisképző (amfoter) oxid + savképző (amfoter) oxid $\rightarrow$ só¹:



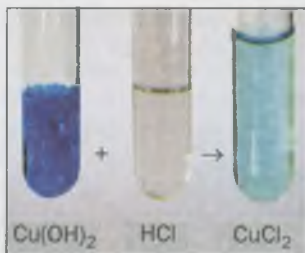
7. módszer: bázis + savképző (amfoter) oxid $\rightarrow$ só + víz:



8. módszer: sav + bázisképző (amfoter) oxid $\rightarrow$ só + víz:



Az 6. és 7. módszerek alkalmatlanok az oxigénmentes savak sóinak előállítására, mivel e savaknak nincs savképző oxidjuk.



73. ábra.
A réz(II)-hidroxid reakciója savval

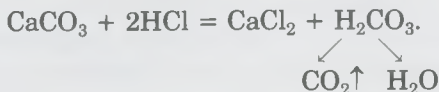
¹ Az amfoter vegyületek nem lépnek reakcióba egymással.

Cserebomlási reakciók sók részvételével

Érdekes tudni

$\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$, FeI_3
és néhány más
sót eddig nem
állítottak elő.

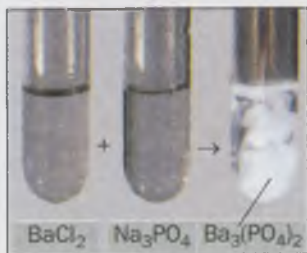
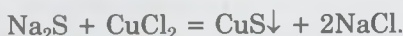
9. módszer: só 1 + sav 1 → só 2 + sav 2:



10. módszer: só 1 + lúg → só 2 + bázis:



11. módszer: só 1 + só 2 → só 3 + só 4 (74. ábra):



74. ábra.
Két só reakciója
az oldatban

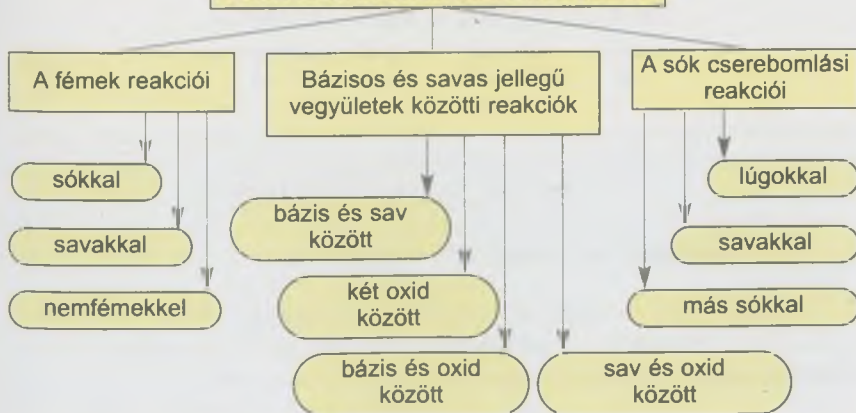
A 9—11. módszereket választva figyelembe vesszük azt, hogy a cserebomlási reakció csupán csapadék- vagy gázképződés, illetve gyenge sav keletkezése esetében lehetséges.

A 14. séma összefoglalja az ismertetett anyagot.

14. séma

A sók előállítása

A SÓK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK MÓDSZEREI

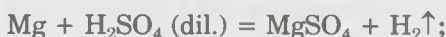


GYAKORLAT. Ajánljatok minél több módszert a magnézium-szulfát (MgSO_4) előállítására.

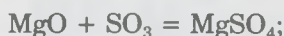
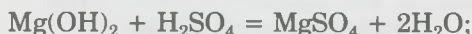
Megoldás

A magnézium-szulfát oxigéntartalmú só, ezért az 1. módszer a vegyület előállítására nem alkalmas.

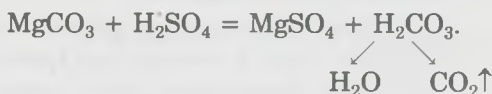
Ezt a sót úgy lehet előállítani, hogy kiinduló anyagként fémet (2. és 4. módszerek) alkalmazunk, figyelembe véve elhelyezkedését az aktivitási sorban:



Magnézium-szulfát keletkezhet a megfelelő bázisos és savas jellegű anyagok reakcióinak eredményeképpen is (5—8. módszerek):

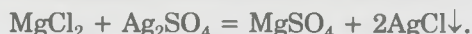


A sónak savval való reakciójához (9. módszer) olyan magnéziumsót kell venni, amely gyenge vagy illó savtól, illetőleg olyan savtól származik, amely gázképződés közben bomlik, és kénsavat:



A só lúggal való reakciója (10. módszer) a magnézium-szulfát előállítására nem alkalmas, mivel a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -hidroxid nem lúg, hanem kevésbé oldódó vegyület.

A magnézium-szulfát oldódik a vízben. Ezt figyelembe véve a két só közötti kölcsönhatás (11. módszer) reagensei a következők lehetnek:



oldódó	kevéssé	oldódó	oldhatatlan
só	oldódó só	só	só

9. LABORATÓRIUMI KÍSÉRLET

Kísérleti feladatok megoldása

1. változat. Rendelkezésekre áll: hígított sósav, cink-klorid-oldat és nátrium-hidroxid-oldat. Az ajánlott átalakulási séma szerint valósítsátok meg az 1—4. reakciókat:



2. változat. Rendelkezésekre áll: hígított salétromsav, alumínium-nitrát és nátrium-hidroxid oldatok. Az ajánlott átalakulási séma szerint valósítsátok meg az 1—4. reakciókat:



A kísérlet elvégzésekor a reagensek oldatait cseppenként adagoljátok a megfelelő reakció befejezéséig.

Írjátok be a füzetbe az átalakulások sémáját a vegyületek kémiai képleteivel, megfigyelésekkel és a megvalósított reakciók egyenleteivel.

ÖSSZEFOGLALÁS

Sók többféle módszerrel állíthatók elő. A módszerek egy része a fémeknek nemfémekkel, savakkal, lúgokkal, sókkal való reakcióján alapszik. Más módszerek feltételezik a bázisos és savas tulajdonságú anyagok közötti reakciók lehetőségét, valamint a sók között végbemenő cserebomlási reakciókat.

?

286. Milyen típusú sót lehet előállítani az egyszerű anyagok között végbemenő reakciók segítségével? Írjátok fel néhány megfelelő kémiai egyenletet.
287. Ajánljatok lehetőleg minél több módszert az alábbi vegyületek előállítására: a) cink-klorid; b) réz(II)-szulfát; c) bárium-karbonát. Írjátok fel a reakcióegyenleteket.
288. Hogyan lehet nátrium-szulfátból előállítani nátrium-kloridot? Hogyan lehet megvalósítani az ellenkező átalakítást? Írjátok fel a kémiai egyenleteket és tüntessétek fel a reakciók megvalósításának feltételeit.

289. Írjátok fel azokat a reakcióegyenleteket, amelyek segítségével meg lehet valósítani az alábbi egymás utáni átalakulásokat:
- $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{AlPO}_4$;
 - $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$;
 - $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaAlO}_2 \rightarrow \text{NaCl}$;
 - $\text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4$.
290. Válasszátok ki az anyagokat az alábbi átalakulások megvalósítása céljából és írjátok fel a megfelelő kémiai reakciók egyenleteit:
- amfoter hidroxid (mint bázis) $\rightarrow$ só;
 - amfoter hidroxid (mint sav) $\rightarrow$ só;
 - só 1 $\rightarrow$ só 2 $\rightarrow$ só 3 (mindegyik sót ugyanaz a fém elem alkossa).
291. Hogyan lehet alumínium-kloridot előállítani lítium-oxid, alumínium-nitrát, víz és sósav felhasználásával? Állítsátok össze a megfelelő kémiai egyenleteket és tüntessétek fel a reakciók megvalósításához szükséges feltételeket.
292. Lehet-e alumínium-kloridot előállítani, ha csupán alumínium-szulfát és sósav áll rendelkezésetekre? A feleletet indokoljátok meg.
293. Milyen tömegű kálium-szulfátot állíthatunk elő olyan reakcióval, amelynek során 14 g kálium-hidroxid szükséges mennyiségű kénsavval reagál.
294. 14,6 g cink és cink-oxid keveréke elegendő mennyiségű sósavval reagál, minek következtében 2,24 l hidrogén (n. k.) válik ki. Milyen tömegű só képződik?
295. 46,8 g kalcium- és magnézium-karbonát keverékének elegendő mennyiségű szilícium(IV)-oxiddal való hevítésekor 11,2 l gáz (n. k.) fejlődik. Számítsátok ki a szilikátok tömegrészarányát a keletkezett anyagkeverékben

37

A szervesetlen vegyületekre vonatkozó ismeretek összefoglalása

A fejezet anyaga segít nektek:

- egészében felfogni a szervesetlen anyagok osztályozását;
- megérteni a kémiai elem típusa és vegyületeinek típusai közötti kapcsolatot;
- meggyőződni arról, hogy az egyazon csoportba tartozó vegyületeknek analogikus szerkezetük van.

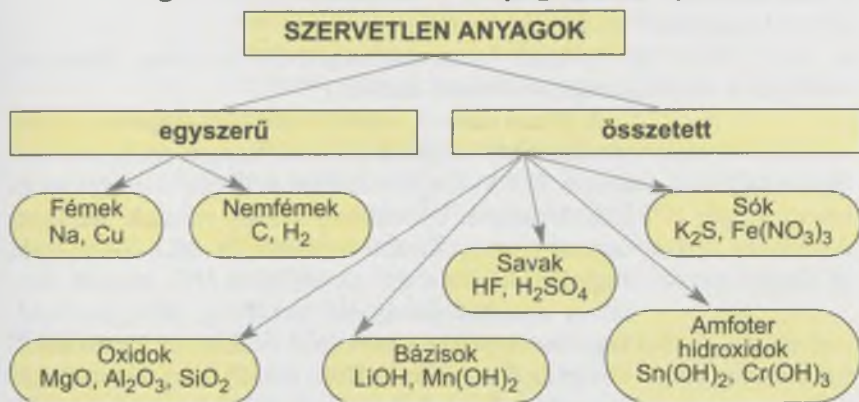
Ebben a fejezetben összegezve van mindaz, amit megismertetek az egyszerű anyagokról, az oxidok-

ról, bázisokról, savakról, amfoter vegyületekről, sókról. Számotokra ismeretes, milyen részecskékből tevődnek össze a különböző szervesetlen anyagok, továbbá megismertették ezen részecskék között működő kémiai kötéstípusokat is. A tények sokasága bizonyítja, hogy az anyagok összetétele és szerkezete kihat fizikai és kémiai tulajdonságaikra.

A szervesetlen anyagok osztályozása. Számotokra ismeretes, hogy a szervesetlen anyagokhoz számos egyszerű anyag — fémek és nemfémek tartozik, azonkívül az összetett anyagok jelentős száma is (a szén vegyületein kívül) (15. séma).

