

2. Метал марганец атрымліваюць награваннем сумесі аксіду марганцу(IV) з алюмініем, у выніку чаго ўтвараецца названы метал і аксід алюмінію. Метадам электроннага балансу расстаўце каэфіцыенты ва ўраўненні дадзенай рэакцыі і разлічыце масу алюмінію, які прарэагуе з аксідам марганцу(IV) масай 125 кг.
3. Фосфар самазагараецца ў атмасферы хлору. Прадуктам дадзенай рэакцыі з'яўляецца хларыд фосфару(V) PCl_5 , маса якога ў адным з доследаў склала 41,7 г. Метадам электроннага балансу расстаўце каэфіцыенты ва ўраўненні дадзенай рэакцыі і разлічыце аб'ём (н. у.) хлору, які прарэагуе.
4. У ваеннай справе для перадачы каманд і апавяшчэння выкарыстоўваюцца сігнальныя ракеты, якія гараць яркім белым полымем. Яно з'яўляецца ў выніку рэакцыі парашкападобных алюмінію і рэчыва KClO_3 . Прадуктамі гэтага ператварэння з'яўляюцца аксід алюмінію і хларыд калію. Метадам электроннага балансу расстаўце каэфіцыенты ва ўраўненні дадзенай рэакцыі і разлічыце масу алюмінію, які прарэагуе з рэчывам KClO_3 масай 24,5 г.
5. Пры гарэнні бенгальскага агню адначасова працякаюць некалькі розных рэакцый. У ходзе адной з іх магній рэагуе з нітратам калію, у выніку чаго ўтвараецца аксід магнію і рэчыва саставу KNO_2 . Метадам электроннага балансу расстаўце каэфіцыенты ва ўраўненні дадзенай рэакцыі і разлічыце агульную масу зыходнай сумесі, пры гарэнні якой утворацца аксід магнію масай 80 г.

Рыхтуемца да алімпіяд

Сера раствараецца ў гарчай канцэнтраванай азотнай кіславе з утварэннем сернай кіслаты, аксіду азоту(IV) і вады. Разлічыце аб'ём раствору азотнай кіслаты з масавай доляй HNO_3 , роўнай 70 % ($\rho = 1,42 \text{ г/см}^3$), неабходны для атрымання сернай кіслаты H_2SO_4 масай 100 г.

§ 6. Растворы

У курсе хіміі 8-га класа вы пазнаёміліся са многакампанентнымі сістэмамі, якія называюцца *растворами*. Яны ўтвараюцца ў выніку змешвання двух, трох, а часам і большай колькасці рэчываў.

Нас акружае свет раствораў. Мы жывём на дне «паветранага акіяна» — *газападобнага раствору* кіслароду і іншых газаў у азоце. Усе найважнейшыя працэсы на Зямлі, якія праходзяць у нежывой і жывой прыродзе, ажыццяўляюцца ў *вадкіх растворах*, у якіх растваральнікам з'яўляецца вада. Да такіх працэсаў належаць, напрыклад, глебаўтварэнне, жыўленне і развіццё раслін, страваванне і абмен рэчываў у жывёл і інш.



Мал. 12. Водныя растворы розных рэчываў

Успомнім, якія ж агульныя прыметы раствораў. У якасці прыкладу разгледзім водныя растворы цукру, кухоннай солі і сернай кіслаты. Знешне яны выглядаюць зусім аднолькава і ўяўляюць сабой празрыстыя вадкасці (мал. 12). Агульная рыса ўсіх раствораў — іх *аднароднасць* (*гамагеннасць*). Яна заключаецца ў тым, што ўласцівасці раствору аднолькавыя ў любой яго частцы. Нават з дапамогай самага моцнага мікраскопа ў растворы нельга выявіць асобныя часціцы раствараных рэчываў. Аднароднасць — гэта ўласцівасць раствораў, якая радніць іх з чыстымі рэчывамі. Але ў той жа час паміж растворамі і чыстымі рэчывамі ёсць адрозненні. Напрыклад, растворы можна падзяліць на асобныя кампаненты з дапамогай фізічных працэсаў — *выпарвання* або *вымарожвання*. Акрамя таго, калі састаў чыстага рэчыва заўсёды пастаянны, то састаў раствораў аднаго і таго ж рэчыва можа змяняцца ў шырокіх межах. У адной шклянцы вады можна растварыць 2, 3 і больш лыжкі цукру — і заўсёды будзе атрымлівацца раствор. Растворы могуць захоўвацца вельмі доўга — яны з'яўляюцца *ўстойлівымі* сістэмамі.

