

РАЗДЗЕЛ V

ХІМІЯ РАСТВОРАЎ

Пры вывучэнні гэтага раздзела вы паўторыце і пашырыце веды аб растваральнасці рэчываў, працэсах утварэння раствораў і ўласцівасцях раствораў электралітаў.

Важны аспект тэмы — знаёмства з практычна значным паняццем вадароднага паказчыка pH, а таксама вывучэнне ўласцівасцей раствораў кіслот, шчолачаў і солей з пазіцыі тэорыі электралітычнай дысацыяцыі.

Значная частка часу будзе прысвечана вамі рашэнню разліковых задач з выкарыстаннем паняццяў растваральнасці, масавай долі, малярнай канцэнтрацыі, ступені дысацыяцыі і pH.

Найважнейшыя паняцці тэмы: сумесь, раствор, растваральнасць рэчыва, крышталегідрат, электраліты і неэлектраліты, аніён, катыён, рэакцыі іоннага абмену, моцныя і слабыя электраліты, ступень электралітычнай дысацыяцыі, вадародны паказчык pH.

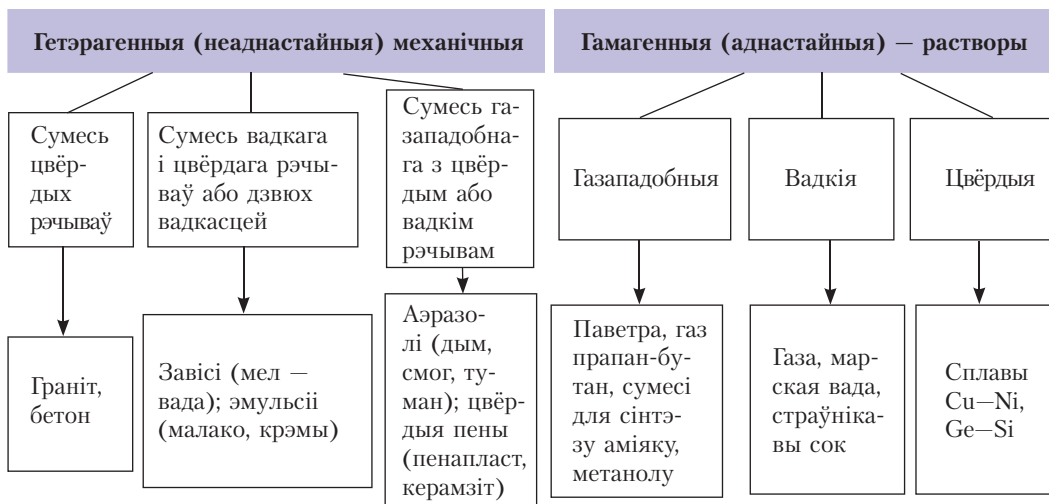
§ 23. Растварэнне як фізіка-хімічны працэс

Вы ўжо знаёмыя з *сумесямі рэчываў* — растворамі і механічнымі сумесямі, іх класіфікацыяй (мал. 50). Нагадаем, што механічныя сумесі ўтвараюцца ў выніку простага перамешвання рэчываў без утварэння імі хімічнай сувязі або іншых хімічных змяненняў. Кожны кампанент такой *механічнай (гетэрагеннай) сумесі* захоўвае свой састаў і ўласцівасці.

Вам таксама ўжо вядомыя **растворы** — *гамагенныя ўстойлівыя сістэмы пераменнага саставу, якія складаюцца з некалькіх кампанентаў*. Адрозніваюць вадкія (водныя і няводныя), газападобныя і цвёрдыя растворы. Некаторыя іх прыклады прыведзены на малюнку 50. Мы будзем разглядаць пераважна водныя растворы.

У адрозненне ад механічных сумесей растворы аднародныя, гэта значыць адсутнічае мяжа падзелу фаз. Акрамя таго, растворы ўстойлівыя, бо пры нязменных умовах (канцэнтрацыя растваранага рэчыва, тэмпература, ціск) яны бясконца доўга застаюцца гамагеннымі сістэмамі.