15. séma

A legfontosabb szervesetlen anyagok osztályozása



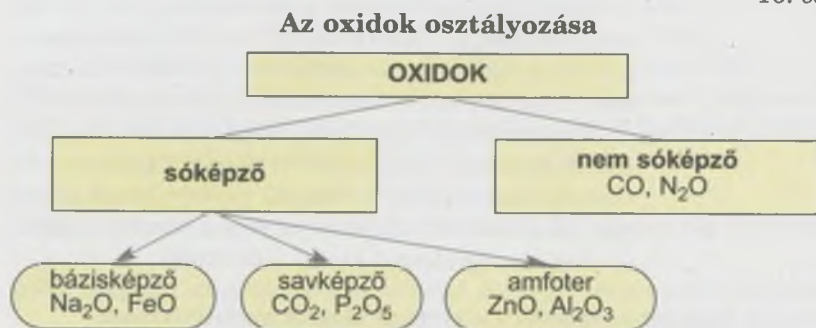
► Milyen vegyületcsoportoknak vannak ilyen általános képletei: $E_m O_n$, $M(OH)_n$, $H_n A$, $H_m E O_n$, $M_m A_n$, $M_m (E Q)_p$?

Oxidok. Az oxidok az elemek oxigénvegyületei, amelyekben az oxigén oxidációfoka -2-vel egyenlő. Habár e vegyületek hasonlók összetételük szerint, azonban különböznek kémiai tulajdonságaikban. Léteznek bázisképző, savképző és amfoter oxidok. Mindezeket *sóképző oxidoknak* nevezik, mivel ezek a vegyületek sóvá alakulnak, kölcsönhatásba lépve a savakkal vagy bázisokkal (az amfoter oxidok reagálnak a savakkal és a bázisokkal is). Szintén sóképzéshez vezetnek ezen oxidok reakciói más oxidokkal.

Néhány oxid (N_2O , NO , CO , SiO , H_2O) nem tanúsít sem bázisos, sem savas tulajdonságokat. Ez

utóbbiak általános elnevezése: nem sóképző oxidok (16. séma).

16. séma



Létezik bizonyos megfelelés az elem típusa és oxidjának típusa között.

A fémek nem csupán bázisképző és amfoter oxidokat képesek alkotni, hanem savképző oxidokat is. Az M_2O általános képletű vegyületek között csupán bázisképző oxidok vannak. Az ilyen típusú oxidok sorába tartozik az MO összetételű vegyületek többsége. Az M_2O_3 és MO_2 oxidok általában amfoter jellegűek, az M_2O_5 , MO_3 és M_2O_7 vegyületek pedig a savképző oxidokhoz tartoznak.

Egyes fémekből mindhárom típusú oxid létrejöhethet. Így, a krómnak van CrO bázisképző oxidja, Cr_2O_3 amfoter oxidja és CrO_3 összetételű savképző oxidja. Amint látjuk, a fémek oxidációs fokának növekedésével oxidjainak bázisos tulajdonságai gyengülnek, a savas tulajdonságai erősödnek.

A nemfémek oxidjai mind savképző és nem sóképző oxidokat alkotnak.

A bázisképző és amfoter oxidok ionokból tevődnek össze, a savképző és nem sóképző oxidok pedig molekulákból, néha — atomokból.

Bázisok. A bázisok olyan vegyületek, amelyek fémek ionjaiból M^{n+} és hidroxid-anionokból OH^- képződnek. A bázisokat két csoportra osztjuk: a vízben oldódó (lúgok) és oldhatatlan bázisok csoportjára. A lúgok kémiaiilag aktívabbak az oldhatatlan bázisoknál, amelyek például nem reagálnak a sókkal, egyes savakkal és savképző oxidokkal, hevítés közben felbomlanak.

Savak. A savak olyan vegyületek, melyek molekuláinak összetételében egy vagy több hidrogénatom van jelen, amelyek a kémiai reakciók során fémes elemek atomjaival helyettesíthetők. A sav molekulájának azt a részét, amely egy atomból vagy atomcsoportból áll s amely a hidrogénatommal (atomokkal) kapcsolódik, savmaradéknak nevezik. A savakat összetételük szerint oxigénmentesekre (H_nA) és oxigéntartalmúakra (H_mEO_n), egybázisú és több-bázisú savakra, kémiai aktivitásuk szerint — erős, gyenge és közepes erősségű savakra osztjuk.

A lúgot és savakat az oldatban az indikátoranyagok segítségével különböztetjük meg (75. ábra).

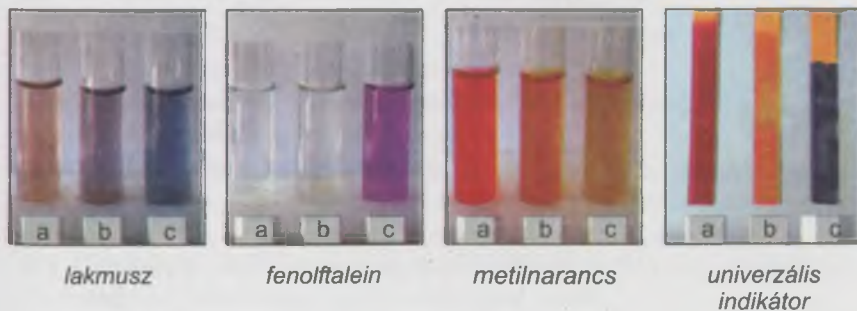
Amfoter hidroxidok. Az amfoter hidroxidok összetételük szerint a bázisokra hasonló, de kettős kémiai jelleggel rendelkező vegyületek. Ezek az anyagok a savakkal bázisként reagálnak, a lúgokkal pedig savként.

Az amfoter hidroxidok bázisos tulajdonságai jobban érvényesülnek, mint a savas tulajdonságok. Például, a vas(III)-hidroxid $Fe(OH)_3$ elég gyorsan kölcsönhatásba lép az erős sav hígított oldatával, azonban a lúg hígított oldatával lassan reagál és nem alakul át teljesen.

A bázisokat, amfoter hidroxidokat és oxigéntartalmú savakat néha a vegyületek olyan csoportjába egyesítik, amelynek általános elnevezése — „az oxidok hidratjai” (azaz az oxidok vegyületei a vízzel¹). Használják még a „hidroxid”² rövidített elnevezést is. Ennek az elnevezésnek az alapja az, hogy a

75. ábra.

Az indikátorok elszíneződése:
a) savas oldatban; b) vízben;
c) lúg-oldatban



¹ A víz görögül — „hydör”.

² A magyar kémiai nevezéktanban a „hidroxid” elnevezés az elfogadott. (A fordító megjegyzése.)

vegyületek képleteiben megtalálhatók a hidroxil-csoportok (OH). Ha a bázisok és amfoter hidroxidok képletei $M(OH)_n$ tartalmaznak ilyen csoportokat, akkor az oxigéntartalmú savak képleteiben H_mEO_n csoportokat ki lehet emelni: $H_2SO_4 \Rightarrow SO_2(OH)_2$.

Sók. A sók olyan vegyületek, melyek fémes elemek kationjaiból és savmaradék-anionokból állnak. A só valamely bázisos tulajdonságokkal rendelkező anyag és egy savas tulajdonságú anyag kölcsönhatásának a terméke.

A szervesetlen anyagok szerkezete. Az egyszerű anyagok atomokból és molekulákból tevődnek össze. A nemfémeknek atomos vagy molekuláris felépítése van; ezen anyagok molekuláiban az atomok apoláris kovalens kötésekkel egyesülnek. Csupán a nemesgázokban az atomok közötti kötések hiányoznak.

A fémek olyan atomokból tevődnek össze, amelyek nagyon szorosan helyezkednek el. Az elektronok könnyen átmennek egyik atomtól a másikig és kialakítják az úgynevezett fémes kötést. A mozgékony elektronok a fémeknek áramvezetési képességet biztosítanak, okozzák ezen anyagok különleges („fémes”) fényét, magas hővezető képességet.

Az összetett szervesetlen anyagoknak ionos, molekuláris, néha — atomos szerkezetük van. Ionokból tevődnek össze a bázisos és amfoter oxidok, bázisok, sók.

- Irjátok fel azoknak a kationoknak és anionoknak képleteit, amelyek megtalálhatók a következő vegyületekben: K_2O , $Ba(OH)_2$, MgS , $Ca_3(PO_4)_2$, $Cr(NO_3)_3$.

A savképző és nemsóképző oxidoknak, illetve savaknak molekuláris szerkezetük (felépítésük) van. Mivel ezen anyagok molekuláiban különböző elemek atomjai egyesülnek egymással, a kovalens kötések bennük főleg polárisak.

- Rajzoljátok meg a Cl_2O és $HClO_3$ molekulák grafikus képleteit. Irányvonalakkal jelöljétek fel ezekben a képletekben a kovalens kötések elektronpárjainak eltolódását és tüntessétek fel minden egyes elem oxidációfokát.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szervesetlen anyagokhoz tartoznak az egyszerű anyagok (fémek, nemfémek), valamint számos összetett anyag, amelyeket osztályokba sorolunk. A szervesetlen vegyületek legfontosabb osztályai az oxidok, bázisok, savak, amfoter hidroxidok, sók.

Kémiai tulajdonságaik alapján az oxidokat sóképzőkre és nem sóképzőkre osztjuk, a sóképzőket pedig bázisképző, savképző és amfoter oxidokra.

Az egyszerű anyagok atomokból vagy molekulákból állnak, az összetett szervesetlen anyagok pedig molekulákból vagy ionokból.

?

296. Töltsétek ki a táblázatot, a megfelelő oszlopokba beírva a következő oxidok képleteit: Li_2O , Ag_2O , Cl_2O_7 , MgO , PbO , Al_2O_3 , SiO_2 , ZnO , SO_2 , CrO_3 .

Oxidok		
bázisképző	amfoter	savképző

297. Találjátok meg a megfelelő párt.

Az oxid képlete

1) MnO ;

2) MnO_2 ;

3) Mn_2O_7 ;

Az oxid típusa

a) amfoter;

b) bázisképző;

c) nem sóképző;

d) savképző.

298. Nevezzétek meg azokat a részecskéket, amelyekből a kalcium-oxid, az alumínium-oxid és a szén(II)-oxid áll.
299. Hozzatok fel egy-egy példát az olyan savakra, amelyek molekulái két, három, négy, öt, hat, hét és nyolc atomot tartalmaznak.
300. Írjátok fel a számotokra ismert amfoter hidroxidoknak kémiai képleteit és a fémek elem vegyjele fölött tüntessétek fel oxidációfokukat.
301. Válasszátok ki a felsorolt képletsorozatból a sók képleteit és magyarázzátok meg választásotokat: PbI_2 , MgF_2 , PBr_3 , CH_4 , Na_2S , ClF .

