

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Якія функцыі выконвае жывое рэчыва ў біясферы? 2. Дзякуючы якой функцыі жывога рэчыва ўтварыліся залежы гаручых карысных выкапняў, вапнякоў, руд? 3. Якое значэнне мае газавая функцыя жывога рэчыва для біясферы?

Складаныя пытанні. 1. Якія фізіялагічныя працэсы ляжаць у аснове энергетычнай і акісляльна-аднаўленчай функцый? Адказ абгрунтуйце. 2. Дакажыце, што біясфера з’яўляецца дынамічнай сістэмай.

§ 53. Кругаварот рэчываў у біясферы

- **Успомніце** з курсаў хіміі і фізікі асноўны закон захавання масы рэчыва і энергіі.
- **Як вы думаеце?** Як закон захавання масы рэчыва можа быць звязаны з біясферай?
- **Вы даведаецеся** пра кругаварот рэчываў і значэнне ў біясферы вады, кіслароду і вугляроду.

Асновай жыцця на Зямлі з’яўляюцца кругавароты рэчываў у біясферы і пастаянны прыток сонечнай энергіі.

Кругаварот рэчываў — цыклічны, шматразова паўтаральны працэс перамяшчэння і пераходу хімічных элементаў з жывых цел у злучэнні нежывой прыроды і наадварот. З выкарыстаннем сонечнай энергіі на планеце працякае два ўзаемазвязаныя кругавароты рэчываў: вялікі — геалагічны і малы — біялагічны.

Геалагічны (вялікі) кругаварот рэчываў — працэс міграцыі рэчываў і прыродных вод, які адбываецца ў выніку ўздзеяння абіятычных фактараў (фактараў нежывой прыроды). Пры вялікім геалагічным кругавароце, які праходзіць мільёны гадоў, горныя пароды разбураюцца, выветрываюцца, рэчывы раствараюцца і трапляюць у Сусветны акіян. Менавіта вялікі кругаварот пастаўляе жывым арганізмам элементы харчавання і шмат у чым вызначае ўмовы іх існавання.

Біялагічны (малы) кругаварот рэчываў (мал. 87) — працэс цыркуляцыі рэчываў паміж раслінамі, жывёламі, грыбамі, мікраарганізмамі, атмасферай і глебай. Усе хімічныя элементы, што выкарыстоўваюцца ў працэсах жыццядзейнасці арганізмаў, увесь час перамяшчаюцца, пераходзячы з жывых цел у злучэнні нежывой прыроды і наадварот. Так, у прыродзе з неарганічных рэчываў аўтатрофамі сінтэзуюцца арганічныя рэчывы. Вылучаныя ў працэсе жыццядзейнасці ці пасля гібелі арганізмаў (як аўтатрофаў, так і гетэратрофаў) арганічныя рэчывы праходзяць



Мал. 87. Біялагічны кругаварот рэчываў у прыродзе

мінералізацыю, гэта значыць ператварэнне ў неарганічныя рэчывы. Гэтыя неарганічныя рэчывы могуць быць зноў выкарыстаны аўтатрофамі для сінтэзу арганічных рэчываў. Такім чынам, сутнасць біялагічнага кругавароту заключаецца ва ўтварэнні жывога рэчыва з неарганічных злучэнняў і ў ператварэнні арганічнага рэчыва пры раскладанні ў неарганічныя злучэнні. Магчымасць шматразовага выкарыстання рэчываў робіць жыццё на Зямлі практычна вечным пры ўмове пастаяннага прытоку патрэбнай колькасці энергіі Сонца.

Геалагічны і біялагічны кругавароты ў сукупнасці фарміруюць агульны біягеахімічны кругаварот рэчываў, аснову якога складаюць цыклы азоту, вады, вугляроду і кіслароду.

Кругаварот вады. Вада — самае распаўсюджанае рэчыва на Зямлі і асноўны кампанент біясферы. Яна з'яўляецца асяроддзем для растварэння практычна ўсіх элементаў. Большая частка біясфернай вады прадстаўлена водамі Сусветнага акіяна і вадой вечных ільдоў. Больш за 99 % усіх запасаў вады ў біясферы знаходзіцца ў цвёрдым стане. Нязначная частка вады знаходзіцца ў газападобным стане — гэта атмасферная вадзяная пара. На выпарэнне вады з паверхні акіянаў і сушы затрачваецца каля паловы ўсёй сонечнай энергіі, што паступае на Зямлю. Пасля выпарэння вада струменямі паветра пераносіцца на розныя адлегласці



Мал. 88. Кругаварот вады ў прыродзе

(мал. 88). Большая яе частка ў выглядзе ападкаў выпадае ў акіян, адкуль інтэнсіўна выпараецца, меншая — на сушу. Лішкі сцякаюцца ў рэкі, азёры, а з іх у Сусветны акіян. Вада, якая выпала на паверхню сушы, спрыяе разбурэнню горных парод, размывае верхні пласт глебы і вяртаецца разам з растворанымі і суспензаванымі ў ёй рэчывамі ў рэкі, моры і акіяны. Такім чынам, вада пераносіць вялізную колькасць неарганічных і арганічных злучэнняў.