! Раствор — гэта аднародная ўстойлівая сістэма, якая складаецца з двух або большай колькасці кампанентаў.

У працэсе ўтварэння раствору ўдзельнічаюць, як мінімум, два рэчывы — **растваральнік** і **рэчыва, якое раствараецца**. Растваральнікам лічыцца тое рэчыва, у якога пры ўтварэнні раствору не змяняецца аграгатны стан.

У адносінах да вады рэчывы падзяляюцца на *растваральныя*, *маларастваральныя* і *нерастваральныя*. Некаторыя рэчывы, напрыклад спірт і серная кіслата, пры ўтварэнні раствораў змешваюцца з вадой у любых суадносінах. Такія рэчывы называюцца неабмежавана растваральнымі. Іншыя рэчывы раствараюцца ў вадзе абмежавана. Напрыклад, пры 20 °С у вадзе масай 100 г можна растварыць не больш за 6,36 г перманганату калію KMnO_4 .

Растваральнасць рэчываў у вадзе і іншых растваральніках залежыць ад мноства фактараў: прыроды рэчыва і растваральніка, тэмпературы, ціску (для газаў).

З курса хіміі 8-га класа вы ўжо ведаеце, што растворы бываюць вадкія, газападобныя і цвёрдыя. Агрэгатны стан раствору, як правіла, такі ж, як і агрэгатны стан зыходнага растваральніка.

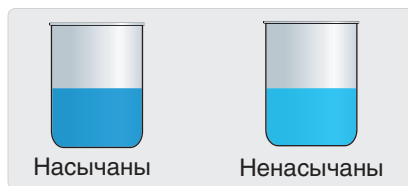


Вадарод, вельмі мала растваральны ў вадзе, выдатна раствараецца ў метале паладыі Pd — у адным аб'ёме металу можа растварыцца да 800 аб'ёмаў вадароду. Раствор, які ўтвараецца, як і растваральнік паладый, знаходзіцца ў цвёрдым агрэгатым стане.

Да цвёрдых раствораў належаць **сплавы** металаў (латунь, бронза, мельхіёр).

Паводле ступені насычанасці раствараным рэчывам растворы падзяляюцца на *насычаныя* і *ненасычаныя*. *Насычаным* называецца раствор, у якім утрыманне растваранага рэчыва з'яўляецца максімальна магчымым пры дадзенай тэмпературы. Калі ж утрыманне растваранага рэчыва меншае за максімальна магчымае, раствор з'яўляецца *ненасычаным* (мал. 13).

Паводле ўтрымання растваранага рэчыва растворы падзяляюцца на *канцэнтраваныя* і *разбаўленыя*. Калі ў растворы масавая доля растваранага рэчыва большая за 50 %, ён з'яўляецца канцэнтраваным, а калі нашмат меншая за 50 % — разбаўленым. Трэба мець на ўвазе, што паняцці «канцэнтраваны» і «насычаны» — не сінонімы, яны абазначаюць не адно і тое ж. Напрыклад, пасля змешвання з вадой маларастваральнага ў ёй сульфату кальцыю CaSO_4 на дне шклянкі застаецца асадак гэтага рэчыва. Раствор над асадкам змяшчае невялікую колькасць растваранага сульфату і з'яўляецца разбаўленым. Але, паколькі сульфат кальцыю больш у вадзе не раствараецца, гэты раствор з'яўляецца насычаным. Таму мы можам назваць дадзены раствор разбаўленым і насычаным. Аналагічная сітуацыя і з паняццямі «канцэнтраваны» і «ненасычаны».



Мал. 13. Насычаны і ненасычаны растворы сульфату медзі

Запомніце!

