

§ 19. Сера — хімічны элемент і простае рэчыва

Сера, гэтак жа як і кісларод, з'яўляецца элементам VIA-групы перыядычнай сістэмы, яна знаходзіцца ў трэцім перыядзе. Разгледзім уласцівасці гэтага хімічнага элемента і простых рэчываў, якія ён утварвае.

Сера ў прыродзе



Мал. 49.
Самародная сера

Масавая доля серы ў зямной кары складае каля 0,05 %, яна з'яўляецца распаўсюджаным элементам. У прыродзе сера сустракаецца як у выглядзе самароднай серы (мал. 49), так і ў складзе розных мінералаў і горных парод (мал. 50): сульфідаў (ZnS — *цынкавая падманка*, FeS_2 — *пірыт*, HgS — *кінавар*, PbS — *свінцовы блішчак* і інш.) і сульфатаў ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — *гіпс*, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — *глаўберава соль* і інш.). Акрамя таго, сера ў выглядзе розных злучэнняў знаходзіцца ў нафце. У жывых арганізмах сера ўваходзіць у склад бялкоў.



Пірыт



Кінавар

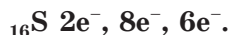


Свінцовы блішчак
(галеніт)

Мал. 50. Прыродныя злучэнні серы

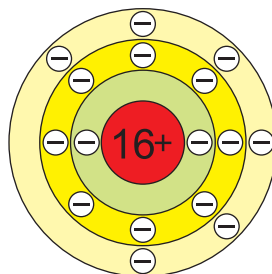
Будова атама серы

У атаме серы 16 электронаў (мал. 51), з іх 6 электронаў — на знешнім электронным слоі:

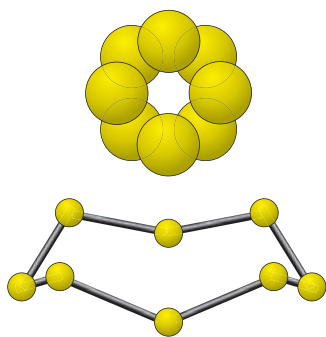


Мал. 51. Схема электроннай будовы атама серы

У злучэннях з металамі і вадародам сера звычайна выяўляе ступень акіслення, роўную -2 , напрыклад Al_2S_3 — сульфід алюмінію. У злучэннях з больш электраадмоўнымі элементамі (**F**, **O**, **N**, **Cl**, **Br**) атамы серы выяўляюць дадатныя ступені акіслення, часцей $+4$ і $+6$, напрыклад SO_2 — аксід серы(IV), SF_6 — фтарыд серы(VI).

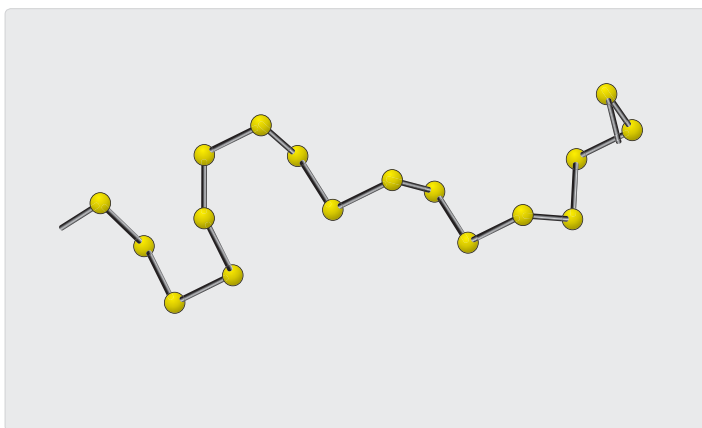


Будова і фізічныя ўласцівасці простых рэчываў



Мал. 51. Будова малекулы серы S_8

Простае рэчыва сера існуе ў выглядзе некалькіх алатропных мадыфікацый, якія адрозніваюцца складам і будовай. *Крышталічная сера* — цвёрдае, лёгкаплаўкае рэчыва жоўтага колеру. Крышталічная сера мае малекулярную будову — складаецца з цыклічных малекул S_8 (мал. 52). Калі расплаўленую серу выліць у халодную вадку, то яна застыне ў выглядзе светла-жоўтай, празрыстай масы, падобнай да гуму (мал. 53). Гэта аморфная мадыфікацыя — *пластычная сера*, якая складаецца з доўгіх ланцугоў атамаў серы **S**.