Мал. 50. Класіфікацыя сумесей

Фізіка-хімічны працэс, пры якім адбываецца ўзаемадзеянне часціц рэчыва, якое раствараецца, і растваральніка з утварэннем гамагеннай устойлівай сістэмы пераменнага саставу, называюць **растварэннем**.

Хімічны бок працэсу растварэння заключаецца ў разбурэнні сувязей паміж часціцамі рэчыва, якое раствараецца, і іх узаемадзеянні з малекуламі растваральніка. Пры растварэнні працякаюць фізічныя працэсы ўзаемнай дыфузіі часціц рэчыва, якое раствараецца, і малекул вады.

Цеплавя з’явы пры растварэнні

Для разрыву хімічных сувязей паміж часціцамі рэчыва, якое раствараецца, неабходна затраціць энергію. Такім чынам, колькасць цеплаты ў сістэме змяншаецца і першая стадыя растварэння — гэта эндатэрмічны працэс. Пры злучэнні часціц рэчыва, якое раствараецца, і растваральніка на другой стадыі працэсу растварэння энергія, наадварот, вылучаецца. Гэта экзатэрмічны працэс, колькасць цеплаты павялічваецца. Сумарны цеплавы эфект працэсу растварэння роўны суме дзвюх велічынь:

$$Q_{\text{растварэння}} = -Q_{\text{разрыў хімічных сувязей}} + Q_{\text{утварэнне хімічных сувязей}}$$

Эксперыментальныя даныя паказваюць, што пры *растварэнні цвёрдых рэчываў* у адных выпадках цеплата вылучаецца, а ў другіх — паглынаецца. Напрыклад, пры растварэнні ў вадзе нітрату амонію NH_4NO_3 назіраецца моцнае ахаладжэнне раствору. Прычына заключаецца ў тым, што колькасць цеплаты, якая вылучаецца пры ўзаемадзеянні катыёнаў NH_4^+ і аніёнаў NO_3^- з малекуламі

вады, меншая за колькасць цеплаты, што затрачваецца на разрыў іонных сувязей у крышталях нітрату амонію ($Q_{\text{растварэння}} = -26,4$ кДж/моль). Другі прыклад – растварэнне ў вадзе гідраксиду калію, якое суправаджаецца моцным разаграваннем раствору. У гэтым выпадку энергія, якая вылучаецца пры ўзаемадзеянні іонаў K^+ і OH^- з малекуламі вады, большая за энергію, што затрачваецца на разрыў сувязей паміж гэтымі іонамі ў крышталічным КОН ($Q_{\text{растварэння}} = + 55,6$ кДж/моль).

Растварэнне газаў і вадкасцей у вадзе звычайна суправаджаецца вылучэннем цеплаты, бо практычна адсутнічаюць затраты энергіі на разбурэнне сувязей паміж малекуламі зыходнага рэчыва.

Растваральнасць рэчываў у вадзе



Раствараючы рэчыва ў вадзе, можна атрымаць насычаныя і ненасычаныя растворы.

Насычаным называюць такі раствор, у якім пры зададзенай тэмпературы рэчыва больш не раствараецца. Аднаведна, у **ненасычаным** растворы можна растварыць дадатковую колькасць рэчыва.

Менавіта да насычаных раствораў адносіцца колькасная характарыстыка здольнасці рэчыва да растварэння, ці растваральнасць. Растваральнасць вымяраюць, вызначаючы ўтрыманне растваранага рэчыва ў яго насычаным раствору пры зададзенай тэмпературы.

Найбольш часта выкарыстоўваюць лікавую характарыстыку – *растваральнасць* (s). Растваральнасць лікава роўная максімальнай масе рэчыва, здольнага пры дадзенай тэмпературы растварыцца ў 100 г растваральніку. Так, s^{10} (KNO_3) роўная 21 г/100 г вады пры 10 °С.

Растваральнасць газу вызначаюць як максімальны аб'ём газу (V , см³), які раствараецца ў 100 г растваральніку пры зададзеных тэмпературы і ціску. Часта выкарыстоўваюць такую адзінку вымярэння, як колькасць аб'ёмаў растваранага газу на адзін аб'ём вады.