- *Канцэнтраваны раствор можа быць як насычаным, так і ненасычаным.*
- *Насычаны раствор, з іншага боку, можа быць як канцэнтраваным, так і разбаўленым.*

Колькасны састаў раствораў выяўляецца рознымі спосабамі ў залежнасці ад таго, дзе і для чаго яны выкарыстоўваюцца. Напрыклад, у лабараторыі можна ўбачыць пляшачкі з растворамі сернай кіслаты, на этикетках якіх паказана яе масавая доля (напрыклад, 10 %) або *малярная канцэнтрацыя* (напрыклад, 0,2 моль/дм³). З гэтымі паняццямі вы пазнаёміліся ў курсе хіміі 8-га класа і ўжо ведаеце формулы для разліку масавай долі $w(X)$ і малярнай канцэнтрацыі рэчыва $c(X)$ у раствору:

$$w(X) = \frac{m(X)}{m(p-пу)}; \quad c(X) = \frac{n(X)}{V(p-пу)}.$$

Нагадаем, што масавая доля — безразмерная велічыня, г. зн. не мае адзінак выражэння. У той жа час малярная канцэнтрацыя з'яўляецца размернай велічынёй і часцей за ўсё выяўляецца ў моль/дм³.

Рашым найпрасцейшыя задачы, звязаныя з выкарыстаннем паняццяў «масавая доля раствараанага рэчыва» і «малярная канцэнтрацыя рэчыва».

Прыклад 1. *Разлічыце масу вады, у якой неабходна растварыць хларыд калію масай 15 г для прыгатавання раствору з масавай доляй солі, роўнай 3 %.*

Рашэнне

1. Ведаючы масу солі і яе масавую долю ў раствору, разлічым масу гэтага раствору:

$$w(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(p-пу)}; \quad m(p-пу) = \frac{m(\text{KCl})}{w(\text{KCl})} = \frac{15 \text{ г}}{0,03} = 50 \text{ г}.$$

2. Знойдзем шуканую масу вады, якая роўна рознасці паміж масай раствору і масай солі, якая ў ім змяшчаецца:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(p-пу) - m(\text{KCl}) = 50 \text{ г} - 15 \text{ г} = 35 \text{ г}.$$

Прыклад 2. *У мерную колбу змясцілі сульфат медзі(II) масай 32 г і дабавілі ваду да аб'ёму 250 см³. Разлічыце малярную канцэнтрацыю солі ў прыгатаваным раствору.*

Рашэнне

1. Разлічым хімічную колькасць раствараанага сульфату медзі(II):

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{32 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}.$$

2. Знойдзем шуканую малярную канцэнтрацыю солі ў прыгатаваным раствору:

$$c(\text{CuSO}_4) = \frac{n(\text{CuSO}_4)}{V(p-пу)} = \frac{0,2 \text{ моль}}{0,25 \text{ дм}^3} = 0,8 \text{ моль/дм}^3.$$

Любы раствор характарызуецца *шчыльнасцю* (ρ). Яна паказвае, чаму роўна маса раствору (г або кг) у адзінцы яго аб'ёму (1 см^3 або 1 дм^3), і разлічваецца па формуле:

$$\rho(\text{р-ру}) = \frac{m(\text{р-ру})}{V(\text{р-ру})}.$$

Шчыльнасць раствору выражаецца ў адзінках г/см^3 , кг/дм^3 або кг/м^3 . Калі, напрыклад, шчыльнасць раствору роўна $1,25 \text{ г/см}^3$, гэта значыць, што маса дадзенага раствору аб'ёмам 1 см^3 складае $1,25 \text{ г}$.



Для вымярэння шчыльнасці раствораў рэчываў выкарыстоўваюць спецыяльныя прыборы — *арэометры*. Іх верхняя вузкая частка забяспечана шкалой, адкалібраванай у адзінках шчыльнасці. Пры апусканні арэометра ў вадкасць, якая даследуецца, ён апускаецца на пэўную глыбіню. Дзяленне на шкале, якое аказваецца на адным узроўні з паверхняй раствору, паказвае яго шчыльнасць. Падобныя прыборы выкарыстоўваюцца для вызначэння колькасці спірту ў алкагольных напітках (спіртметры), тлушчу ў малаце (лактометры).