302. A szilícium, oxigén és hidrogén tömegeinek aránya, az általuk alkotott vegyületekben 7 : 16 : 1. Állítsátok fel a vegyület képletét. A szervesetlen vegyületek mely csoportjába tartozik és miért?
303. Milyen térfogatú klór-hidrogén gázt szükséges feloldani n.k.k. 1 l vízben, hogy 20 %-os tömegrészarányú sósavat nyerjünk?

38

A szervesetlen anyagok közötti genetikai kapcsolatok

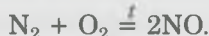
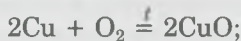
E fejezet anyaga segít nektek:

- megszerezni az egyszerű anyagok részvételével végbemenő kémiai reakciókat;
- kideríteni egy elem különböző osztályaihoz tartozó vegyületei kölcsönös átalakulásának lehetőségeit.

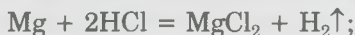
Ebben a fejezetben az egyszerű anyagok és szervesetlen vegyületek részvételével végbemenő kémiai átalakulásokat összegezzük. Elolvasva ezt az információt, jobban megértitek azokat a kapcsolatokat, amelyek az egy és ugyanazon elem által képződött anyagok között léteznek, valamint előállításuk lehetőségeit.

Azokat az anyagok közötti kapcsolatokat, amelyek a származásuk és kémiai tulajdonságaikon alapszanak, *genetikai*¹ (származási) kapcsolatoknak nevezik.

Az egyszerű anyagok részvételével végbemenő kémiai átalakulások. Számotokra ismeretes, hogy az egyszerű anyagok többsége — fémek, s nem-fémek — reagálnak az oxigénnel, oxidokká alakulva

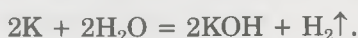


Majdnem minden fém reagál savakkal és sókkal; minden ilyen reakció termékei között van só:



¹ A szakszó a görög *genos* — nem, faj, születés, származás szóból származik.

A legaktívabb fémek a vízzel reagálva lúgokat képeznek:

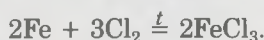
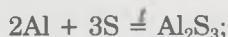


A lúgokkal azok a fémek lépnek kölcsönhatásba, amelyek amfoter oxidokat és hidroxidokat alkotó elemekből képződtek:



► Alakítsátok át a reakció sémáját kémiai reakcióvá.

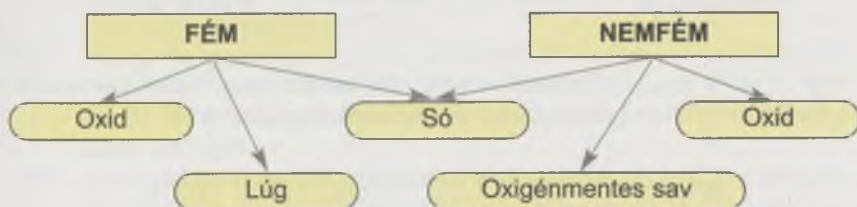
A VI. és VII. csoport elemei által alkotott nemfémek reakcióba lépnek a hidrogénnel. Az ilyen reakciók termékeinek (H_2S , HF s mások) oldatai oxigénmentes savak. Ezek a nemfémek azonkívül sokat képezve kölcsönhatásba lépnek a fémekkel:



A 17. séma az egyszerű anyagoknak azt a képességet szemlélteti, hogy kémiaiilag át tudnak alakulni különböző osztályba tartozó vegyületekké.

17. séma

Az egyszerű és összetett anyagok közötti genetikai kapcsolatok



Összetett anyagok részvételével végbeménő kémiai reakciók. A szervesetlen vegyületek képesek különféle kölcsönös átalakulásra. A vízzel majdnem mindegyik savképző oxid és egyes bázisképző oxidok is kölcsönhatásba lépnek. Az első esetben a reakció terméke oxigéntartalmú sav lesz, a másodikban — lúg.

► Állítsátok fel azon oxidok reakcióit vízzel, amelyek eredményképpen $HMnO_4$ sav és $Sr(OH)_2$ bázis képződik.

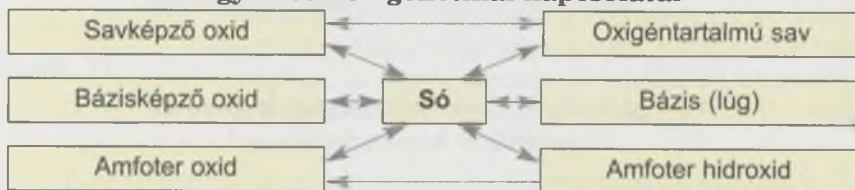
Mindegyik vegyület — oxid, bázis, amfoter hidroxid, sav — bizonyos reakciók folytán megfelelő sóvá alakul. Az oldhatatlan bázisok, amfoter hidroxidok, oxigéntartalmú savak vagy sók hevítésével oxidokat lehet előállítani. Érdekes megjegyezni a következő törvényszerűségeket:

- ha két vegyületnek analogikus tulajdonságai vannak (például két bázisképző oxid, bázisképző oxid és bázis), akkor azok egymással¹ nem lépnek kölcsönhatásba;
- az ellentétes tulajdonságokkal rendelkező vegyületek közötti reakciók szinte mindig végbemennek;
- amfoter vegyületek kölcsönhatásba lépnek a bázisos és savas jellegű vegyületekkel, de egymás között nem reagálnak.

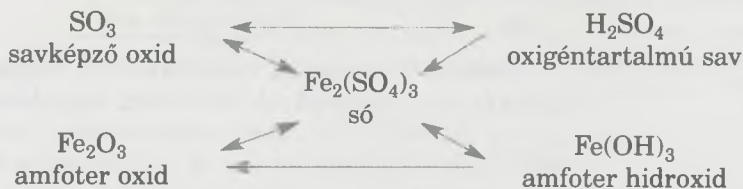
A vegyületek különböző osztályaihoz tartozó vegyületek átalakulásának lehetőségeit a 18. séma összegzi.

18. séma

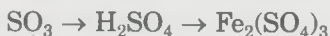
A különböző osztályok szervesetlen vegyületeinek genetikai kapcsolatai



Hasonló sémát mutatunk be a fémek és nemfémek (vas és kén) vegyületeiről:



Felhasználva az ilyen sémákat tervezhetjük és megvalósíthatjuk a szervesetlen vegyületek kémiai átalakulásait. Például az



¹ A sók kivételt képeznek.

megmutatja a sav előállításának lehetőségét savképző oxidból és annak felhasználását a megfelelő só előállításához.

A fejezet anyaga bizonyítja, mennyire fontos, hogy a kémia tanulásakor megismerjük és megértjük az egyszerű anyagok és a különböző osztályokba tartozó szervetlen vegyületek: oxidok, bázisok, savak, amfoter hidroxidok, sók közötti genetikai kapcsolatokat.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az anyagok eredetére és kémiai tulajdonságaikra alapozódó kapcsolatot genetikai kapcsolatnak nevezzük.

Az egyszerű anyagok részvételével végbe menő kémiai reakciók segítségével oxidokat, sókat, lúgokat, oxigénmentes savakat lehet előállítani.

Az oxidok, bázisok, amfoter hidroxidok, savak, sók képesek kölcsönösen átalakulni.

?

304. Lehet-e a 18. sémát kibővíteni, hozzáadva a nem sóképző oxidot? A feleletet indokoljátok meg.
305. Írjátok fel azon reakciók egyenleteit, amelyek kiinduló anyagai csupán a lítium, oxigén, víz, valamint ezen anyagok kölcsönhatásának termékei. Állítsátok össze a megfelelő folyamatos átalakulások sémáját.
306. Írjátok fel az anyagok folyamatos átalakulásának néhány sémáját, amelyekben az első anyag egy fém vagy nemfém, a második só és a harmadik bázis vagy sav.
307. A 18. sémában az alsó irányvonal csupán egy oldalra irányul? Lehetséges-e amfoter oxidból előállítani megfelelő amfoter hidroxidot? Pozitív válasz esetén magyarázzátok meg, hogyan valósítanátok meg az ilyen kísérletet.
308. Írjátok be a megfelelő vegyületek kémiai képleteit az alábbi átalakulások sémájába:
- a) oxid $\rightarrow$ bázis $\rightarrow$ só (báriumvegyületek);
 - b) oxid $\rightarrow$ sav $\rightarrow$ só (foszforvegyületek);
 - c) oxid $\leftarrow$ hidroxid $\rightarrow$ só (alumíniumvegyületek).
- Állítsátok össze a megfelelő reakciók egyenleteit.

309. Írjátok fel azoknak a reakcióknak az egyenleteit, amelyek megfelelnek a következő átalakulások sémájának: $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_2$. Hogyan lehet átalakítani a kalcium-karbonátot kalcium-hidroxiddá két egymás utáni reakció segítségével?
310. Írjátok fel azon reakciók egyenleteit, amelyek segítségével meg lehet valósítani az anyagok alábbi folyamatos átalakulásait:
- $\text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{MgBr}_2 \rightarrow \text{AgBr}$;
 - $\text{Al} \rightarrow \text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Al(OH)}_3 \rightarrow \text{Na}_3\text{AlO}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
 - $\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$;
 - $\text{ZnS} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn(OH)}_4] \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \text{Zn(NO}_3)_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{ZnO}$;
 - $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuS}$.
311. Válasszatok ki két olyan sót, amelyek kölcsönhatásba lépnek egymással az oldatban, két oldhatatlan sót alkotva. Írjátok fel a megfelelő reakcióegyenletet.
312. 1,15 g nátrium teljesen reagált a vízzel, a reakció terméke pedig a kénsavval. Számítsátok ki a sav anyagmennyiségét, amely részt vett a második reakcióban.
313. Milyen tömegű alumínium-oxid keletkezik azon alumínium-hidroxid melegítésekor, amely 21,3 g alumínium-nitrát szükséges mennyiségű lúggoldattal való reakciója során jön létre?

2. GYAKORLATI MUNKA

Kísérleti feladatok megoldása

E gyakorlati munkában meg kell valósítanotok az anyagok átalakulását. Először is derítsétek ki:

- milyen kémiai reakciókat kell megvalósítani;
- milyen reagensekre lesz szükségetek;
- milyen körülményeket kell teremteni minden egyes reakció megvalósításakor;
- nem okoz-e kárt a kísérlet eredményének valamely reagens feleslege; esetleg szükség lesz rá;
- kell-e melegíteni a reagenseket.

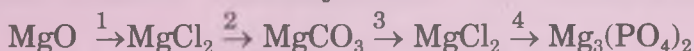
E kísérlet megvalósítása közben figyeljétek meg az anyagokat és a reakció lezajlását, készítsétek jegyzeteket a füzetben. A kísérlet befejezése után elemezzétek a kapott eredményeket és írjátok fel őket a következtetésekkel együtt.