Растваральнасць нярэдка вымяраюць і ў іншых велічынях, указваючы *масавую долю* або *малярную канцэнтрацыю* растваранага рэчыва ў насычаным раствору. Гэтыя ж велічыні выкарыстоўваюць для колькаснага адлюстравання саставу ненасычаных раствораў. Да гэтых велічынь вы звернецеся, вывучаючы матэрыял наступнага параграфа.

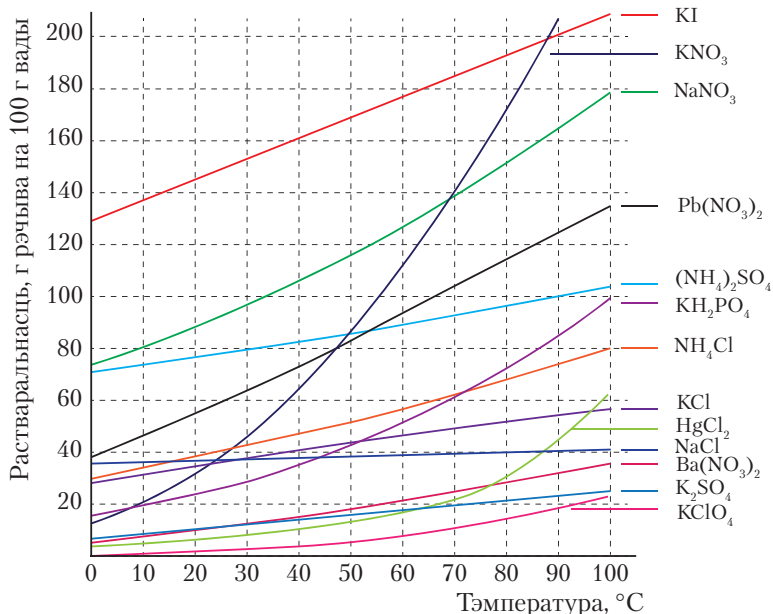
Як вам ужо вядома, рэчывы па растваральнасці ў вадзе ўмоўна дзеляць на тры групы (гл. другі форзац). Рэчыва лічаць растваральным, калі пры 20 °С раствараецца больш за 1 г рэчыва ў 100 г вады або 100 см³ у 100 г вады ў выпадку газаў. Рэчыва маларастваральнае, калі яго растваральнасць

знаходзіцца ў межах ад 0,01 да 1 г у 100 г вады, і практычна нерастваральнае пры растваральнасці менш як 0,01 г у 100 г вады.

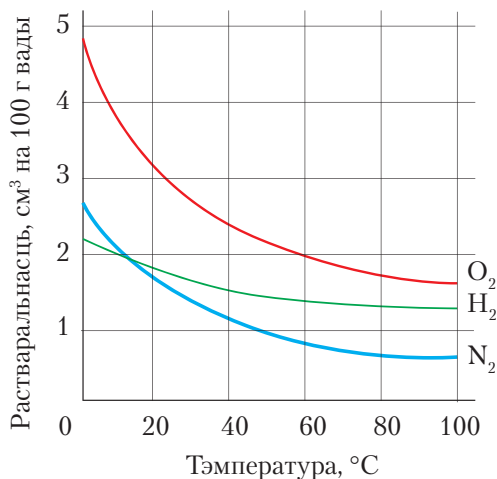
Канцэнтраваныя растворы ўтрымліваюць шмат растваранага рэчыва, а ў разбаўленых растворах канцэнтрацыя растваранага рэчыва малая. Дзяленне раствораў на канцэнтраваныя і разбаўленыя ўмоўнае. Яно не звязана з дзяленнем на насычаныя і ненасычаныя растворы. Напрыклад, насычаны раствор BaSO_4 ўтрымлівае 0,0002448 г солі на 100 г вады пры 20 °С. Значыць, гэта вельмі разбаўлены раствор. Насычаны раствор KOH утрымлівае 112 г/100 г вады. Калі растварыць 80 г KOH у 100 г вады, то атрымаем канцэнтраваны, але ненасычаны раствор.

Растваральнасць *цвёрдых і вадкіх* рэчываў залежыць ад іх прыроды і тэмпературы раствора. З павелічэннем тэмпературы растваральнасць большасці цвёрдых рэчываў і вадкасцей прыкметна ўзрастае (мал. 51). Пры ахаладжэнні, адпаведна, растваральнасць памяншаецца і частка рэчыва выпадае ў выглядзе асадку – крышталізуецца.