Мал. 53. Атрыманне і будова пластычнай серы



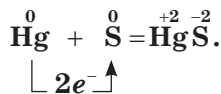
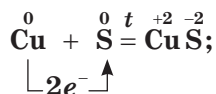
Мал. 54. Парашок серы ў вадзе

Сера ў вадзе не раствараецца і нават не змочваецца ёй. Калі кінуць у вадку крыху парашку серы, то часцінкі серы не асядуць на дно, а будуць плаваць на паверхні вады, утвараючы жоўтую плеўку (мал. 54).

Хімічныя ўласцівасці серы

Сера ўзаемадзейнічае шмат з якімі простымі і складанымі рэчывамі, хоць яе рэакцыйная здольнасць ніжэйшая, чым у кіслароду.

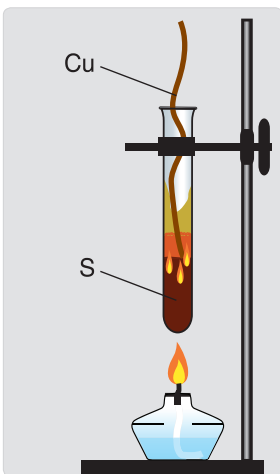
Сера рэагуе шмат з якімі металамі, акрамя золата і плаціны, выяўляючы пры гэтым **акісляльныя ўласцівасці**, напрыклад (мал. 55):



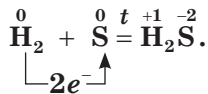
Прадуктамі такога ўзаемадзеяння з'яўляюцца **сульфіды** металаў.



Рэакцыя з серай з'яўляецца асновай спосабу выдалення і абясшкоджвання разлітай ртуці, напрыклад, з пабітага тэрмометра. Ртуць, якая папала ў шчыліны і іншыя цяжкадаступныя месцы, засыпаюць парашком серы. Такі працэс называюць *дэмеркурызацыяй*.



Акісляльныя ўласцівасці серы выяўляюцца і ў рэакцыях з некаторымі *неметаламі*. Сера ўзаемадзейнічае з вадародам пры награванні, утвараючы лятучае злучэнне — серавадарод H_2S :

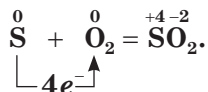


Серавадарод — бясколерны газ з рэзкім пахам тухлых яек. Правільней сказаць, што гэта тухлыя яйкі пахнуць серавадародам, бо гэты газ утвараецца пры гніенні раслінных і жывёльных рэшткаў.

Мал. 55. Узаемадзеянне серы з меддзю

Серавадарод **ядавіты**. Таму яго ўдыханне можа прывесці да цяжкага атручэння. Аднак у невялікіх колькасцях серавадарод аказвае гаючае дзеянне. Ён змяшчаецца ў водах некаторых мінеральных крыніц.

Сера акісляецца кіслародам, выяўляючы пры гэтым **аднаўленчыя** ўласцівасці (мал. 56):



Мал. 56. Гарэнне серы ў кіслародзе

Ужыванне серы

Больш за палову здабытай серы расходуюцца для атрымання сернай кіслаты, аднаго з самых важных хімічных прадуктаў. Награваннем серы з каўчуком атрымліваюць гуму. Як гаручае рэчыва сера ўваходзіць у склад чорнага поражу, запалкавых галовак. Шырока ўжываецца сера ў сельскай гаспадарцы для барацьбы са шкоднікамі раслін. У медыцыне серу выкарыстоўваюць для лячэння скурных захворванняў.