Шчыльнасць раствораў залежыць ад прыроды раствараных рэчываў і іх колькаснага ўтрымання. Напрыклад, шчыльнасць раствору спірту з яго масавай доляй, роўнай 60% , складае $0,891 \text{ г/см}^3$, а шчыльнасць раствору сернай кіслаты з такой жа масавай доляй — $1,5 \text{ г/см}^3$. Пазнаёмімся з варыянтам рашэння задачы з выкарыстаннем паняцця «шчыльнасць раствору».

Прыклад 3. *Гідраксід натрыю масай 30 г растварылі ў вадзе аб'ёмам 296 см³. Разлічыце аб'ём (дм³) і малярную канцэнтрацыю шчолачы ў прыгатаваным раствору, калі яго шчыльнасць складае 1,086 г/см³.*

Рашэнне

1. Разлічым масу прыгатаванага раствору:

$$m(\text{р-ру}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{NaOH}) = 296 \text{ г} + 30 \text{ г} = 326 \text{ г}.$$

2. Знайдзем аб'ём прыгатаванага раствору:

$$\rho(\text{р-ру}) = \frac{m(\text{р-ру})}{V(\text{р-ру})};$$

$$V(\text{р-ру}) = \frac{m(\text{р-ру})}{\rho(\text{р-ру})} = \frac{326 \text{ г}}{1,086 \text{ г/см}^3} = 300,2 \text{ см}^3 = 0,3 \text{ дм}^3.$$

3. Вылічым хімічную колькасць растваранай шчолачы:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{30 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,75 \text{ моль}.$$

4. Разлічым малярную канцэнтрацыю шчолачы ў прыгатаваным раствору:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{р-ру})} = \frac{0,75 \text{ моль}}{0,3 \text{ дм}^3} = 2,5 \text{ моль / дм}^3.$$

Растворы шырока выкарыстоўваюцца практычна ва ўсіх сферах чалавечай дзейнасці — у прамысловасці, сельскай гаспадарцы і ў побыце.

Раствор — гэта аднародная ўстойлівая сістэма, якая складаецца з двух або большай колькасці кампанентаў.

Паводле адрэгатнага стану растворы падзяляюцца на цвёрдыя, вадкія і газападобныя; паводле ступені насычанасці — на насычаныя і ненасычаныя; паводле ўтрымання растваранага рэчыва — на канцэнтраваныя і разбаўленыя.

Колькасць раствору характарызуецца масавай доляй або малярнай канцэнтрацыяй растваранага рэчыва, а таксама шчыльнасцю.



Пытанні і заданні

1. Чым падобныя і чым адрозніваюцца растворы і чыстыя рэчывы? У чым заключаецца аднароднасць раствораў?
2. Культурныя і дэкаратаўныя расліны перыядычна падкормліваюць растворамі азотных угнаенняў, напрыклад натрыевай салетры (нітрату натрыю). Для прыгатавання такога раствору ў адным вядры вады (10 дм³) неабходна растварыць адну сталовую лыжку (17 г) салетры. Разлічыце масавую долю солі ў такім раствору.
3. Разлічыце аб'ём вады, у якой неабходна растварыць сульфат калію для прыгатавання раствору аб'ёмам 300 см³ ($\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$) з масавай доляй солі, роўнай 15 %.
4. Для зарадкі аўтамабільных акумулятараў выкарыстоўваецца раствор сернай кіслаты з масавай доляй, роўнай 36 % («аккумулятарны электраліт»). Разлічыце масу кіслаты, якая змяшчаецца ў такім раствору аб'ёмам 2 дм³ ($\rho = 1,25 \text{ г/см}^3$).
5. Складальнікам малака з'яўляюцца тлушчы. На малочных пакетах пазначаюць масавую долю тлушчу ў малацэ: 2,2 %, 3,2 %, 3,6 % і інш. Дадзцім, масавая доля тлушчу ў малацэ складае 2,2 %. Разлічыце аб'ём малака ($\rho = 0,96 \text{ г/см}^3$), у якім змяшчаецца тлушч масай 25 г.
6. Разлічыце масу глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, неабходнай для прыгатавання раствору аб'ёмам 250 см³, у якім малярная канцэнтрацыя растваранага рэчыва будзе роўна 0,3 моль/дм³.
7. Аміяк аб'ёмам 10 дм³ (н. у.) растварылі ў вадзе аб'ёмам 0,5 дм³. Чаму роўна масавая доля аміяку ва ўтвораным раствору?