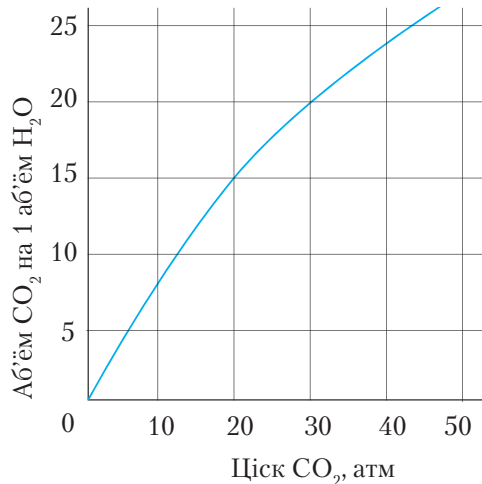
Крышталізацыя адыгрывае вялікую ролю ў прыродзе: яна прыводзіць да ўтварэння многіх мінералаў, напрыклад галіту (NaCl), сільвініту (KCl), сталакцітаў і сталагмітаў (CaCO_3). У прамысловасці метадам крышталізацыі вырошчваюць буйныя крышталі NaCl , LiF для аптычных прыбораў, крышталі SiO_2 для ультрагукавых генератараў, мікрафонаў і інш.



Мал. 51. Залежнасць растваральнасці цвёрдых рэчываў ад тэмпературы



Мал. 52. Залежнасць растваральнасці газападобных рэчываў у вадзе ад тэмпературы



Мал. 53. Залежнасць растваральнасці вуглякіслага газу ў вадзе ад ціску

Растваральнасць *газаў* у вадзе залежыць ад іх прыроды, тэмпературы і ціску (мал. 52, 53).

Пры растварэнні газаў вылучаецца цеплата. *Пры павышэнні тэмпературы іх растваральнасць паніжаецца. Пры павелічэнні ціску растваральнасць газаў павышаецца.* Таму, паказваючы растваральнасць газу ў вадзе пры зададзенай тэмпературы, маюць на ўвазе растваральнасць пры яго ціску 1 атм або 101,325 кПа.

Некаторыя вадкасці, такія як H_2SO_4 , HNO_3 , HF ($t_{кн.} = 19,5 \text{ }^\circ\text{C}$), CH_3COOH , $HCOOH$, CH_3OH , C_2H_5OH , этыленгліколь, гліцэрына, ацэтон, змешваюцца з вадой у любых суадносінах, таму гавораць пра іх *неабмежаваную растваральнасць*.



Гідраты і крышталегідраты

У шэрагу выпадкаў у выніку фізіка-хімічнага ўзаемадзеяння часціц растваранага рэчыва з вадой утвараюцца злучэнні — *гідраты*. Такі працэс называюць *гідратацыяй*. Малекулы вады пры гэтым не разбураюцца, а звязваюцца з малекуламі або іонамі растваранага рэчыва.

Гідраты — гэта прадукты далучэння вады да неарганічных і арганічных рэчываў, у якіх малекула вады прысутнічае ў выглядзе асобнай структурнай адзінкі.

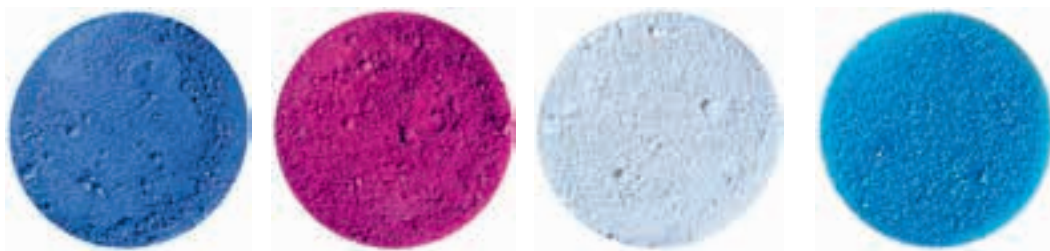
Многія *гідраты* лёгка распадаюцца, хоць могуць утвараць і ўстойлівыя злучэнні. У шэрагу выпадкаў пасля ўпарвання растваральніку і крышталізацыі растваранага злучэння можна вылучыць *крышталегідраты*.

