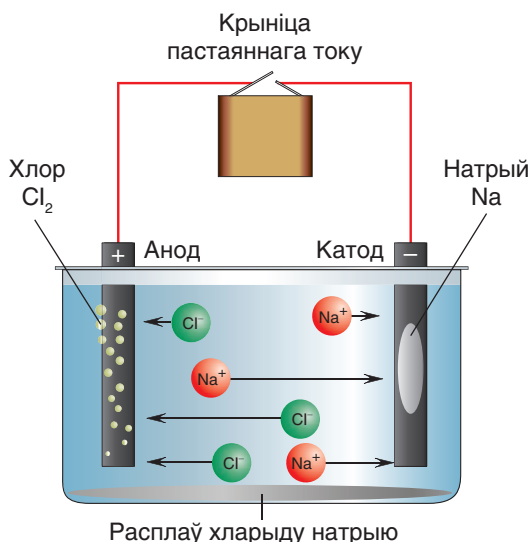


§ 51. Электроліз расплаваў солей

Вядомыя вам хімічныя спосабы атрымання металаў заснаваны на іх аднаўленні са злучэнняў вугляродам, аксідам вугляроду(II), вадародам ці алюмініем. Акрамя іх, у металургіі шырока выкарыстоўваецца і прынцыпова іншы — **электрахімічны спосаб**. Яго сутнасць заключаецца ў тым, што злучэнні металаў раскладаюцца электрычным токам. Такі працэс мае спецыяльную назву — **электrolіз** (ад грэч. *lysis* — раскладанне). Ён ажыццяўляецца пры прапусканні пастаяннага электрычнага току праз расплавы або растворы электралітаў (солей, асноў, кіслот).

Электrolіз расплаваў солей

Пры награванні некаторыя солі, напрыклад галагеніды металаў, плаваюцца, г. зн. пераходзяць у вадкі стан. Пры гэтым яны, як моцныя электраліты, цалкам дысацыпіруюць на іоны. Напрыклад, добра знаёмы нам хларыд натрыю (кухонная соль) пры тэмпературы 801 °С ператвараецца ў расплаў — бясколерную вадкасць. Як і ў водным растворе, у расплаве гэта соль знаходзіцца ў выглядзе іонаў — катыёнаў Na^+ і аніёнаў Cl^- , якія здзяйсняюць бесперапынны хаатычны рух. Апусцім у гэты расплаў вугальныя электроды (графітавыя стрыжні), адзін з якіх злучым з дадатным, а іншы — з адмоўным полюсам крыніцы пастаяннага току (мал. 147). Пры



гэтым змешчаныя ў растворе іоны адразу ж прымуць накіраваны рух. Дадатна зараджаныя іоны (**катыёны**) Na^+ пачнуць рухацца да адмоўна зараджанага электрода — **катода**, а адмоўна зараджаныя іоны (**аніёны**) Cl^- — да дадатна зараджанага электрода — **анода**.

На катодзе, які мае лішак электронаў, катыёны натрыю, што падышлі да яго, аднаўляюцца

Мал. 147. Схема электролиза расплава NaCl

(прымаюць ад яго электроны) і ўтвараюць простае рэчыва натрый у выглядзе серабрыстага металу:



Адмоўна зараджаны электрод, на якім адбываецца працэс аднаўлення, называецца катодам. Ён адыгрывае ролю адноўніку.

У той жа час на анодзе, які мае недахоп электронаў, аніёны Cl^- акісляюцца (аддаюць яму электроны) і ператвараюцца ў атамы хлору:



Атамы хлору адразу ж злучаюцца па два, утвараючы малекулы простага рэчыва хлору Cl_2 . Ён вылучаецца на анодзе ў выглядзе бурбалак газу зеленавата-жоўтага колеру, якія падымаюцца ўверх:



Дадатна зараджаны электрод, на якім адбываецца працэс акіслення, называецца анодам. Ён адыгрывае ролю акісляльніку.

Улічваючы, што ў выніку электrolізу расплаву хларыду натрыю ўтвараюцца простыя рэчывы натрый і хлор, сумарнае ўраўненне гэтага працэсу можна запісаць наступным чынам:



Па тым жа прынцыпе працякае электrolіз расплаваў і іншых галагенідаў металаў, напрыклад CaF_2 , KBr , LiI . Як і хларыд натрыю, яны складаюцца на адпаведныя простыя рэчывы. Акрамя солей, у расплавах электrolізу падвяргаюцца і шчолачы.