I. VÁLTOZAT

Reakciók megvalósítása a kémiai átalakulások sémája szerint

Rendelkezésekre állnak magnézium-oxid-, sósav-, nátrium-klorid-, nátrium-karbonát- és nátrium-ortofoszfát-oldatok.

Feladat. Válasszatok reagenseket (a kiadott vegyszerek közül) az átalakulások sémájához



és valósítsátok meg a megfelelő reakciókat.

II. VÁLTOZAT

A kémiai átalakulások sémájának összeállítása és a reakciók megvalósítása

Rendelkezésekre állnak vas(III)-klorid-, nátrium-hidroxid- és nátrium ortofoszfát-oldatok, hígított kénsav.

Feladat. Ajánljatok átalakulási sémát (csak a kiosztott oldatokat szabad használatotok)



ahol A — vas(III)-klorid, B , C és D — a vas más vegyületei.

Valósítsátok meg a megfelelő reakciókat.

A kémiai kísérlet elvégzése előtt az I. vagy II. változat szerint töltsétek ki a táblázatot:

Képletek	
anyagok az átalakulási sémában	reagensek (felhasználásuk sorrendjében)
$\dots \rightarrow \dots \rightarrow \dots \rightarrow \dots (\rightarrow \dots)$	$\dots \quad \dots \quad \dots \quad (\dots)$

A cserebomlási reakció megvalósítása közben a második reagens oldatát adagoljátok kis porciókban a szükséges ered-

¹ A tanár megváltoztathatja a magnézium-oxidot magnézium-hidroxidra.

mény elérése céljából. Így lehet egyes kísérletekben elkerülni a másodrendű (járulékos) reakciókat az alkalmazott reagens és az előbbi anyag feleslege között.

A cselekedeteiteket, megfigyeléseiteket (rögzítsétek a csapadék képződését, annak kinézetét, gázkiválást, szag jelenlétét vagy hiányát, a szín megváltozását vagy megjelenését stb.), következtetéseiteket, valamint a reakcióegyenleteket írjátok be a táblázatba:

A cselekvés sorrendje	Megfigyelések	Következtetések
<i>1. kísérlet. Az átalakulás megvalósítása ... → ...</i>		
...	...	...
Reakcióegyenlet:		
<i>2. kísérlet. ...</i>		

?

Az I. változathoz:

314. Milyen reagenst nem használtak a munkátok során? Miért?
315. Káros-e a reagens feleslege, amelyet az első átalakulás megvalósítására alkalmaztunk a második reakció lefolyására? A feleletet indokoljátok meg.
316. Lehet-e magnézium-oxidból magnézium-ortofoszfátot előállítani, ha a kiosztott reagensek közül csak egyet használunk fel? Miért?
317. Ajánljatok olyan reagenseket, amelyek segítségével a magnézium-oxidot közvetlenül át lehet alakítani magnézium-ortofoszfáttá. Írjátok fel a megfelelő kémiai egyenleteket.

A II. változathoz:

318. Lehet-e közvetlenül előállítani a vas(III)-kloridból azt a vegyületet, amely utolsóként szerepel az általatok ajánlott átalakulási sémában, ha a kiosztott reagensek közül csak egyet lehet felhasználni? Pozitív felelet esetében írjátok fel a reakció egyenletét.
319. Milyen egymás utáni anyagátalakulásokat lehet megvalósítani a következő reagens-oldatok hiányában:
 - a) nátrium-ortofoszfát;
 - b) lúg ?

A feleleteket adjátok meg annak a táblázatnak az alakjában, amely a gyakorlati munka szövegében elsőként szerepel.

A fejezet anyaga segít nektek:

- tudomást szerezni a természet szervesetlen vegyületekkel való szennyeződéséről;
- ráeszmélni a káros anyagok környezetbe kerülésének megelőzésére tett intézkedések fontosságára.

A környezet tárgyi szennyezése. A XIX. sz. közepéig az emberiség főként természetes anyagokat használt. Mesterséges anyagokat kis mennyiségben termeltek, és azok használati köre hanyagolható volt. Azokban az időkben szinte ismeretlen volt a környezet anyagok általi szennyeződése.

Az ipar, a közlekedés, a mezőgazdaság gyors ütemű fejlődésével rohamosan növekedett a természetben nem létező szervesetlen és szerves anyagok előállítás és alkalmazása. A termelés melléktermékei, az anyagok feleslege a levegőbe, a folyókba, az állóvizekbe, a föld felületére került, s ez negatívan hatott a növényekre, állatokra, az emberek egészségére. Jelenleg bolygónk szennyeződését veszélyesnek (fenyegetőnek) tartják, egyes régióit — katasztrofálisnak.

Az atmoszféra szennyezettsége gáznemű oxidokkal. Jelentős kárt okoznak a környezetnek az SO_2 és NO_2 gázok. Az SO_2 akkor keletkezik, amikor olyan tüzelőanyag ég el, amely kénvegyületeket tartalmaz. E gáz atmoszférába jutásának alapvető forrásai a hőerőművek (villanytelepek), amelyek alacsony értékű szén alkalmaznak. NO_2 -oxid az NO -gáznak a levegő oxigénjével való kölcsönhatásának a terméke. NO pedig a levegő főkomponensei — a nitrogén és a oxigén közötti reakció következtében keletkezik. Ez a reakció a lángban megy végbe a különböző tüzelőanyagok, fűtőanyagok és üzemanyagok égése közben. A nitrogén(IV)-oxid a salétromsavgyártás során keletkezett távozó gázban van

jelen. Barna színe miatt ez a gáz bizonyos színárnyalatot kölcsönöz ezen távozó gázoknak (76. ábra).

Kölcsönhatásba lépve a légköri nedvességgel és az oxigénnel, az SO_2 és NO_2 oxidok H_2SO_3 , H_2SO_4 , HNO_2 , HNO_3 savakká alakulnak. Az esővel és hóval együtt a föld felszínére jutnak és károsítják a növényeket. Az élő szervezeteket, az épületeket, történelmi emlékműveket rongálják, meggyorsítják a fémek korrózióját. Ezenkívül a kénsav és a salétromsav kölcsönhatásba lép a litoszféra egyes anyagaival. Ilyen reakciók eredményeképpen olyan oldódó sók keletkeznek, amelyek bizonyos része a fémek elemek mérgező ionjait tartalmazzák.

A nitrogén oxidjai szintén kölcsönhatásba lépnek az ózonnal; ez a légköri ózonréteg megsemmisítéséhez vezet, amelynek az a szerepe, hogy megvédi az élő szervezeteket a napfény ultraibolya sugarainak káros hatásától.

A szénmonoxid CO , amely a tüzelőanyagok és üzemanyagok oxigénhiányos nem teljes elégetésekor jön létre, nagyon mérgező. A kén- és nitrogén-oxidokkal együtt jelen van a megapoliszok (nagyvárosok) erősen szennyezett levegőjében. A levegőnek ezt az állapotát nevezik szmognak. A szmog negatív hatást fejt ki a zöld ültetvényekre, súlyosbítja az emberek különböző betegségeit.

Már tudjátok, hogy a légkör tartalmaz kis mennyiségű szén-dioxidot. Ez a gáz, valamint néhány más gáz (köztük a vízgőz) képezik az úgynevezett melegházhatást, azaz visszatartják a hőenergia egy részét a Földön. A széndioxid tartalmának állandó növekedése a levegőben a villamosenergia-rendszer, az autóipar fejlődése miatt az utóbbi évtizedekben az éghajlat felmelegedése, a sarki övezetekben a jég-takaró csökkenése figyelhető meg. A tudósok nem

76. ábra.

Azok a távozó gázok, amelyek az NO_2 -oxidot tartalmazzák (az úgynevezett „róka-farok”)



zárják ki, hogy néhány évtized múlva a világóceán szintje annyira megnövekszik, hogy sok területet (köztük Európában is) elönt a víz.

A vizek és a talaj szennyezettsége lúgokkal és savakkal. Egyes vegyi üzemek szennyvize lúgot tartalmaz (leggyakrabban nátrium-hidroxidot). Ezek az anyagok veszélyesek a növény- és állatvilágra, a bőrön égési sebeket okoznak, roncsolják a nyálkahártyát.

A lúgok káros hatása a környezetre nem tartós. A lúg reakcióba lép a széndioxiddal, amely jelen van a levegőben, és veszélytelen karbonáttá alakul. Hasonló átalakulást szenved idővel a Ca(OH)_2 hidroxid (szintén lúg, maró anyag), amely érintkezésben van a levegővel.

Az oldhatatlan bázisok, a lúgoktól eltérően, korlátozottabb alkalmazást nyertek. Ezeket nem nagy mennyiségekben állítják elő, és bekerülése ezen anyagoknak a környezetbe nem jár jelentős negatív következményekkel.

A kémiai technológiában leggyakrabban a kénsavat használják, ritkábban a salétromsavat és a sósavat. Ezen anyagok maradékai előfordulnak a vegyi üzemek, a polimetallikus ércok feldolgozó üzemében. A megnevezett vegyületeknek széles spektrumú negatív hatásuk van a környezetre, az élő szervezetekre.

A földfelszín szennyezettsége sókkal. A különböző szférákban alkalmazott sók egy része veszélyes anyag. Ez bizonyos mértékben vonatkozik a műtrágyákra is — a kálium-kloridra és szulfátra, a nitrátokra, az ammónium-sókra (ezen vegyületeket említettük a 138. oldalon). Mindazonáltal ezen anyagok mértéktelen bevitelével a talajba bizonyos ionok bekerülnek a földművelés és állattenyésztés termékeibe, valamint a vízmedencékbe, ahonnan a víz a lakott települések vizébe is bekerül. Ezenkívül műtrágyák feleslegei a vízben kiváltják az algák intenzív növekedését (77. ábra), későbbi rothadását és pusztulását, ami negatívan hat a halakra és a folyók és tavak más lakóira.

A szakemberek különös figyelmet fordítanak az úgynevezett nehéz fémek sói hatásának az élszervezetekre, a természetre és az ember szervezetére.

77. ábra.
A víz
„virágzása”



Az ilyen vegyületek helyes elnevezése a kémia szemszögéből — a nagy relatív atomtömegekkel rendelkező fémek sói. Ezek között vannak a következő elemek: Hg, Pb, Cd, Ba, Cu, Zn, Ni és mások. Nem véletlen, hogy az ivóvíz számára meg vannak határozva a kationok, valamint más ionok megengedett koncentrációja.

Érdekes tudni.

Nagyon mérgezők a berillium „könnyű” kémiai elem sói

Az anyagok hatása a szervezetre gyakran a vízben való oldhatóságuktól és a kémiai tulajdonságaiktól függ. „Mérgező anyag” jelölést találhatunk az oldódó anyagok csomagjainak címkéjén a báriumvegyületek — hidroxid, klorid, nitrát és mások esetében. Veszélyes a szervezet számára az oldhatatlan BaCO_3 só is. Abban az esetben, ha ez a só a gyomorba kerül, reagál majd az ott levő sósavval és oldható BaCl_2 sóvá változik. Másrészt, a báriumszulfát BaSO_4 veszélytelen a szervezet számára, mivel nem oldódik a vízben és nem reagál a sósavval. Ezen só keverékét vízzel issza az ember gyomrának röntgen vizsgálata előtt.

