

9. Вызначце масу шчолачы і аб'ём хлору, што можна атрымаць пры электrolізе раствору хларыду натрыю, які змяшчае соль масай 1 кг. Ператварэнню падвяргаецца 82 % солі ад зыходнай колькасці.

10. Дэкагідрат сульфату натрыю (глаўберава соль) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ў прыродзе сустракаецца ў выглядзе мінералу мірабіліту, які выпадае з марской вады ў заліве-лагуне Кара-Багаз-Гол (Каспійскае мора) у халодны час года. Разлічыце масу глаўберавай солі, якая выпадзе з 10 кг насычанага пры 30°C раствору гэтай солі, калі яго астудзіць да 0°C . Растваральнасць Na_2SO_4 пры 30°C складае 40,8 г на 100 г вады, а пры 0°C — 5,0 г на 100 г вады.



§ 47. Металы ІА-групы перыядычнай сістэмы

У групе ІА перыядычнай сістэмы знаходзяцца берылій Ве, магній Mg і металы, якія належаць да падгрупы шчолачназемельных металаў, кальцый Са, барый Ва, стронцый Sr, радый Ra. Сваю назву шчолачназемельныя металы атрымалі таму, што ў старажытнасці землямі называлі тугаплаўкія аксіды многіх металаў, якія выдзялялі з мінералаў і горных парод. Пры ўзаемадзеянні з вадой растваральныя «землі» ўтваралі раствор шчолачы. Менавіта да такіх растваральных аксідаў металаў ІА-групы адносяцца СаО, ВаО, SrО. Ве і Mg па многіх уласцівасцях падобныя да шчолачназемельных металаў, аднак іх асновы нерастваральныя, таму яны не ўваходзяць у групу шчолачаў.

4	Ве
2	берылій
2	$1s^2 2s^2$
9,012182	
12	Mg
2	магній
8	
2	
[Ne]3s ²	24,3050
20	Са
2	кальцый
8	
8	
2	
[Ar]4s ²	40,078

Агульныя звесткі пра металы ІА-групы

У табліцы 33 падсумаваны звесткі пра будову і ўласцівасці атамаў металаў ІА-групы.

Па электроннай будове атамаў элементы ІА-групы адносяцца да s-элементаў. На знешнім электронным слоі іх атамаў знаходзяцца 2 электроны (ns^2), ва ўсіх сваіх злучэннях яны праяўляюць дадатную ступень акіслення +2. Як і шчолачныя, металы ІА-групы з'яўляюцца моцнымі адноўнікамі. Атамныя радыусы элементаў ІА-групы меншыя за радыусы атамаў суседніх шчолачных металаў, а іх знешнія электроны больш трывала звязаны з ядрамі. Адпаведна, электраадмоўнасць металаў ІА-групы вышэйшая, чым у металаў ІА-групы, таму яны крыху менш актыўныя (гл. табл. 32 і 33).

Як і ў шчолачных металаў ІА-групы, з павелічэннем парадкавага нумара ў элементаў ІА-групы ўзрастае атамны радыус, памяншаецца электраадмоўнасць, узмацняюцца металічныя ўласцівасці і ў асноўным памяншаецца тэмпература плаўлення. Так, $T_{\text{пл.}}(\text{Ca}) = 850^\circ\text{C}$, $T_{\text{пл.}}(\text{Sr}) = 777^\circ\text{C}$, $T_{\text{пл.}}(\text{Ba}) = 727^\circ\text{C}$.

Табліца 33. Характарыстыкі атамаў металаў ІІА-групы

Элемент	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Электронная канфігурацыя	[He]2s ²	[Ne]3s ²	[Ar]4s ²	[Kr]5s ²	[Xe]6s ²	[Rn]7s ²
Атамны радыус, нм	0,113	0,160	0,197	0,215	0,221	0,235
Электраадмоўнасць	1,6	1,3	1,0	0,95	0,9	0,9

Звярніце ўвагу, што тэмпературы плаўлення металаў ІІА-групы вышэйшыя, чым у іх аналагаў ІА-групы. Гэты факт абумоўлены ўмацаваннем металічнай сувязі з павелічэннем ліку электронаў на знешнім электронным слоі атамаў.