Электrolіз працякае і ў водных растворах, пры гэтым у працэсах на электродах могуць удзельнічаць малекулы вады. З гэтымі працэсамі вы пазнаёміцеся ў курсе хіміі 11-га класа.

Паколькі пры прапусканні электрычнага току праз расплавы ці растворы электралітаў (солей, асноў, кіслот) на электродах адначасова ажыццяўляюцца два працэсы — акісленне і аднаўленне, электrolізу можна даць наступнае азначэнне.



Электrolіз — гэта акісляльна-аднаўленчы працэс, які працякае на электродах пры прапусканні пастаяннага электрычнага току праз расплавы або растворы электралітаў.

Ужыванне электролізу

Электроліз шырока ўжываецца пры атрыманні хімічна актыўных *металаў* (калію **K**, натрыю **Na**, кальцыю **Ca**, магнію **Mg**, алюмінію **Al**), а таксама *неметалаў* (фтору, хлору, вадароду, кіслароду) і шэрага складаных рэчываў, напрыклад *шчолачаў*.

З дапамогай электролізу ажыццяўляюць **ачыстку металаў**. Электроліз таксама знаходзіць ужыванне для паліравання паверхні металаў, электрахімічнага заточвання лёзаў рэжучых інструментаў (брытваў, хірургічных скальпеляў).

Электроліз шырока выкарыстоўваецца ў прамысловасці для нанясення пласта аднаго металу на паверхню іншага з мэтай аховы яго ад карозіі (*нікеліраванне, храміраванне, залачэнне, серабрэненне*). Працэс электролізу ўжываецца таксама для стварэння на паверхні розных вырабаў токаправодных пакрыццяў, дэкаратыўных малюнкаў і да т. п. Напрыклад, электралітычным шляхам наносіць тонкія пласты металу на электронныя платы і іншыя дэталі, якія выкарыстоўваюцца ў вытворчасці сучасных тэлевізараў, камп'ютараў, тэлефонаў і да т. п. Галіна прамысловасці, якая займаецца асаджэннем металаў на паверхні металічных і неметалічных вырабаў, называецца **гальванатэхнікай**. Асаджэнне металу на паверхні вырабаў з дапамогай электролізу дазваляе атрымліваць трывала звязаныя з паверхняй металічныя пакрыцці (гальванастэгія) або дакладныя злёпкі і копіі паверхні гэтых вырабаў, якія лёгка аддзяляюцца (гальвананапластыка).

Акрамя вышэйпералічаных галін ужывання электролізу, у апошнія гады гэты метад дастаткова шырока выкарыстоўваецца для абясольвання вады, ачысткі фруктовых сокаў і інш.

Адмоўна зараджаны электрод, на якім адбываецца працэс аднаўлення, называецца катодам. Ён адыгрывае ролю аднойніку.

Дадатна зараджаны электрод, на якім адбываецца працэс акіслення, называецца анодам. Ён адыгрывае ролю акісляльніку.

Электроліз — сукупнасць працэсаў акіслення і аднаўлення, якія працякаюць на электродах пры прапусканні электрычнага току праз расплавы або растворы электралітаў.

Электроліз шырока ўжываецца пры атрыманні хімічна актыўных металаў, неметалаў і шэрага складаных рэчываў, для ачысткі металаў і нанясення металічных пакрыццяў на розныя вырабы.



Пытанні і заданні

1. Чым прынцыпова адрозніваецца электрахімічны спосаб атрымання металаў ад вядомых вам хімічных спосабаў?
2. Які электрод завецца катодам? Складзіце схемы аднаўлення на катодзе катыёнаў Ag^+ ; Hg^{2+} ; Au^{3+} .
3. Які электрод завецца анодам? Складзіце схемы акіслення на анодзе аніёнаў F^- ; S^{2-} .
4. На якім з электродаў — катодзе ці анодзе — можа працякаць кожны з працэсаў:
а) $\text{I}^- - 1\text{e}^- \rightarrow \text{I}^0$; б) $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^0$;
в) $\text{Cl}^- - 1\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^0$; г) $\text{Ag}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}^0$.
5. Разлічыце масу натрыю і аб'ём (н. у.) хлору, якія ўтвараюцца пры поўным электролізе расплаву хларыду натрыю масай 1500 г.
6. Запішыце схемы працэсаў, якія праходзяць на катодзе і анодзе пры электролізе расплаву браміды цынку. Складзіце сумарнае ўраўненне электролізу дадзенай солі. Разлічыце масу браміды цынку, пры электролізе якога ўтвараецца цынк хімічнай колькасцю 6,5 моль.
7. Для электралітычнага нанясення залатых пакрыццяў на карпусы наручнага гадзінніка выкарыстоўваюць соль хларыд золата(III). Разлічыце масу гэтай солі, неабходнай для залачэння 500 карпусоў, на кожным з якіх маса залатога пакрыцця складае 0,08 г.