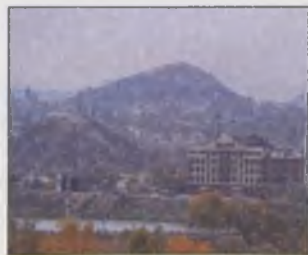
A káros anyagok sorába tartoznak még az oldható sók, amelyek F^- , S^{2-} , CrO_4^{2-} és néhány másfajta aniont tartalmaznak.

A F^- ionok jelentéktelen mennyiségben szükségesek az ember számára; jelen vannak azon kalcium-vegyületekben, amelyek a csontnak és a fogaknak szervesen alapját képezik. A fogak romlásának megelőzése céljából a fogkrémek összetételéhez kis mennyiségben fluorvegyületeket adnak.

Az építkezések rohamos fejlődése a szilikátanyagok, kő, betonmaradékok felgyülemmlését okozzák. Alapjukat a szilikátok és aluminátok alkotják. Ezek az anyagok nem mérgezőek, de a föld felületére kerülve gátolják a föld felhasználását különböző célokra. Ugyanúgy szennyezik a környezetet az éghetetlen oxidok és sók szilárd maradványai a szénnek a hőerőművekben való elégetése után. Jelentős területeket foglalnak el a meddőhányók — a bányákból kitermelt szén és talaj keveréke, amely alkalmatlan tüzelőanyagként való felhasználásra (78. ábra).

A környezetszennyeződés csökkentésére irányuló intézkedések. Az utóbbi időben látványosan növekszik a napenergia, valamint a szélenergia és a föld méhében rejlő energiák felhasználása. A belső égésű motorok helyébe elektromos hajtóművek és gépek jönnek; terjed az elektromobilok gyártása. Mindez lehetőséget nyújt javítani a légkör minőségét.

A korszerű üzemekben meghonosodnak a távozó gázok és szennyvizek tisztítását szolgáló módszerek. Ezen módszerek zöme előíranyozza a kémiai reakciók megvalósításának azon módját, hogy a káros anyagok veszélytelenekké váljanak. Ha a szennyvíz anyaga savas tulajdonságú, a folyadékot mész és kréta segítségével természetesen semlegesítik. A lúgos szennyvizekhez a legolcsóbb sav oldatát — kénsavoldatot adnak. A megfelelő reakciók termékei a környezetnek nem ártanak. Nagyon érdemes a savas és lúgos ipari szennyvizeket összekeverni, aminek következtében végbemegy a kölcsönös semlegesítés. Egyes ipari létesítmények szennyvizének tisztítása céljából cserebomlási reakciókat végeznek a mérgező elemek oldhatatlan vegyületeinek képződésével, amelyeket szűréssel választanak el.



78. ábra.
Meddőhányók
Donyeckben

79. ábra.
Nova Obolony
(Kijev)



A bányaiipar, hőerőművek, kohászati üzemek szilárd hulladékait az utak építésekor, az építkezési keverékek gyártásánál használják fel, néha átdolgozzák azokat.

A természetnek a következő nemzedékek számára történő megóvására irányuló mozgalom az emberiség progresszív fejlődésének elválaszthatatlan részévé válik (79. ábra).

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ipar, a közlekedés, más szférák intenzív fejlődésének következménye a levegő, hidroszféra, a föld felszínének rohamos ütemben végbemenő szennyeződése különböző anyagokkal. Ezen anyagok jelentős része kárt okoz a növényeknek, állatoknak és az ember szervezetének.

A természetes közeg megőrzésére irányuló, az emberiség által realizált intézkedések — a megújuló energiaforrások felhasználása, az ipari szennyvizeket és gázkiválásokat ártalmatlanító hatékony technológiák bevezetése, a levegőt nem szennyező közlekedési eszközök gyártásának gyorsütemű fejlődése.

?

320. Ismeretes, hogy a széndioxid a vízzel reagálva szén-savat képez. Miért nem sorolják ezt a gázt azon oxidok közé, amelyek a savas esőket kiváltják?
321. Hogy gondoljátok, a savas esők okozhatják-e a márvány, gipsz, alabástrom (a két utóbbi építőanyag alapja — a kálium-szulfát) pusztulását? A feleletet indokoljátok meg.

322. Nevezzetek meg néhány vegyületet, amelyek kölcsönhatásba léphetnek a kéndioxiddal és felhasználhatók a távozó gázok tisztítására ettől az oxidtól.
323. Milyen tömegű krétát kell venni 1 tonna ipari szennyvíz semlegesítéséhez, ha a kénsav tömegrészaránya benne 0,49 %?
324. Milyen térfogatarányban szükséges elegyíteni a savas és lúgos ipari szennyvizeket teljes kölcsönös semlegesítésük céljából, ha a klór-hidrogén tömegrészaránya az egyik folyadékban 0,73 %, a nátrium-hidroxid tömegrészaránya a másikban — 0,16 %? Feltételezzük, hogy a két folyadéknak ugyanolyan a sűrűsége, mint a víznek.

Utószó

Befejeződött a tanév, a kémia tanulásának második éve. Biztosak vagyunk abban, hogy érdekesek voltak számotokra e tantárgy órái.

Megismertétek, milyen információt tartalmaz a kémiai elemekről a periódusos rendszer, és megértettétek, mennyire fontos tudni azt alkalmazni. Ez a rendszer szemlélteti a D. I. Mengyelejev által felfedezett periódusos törvényt, a kémia alapvető törvényét. Ez a törvény segít új kémiai elemeket felfedezni, új anyagokat előállítani, előre meghatározni azok összetételét és tulajdonságait.

Az atom felépítése már nem titok előttetek. Azt is tudjátok, hogyan és miért egyesülnek egymással az anyag legkisebb részecskéi. A tankönyvet olvasva „beleláttatok” a kristályokba és meggyőződtek arról, hogy bennük az atomok, molekulák és ionok bizonyos rend szerint helyezkednek el.

Arról is értesültetek, hogy a kémiában az anyag adagjait nem csak tömegük és térfogatuk szerint értékelik és hasonlítják össze, hanem az ilyen részecskék száma szerint is.

Ismertté vált előttetek a kémiai tudomány azon szakterülete, amelyet szervetlen kémiának neveznek. Kibővítettétek ismereteiteket az oxidokról, bázisokról, savakról, értesültetek a szervetlen vegyületek más osztályainak létezéséről — az amfoter hidroxidokról és a sókról. Reméljük, hogy mindegyikőtök megtanulta e vegyületek képleteit összeállítani, előrelátni kémiai tulajdonságaikat, új módszereket ajánlani a bonyolult anyagok előállítására, valamint új típusú számítási feladatok megoldására.

Már tudjátok, hogy a kémia segít megérteni a természetben végbe-
menő alapvető átalakulásokat, gazdagítja tudásunkat ezek lényegéről
és törvényszerűségeiről. Mindnyájan fokozatosan meggyőződtek afe-
lől, hogy a kémiát tanulva, felkészültök a mindennapi életben előfor-
duló legkülönbélebb lehetőségek kihasználására. Sokan közületek
kiválasztanak valamilyen életpályát és foglalkozást, amelyek jelentős
mértékben a kémia vívmányain alapszik. Ezért a tankönyv figyelmes
és átgondolt feldolgozása, alkotó tevékenységetek az órákon, állhata-
tosságotok és megfigyelőképességetek — fontos előfeltételei a jövőbeli
sikereiteknek.

A 9. osztályos kémia anyaga szintén érdekes lesz. Elképzelést nyer-
tek majd az oldatokról, tudomást szereztek a kémiai reakciók lefolyá-
sának sajátosságairól, megismerkedtek a legfontosabb szerves anyagok-
kal, többek között azokkal is, amelyek a föld méhében, a növényekben,
állatokban, az emberi szervezetben vannak jelen.

Kívánjuk nektek, hogy a nyár folyamán pihenjétek ki magatokat, a
9. osztályban pedig újabb sikereket érjete el a kémia tanulása terén,
hogy élvezetet találjatok a kémia titkainak megismerésében és érdekes
kémiai kísérleteket valósítsatok meg.

A szerzők

A feladatok és gyakorlatok megoldásai

1. rész

20. a) A stronciumhoz a legjobban a kalcium és a bárium hasonlít.
33. A vízmolekulának 9 változata és molekulái tömegének 5 értéke lehet.
34. A felelet attól függ, hogy az elemnek egy vagy több nuklidja van-e a természetben.
36. ^{10}B .
39. Az s-elektronpálya — gömb; ez a pálya egyforma minden irányban.
43. Nem mindig. A 4s-elektronnak az energiaszintje kissé alacsonyabb, mint a 3d-elektronnak.
49. Oxigén, magnézium.
52. Ilyen vegyjele van 8 elemnek.
61. Cl, H, Fe.
75. $w(\text{O}) = 47,1 \%$.

2. rész

82. P^{3-} -ion: $1\ 3s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.
83. A részecskék közül egy — a Mg^{2+} -kation.
85. A részecskék közül egy — a K^{+} -ion.
86. Az oxigénatomban.
89. A legnagyobb sugara a Cl^{-} ionnak van, a legkisebb — a Ca^{2+} -ionnak.
94. Az utolsó bejegyzés — a vegyület 4 képlet-egysége; mindegyik képlet-egység két K^{+} -kationból és egy CO_3^{-} -anionból áll.
95. A Li^{+} - és N^{3-} -ionok; a K^{+} - és OH^{-} -ionok.

96. b) CaO .

97. $w(\text{OH}^-) = 58,7 \%$.

111. a

118. Az anyagok olvadáspontja és a forráspontja a molekulák tömegétől függ (gondolkodjatok azon, hogyan lehet ezt megmagyarázni).

126. A $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ vegyületben $\overset{+5}{\text{N}}$.

128. a) A HCN vegyületben $\overset{+2}{\text{C}}$;

c) A NH_2OH vegyületben $\overset{-1}{\text{N}}$.

3. rész

130. c) $n(\text{P}) = 1/3 \text{ mol}$; $n(\text{H}) = 1 \text{ mol}$.

132. $n(\text{O}) = 8 \text{ mol}$.

133. b) $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol}$.

134. Lehet (a molekuláris szerkezetű egyszerű anyagoknál, atomszerkezetű vagy molekulaszerkezetű összetett anyagoknál).

135. $n(\text{CaCl}_2) = 5 \text{ mol}$; $N(\text{Cl}^-) = 6,02 \cdot 10^{24}$.

136. a) $n(\text{CH}_4) = 1 \text{ mol}$;

b) $n(\text{CH}_4) = 0,3 \text{ mol}$;

c) $n(\text{CH}_4) = 1 \text{ mol}$.