Злучэнні кальцыю і магнію распаўсюджаны ў прыродзе дастаткова шырока. Да найважнейшых з іх адносяцца *магнезіт* MgCO₃, *даламіт* CaMg(CO₃)₂, *кальцыт* CaCO₃, *гіпс* CaSO₄ · 2H₂O, *флюарыт* CaF₂ і розныя сілікаты. Злучэнні іншых элементаў ІІА-групы менш распаўсюджаныя. Стронцый і барый знаходзяцца ў прыродзе ў выглядзе карбанатаў і сульфатаў. Радый, з'яўляючыся радыеактыўным элементам, прысутнічае ва ўранавых рудах як прадукт распаду ўрану.

Распазнаць прысутнасць таго ці іншага металу ў злучэнні можна па афарбоўцы полымя. У прысутнасці злучэнняў кальцыю колер полымя цагляна-чырвоны, стронцыю і радыю — кармінава-чырвоны, барыю — жаўтавата-зялёны. Злучэнні магнію полымя не афарбоўваюць (Дадатак 3).

Металы ІІА-групы, як правіла, атрымліваюць электролізам расплаву хларыдаў (§ 45, мал. 108).

Хімічныя ўласцівасці металаў ІІА-групы і іх злучэнняў

Аднаўленчая здольнасць металаў ІІА-групы ўзрастае з павелічэннем атамнага нумара. Пры ўзаемадзеянні з неметаламі яны ўтвараюць аксіды (CaO), гідрыды (CaH₂), нітрыды (Ca₃N₂), галагеніды (CaCl₂), карбіды (CaC₂), сульфіды (CaS) і г. д.

Шчолачназямельныя металы актыўна рэагуюць з вадой і кіслотамі, выцясянячы з іх вадарод.

У злучэннях металаў ІІА-групы з неметаламі ўтвараюцца хімічныя сувязі пераважна іоннага характару.



Мал. 110. Гарэнне магнію

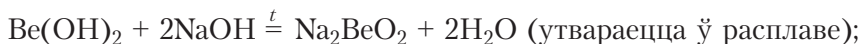
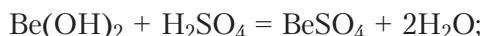
Асобна знаходзіцца толькі берылій, атамы якога маюць значна меншыя памеры і таму больш схільныя да ўтварэння сувязей кавалентнага характару.

Хімічная актыўнасць аксідаў і гідраксідаў металаў ІІА-групы павялічваецца з узрастаннем атамнага нумара металу.

Солі элементаў ІІА-групы маюць розную растваральнасць, што звязана з адрозненнем памераў іх атамаў.

Разам з агульнымі хімічнымі ўласцівасцямі ў кожнага з металаў ІІА-групы і яго злучэнняў ёсць свае асаблівасці.

Берылій па многіх уласцівасцях адрозніваецца ад іншых элементаў ІІА-групы. На паветры паверхня берылію пакрываецца стойкай аксіднай плёнкай BeO, што, відавочна, абумоўлівае яго нізкую рэакцыйную здольнасць. Аксід і гідраксід берылію праяўляюць амфатэрныя ўласцівасці:



Сплавы на аснове берылію адрозніваюцца павышанай цвёрдасцю, трываласцю і каразійнай устойлівасцю. Яны выкарыстоўваюцца ў атамнай энергетыцы, для абшыўкі касмічных апаратаў, вырабу вогнетрывалых матэрыялаў.

Злучэнні берылію таксічныя.

Магній — метал серабрыста-белага колеру. На паветры паверхня магнію пакрываецца аксіднай плёнкай MgO, што перашкаджае яго далейшаму акісленню кіслародам. Пры награванні да 300–400 °С магній згарае асляпляльным яркім полымем (мал. 110):

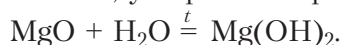


Металічны магній вельмі павольна рэагуе з халоднай вадой, але ў вадзе, якая кіпіць, гэтая рэакцыя працякае больш інтэнсіўна:



Спалучэнне лёгкасці (шчыльнасць прыкладна на 35 % меншая, чым у алюмінію) і высокай трываласці (амаль у 2 разы вышэйшая, чым у алюмінію) робіць сплавы на аснове магнію запатрабаванымі ў авія-, аўтамабіле- і прыборабудаванні.

Аксід магнію MgO — парашок белага колеру, вельмі тугаплаўкі. Узаемадзеянне з вадой толькі пры кіпячэнні, утвараючы нерастваральны гідраксід:



Атрымліваюць аксід магнію гартаваннем карбанату магнію:

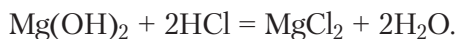


Аксід магнію выкарыстоўваюць у вырабе вогнетрывалых вырабаў (цэглы, тыгляў, цэменту і г. д.), а таксама ў медыцыне для зніжэння кіслотнасці страўнікавага соку.