§ 52. Ужыванне металаў і сплаваў

Жыццё і дзейнасць чалавека заўсёды было і застаецца непарыўна звязаным з выкарыстаннем металаў і іх сплаваў. Гісторыя іх практычнага ўжывання налічвае некалькі тысячагоддзяў і бярэ свой пачатак у першабытным грамадстве. На заранку развіцця цывілізацыі, яшчэ ў каменным веку, першабытны чалавек пазнаёміўся з золатам і серабром, якія сустракаюцца ў прыродзе ў самародным стане. Калі людзі навучыліся выплаўляць медзь і ствараць з яе вырабы, наступіў медны век, які пазней змяніўся бронзавым, а затым жалезным векам. Такія назвы эпох старажытнай цывілізацыі красамоўна сведчаць пра ролю металаў у яе развіцці. Наш час умоўна можна назваць «векам усіх металаў», паколькі зараз ужыванне знаходзяць практычна ўсе вядомыя металы.

Золата дзякуючы сваёй высокай хімічнай стойкасці і прыгожаму знешняму выглядзе шырока ўжываецца для вырабу розных упрыгажэнняў (мал. 148). Гэты метал выкарыстоўваецца ў радыёэлектроннай пра-



Серабро



Золата



Плаціна

Мал. 148. Упрыгажэнні з каштоўных металаў

мысловасці, а таксама ў тэхніцы для вырабу элементаў апаратуры і прыбораў, прызначаных для работы ў агрэсіўных асяроддзях. Іголкі з радыеактыўнага золата ўжываюць пры прамянёвай тэрапіі для разбурэння злаякасных пухлін. Золата з'яўляецца найважнейшым элементам сусветнай фінансавай сістэмы. Дзяржавы фарміруюць запасы гэтага металу для забеспячэння стабільнасці сваіх эканомік.



Агульная маса золата, якое захоўваецца ва ўсіх банках свету, складае прыкладна 32 тыс. т. Калі ўсё гэта золата сплавіць, атрымаецца куб са стараной, роўнай усяго толькі 12 м.

Плаціна шырока выкарыстоўваецца ў якасці каталізатара ў хімічнай прамысловасці, у вытворчасці прылад для ачысткі выхлопных газаў аўтамабіляў ад шкодных рэчываў. Значная частка плаціны ідзе на вытворчасць ювелірных вырабаў (гл. мал. 148). Гэты метал ужываецца ў вытворчасці некаторых лекавых прэпаратаў.



Вучоныя Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта распрацавалі ўнікальны высокаэфектыўны лекавы прэпарат «Цысплацэл», які змяшчае злучэнне плаціны. Ён прызначаны для лячэння злаякасных пухлін галаўнога мозга, шыі і ротавай поласці.

Серабро з прычыны вельмі высокай электраправоднасці ўжываецца ў электратэхніцы і электроніцы пры вырабе кантактаў і праваднікоў, а таксама керамічных кандэнсатараў. Значная колькасць гэтага металу выкарыстоўваецца ў вытворчасці сярэбрана-цынковых і сярэбрана-кадміевых акумулятарных батарэй, люстэркаў з высокай адбівальнай здольнасцю, ювелірных упрыгажэнняў (гл. мал. 148). Серабро знаходзіць ужыванне і ў якасці каталізатара ў хімічнай прамысловасці, як абеззаражвальнае рэчыва выкарыстоўваецца ў медыцыне.



Яшчэ ў старажытнасці людзі заўважылі, што вада, змешчаная ў сярэбраных пасудзінах, не псуецца пры захоўванні, спрыяе гаенню ран. Калі верыць старажытнаму гісторыку, то ў часы паходу Аляксандра Македонскага ў Індыю афіцэры яго войска значна радзей хварэлі страўнікава-кішачнымі захворваннямі, чым салдаты. Ежа і пітво ў іх былі аднолькавымі, а вось посуд — розным: афіцэры карысталіся посудам, вырабленым з серабра. Толькі праз сотні гадоў вучоныя даказалі, што часціцы серабра, якія змяшчаюцца ў вадзе ў вельмі невялікай канцэнтрацыі, валодаюць бактэрыцыднымі ўласцівасцямі, г. зн. забіваюць хваробатворныя бактэрыі. Сёння медыцынскія прэпараты, якія змяшчаюць дробнадысперснае серабро, выкарыстоўваюцца пры лячэнні ран, парэзаў, апёкаў, страўнікава-кішачных захворванняў і г. д.