У кругавароце вады важную ролю адыгрываюць жывыя арганізмы, якія на $\frac{2}{3}$ складаюцца з вады. Расліны здабываюць ваду з глебы і выпараюць яе ў атмасферу. Маса вады, што пры гэтым выпараецца, можа быць вельмі значная. Так, з 1 га лесу выпараецца 20—50 т вады ў суткі. У буйных лясных зонах асноўная колькасць ападкаў утвараецца з вадзяной пары, якая паступае ў атмасферу дзякуючы выпарэнню з гэтых жа зон.

► **Гэта цікава.** Каб вырабіць 10 кг біямасы, большасць раслін спажываюць прыкладна 1000 л вады. З гэтай, прапушчанай праз карані, вады прыкладна 991 л ідзе на выпарэнне з паверхні лістоў, што неабходна расліне ў першую чаргу для ахаладжэння. З астатніх 9 л вады 7,5 л захоўваецца ў тканках раслін у выглядзе хімічна свабоднай вады, і толькі 1,5 л выкарыстоўваецца ў працэсе фотасінтэзу.

Жывёльныя арганізмы таксама актыўна ўдзельнічаюць у кругавароце вады. Яны спажываюць ваду для падтрымання працэсаў жыццядзей-

насці і вылучаюць яе з прадуктамі абмену рэчываў. Вада як найважнейшы кампанент асяроддзя пражывання робіць значны ўплыў на арганізм жывёлы, пачынаючы з перыяду эмбрыянальнага развіцця. Недахоп вады жывёлы адчуваюць надзвычай востра. Так, страта 10 % вады суправаджаецца паслабленнем сардэчнай дзейнасці, павышэннем тэмпературы цела, зніжэннем апетыту і сакрэцыі страўнікавага соку, узбуджэннем нервовай сістэмы, мышачнай дрыготкай, сухасцю і жаўтушнасцю слізістых абалонак. Пры страце жывёльным арганізмам 20 % вады настае смерць.

Кругаварот вады ў цэлым адыгрывае асноўную ролю ў фарміраванні прыродных умоў на нашай планеце.

Кругаварот кіслароду. Ператварэнне кіслароду непасрэдна звязана з кругаваротам вады і іншых рэчываў. Практычна ўвесь атмасферны кісларод мае біягеннае паходжанне і праходзіць праз жывое рэчыва за 2000 гадоў.

У функцыянаванні біясферы кісларод адыгрывае выключна важную ролю. Пастаянная канцэнтрацыя кіслароду ў атмасферы падтрымліваецца дзякуючы працэсу фотасінтэзу. У ходзе гэтага працэсу зялёныя расліны пад дзеяннем сонечнага святла ператвараюць вуглякіслы газ і ваду ў вуглявод і кісларод. Асноўная частка ўтворанага кіслароду ўдзельнічае ў працэсах дыхання аэробных арганізмаў і ў абмене рэчываў (мал. 89). Невялікая частка кіслароду атмасферы ўдзельнічае ў працэсах утварэння аэравага экрану.



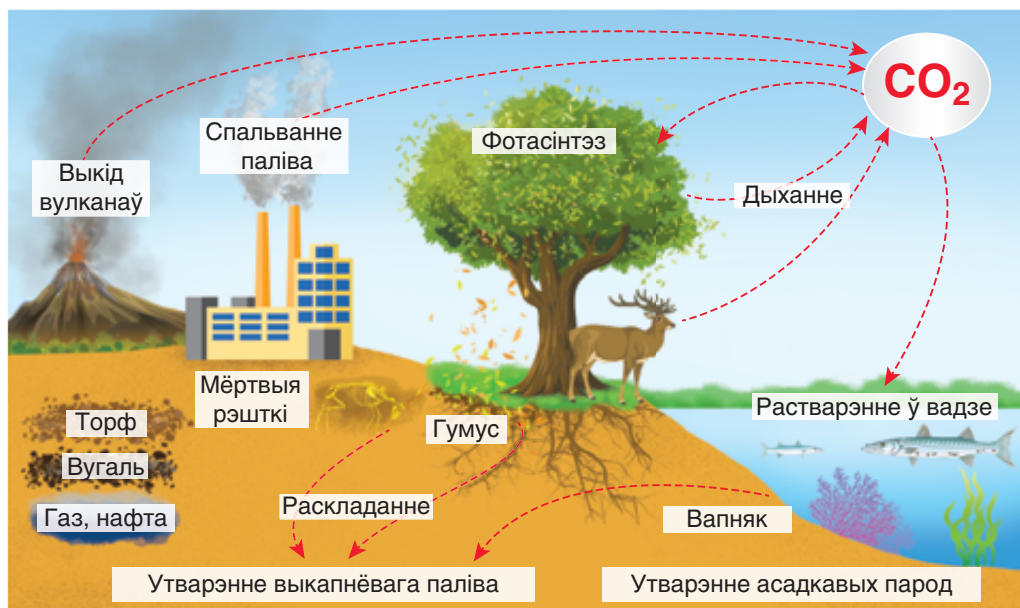
Мал. 89. Кругаварот кіслароду ў прыродзе