137. a) $n(\text{NaCl}) = 0,2 \text{ mol}$;

b) $n(\text{NaCl}) = 3 \text{ mol}$;

c) $n(\text{NaCl}) = 0,6 \text{ mol}$.

138. $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) : n(\text{H}) = 1 : 3 : 3$.

144. $m(\text{Mg}_3\text{P}_2) = 33,5 \text{ g}$.

148. $N(\text{atom}) \approx 4,8 \cdot 10^{23}$.

150. A Mg^{2+} -ionok száma nagyobb.

151. $m(\text{H}_2\text{O molekula}) \approx 3 \cdot 10^{-23} \text{ g}$.

154. $M(\text{gáz}) = 32 \text{ g/mol}$.

156. $m(\text{CO}_2) = 982 \text{ g}$.

158. 1 liter vízben.

159. $V(\text{H}_2) : V(\text{CH}_4) = 8 : 1$.

162. $\rho(\text{lev.}) = 1,295 \text{ g/l}$.

166. $M_r(\text{A gáz}) \approx 46$.

167. A gáz a metánnál 1,07-szer nehezebb.

168. $\rho(X) = 1,16 \text{ g/l}$; $D_r(X) = 1,62$.

169. $D_{N_2}(\text{gáz}) = 1,57$.

4. rész

177. b) $m(\text{NO}) \approx 5 \text{ g}$.

178. $V(\text{CO}_2) = 560 \text{ l}$.

185. A bárium-hidroxidban.

191. $\text{H}-\text{O}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{Te}}-\text{O}-\text{H}$.

203. A legtöbb iont a bárium-klorid tartalmaz.

204. b.

209. a) $\text{MgO} + \text{Cl}_2\text{O}_7 = \text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$;

b) $\text{SiO}_2 + \text{BaO} = \text{BaSiO}_3$;

$\text{I}_2\text{O}_5 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

210. 6 reakció lehetséges.

218. $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 32,8 \text{ g}$.

220. $V(\text{CO}_2) = 11,2 \text{ l}$.

221. $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 71 \text{ g}$; $w(\text{P}_2\text{O}_5) = 78 \%$.

222. $m(\text{SO}_2) = 0,64 \text{ g}$; $m(\text{CO}_2) = 0,88 \text{ g}$.

226. a) $2\text{KOH} + \text{N}_2\text{O}_5 = 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;

b) $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.

227. 3 reakció lehetséges.

230. $m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 3,8 \text{ g}$.

231. $V(\text{SO}_2) = 4,48 \text{ l}$.

233. $w(\text{NaOH}) = 31,9 \%$.

238. 3 reakció lehetséges.

240. Vegyének figyelembe a reakció egyik termékének tulajdonságait.

242. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9,8 \text{ g}$.

243. $w(\text{Ag}) = 79,7 \%$.

244. $m(\text{HNO}_3) = 25,2 \text{ g}$.

246. b) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{LiOH (oldat)} = \text{Li}[\text{Al}(\text{OH})_4]$;

$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{LiOH (oldat)} = \text{Li}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$.

247. a) $\text{SnO} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

b) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Li}_2\text{O} = 2\text{LiCrO}_2$;

$\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{Li}_2\text{O} = 2\text{Li}_3\text{CrO}_3$.

250. $\text{Cr}(\text{OH})_3$.

251. $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 8 \text{ g}$.

252. Nem.

256. 3 reakció megy végbe.

258. $m(\text{FeF}_3) = 2,26 \text{ g}$.

259. Igen.

260. $m(\text{Cu}) = 6,4 \text{ g}$.

261. $m(\text{NaNO}_3) = 8,5 \text{ g}$; $m(\text{KNO}_3) = 20,2 \text{ g}$.

266. Hevítéskor 5 vegyület bomlik fel.

268. 2 módszert lehet alkalmazni.
269. $V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ l}$; $V\text{SO}_2 = 11,2 \text{ l}$.
270. Igen.
271. $D_{\text{lev}}(\text{elegy}) = 1,49$.
272. $w(\text{C}) = 75 \%$.
277. Alkalmazzatok az ón(II)-oxid amfoter tulajdonságát.
278. $m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 17,1 \text{ g}$.
279. Nem.
282. Felhasználni a kénsavat négy reakcióban lehet.
284. $m(\text{NaNO}_3) = 68 \text{ g}$.
285. $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \text{ mol}$.
292. Lehet, megvalósítva nem egy, de két reakciót.
293. $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 21,75 \text{ g}$.
294. $m(\text{só}) = 27,2 \text{ g}$.
295. $w(\text{CaSiO}_3) = 63,5 \%$.
302. A vegyület — sav.
303. $V(\text{HCl}) = 122,7 \text{ l}$.
311. Az ilyen reakció példája: $\text{ZnSO}_4 + \text{BaS} = \text{ZnS}\downarrow + \text{BaSO}_4\downarrow$.
312. $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,025 \text{ mol}$.
313. $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 5,1 \text{ g}$.
320. Vegyének figyelembe a széndioxid gáz tartalmát a levegőben és a szénsav kémiai aktivitását.
323. $m(\text{CaCO}_3) = 5 \text{ kg}$.
324. $V(\text{savas.}) : V(\text{lúgos.}) = 1 : 5$.

A szakkifejezések szótára

Alcsoport — a periódusos rendszer csoportjának része.

Alkáli elemek — a periódusos rendszer I. főcsoportjának elemei (lítium, nátrium, kálium, rubídium, cézium, francium). Ezeknek az elemeknek az egyszerű anyagait alkálifémeknek nevezzük.

Alkáliföld elemek — a periódusos rendszer II. főcsoportjának elemei (berillium, magnézium, kalcium, stroncium, bárium, rádium). Ezen elemek egyszerű anyagait alkáliföldfémeknek nevezik.

Alsószint — az energiaszint része azonos energiájú elektronokkal.

Amfoter tulajdonság — a vegyület (oxid, hidroxid) azon képessége, hogy képes mind bázisos, mind savas tulajdonságokat tanúsítani.

Anion — negatív töltésű ion.

Anyagmennyiség — az a fizikai mennyiség, amely az anyag egy bizonyos adagjában található képletegység (atomok, molekulák, atomcsoportok vagy ionok) számával határozható meg.

Apoláris kovalens kötés — olyan kovalens kötés, amelyben az egy vagy több közös elektronpár nem tolódik el az egyik atom felé.

Atompálya (elektronpálya, orbitál) — az atom olyan térrésze, ahol az elektron tartózkodása a legvalószínűbb.

Atomrésze (atomrészaránya) a nuklidnak — a nuklidatomok számának aránya az elem összes atomjainak számához.

Atomsugár — a mag középpontjától azon gömbfelületig terjedő távolság, amelyet a külső energiaszint elektronjainak orbitáljai érintenek.

Avogadro-szám — $6,02 \cdot 10^{23}$ (képletegység mennyiség 1 mol anyagban).

Bázis — olyan vegyület, amely fémes elem kationjaiból és az OH^- - anionokból tevődik össze.

Bázisképző oxid — olyan oxid, amely bázisnak felel meg.

Bázisosság — a savaknak olyan sajátága, amely a molekulában levő azon hidrogénatomok számával határozható meg, amelyek helyettesíthetők a fémes elemek atomjaival (ionjaival).

Cserebomlási reakció — két vegyület között végbemenő reakció, amelynek során a vegyületek kicserélik összetevőiket.

Csoport (a periódusos rendszerben) — a periódusos rendszer oszlopa.

Egyszerű (ordináris) kötés — egy közös elektrópárral alkotott kötés az atomok között.

Elektron — negatív töltésű részecske, az atom összetevője.

Elektronegativitás — az elem atomjának az a tulajdonsága, hogy képes maga felé vonzani egy másik elem atomjával közös elektrópárt.

Elektronképlet — olyan feljegyzés, amely az atom vagy molekula elektronszerkezetét tükrözi.

Elektronoktett — az atom 8-elektronos héja.

Elektrópálya (atompálya, orbitál) — az atom olyan térrésze, ahol az elektron tartózkodása a legvalószínűbb.

Energiaszint — a korszerű atommodell azon része, amely a majdnem egyenlő energiával rendelkező elektronokat egybefoglalja.

Fémek aktivitási sora — olyan sor, amelyben a fémek kémiai aktivitásuk csökkenése szerint vannak elhelyezve.

Gáz viszonylagos (relatív) sűrűsége egy másik gázhoz viszonyítva — a gáz bizonyos térfogata tömegének aránya egy másik gáz ugyanolyan térfogatú tömegéhez (egyforma hőmérsékleten és nyomáson).

Genetikai (származási) kapcsolat — az anyagok között fennálló kölcsönös kapcsolat, amelyik származásukon és kémiai tulajdonságaikon alapszik.

Halogének — a periódusos rendszer VII. főcsoportjának elemei (fluor, klór, bróm, jód), valamint a megfelelő egyszerű anyagok.

Hármas kötés — három közös elektrópárral alkotott kötés az atomok között.

Helyettesítési (szubsztitúciós) reakció — az egyszerű és az összetett anyagok között végbemenő reakció, amelynek eredményeképpen új egyszerű és új összetett anyag keletkezik.

Indikátor — olyan anyag, amely megváltoztatja színét lúg (sav) hatására.

Ionos kötés — a különmemű töltéssel rendelkező ionok közötti kapcsolat (kötés) az anyagban.

Izotópok — egy elem nuklidjai, vagy egyenlő mennyiségű protonnal és különböző mennyiségű neutronnal rendelkező atomfajták.

Kation — pozitív töltésű ion.

Kettős kötés — atomok közötti kötés, amely két közös elektrópárral képződik.

Kémiai elem — bizonyos protonszámú atomfajta.

Kémiai kötés — atomok, molekulák, ionok között létrejött kölcsönhatás, amelynek köszönhetően a részecskék együtt maradnak.

Képletegység — atom, molekula, atomcsoport vagy ionok, amelyek a kémiai képletben fel vannak tüntetve.

Kovalens kötés — atomok közötti kapcsolat (kötés), mely közös elektronpárok kialakulásával képződik.

Kristályrács — a kristályos anyag szerkezetének modellje.

Külső elektronok — az atom utolsó energiaszintjének elektronjai.

Legegyszerűbb képlet — az a képlet, amely az atomok vagy ionok mennyiségének arányát tükrözi a vegyületben.

Legmagasabb oxid — az az oxid, amelyikben az elem a legmagasabb vegyértékével szerepel.

Lúg — vízben oldódó bázis.

Mol (mól) — az anyagmennyiség mérésére szolgáló egység; az anyagnak az az adagja, mely $6,02 \cdot 10^{23}$ képletegységet tartalmaz.

Móltérfogat — 1 mol anyag térfogata.

Móltömeg — 1 mol anyag tömege. Szám szerint megegyezik a relatív atom-, molekula- vagy képlettömeggel.