Сера ў злучэннях з металамі і менш электраадмоўнымі элементамі праяўляе ступень акіслення -2 , а ў злучэннях з больш электраадмоўнымі элементамі — $+4$ і $+6$.

Простае рэчыва сера існуе ў выглядзе некалькіх алатропных мадыфікацый.

Сера пры ўзаемадзеянні з металамі, вадародам і некаторымі неметаламі наводзіць сябе як акісляльнік.

У рэакцыі з кіслародам сера з'яўляецца аднойнікам.

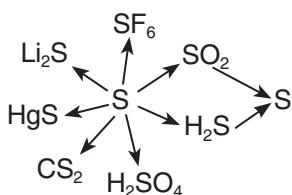


Пытанні і заданні

1. У якім выглядзе сера сустракаецца ў прыродзе?
2. Назавіце найбольш характэрныя ступені акіслення серы ў яе злучэннях. Прывядзіце прыклады.
3. Якія алатропныя мадыфікацыі ўтварае сера? Чым яны адрозніваюцца адна ад адной?
4. Якім чынам можна ператварыць крышталічную серу ў пластычную?
5. Пералічыце фізічныя ўласцівасці серы.

6. Разлічыце масавую долю серы ў злучэннях: а) ZnS ; б) SO_2 ; в) H_2SO_3 .
7. Прыкладзіце па адным прыкладзе хімічных рэакцый, у якіх сера выступае ў якасці: а) акісляльніка; б) адноўніка.
8. Складзіце ўраўненні рэакцый серы з: а) цынкам; б) алюмініем; в) натрыем.
9. Разлічыце хімічную колькасць і масу серы, якая ўступіць у рэакцыю з вадародам аб'ёмам (н. у.) $11,2 \text{ дм}^3$.

Рыхтуемся да алімпіяд



Мал. 57

1. Складзіце ўраўненні рэакцый, з дапамогай якіх можна ажыццявіць наступныя ператварэнні (мал. 57).

У кожным працэсе вызначыце акісляльнік і адноўнік.

2. Серавадарод акісляецца кіслародам з утварэннем аксіду серы(IV) і вады. Складзіце ўраўненне гэтай рэакцыі, расстаўце каэфіцыенты метадам электроннага балансу. Разлічыце хімічную колькасць і аб'ём (н. у.) серавадароду, які будзе ўзаемадзейнічаць з кіслародам хімічнай колькасцю 5 моль.

§ 20. Акід серы(IV) і акід серы(VI)

Сера ўтварае з кіслародам два акіды: акід серы(IV), або сярністы газ, SO_2 і акід серы(VI) SO_3 .

Акід серы(IV)

Акід серы(IV) — гэта бясколерны газ з характэрным пахам. Графічная формула яго малекулы:



Акід серы(IV) з'яўляецца кіслотным акідам, выяўляючы ўсе адпаведныя хімічныя ўласцівасці: узаемадзейнічае з вадой, шчолачамі і асноўнымі акідамі.

Пры растварэнні аксіду серы(IV) у вадзе ўтвараецца слабая двухасноўная **сярністая кіслата**:

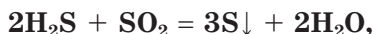


У гэтым лёгка пераканацца па змяненні афарбоўкі лакмусу з фіялетавай на чырвоную ў водным раствору аксіду серы(IV). Сярністая кіслата няўстойлівая і існуе толькі ў раствору. Солі гэтай кіслаты называюцца *сульфітамі*.

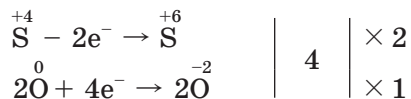


Сярністы газ валодае бактэрыцідным дзеяннем. Таму яго шырока выкарыстоўваюць для апрацоўкі сховішчаў для агародніны, пладоў і садавіны, каб прадухіліць іх загіваўне. Сярністы газ, як і солі сярністай кіслаты, ужываюць для адбельвання саломы, шэрсці, паперы, тканін.