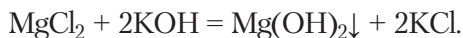
Гідраксід магнію $\text{Mg}(\text{OH})_2$, будучы нерастваральнай асновай, усё ж стварае ў вадзе шчолачнае асяроддзе ($\text{pH} > 7$, выяўляецца фенолфталеінам), паколькі гідраксід пры пераходзе ў раствор у зусім малой колькасці дысацыіруе:



$\text{Mg}(\text{OH})_2$ як аснова раствараецца ў кіслотах:



Яго атрымліваюць пры дзеянні шчолачаў на растваральныя солі магнію. Пры гэтым выпадае белы студзянiсты асадак:



Солі магнію. Растваральныя солі магнію бясколерныя і горкія на смак, але не ядавітыя. З растваральных солей магнію найбольш значныя хларыд і сульфат.

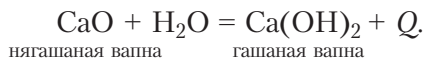
MgCl_2 , які змяшчаецца ў марской вадзе, служыць асноўным рэсурсам для атрымання металічнага магнію электrolізам. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — горкая англійская соль, знаходзіць прымяненне ў раслінаводстве як мікраўгнаенне (крыніца магнію і серы), медыцыне (кампанент заспакаяльных, спазмалітычных прэпаратаў і сродкаў для паніжэння ціску).

Біялагічная роля. Магній уваходзіць у склад хларафілаў — зялёнага пігменту раслін, неабходнага для ажыццяўлення працэсу фотасінтэзу. Недахоп іонаў Mg^{2+} у арганізме чалавека выклікае цяжкія парушэнні сардэчнай дзейнасці, павышае схільнасць да інфарктаў.

Кальцый — серабрыста-белы лёгкі метал. Кальцый і іншыя шчолачназемельныя металы па сваіх уласцівасцях падобныя да магнію, але валодаюць значна большай хімічнай актыўнасцю.

Аксід кальцыю — белы тугаплаўкі парашок, мае тэхнічную назву — паленая, або нягашаная, вапна. Гэта тыповы асноўны аксід: ён рэагуе з вадой, кіслотамі і кіслотнымі аксідамі.

Працэс узаемадзеяння CaO з вадой называюць гашэннем:



Гэтая рэакцыя суправаджаецца вялікім вылучэннем цеплаты.

У прамысловасці аксід кальцыю атрымліваюць абпалам пры 900 °С вапняку або мелу:

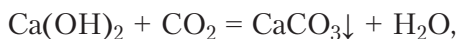


Гідраксід кальцыю $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — белы парашок, мала раствараецца ў вадзе (1,56 г на 1 дм³ вады пры 20 °С), але цалкам дысацыіруе, утвараючы моцнашчолачны раствор (рН = 12,6):



Як тыповая аснова гідраксід кальцыю рэагуе з кіслотамі, кіслотнымі аксідамі, растворамі солей.

Пры прапусканні вуглякіслага газу праз вапнавую ваду спачатку з'яўляецца асадак карбанату:



які затым цалкам знікае з-за ўтварэння растваральнага гідракарбанату кальцыю $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$:



Гідракарбанат кальцыю няўстойлівы, ён існуе толькі ў растворах. З гэтымі працэсамі звязана ўтварэнне пячор у вапняковых масівах, а ў іх — сталактытаў і сталагмітаў.



Раствор гідраксіду кальцыю $\text{Ca}(\text{OH})_2$ называюць вапнавай вадой. Завісь гідраксіду кальцыю называюць вапнавым малаком. Цвёрды гідраксід кальцыю мае назву «гашаная вапна».

Гашаную вапну, або «пушонку», выкарыстоўваюць у будаўніцтве, а таксама для зніжэння часовай жорсткасці вады, памяншэння кіслотнасці глеб.

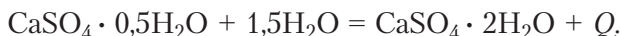
Солі кальцыю. Карбанат кальцыю CaCO_3 — белае рэчыва, нерастваральнае ў вадзе. З яго сфарміраваны мел, мармур, жэмчуг, ракавіны малюскаў (мал. 111).