Медзь з прычыны высокай электраправоднасці і пластычнасці шырока выкарыстоўваецца ў электратэхніцы для вырабу электрычных правадоў, сілавых кабеляў, токаправодных дэталеў (мал. 149). Паколькі медзь валодае яшчэ і высокай цеплаправоднасцю, яе ўжываюць для вырабу розных цеплаадводных прылад — радыятараў ахалоджвання аўтамабіляў, кандыцыянераў, камп'ютарных кулераў (вентылятараў, якія ахалоджваюць сістэмныя блокі). Яшчэ адна каштоўная ўласцівасць медзі — адсутнасць намагнічвання — выкарыстоўваецца пры вырабе прыбораў для метэаралагічных назіранняў. У якасці канструкцыйных матэрыялаў ужываюцца сплавы медзі — латунь і бронза.

Жалеза — адзін з самых выкарыстоўваемых металаў, на долю якога прыпадае да 95 % сусвет-



Мал. 149. Вырабы з медзі

най металургічнай вытворчасці. Чыстае жалеза ўжываюць для вырабу асяродкаў трансфарматараў электраматораў, электрамагнітаў, таму што яно здольнае хутка намагнічвацца і размагнічвацца.

Жалеза з'яўляецца асноўным кампанентам чыгуну і сталей — найважнейшых *канструкцыйных матэрыялаў* сучаснасці. Чыгун выкарыстоўваюць пры збудаванні доменных, мартэнаўскіх, тэрмічных і газавых печаў, пры вырабе радыятараў ацяплення, кампрэсарнага абсталявання, дызельных рухавікоў, пракатных станаў, дэталей турбін, у машынабудаванні. Вугляродзістыя сталі ўжываюцца для вырабу каркасных збудаванняў, рэжучага інструмента. Найшырэйшае ўжыванне знаходзяць сталі, легіраваныя рознымі металамі — хромам, ванадыем, нікелем, кобальтам, тытанам і інш. Яны валодаюць высокай трываласцю, устойлівыя ў марской вадзе, не паддаюцца карозіі, вытрымліваюць дзеянне высокіх тэмператур і агрэсіўных асяроддзяў. Такія сталі выкарыстоўваюцца для вырабу металапракату, водаправодных, газаводных і каналізацыйных труб, карпусоў і дэталей машын, шарыкападшыпнікаў. Яны таксама ўжываюцца ў вытворчасці кухоннага абсталявання (пліт, духовак, мікрахвалевых печаў), посуду і сталовых прыбораў, медыцынскага інструментарыя. Шмат якія злучэнні жалеза шырока выкарыстоўваюцца ў сучаснай фармацэўтыцы.

Алюміній, які валодае здольнасцю да штампоўкі, высокай цеплаправоднасцю, каразійнай устойлівасцю і пластычнасцю, ужываецца пры вырабе рознага пракату, кухоннага посуду, алюмініевай фольгі (мал. 150). З прычыны высокай электраправоднасці і адноснай таннасці гэты метал знаходзіць ужыванне ў электратэхніцы пры вырабе правадоў. Ён выкарыстоўваецца ў алюматэрмічным атрыманні некаторых металаў, а таксама як кампанент ракетнага паліва.

Алюміній з'яўляецца кампанентам шмат якіх сплаваў. Важнейшыя з іх — дюраль і фехраль. Дзюраль уяўляе сабой сплаў алюмінію з меддзю, магніем і марганцам. Гэта асноўны лёгкі і трывалы канструкцыйны матэрыял у авіяцыі і касманаўтыцы. Фехраль — сплаў алюмінію з хромам і жалезам, які ўжываецца для вырабу спіралей электранагравальных прыбораў.



Мал. 150. Вырабы з алюмінію

Алюміній выкарыстоўваецца пры вырабе апаратуры для маслабойнай, цукровай, кандытарскай, піваварнай прамысловасці, ужываецца ў вытворчасці «серабрыстай» металізаванай тканіны і фарбы «серабранка», якая складаецца з алюмініевай пудры і пакосту.