Большасць крышталегідратаў з'яўляюцца солямі. Крышталегідраты ўтвараюцца, калі ў крышталічнай рашотцы катыёны звязваюцца з малекуламі вады больш трывала, чым з аніёнамі ў крышталях бязводнай солі. Састаў крышталегідрату адлюстроўваюць формулай, якая паказвае колькасць малекул крышталізацыйнай вады на адну структурную адзінку рэчыва, напрыклад крышталічная сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, медны купарвас $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. З гэтымі крышталегідратамі вы ўжо знаёмыя з курсаў хіміі 8-га і 9-га класаў.

Часам крышталегідраты ўтвараюць кіслоты (шчаўевая, лімонная), асновы ($\text{KOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), а таксама некаторыя вуглявароды (глюкоза) і іх вытворныя (сарбіт).

Крышталегідраты — гэта *крышталічныя прадукты далучэння вады да неарганічных і арганічных рэчываў, якія маюць пэўны састаў і ўключаюць малекулы вады ў выглядзе асобнай структурнай адзінкі. Вада, якая ўваходзіць у склад крышталегідратаў, называецца крышталізацыйнай.*

Многія крышталегідраты ярка афарбаваны. Напрыклад, бязводны CoCl_2 мае сіні колер. У выніку гідратацыі ён ператвараецца ў цёмна-ружовы крышталегідрат $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (мал. 54, а) і таму можа выкарыстоўвацца ў якасці індыкатару прысутнасці вады. Аналагічную ролю можа выконваць і сульфат медзі(II): бязводны CuSO_4 — бледна-блакітны, крышталегідрат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — ярка-сіні (мал. 54, б).



а

Бязводны хларыд кобальту(II) CoCl_2
і крышталегідрат $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

б

Бязводны сульфат медзі(II) CuSO_4
і крышталегідрат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Мал. 54. Бязводныя солі і крышталегідраты



Працэс утварэння крышталегідратаў выкарыстоўваецца ў будаўніцтве. Так, парашок цэменту ў асноўным складаецца з сумесі бязводных крышталёў $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ і $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Пры

змешванні цэменту з вадой працякаюць працэсы гідратацыі і ўтварэння крышталегідратаў $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ і $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Пры гэтым пластычны цэментавы клей, які нагадвае па кансістэнцыі цеста, цвярдзее і ператвараецца ў цэментавы камень.



Растворы — гамагенныя ўстойлівыя сістэмы пераменнага саставу, якія складаюцца з некалькіх кампанентаў.

Растварэнне — гэта фізіка-хімічны працэс, які суправаджаецца вылучэннем або паглыннаннем цеплаты.

Растваральнасць рэчываў залежыць ад іх прыроды і тэмпературы. На растваральнасць газаў уплывае ціск.

Крышталегідраты — гэта крышталічныя прадукты далучэння вады да неарганічных і арганічных рэчываў, якія маюць пэўны састаў і ўключаюць малекулы вады ў выглядзе асобнай структурнай адзінкі.