Мал. 111. Ракавіна, кавалачак мелу, ваза з мармуру

Сульфат кальцыю існуе ў прыродзе ў выглядзе двух мінералаў — *ангідрыду* (CaSO_4) і *гіпсу* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Яны дрэнна растваральныя ў вадзе.

Пры гартаванні гіпсу ўтвараецца будаўнічы гіпс — *алебастр* («палены гіпс») — $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. Яго выкарыстоўваюць як вязкі сродак у будаўніцтве для вырабу панэлей, перагародак, сухой тынкоўкі, барэльефаў, арнаментаў і інш., а таксама ў медыцыне для накладання гіпсавых павязак. Цвярдзенне паленага гіпсу адбываецца ў выніку рэакцыі гідратацыі:



Хларыд кальцыю CaCl_2 у выглядзе раствору ўжываецца як лекавы сродак, які папаўняе дэфіцыт іонаў Ca^{2+} ў арганізме чалавека. Катыёны Ca^{2+} ўдзельнічаюць у рэгуляцыі сардэчных скарачэнняў і згущальнасці крыві, а таксама ў фарміраванні касцявой тканкі.

Дэфіцыт кальцыю зніжае ўрадлівасць глеб, выклікае хваробы шкілета чалавека і жывёл, запавольвае рост арганізма. Таму вялікае значэнне мае ўзбагачэнне кальцыем глеб, кармоў для свойскіх жывёл і г. д.

Жорсткасць вады і спосабы яе змяншэння

Злучэнні магнію і кальцыю з'яўляюцца асноўнымі кампанентамі горных парод, якія складаюць верхнюю частку зямной кары. Вада, праходзячы праз такія пароды, насычаецца гэтымі злучэннямі і становіцца «жорсткай». Пры награванні жорсткай вады на награвальніках пральных машын, трубах цеплацэнтралей, на ўнутраных сценах катлоў ЦЭЦ і чайнікаў утвараецца накіп, які складаецца з карбанатаў кальцыю і магнію (мал. 112). Накіп валодае нізкай цеплаправоднасцю, таму выклікае перагрыванне сценак катлоў. Выпадковае аддзяленне часткі накіпу ад распаленай сценкі катла можа прывесці да хуткага выпарэння вады, павышэння ціску ўнутры катла і яго выбуху. Жорсткая вада пакідае разводы на посудзе, паверхні сантэхнікі. У жорсткай вадзе павышаны выдатак мыйных сродкаў.

Працэс ліквідацыі жорсткасці вады перад яе выкарыстаннем называецца *пам'якчэннем вады*. Любы з яго варыянтаў прадугледжвае выдаленне з вады іонаў кальцыю і магнію. У адносінах да працэсаў пам'якчэння вады адрозніваюць жорсткасць часовую і пастаянную.

Часовая (карбанатная, ліквідуецца кіпячэннем) жорсткасць абумоўлена прысутнасцю ў вадзе гідракарбанатаў кальцыю і магнію. Яна ліквідуецца кіпячэннем, пры якім адбываецца поўнае раскладанне гідракарбанатаў. Яны пераходзяць у выглядзе карбанатаў у нерастваральны стан:

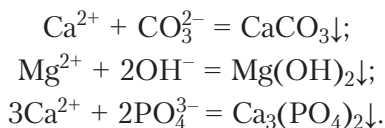


Мал. 112. Накіп на абагравальным элеменце пральнай машыны



Менавіта такія рэакцыі выклікаюць утварэнне накіпу ў чайніку.

Пастаянная (некарбанатная) жорсткасць абумоўлена ўтрыманнем раствораных солей кальцыю і магнію (сульфатаў, хларыдаў і інш.), якія пры кіпячэнні застаюцца ў раствору. У гэтым выпадку жорсткасць вады можа быць ліквідавана ўвядзеннем у раствор рэагентаў (Na_2CO_3 , Na_3PO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$), якія ўтвараюць з растворанымі солямі кальцыю і магнію асадкі:



Паменшыць колькасць раствораных солей у вадзе можна яе вымарожваннем. Паступова замарожваючы ваду, пакідаюць прыкладна 10 % вадкасці ад першапачатковай колькасці. Пры ўтварэнні лёду солі, якія растварыліся, назапашваюцца ў вадкай фазе, дзе іх растваральнасць вышэйшая. Астатнюю ваду зліваюць, а лёд затым растопліваюць.

У лабараторыі для ачысткі вады выкарыстоўваюць метады перагонкі, гэта значаць выпарэнне вады з наступнай яе кандэнсацыяй. Пры гэтым асноўная частка солей застаецца ў вадзе, якая не выпарылася. Кандэнсаваная вада называецца дыстыляванай.