Nemes elemek — a periódusos rendszer VIII. főcsoportjának elemei (hélium, neon, argon, kripton, xenon, radon). Egyszerű anyagaikat nemesgázoknak nevezzük.

Nem sóképző (indifferens) oxid — olyan oxid, amely nem reagál a savakkal, bázisokkal és nem képez sókat.

Neutron — elektromosan semleges részecske, az atom összetevője. Az atommagban foglal helyet.

Normál (rendes) körülmények — 0°C -os hőmérséklet és 760 Hgmm (101,3 kPa) nyomás.

Nukleonszám — a protonok és neutronok együttes mennyisége az atomban.

Nuklid — bármilyen atomfajta.

Nuklon — az olyan részecskék (protonok és neutronok) általános elnevezése, amelyekből összetevődnek az atommagok.

Orbitál (atompálya, elektronpálya) — az atom olyan térrésze, ahol az elektron tartózkodása a legvalószínűbb.

Ordináris (egyszerű) kötés — egy közös elektronpárral alkotott kötés az atomok között.

Osztályozás — objektumok (tárgyak, jelenségek stb.) csoportokba vagy osztályokba rendezése bizonyos sajátágaik alapján.

Oxid — az elem vegyülete az oxigénnel, amelyben az oxigén oxidációs foka -2-vel egyenlő.

Oxidációs fok (oxidációs szám) — az atom feltételes egész számú töltése az anyagban.

Oxidációs szám (oxidációs fok) — az atom feltételes egész számú töltése az anyagban.

Oxigénmentes savak — olyan savak, amelyek molekuláiból hiányoznak az oxigénatomok.

Oxigéntartalmú sav — olyan sav, melynek molekulája oxigén-atomokat tartalmaz.

Periódus — a természetes elemsor része az alkáli elemtől (alkáli-fém-től) a nemes elemig (nemesgázig).

Poláris kovalens kötés — olyan kovalens kötés, amelyben egy vagy több közös elektronpár tolódik el az egyik atom felé.

Proton — pozitív töltésű részecske, az atom összetevője. Az atom-magban foglal helyet.

Protonszám — a protonok mennyisége az atomban.

Relatív atomtömeg — az atom tömegének aránya a ^{12}C atom tömegének $1/12$ részéhez.

Relatív képlettömeg — a képlet egység tömegének aránya a ^{12}C atom tömegének $1/12$ részéhez.

Relatív molekulatömeg — a molekula tömegének aránya a ^{12}C atom tömegének $1/12$ részéhez.

Sav — vegyület, amelynek molekulájában egy vagy több olyan hidrogénatom van, amelyek a kémiai reakciók során felcserélődhetnek fém elemek egy vagy több atomjával.

Savképző elem — elem, mely savat alkot.

Savképző oxid — oxid, amely oxigéntartalmú savnak felel meg.

Savmaradék — a savnak az a része, amellyel összekapcsolódnak a hidrogénatomok.

Semlegesítési (neutralizálási) reakció — a bázis és sav között végbemenő reakció.

Só — olyan vegyület, amely a fém elem kationjából és savmaradék anionjaiból áll.

Sóképző oxid — oxid, amely a savakkal vagy (és) a bázisokkal kölcsönhatásba lépve, sókat képez.

Spin — az elektronnak az a tulajdonsága, amelyet feltételesen tengelye körüli forgásnak fogunk fel.

Származási (genetikai) kapcsolat — az anyagok között fennálló kölcsönös kapcsolat, amely származásukon és kémiai tulajdonságaikon alapszik.

Szervetlen kémia — a vegytannak az az ágazata, amely a szervetlen anyagokat tanulmányozza.

Szublimáció — a szilárd anyag alakulása gázneművé hevítéskor, a cseppfolyós állapot elkerülésével.

Valódi képlet — az a képlet, amely megmutatja a molekula igazi (valódi) összetételét.

Vegyérték elektronok — elektronok, amelyek részt vehetnek a kémiai kötés keletkezésében.

Tárgymutató

A

- Aktivitási sor (a fémeknél) 163
- Alcsoport 18
 - főcsoport 18
 - mellékcsoport 18
- Amfoter jelleg 170
- Amfoter vegyületek 169
 - előállítás 191
 - tulajdonságok 170
- Anion 68
- Anyagmennyiség 99
- Atompályák 32
- Atomrész (atomrészarány) 28
- Atomsugár 46
- Avogadro-állandó, Avogadro-szám 100
- Avogadro törvénye 112

B

- Bázisok 127, 204
 - Alkalmazás 158
 - elnevezése 128
 - előállítása 190 1
 - fizikai tulajdonságaik 153
 - kémiai tulajdonságaik 154
 - képletek 127

C

- Csoport (a periódusos rendszerben) 18

E

- Elektronegativitás 84
- Elektronháj 34
- Elektronképlet
 - az atom elektronképlete 38
 - a molekula elektronképlete 80
 - szerkezeti változat 38
- Elektron
 - külső 39
 - párosítatlan 34
 - párosított 34
- Elektronoktett 68
- Elektronpályák (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-) 33
- Elemek
 - alkálielemek 9
 - alkáliföldelemek 9
 - nemeselemek 9
 - nemesgázok 9
- Elv (a legkisebb energia elve) 38
- Energiaalszint 34
- Energiaszint 34

F

- Fémek
 - alkálifémek 7
 - alkáliföldfémek 8
- Fémek aktivitási sora 163
- Főcsoport 18

G

- Genetikai kapcsolat 208

H

Halogének 8,9
Hidroxid 59

I

Ionok 68
Ionos vegyületek 73
 szerkezet 74
 tulajdonságok 76
Izotópok 26

K

Kation 68
Kémiai elem 23
Kémiai képlet 49
 legegyszerűbb
 valódi
Kémiai kötés
 apoláris 84
 egyszerű 81
 hármás 81
 ionos 73
 kettős 81
 kovalens 80
 poláris 84
 π -kötés
 σ -kötés
Képlet
 legegyszerűbb 89
 valós 89
Képletegység 74, 99
Kristály 74
Kristályrácsok 75

L

Legegyszerűbb képlet 89
Legkisebb energia elve 38
Lúgok 127, 153
 előállítás 190

M

Mellékcsoport 18

Mol 100

Moláris térfogat 110

Moláris tömeg 105

Molekulák közötti kölcsönhatás
29

Móltérfogat 110

Móltömeg 105

N

Nemesgázok 9
Nemfémek 7, 206
Neutron 22
Normál körülmények 111
Nukleon 22
Nukleonszám 23
Nuklid 27

O

Oldhatósági táblázat 127
Orbita 32
Osztályozás 7
 kémiai elemek 7, 12
 szervetlen anyagok 203
Oxidációfok 94
Oxidációs szám
Oxidok
 alkalmazás 144
 amfoter 57
 bázisképző 57, 127
 elnevezések
 előállítás 186
 fizikai tulajdonságok 153
 indifferens
 kémiai tulajdonságok 142
 legmagasabb 57
 nem sóképző 204
 osztályozás 203
 savképző 57, 130
 sóképző 204
 szerkezet 141

P

- Periódus 17
 - kis periódus 17
 - nagy periódus 17
- Periódusos rendszer 16
 - hosszú változat 16
 - rövid változat 16
- Periódusos törvény 14, 30
 - Fizikai lényege 45
- Proton 22
- Protonsám 22

R

- Reakció
 - bomlási 162
 - cserebomlási 143
 - helyettesítési 143
 - semlegesítési 156
- Relatív atomtömeg 29
- Relatív gázsűrűség 116
- Relatív képlettömeg
- Relatív molekulatömeg 29

S

- Sav
 - alkalmazása 166
 - elnevezése 133
 - előállítása 194
 - erős 161
 - elterjedtségük 134
 - fizikai tulajdonságai 160
 - gyenge 161
 - kémiai tulajdonságai 161
 - közepes erősségű 161
 - osztályozás 131, 161

- oxigénmentes 130
- oxigéntartalmú 130
- összetétel 130

Savképző elem 131

Savképző oxid 130

Savmaradék 131

Sók 136, 206

alkalmazása 179

elnevezése 137

előállítása 197

elterjedtsége 138

fizikai tulajdonságaik 174

kémiai tulajdonságaik 175

képletek 137

Spin (az elektron spinje) 33

Sz

Szabály

- elektromos semlegesség szabálya
- „oktávok” szabálya

T

Természetes sor (az elemek természetes sora) 14

Törvény

Avogadro-törvény 112

Gay-Lussac-törvény 115

V

Vegyérték

Valódi képlet 89

Irodalom a tanulók részére

1. Аликберова Л. Ю. Занимательная химия: Книга для учащихся, учителей и родителей / Л. Ю. Аликберова. — М. : АСТ-ПРЕСС, 2002. — 560 с.
2. Большая детская энциклопедия: Химия / сост. К. Люцис. — М. : Русское энциклопедическое товарищество, 2001. — 640 с.
3. Василега М. Д. Цікава хімія / М. Д. Василега. — К. : Рад. шк., 1989. — 188 с.
4. Карцова А. А. Химия без формул / А. А. Карцова. — СПб. : Ава-лон ; Азбука-классика, 2005. — 112 с.
5. Крикля Л. С. Хімія: задачі та вправи. 8 клас. / Л. С. Крикля, П. П. Попель. — К. : ВЦ „Академія”, 2002. — 232 с.
6. Левицкий М. М. Увлекательная химия. Просто о сложном, забавно о серьезном / М. М. Левицкий. — М. : АСТ ; Астрель, 2008. — 448 с.
7. Леенсон И. А. 100 вопросов и ответов по химии : учеб. пособие / И. А. Леенсон. — М. : АСТ ; Астрель, 2002. — 347 с.
8. Леєнсон І. А. Дивовижна хімія / І. А. Леєнсон. — Х. : Ранок, 2011. — 176 с.
9. Мур Дж. Химия для „чайников” : пер. с англ. / Дж. Мур. — М. : И. Д. Вильямс, 2007. — 320 с.
10. Степин Б. Д. Занимательные задания и эффектные опыты по химии / Б. Д. Степин, Л. Ю. Аликберова. — М. : Дрофа, 2002. — 432 с.
11. Степин Б. Д. Книга по химии для домашнего чтения / Б. Д. Степин, Л. Ю. Аликберова. — М. : Химия, 1995. — 400 с.
12. Химия. (Иллюстрированная энциклопедия школьника). — М. : Мир энциклопедий, 2006. — 96 с.
13. Химия: Школьный иллюстрированный справочник : пер. с англ. — М. : РОСМЭН, 1998. — 128 с.
14. Химия: Энциклопедия химических элементов / под ред. А. М. Смоговского. — М. : Дрофа, 2000. — 432 с.

15. Энциклопедический словарь юного химика / сост. В. А. Крицман, В. В. Станцо. — М. : Педагогика, 1990. — 319 с.
16. Энциклопедия для детей. Том 17. Химия / глав. ред. В. А. Володин. — М. : Аванта+, 2000. — 640 с.
17. Яковішин Л. О. Цікаві досліди з хімії: у школі та вдома / Л. О. Яковішин. — Севастополь : Біблекс, 2006. — 176 с.