Пытанні, заданні, задачы

1. Прывядзіце прыклады цвёрдых, вадкіх і газападобных раствораў. Пакажыце вобласці прымянення цвёрдых раствораў.
2. Назавіце асноўныя адрозненні паміж растворам і механічнай сумессю рэчываў.
3. Карыстаючыся данымі табліцы растваральнасці на форзацы падручніка, прывядзіце па два прыклады: а) растваральных; б) маларастваральных; в) практычна нерастваральных у вадзе злучэнняў. Запішыце іх формулы.
4. Дадзены злучэнні: хлоравадарод, нітрат калію, хларыд калію, хларыд натрыю, аксід серы(IV), аміяк. З дапамогай крывых растваральнасці (мал. 51), а таксама ведаў аб растваральнасці газаў вызначце рэчывы, растваральнасць якіх у вадзе пры павышэнні тэмпературы: а) узрастае; б) застаецца практычна нязменнай; в) памяншаецца.
5. Назавіце працэсы ўзаемадзеяння паміж малекуламі вады і рэчывам, якое раствараецца, пры ўтварэнні воднага раствору.
6. Па крывых растваральнасці (мал. 51) знайдзіце растваральнасць солей: нітрату натрыю, хларыду амонію і хларыду натрыю пры $20\text{ }^\circ\text{C}$, $50\text{ }^\circ\text{C}$, $70\text{ }^\circ\text{C}$.
7. Растваральнасць натрыевай салетры NaNO_3 пры $10\text{ }^\circ\text{C}$ роўная 80 г на 100 г вады. Вызначце масавую долю солі ў насычаным раствору пры гэтай тэмпературы.
8. Масавая доля KNO_3 ў насычаным пры $20\text{ }^\circ\text{C}$ раствору роўная 24,0 %. Вызначце растваральнасць KNO_3 пры $20\text{ }^\circ\text{C}$ (г/100 г вады).
9. Разлічыце, на колькі грамаў адрозніваецца маса 500 г бязводнага сульфату кальцыю і яго двухводнага крышталегідрату (гіпсу).
10. Растваральнасць аміяку пры $0\text{ }^\circ\text{C}$ роўная 1153 аб'ёмы на 1 аб'ём вады, а пры $30\text{ }^\circ\text{C}$ — 532 аб'ёмы (пры н. у.) на 1 аб'ём вады. насычаны пры $0\text{ }^\circ\text{C}$ раствор масай 250 г нагрэлі да $30\text{ }^\circ\text{C}$. Як змянілася яго маса? Які аб'ём (пры н. у.) аміяку вылучыўся пры нагрыванні? Адказ пацвердзіце разлікам.



§ 24. Прыгатаванне раствораў



Разгледзім вылічэнні, неабходныя для прыгатавання раствораў з зададзенай масавай доляй або зададзенай малярнай канцэнтрацыяй растваранага рэчыва. Гэта найпрасцейшыя разлікі, з якімі сутыкаецца кожны даследчык у хімічнай лабараторыі. Навыкамі некаторых вылічэнняў неабходна валодаць і ў паўсядзённым жыцці для прыгатавання ежы, раствораў мыйных сродкаў, угнаенняў або ядахімікатаў. Напрыклад, у кулінарнай кнізе прыведзены рэцэпт стравы, у якім выкарыстоўваецца 5%-ны воцат, а ў магазіне можна купіць толькі 9%-ны. Зразумела, што масавыя долі воцатнай кіслаты адрозніваюцца ў $9 : 5 = 1,8$ раза, гэта значыць 9%-нага воцату трэба ўзяць у 1,8 разы менш, чым паказана ў рэцэпце.

Найпрасцейшая задача па прыгатаванні раствору з зададзенай масавай доляй растваранага рэчыва паказана ў прыкладзе 1 і вядомая вам з 8-га класа.

Прыклад 1. Разлічыце масу хларыду натрыю і аб'ём дыстыляванай вады для прыгатавання раствору масай 300 г з масавай доляй солі 5 %.

Дадзена:

$$\omega(\text{NaCl}) = 5 \%$$

$$m(\text{р-ру}) = 300 \text{ г}$$

$$m(\text{NaCl}) - ?$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) - ?$$

Рашэнне

1. Вылічым масу солі, улічваючы, што 5 % адпавядае 0,05 долей ад адзінкі:

$$m(\text{NaCl}) = \omega(\text{NaCl}) \cdot m(\text{р-ру}) = 0,05 \cdot 300 \text{ г} = 15 \text{ г.}$$

2. Масу растваральніка (вады) вылічым па формуле:

$$m(\text{р-ка}) = m(\text{р-ру}) - m(\text{р-ва}). \text{ Таму } m(\text{H}_2\text{O}) = 300 \text{ г} - 15 \text{ г} = 285 \text{ г.}$$

3. Аб'ём вады знойдзем з улікам яе шчыльнасці ($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$):

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} = \frac{285 \text{ г}}{1 \text{ г/см}^3} = 285 \text{ см}^3.$$

Адказ: $m(\text{NaCl}) = 15 \text{ г}$; $V(\text{H}_2\text{O}) = 285 \text{ см}^3$.

Эксперыментатар для прыгатавання раствораў выкарыстоўвае вагі і мерны посуд (мал. 55).