У аквідзе серы(IV) сера знаходзіцца ў прамежкавай ступені акіслення +4. Таму сярністы газ можа выяўляць як акісляльныя ўласцівасці, рэагуючы з адноўнікамі:



так і аднаўленчыя ўласцівасці пры ўзаемадзеянні з моцнымі акісляльнікамі:

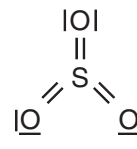


Рэакцыя ўзаемадзеяння сярністага газу з серавадародам — адзін з важных працэсаў, якія працякаюць у прыродзе. Пры вывяржэнні вулканаў вылучаюцца SO_2 і H_2S , а пры іх узаемадзеянні ўтвараецца сера ў выглядзе крышталю. На малюнку вы бачыце вывяржэнне вулкана Кілаўэа.



Аквід серы(VI)

Аквід серы(VI) SO_3 уяўляе сабой бясколерную вадкасць, якая пры тэмпературы ніжэй за 17°C ператвараецца ў белае цвёрдае рэчыва. Графічная формула яго малекулы паказана на малюнку 58.



Мал. 58

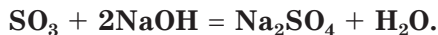
Гэта тыповы кіслотны аквід. Ён рэагуе з вадой з вылучэннем цеплаты, утвараючы **серную кіслату**:



Аквід серы(VI) рэагуе з асноўнымі аквідамі:



і шчолачамі:



Аквід серы(VI) ужываецца для прамысловага атрымання сернай кіслаты.



Пападанне аксідаў серы ў атмасферу пры спальванні паліва прыводзіць да ўтварэння ў воблаках кіслот і выпадзення кіслотных дажджоў. Яны згубна дзейнічаюць на ўсё жывое: разбураецца глеба, змяняецца склад глебавых арганізмаў, гінуць каштоўныя віды рыб, знікае расліннасць (гл. мал.).



Аксід серы(IV) і аксід серы(VI) уяўляюць сабой тыповыя кіслотныя аксіды.

Пры ўзаемадзеянні з вадой аксід серы(IV) і аксід серы(VI) утвараюць адпаведна сярністую і серную кіслоты.



Пытанні і заданні

1. Пeralічыце фізічныя ўласцівасці аксіду серы(IV) і аксіду серы(VI).
2. Як змяняецца афарбоўка лакмусу ў водным раствору аксіду серы(IV)?
3. Разлічыце хімічную колькасць кіслароду, які спатрэбіцца для поўнага спальвання серы масай 9,6 кг. Вызначыце хімічную колькасць і аб'ём (н. у.) сярністага газу, што ўтвараецца.
4. Запішыце ўраўненні рэакцый аксіду серы(IV) і аксіду серы(VI) з: а) вадой; б) аксідам барыю; в) гідраксідам калію. Назавіце злучэнні, якія ўтвараюцца.
5. Змяшалі аксід кальцыю масай 150 г з лішкам аксіду серы(VI). Запішыце ўраўненне рэакцыі. Вызначыце масу ўтворанай солі.
6. Цеплавая электрастанцыя спажывае 320 т каменнага вугалю ў суткі. Сярэдняе ўтрыманне серы ў вугалі — 0,5 %. Вызначыце максімальна магчымую масу сернай кіслаты, якая можа выпасці з кіслотным дажджом на працягу сутак.
7. Складзіце ўраўненні рэакцый, з дапамогай якіх можна ажыццявіць наступныя ператварэнні:
 - а) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4$;
 - б) $S \rightarrow ZnS \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_3$.
 Адзначце акісляльна-аднаўленчыя працэсы, вызначыце акісляльнікі і адноўнікі.

Рыхтуемса да алімпіяд

У выніку прапускання сумесі вуглякіслага і сярністага газу аб'ёмам 4,48 дм³ (н. у.) праз раствор гідраксіду калію (узяты ў лішку) маса раствору павялічылася на 12 г. Вылічыце аб'ёмныя долі газу ў сумесі.