Сучасны, больш эканамічны спосаб заснаваны на ўжыванні іонаабменнай смалы. Пры прапусканні вады праз слой іонаабменнай смалы (іаніту) іоны кальцыю, магнію і жалеза пераходзяць у састаў смалы, а са смалы ў раствор пераходзяць іоны H^+ або Na^+ : $\text{Ca}^{2+} + \text{Na}_2\text{R} = 2\text{Na}^+ + \text{CaR}$, дзе Na_2R — умоўнае абазначэнне іаніту, сінтэтычнай арганічнай смалы, на паверхні якой знаходзяцца іоны Na^+ .

Металы ІІА-групы — *s*-элементы з агульнай электроннай канфігурацыяй валентнага слоя ns^2 . У злучэннях з неметаламі ўтвараюць хімічныя сувязі пераважна іоннага характару і знаходзяцца ў ступені акіслення +2.

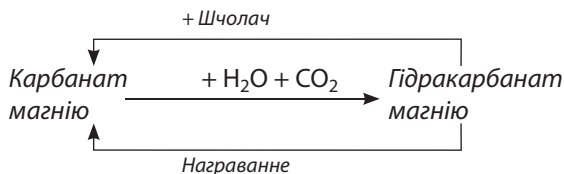
З'яўляюцца моцнымі адноўнікамі, але менш актыўнымі, чым шчолачныя металы. Аксіды і гідраксіды берылію валодаюць амфатэрнымі ўласцівасцямі, астатніх элементаў — асноўнымі.

Растваральныя солі кальцыю і магнію абумоўліваюць жорсткасць вады.

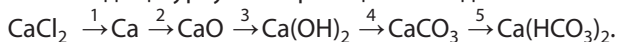
Металы ІІА-групы атрымліваюць электrolізам расплаваў іх солей.

Пытанні, заданні, задачы

1. Як даказаць, што аксід магнію пры кіпячэнні ў вадзе пераходзіць у гідраксід, які хоць і дрэнна, але ўсё ж раствараецца ў вадзе?
2. Па тэрмахімічным ураўненні вызначце колькасць цеплаты, якая вылучылася пры згаранні ў кіслародзе магнію масай 1 г.
3. Чым можна растлумачыць утварэнне асадку ў раствору гідраксиду барыю пры яго захоўванні ў адкрытай колбе?
4. Якая вада найменш жорсткая: артэзіянская, рачная або дажджавая? Адказ патлумачце.
5. Прапануйце план распазнавання раствораў нітратаў кальцыю і натрыю, што знаходзяцца ў дзвюх пранумараваных прабірках.
6. Пастаянная жорсткасць вады можа быць ліквідавана ўжываннем рэагентаў, якія ўтвараюць з растворанымі солямі кальцыю і магнію асадкі. Выкарыстоўваючы табліцу растваральнасці, прапануйце гэтыя рэагенты і прывядзіце для ілюстрацыі неабходныя ўраўненні магчымых рэакцый.
7. Прапануйце спосаб ачысткі чайніка ад накіпу, зыходзячы з яго хімічнага складу.
8. Аналіз забору вады са свідравіны паказаў, што ўтрыманне ў ёй іонаў кальцыю складае 0,2 г на 1 дм³ вады. Вызначце масу кальцыніраванай соды, якая спатрэбіцца для памяншэння ўтрымання кальцыю да 0,04 г/дм³ у такой вадзе аб'ёмам 100 м³.
9. Складзіце тры ўраўненні рэакцый паводле схемы:



10. Складзіце ўраўненні рэакцый паводле схемы:

**Лабараторны дослед 8. Выяўленне іонаў кальцыю ў раствору**

Рэактывы: хларыд кальцыю, нітрат кальцыю, карбанат натрыю, сульфат натрыю.

1. У дзве прабіркі наліце раствору хларыду і нітрату кальцыю. У абедзве прабіркі дадайце раствор карбанату натрыю. Звярніце ўвагу на падабенства асадкаў.

2. У дзве новыя прабіркі наліце раствору хларыду і нітрату кальцыю і дадайце раствор сульфату натрыю. Звярніце ўвагу на працэс утварэння асадкаў.

Параўнайце атрыманыя асадкі — карбанат і сульфат кальцыю.

Які з рэактываў — карбанат або сульфат натрыю — лепш выкарыстоўваць для выяўлення іонаў кальцыю?