Мал. 55. Абсталяванне і посуд для прыгатавання раствораў

Прыклад 2. Разлічыце масу хларыду калію, неабходную для прыгатавання яго насычанага раствору масай 350 г. Растваральнасць дадзенай солі ва ўмовах доследу (20 °С) складае 34,4 г на 100 г вады.

Дадзена:

$$s(\text{KCl}) = 34,4 \text{ г}/100 \text{ г H}_2\text{O}$$

$$m(\text{р-ру}) = 350 \text{ г}$$

$$m(\text{KCl}) - ?$$

Раішэнне

1. Разлічым масавую долю солі ў насычаным раствору, які складаецца з 100 г вады і 34,4 г солі (зыходзім з даных аб растваральнасці). Пры гэтым маса раствору складзе $100 \text{ г} + 34,4 \text{ г} = 134,4 \text{ г}$.

$$\omega(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{р-ру})} = \frac{34,4 \text{ г}}{134,4 \text{ г}} \approx 0,256 \text{ (г. зн. 25,6 \%)}.$$

2. Паколькі 350 г насычанага раствору будуць утрымліваць 25,6 % солі, то маса солі будзе роўная:

$$m(\text{KCl}) = \omega(\text{KCl}) \cdot m(\text{р-ру}) = 0,256 \cdot 350 \text{ г} = 89,6 \text{ г}.$$

$$\text{Адказ: } m(\text{KCl}) = 89,6 \text{ г}.$$

Часам даводзіцца разлічваць масавую долю рэчыва ва ўжо прыгатаваным раствору. Разгледзім гэты разлік на прыкладзе 3.

Прыклад 3. Медны купарвас масай 25 г растварылі ў вадзе масай 475 г. Вылічыце масавую долю (%) сульфату медзі(II) у атрыманым раствору.

Дадзена:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 25 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 475 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) - ?$$

Раішэнне

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль}.$$

1. Вылічым колькасць сульфату медзі(II) у порцыі яго крышталегідрату:

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{25 \text{ г}}{250 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль},$$

значыць, $n(\text{CuSO}_4) = 0,1 \text{ моль}$.

2. Маса бязводнай солі ў крышталегідраце:

$$m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,1 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 16 \text{ г}.$$

3. Вылічым масу прыгатаванага раствору:

$$m(\text{р-ру}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 25 \text{ г} + 475 \text{ г} = 500 \text{ г}.$$

4. Знойдзем масавую долю сульфату медзі(II) у раствору:
 $\omega(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) : m(\text{p-пу}) = 16 \text{ г} : 500 \text{ г} = 0,032$, або 3,2 %.
 Адказ: $\omega(\text{CuSO}_4) = 3,2 \%$.



У хіміі зручна выражаць састаў раствораў у адзінках *малярнай канцэнтрацыі* — моль/дм³, бо ведаючы лік молей рэчыва ў 1 дм³ раствору, лёгка адмераць патрэбны лік молей для рэакцыі з *дапамогай мернага посуду* (мал. 55).

Як вам вядома, *малярная канцэнтрацыя* $c(\text{X})$ рэчыва X — гэта велічыня, роўная колькасці гэтага рэчыва (моль) у адзінцы аб'ёму раствору:

$$c(\text{X}) = \frac{n(\text{X})}{V(\text{p-пу})}$$

Прыклад 4. Разлічыце масу гідраксиду натрыю, неабходную для прыгатавання яго раствору з малярнай канцэнтрацыяй 0,05 моль/дм³, калі ў эксперыментатары ёсць у наяўнасці мерная колба аб'ёмам 250 см³ (мал. 55).

Дадзена:

$$c(\text{NaOH}) = 0,05 \text{ моль/дм}^3$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$V(\text{p-пу}) = 250 \text{ см}^3$$

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

Рашэнне

1. Вызначым колькасць шчолачы ў раствору аб'ёмам 250 см³, гэта значыць 0,25 дм³:

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{p-пу}) = 0,05 \text{ моль/дм}^3 \cdot 0,25 \text{ дм}^3 = 0,0125 \text{ моль.}$$

2. Маса гідраксиду натрыю складае:

$$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,0125 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ г.}$$

$$\text{Адказ: } m(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ г.}$$

Ведаючы масу і аб'ём ці непасрэдна шчыльнасць раствору, у разліку лёгка перайсці ад *масавых долей* яго кампанентаў да іх *малярнай канцэнтрацыі*.