У сярэдзіне XIX ст. алюміній цаніўся даражэй за золата і лічыўся «металам раскошы». Французскі імператар Напалеон III, жадаючы прадэманстраваць сваю перавагу, загадаў сабе камзол з алюмініевымі гузікамі, які апрацаваў выключна ў час дыпламатычных прыёмаў. Акрамя таго, па загадзе імператара былі выраблены алюмініевыя сталовыя прыборы, якія на ўрачыстых абедрах падаваліся членам імператарскай сям'і і самым ганаровым гасцям. Іншыя ж госці карысталіся «звычайнымі» прыборамі з золата і серабра.

У выніку развіцця навукі і тэхнікі практычнае ўжыванне ў самых розных галінах знайшлі і такія металы, як тытан **Ti**, цырконій **Zr**, берылій **Be**, індый **In**, ніобій **Nb**, вальфрам **W**, уран **U**, плутоній **Pu** і інш.

Нягледзячы на тое што ў апошні час у якасці канструкцыйных матэрыялаў замест металаў усё часцей выкарыстоўваюцца іх «заменнікі» — пластыкі, вытворчасць металаў увесь час узростае.

Дамашні эксперымент

Некаторыя рэакцыі з удзелам алюмінію суправаджаюцца вылучэннем вялікай колькасці цеплаты. Гэта ўласцівасць ляжыць у аснове работы аднаразовай хімічнай грэлкі. Для яе вырабу вам спатрэбяцца кухонная соль **NaCl**, медны купарвас **CuSO₄·5H₂O**, дробнае драўнянае пілавінне, алюмініевы дрот, вада і паўлітровы шклянны слоік. Насыпце ў слоік 3 сталовыя лыжкі кухоннай солі, 5 сталовых лыжак меднага купарвасу і 2 сталовыя лыжкі драўнянага пілавіння. Атрыманую сумесь старанна перамяшайце. З кавалка дроту даўжынёй 30—40 см зрабіце спружынку дыяметрам 2—3 см і змясціце яе ў слоік з сумессю так, каб спружынкі не было відаць. Каб прывесці грэлку ў дзеянне, дабаўце да сумесі паўшклянкі воды. Прыкладна праз 3 мін тэмпература знешніх сценак слоіка падыецца да 50—60 °C.

Практычная работа 4

Рашэнне эксперыментальных задач па тэме «Металы»

Мэта работы: абагульніць і замацаваць веды пра хімічныя ўласцівасці металаў, навучыцца эксперыментальна даследаваць уласцівасці металаў.

Варыянт 1

Задача 1. Вызначыце, дзе — да ці пасля вадароду — у электрахімічным радзе напружанняў знаходзіцца выдадзены вам метал, які выяўляе ў сваіх злучэннях валентнасць, роўную 2. Калі ён можа рэагаваць з хлоравадароднай кіслотой, складзіце адпаведнае ўраўненне рэакцыі, пакажыце акісляльнік і адноўнік, назавіце рэчывы, якія ўтвараюцца.

Задача 2. У дзвюх прабёрках знаходзяцца хларыд барыю і хларыд натрыю. Доследным шляхам распазнайце гэтыя рэчывы. Складзіце ўраўненні адпаведных хімічных рэакцый у малекулярным і іонным выглядзе.

Задача 3. Ажыццявіце эксперыментальна наступныя хімічныя ператварэнні:

хларыд алюмінію $\rightarrow$ гідраксід алюмінію $\rightarrow$ сульфат алюмінію.

Складзіце ўраўненні рэакцый у малекулярным і скарачаным іонным выглядзе.

Варыянт 2

Задача 1. Вызначыце, дзе — да ці пасля вадароду — у электрахімічным радзе напружанняў знаходзіцца выдадзены вам метал, які выяўляе ў сваіх злучэннях валентнасць, роўную 3. Калі ён можа рэагаваць з хлоравадароднай кіслотой, складзіце адпаведнае ўраўненне рэакцыі, пакажыце акісляльнік і адноўнік, назавіце рэчывы, якія ўтвараюцца.

Задача 2. У дзвюх прабёрках знаходзяцца хларыд кальцыю і хларыд натрыю. Доследным шляхам распазнайце гэтыя рэчывы. Складзіце ўраўненні адпаведных хімічных рэакцый у малекулярным і іонным выглядзе.

Задача 3. Ажыццявіце эксперыментальна наступныя хімічныя ператварэнні:

хларыд медзі(II) $\rightarrow$ гідраксід медзі(II) $\rightarrow$ сульфат медзі(II).

Складзіце ўраўненні рэакцый у малекулярным і скарачаным іонным выглядзе.