Internet-site-ok, melyek érdekes anyagot tartalmaznak kémiából

1. <http://www.alhimik.ru>
2. <http://chemistry-chemists.com>
3. <http://chemworld.narod.ru>
4. <http://www.hemi.nsu.ru>
5. <http://www.hij.ru>
6. <http://www.xumuk.ru>
7. <http://www.school-collection.edu.ru>

Tartalom

Kedves nyolcadikosok!.....	3
----------------------------	---

1. rész

A periódusos törvény és a kémiai elemek periódusos rendszere. Az atom felépítése

1. A kémiai elemek osztályozásának első próbálkozásai.....	5
2. D. I. Mengyelejev periódusos törvénye.....	11
3. A kémiai elemek periódusos rendszere	16
4. Az atom szerkezete	21
5. Az izotópok. A periódusos törvény korszerű megfogalmazása	25
6. Az atom korszerű modellje	32
7. Az atom elektronszerkezete	38
8. A periódusos törvény és az atomok elektronszerkezete	44
9. A kémiai elem jellemzése	49
10. A periódusos rendszer, az elemek kémiai jellege és az egyszerű anyagok tulajdonságai	52
11. A periódusos rendszer és a vegyületek kémiai tulajdonságai	57
12. A periódusos törvény jelentősége	62
<i>AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA. A kémiai elemek periódusos rendszerének első változata.....</i>	<i>65</i>

2. rész

A kémiai kötés és az anyag szerkezete

13. Az elektronhéjak stabilitása. Az ionok	66
14. Az ionos kötés. Az ionos vegyületek	73
15. A kovalens kötés	78
16. A poláris és apoláris kovalens kötés. Az elemek elektronegativitása	83
17. A molekuláris szerkezetű és atomszerkezetű anyagok	87
<i>HÁZI KÍSÉRLET. Különböző típusú kristályrácsokkal rendelkező anyagok — víz, konyhasó, homok — fizikai tulajdonságainak vizsgálata.....</i>	
18. Az oxidációfok	93

3. rész

Anyagmennyiség.

Számítások kémiai képletek alapján

19. Anyagmennyiség	98
20. A móltömeg	105
21. A móltérfogat. Avogadro törvénye	109
<i>AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA. A gázok térfogatainak aránya a kémiai reakciókban</i>	
22. A gáz relatív sűrűsége	116
<i>AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA. A levegő átlagos molekulatömegéről (móltömegéről).....</i>	
	120

4. rész

A szervesetlen vegyületek alapvető csoportjai

23. Oxidok	123
24. Bázisok	126
<i>AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA. Különleges bázis.....</i>	
25. Savak.	130
26. Sók	136
27. Az oxidok felépítése, tulajdonságaik és felhasználásuk	140
28. A kémiai egyenletek alapján végzett számítások	147

29. A bázisok tulajdonságai és alkalmazásuk.....	153
30. A savak tulajdonságai és alkalmazása	159
<i>HÁZI KISÉRLET. A citromlé,</i>	
a szódadibikarbóna oldata	
és a szappanoldat hatása a céklalére.....	168
31. Az amfoter oxidok és hidroxidok	169
32. A sók tulajdonságai és alkalmazása	174
<i>AZ ÉRDEKLŐDŐK SZÁMÁRA. Savanyú sók</i>	
<i>1. Gyakorlati munka</i>	
A szervetlen vegyületek legfontosabb	
osztályai tulajdonságainak tanulmányozása.....	182
<i>I. változat. A sósav kémiai</i>	
tulajdonságainak tanulmányozása.....	182
<i>II. változat. A nikkel(II)-szulfát</i>	
tulajdonságainak tanulmányozása	184
33. Az oxidok előállításának módszerei	185
34. A bázisok és amfoter hidroxidok előállítási módszerei	190
35. A savak előállítási módszerei	193
36. A sók előállításának módszerei	197
37. A szervetlen vegyületekre vonatkozó ismeretek	
összefoglalása	202
38. A szervetlen anyagok közötti genetikai kapcsolatok.....	208
<i>2. Gyakorlati munka</i>	
Kísérleti feladatok megoldása	212
<i>I. változat. Reakciók megvalósítása</i>	
a kémiai átalakulások sémája szerint	213
<i>II. változat. A kémiai átalakulások sémájának</i>	
összeállítása és a reakciók megvalósítása.....	213
39. A szervetlen vegyületek, a környezet és az ember	215
Utószó	222
A feladatok és gyakorlatok megoldásai.....	224
A szakkifejezések szótára	228
Tárgymutató	232
Irodalom a tanulók részére	235

Навчальне видання

ПОПЕЛЬ Павло Петрович
КРИКЛЯ Людмила Сергіївна

ХІМІЯ

Підручник для 8 класу
загальноосвітніх навчальних закладів
з навчанням угорською мовою

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Переклад з української

Перекладач *О. Семрад*

Угорською мовою

Редактор *В. Ковтюк*
Коректор *Є. Сабов*
Художнє оформлення *В. Штогриня*
Комп'ютерна верстка *С. Максимця*

Формат 60х90/16. Ум. друк. арк. 15,0. Обл.-вид. арк. 10,0
Тираж 2160 прим. Зам. 1135.

Видавець і виготовлювач видавничий дім „Букрек”,
вул. Радищева, 10, м. Чернівці, 58000.
www.bukrek.net

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи серія ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.

A kémiai elemek periódusos rendszere (hosszú forma)

Melléklet

Csoportok																	
Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa			
1 H Hidrogén													1 H Hidrogén	2 He Héium			
2 Li Litium	3 Be Bérium											8 O Ozigen	9 F Fluor	10 Ne Neon			
3 Na Nátrium	4 Mg Mágnezium									15 P Fosfor	16 S Kén	17 Cl Klor	18 Ar Argon				
4 K Kálium	5 Ca Kalcium	20 Sc Szandrium	21 Ti Títium	22 V Vanádium	23 Cr Krom	24 Mn Mangán	25 Fe Vas	26 Co Kobalt	27 Ni Nikkel	28 Cu Réz	29 Zn Cink	30 Ga Gallium	31 Ge Germánium	32 As Arsén	33 Se Szén	34 Br Brom	35 Kr Kripton
5 Rb Rubídium	6 Sr Strontium	38 Y Ittrium	39 Zr Cirkónium	40 Nb Nióbium	41 Mo Molibdén	42 Tc Technécium	43 Ru Rúdium	44 Rh Rhódium	45 Pd Palládium	46 Ag Ezüst	47 Cd Kadmium	48 In Indium	49 Sn Ólaj	50 Sb Antimon	51 Te Télúr	52 I Jód	53 Xe Xenon
6 Cs Cézium	7 Ba Bárium	56 La Lantán	57 Hf Hafnium	72 Ta Tungstén	73 W Wolfrám	74 Re Rénium	75 Os Ozmium	76 Ir Ír	77 Pt Platina	78 Au Arany	79 Hg Élvező	80 Tl Tollan	81 Pb Ólom	82 Bi Bismut	83 Po Polonium	84 At Astatium	85 Rn Radon
7 Fr Franciaum	8 Ra Rádium	88 Ac Aktínium	104 Rf Rutherfordium	104 Db Dubnium	106 Sg Szegbörjium	107 Bh Bohrrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Roentgenium	112 Cn Copernicium	113 Nh Nihonium	114 Fl Flerovium	115 Lv Livermorium	116 Ts Tennessium	117 Og Oganesson	118 Uuo Ununoktium

* Lantanoidák

58 Ce Cérium	59 Pr Prazodimium	60 Nd Neodimium	61 Pm Promécium	62 Sm Szamárrium	63 Eu Eurórium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Diszpródium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Tulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lantánium
-----------------	----------------------	--------------------	--------------------	---------------------	-------------------	---------------------	------------------	----------------------	------------------	-----------------	-----------------	--------------------	--------------------

** Aktinoidák

90 Th Tórium	91 Pa Protaktínium	92 U Urán	93 Np Neptúnium	94 Pu Plutónium	95 Am Amerícium	96 Cm Kürüm	97 Bk Berkélium	98 Cf Kalifornia	99 Es Einstárium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nóbélium	103 Lr Lawrencium
-----------------	-----------------------	--------------	--------------------	--------------------	--------------------	----------------	--------------------	---------------------	---------------------	-------------------	-----------------------	--------------------	----------------------

Az elemek típusai

s-elemek

p-elemek

d-elemek

f-elemek

Az egy típusú elemeknek hasonló az elektronszerkezete.

A törtvonal baloldali a fémek elemek helyezkednek el, jobboldali pedig — a nemfémek elemek.

Bázisok, savak, amfoter hidroxidok és sók oldhatósága a vízben (20–25°C hőmérsékleten)

Kationok Anionok	H ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Mn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Ni ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
OH ⁻		o	o	o	—	k	k	o	n	n	n	n	—	n	n	n	n	n
F ⁻	o	k	o	o	o	k	k	k	o	o	k	o	#	o	k	n	k	o
Cl ⁻	o	o	o	o	n	o	o	o	o	o	k	o	o	o	o	o	o	o
Br ⁻	o	o	o	o	n	o	o	o	o	o	k	o	k	o	o	o	o	o
I ⁻	o	o	o	o	n	o	o	o	o	o	k	—	k	o	o	—	o	o
S ²⁻	o	o	o	o	n	#	#	o	n	n	n	n	n	n	n	#	#	#
SO ₃ ²⁻	o	o	o	o	n	o	k	k	o	k	k	—	#	k	k	—	—	—
SO ₄ ²⁻	o	o	o	o	k	o	k	n	o	o	k	o	o	o	o	o	o	o
NO ₃ ⁻	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
PO ₄ ³⁻	o	k	o	o	n	k	n	n	n	k	n	#	#	n	n	n	n	n
CO ₃ ²⁻	o	o	o	o	k	k	n	n	n	n	n	#	—	k	n	—	—	—

Egyezményes jelölések:

„o” – oldódó anyag (oldhatósága meghaladja az 1 g anyagot 100 g vízben);

„k” – kevésbé oldódó anyag (oldhatósága 1 g-tól 0,001 g-ig terjed 100 g vízben);

„n” – gyakorlatilag nem oldódó anyag (oldhatósága nem éri el a 0,001 g-ot 100 g vízben);

„—” – az anyag nem létezik;

„#” – az anyag létezik, de a vízzel reagál (oldhatóságát nem lehet meghatározni).

A fémek aktivitási sora

Li K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H₂) Bi Cu Ag Hg Pt Au

← a fémek kémiai aktivitása növekszik

A savak osztályozása erősségük szerint

HClO₄ HNO₃ HI HBr HCl H₂SO₄

erős savak

H₂SO₃ H₃PO₄ HF HNO₂

közepes erősségű savak

H₂CO₃ H₂S H₂SiO₃

gyenge savak