Прыклад 5. Масавая доля сернай кіслаты ў раствору роўная 95 %, а яго шчыльнасць складае $\rho(\text{p-пу}) = 1,834 \text{ г/см}^3$. Вылічыце малярную канцэнтрацыю сернай кіслаты ў гэтым раствору.

Дадзена:

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 95 \%$$

$$\rho(\text{p-пу}) = 1,834 \text{ г/см}^3$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

Рашэнне

1. $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль.}$

Няхай $V(\text{p-пу}) = 1 \text{ дм}^3 = 1000 \text{ см}^3$.

Вызначым масу раствору H_2SO_4 :

$$m(\text{p-пу}) = V(\text{p-пу}) \cdot \rho(\text{p-пу}) = 1000 \text{ см}^3 \cdot 1,834 \text{ г/см}^3 = 1834 \text{ г.}$$

2. Вылічым масу H_2SO_4 ў раствору:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{p-пу}) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1834 \text{ г} \cdot 0,95 = 1742 \text{ г.}$$

3. Знайдзем колькасць кіслаты ў раствору:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{1742 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 17,8 \text{ моль.}$$

4. Паколькі для рашэння задачы быў першапачаткова ўзяты 1 дм^3 раствору, то колькасць H_2SO_4 ў гэтым аб'ёме адпавядае малярнай канцэнтрацыі: $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 17,8 \text{ моль/дм}^3$.

Адказ: $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 17,8 \text{ моль/дм}^3$.

Для выражэння колькаснага саставу раствораў выкарыстоўваюць масавыя долі кампанентаў або іх малярныя канцэнтрацыі.



Пытанні, заданні, задачы

1. Ці змяняюцца масавая доля растваранага рэчыва і яго малярная канцэнтрацыя пры змяненні тэмпературы раствору?
2. Разлічыце масавую долю солі ў раствору, атрыманым пры растварэнні 30 г солі ў 270 г вады.
3. Разлічыце масу хларыду натрыю і аб'ём дыстыляванай вады, неабходных для прыгатавання фізіялагічнага раствору масай 20 кг з масавай доляй солі 0,9 %.
4. Разлічыце малярную канцэнтрацыю рэчыва ў раствору аб'ёмам $2,5 \text{ дм}^3$, калі ў ім утрымліваецца гідраксід калію: а) колькасцю 0,75 моль; б) масай 42,0 г.
5. Разлічыце масавую долю берталетавай солі KClO_3 ў яе насычаным раствору. Растваральнасць солі пры $10 \text{ }^\circ\text{C}$ складае 5 г на 100 г вады.
6. Разлічыце масавую долю сульфату натрыю ў раствору, атрыманым пры растварэнні ў вадзе масай 500 г крышталегідрату $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ масай 16,1 г.
7. У вадзе масай 50 г растварылі серную кіслату масай 50 г. Разлічыце масавую долю і малярную канцэнтрацыю кіслаты ў раствору, калі яго шчыльнасць роўная $1,395 \text{ г/см}^3$.
8. Разлічыце аб'ём (см^3) і малярную канцэнтрацыю (моль/дм^3) пры $20 \text{ }^\circ\text{C}$ раствору з $\rho = 1,55 \text{ г/см}^3$, атрыманага змешваннем 50 см^3 вады ($\rho = 1,00 \text{ г/см}^3$) з 50 см^3 сернай кіслаты ($\rho = 1,83 \text{ г/см}^3$).
9. Масавая доля сернай кіслаты ў раствору роўная 0,620, а яе малярная канцэнтрацыя складае $9,61 \text{ моль/дм}^3$. Чаму роўны аб'ём (см^3) гэтага раствору масай 200 г?
10. Раствор масай 450 г з масавай доляй сульфату жалеза(II), роўнай 30,0 %, астудзілі, у выніку чаго з гэтага раствору вылучыўся асадок $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ масай 99,0 г. Чаму роўная масавая доля (у %) сульфату жалеза(II) у раствору над асадкам крышталегідрату?