Памяншэнне колькасці кіслароду адбываецца ў атмасферы ў выніку працэсаў дыхання, акіслення горных парод, гарэння пры лясных пажарах, спальвання чалавекам паліва. Гэта кампенсуецца ў працэсе фотасінтэзу. Такім чынам, у прыродзе бесперапынна здзяйсняецца кругаварот кіслароду і падтрымліваецца пастаянства складу атмасфернага паветра.

Аднак у апошнія дзесяцігоддзі дзейнасць чалавека, звязаная з высечкай лясоў, асушэннем балот, памяншае прадукцыю фотасінтэзу. А гэта, у сваю чаргу, парушае натуральны ход кругавароту кіслароду на значных тэрыторыях Зямлі.

Кругаварот вугляроду. Вуглярод у атмасферы змяшчаецца галоўным чынам у складзе вуглякіслага газу. Першасная крыніца вуглякіслага газу — вулканічная дзейнасць.

Біясферны цыкл вугляроду (мал. 90) пачынаецца з працэсу фотасінтэзу. Штогод у яго ўцягваецца да 50 млрд т вугляроду. Расліны паглынаюць яго ў складзе вуглякіслага газу. Арганічныя рэчывы, якія імі прадукуюцца, змяшчаюць значную колькасць вугляроду (больш за 50 % вугляроду біясферы змяшчаецца ў цэлюлозе раслін). Гэтыя рэчывы выкарыстоўваюць самі расліны і жывёлы (кансументы) для атрымання энергіі. Акрамя таго, злучэнні вугляроду выкарыстоўваюцца



Мал. 90. Кругаварот вугляроду ў прыродзе

марскімі арганізмамі для пабудовы ракавін і шкілетных утварэнняў. Адначасова з гэтым адбываецца адваротны працэс. Вуглярод вяртаецца ў асяроддзе, замыкаючы цыкл, двума шляхамі. Першы шлях — у выглядзе вуглякіслага газу, які ўтвараецца ў працэсе дыхання жывых арганізмаў. Другі шлях — раскладанне (мінэралізацыя) экскарэнтаў, адмерлых раслін і жывёл мікраарганізмамі (рэдуцентамі). Жывыя арганізмы прапускаюць праз сябе ўвесь вуглярод атмасферы на працягу 6—8 гадоў. Адзін цыкл кругавароту вуглякіслага газу праходзіць за 300 гадоў.

Аднак цыкл кругавароту вугляроду замкнуты не цалкам. Частка вугляроду, як ужо адзначалася, на працяглы час выводзіцца з кругавароту, канцэнтруючыся ў залежах торфу, каменнага вугалю, нафты і гаручых сланцаў, якія ўтвараюцца пры раскладанні мёртвых арганізмаў без доступу кіслароду. Вуглярод таксама фарміруе магутныя адклады вапнякоў на дне мораў і акіянаў, якія ўтварыліся з рэшткаў ракавін і шкілетаў адмерлых марскіх арганізмаў.

Пры спальванні выкапнёвага паліва, якое выкарыстоўваецца чалавекам для атрымання энергіі, утвараецца вуглякіслы газ, які вяртаецца ў атмасферу. За кошт гэтага за апошнія сто гадоў яго ўтрыманне ў атмасферы ўзрасло на 25 %, што парушае адрэгуляваны стагоддзямі кругаварот вугляроду. Гэта можа прывесці да ўзмацнення парніковага эфекту і, як вынік, да заталення шырокіх прыбярэжных тэрыторый па ўсім свеце.



■ **Паўторым галоўнае.** Галоўнымі ўмовамі ўстойлівага існавання біясферы з'яўляюцца пастаянны кругаварот рэчываў і патокаў энергіі. З выкарыстаннем сонечнай энергіі на планеце працякаюць два ўзаемазвязаныя кругавароты рэчываў: вялікі — геалагічны і малы — біялагічны. У кругаваротах вугляроду і кіслароду асноўная роля належыць жывым арганізмам. Аснову ж глабальнага кругавароту вады ў біясферы забяспечваюць фізічныя працэсы.



? Праверым веды

Ключавыя пытанні. 1. Што ўяўляе сабой кругаварот рэчываў у біясферы? 2. Якім чынам жывыя арганізмы ўдзельнічаюць у кругавароце рэчываў? 3. Якая роля фотасінтэзу ў кругавароце рэчываў?



Складаныя пытанні. 1. Якія ўмовы з'яўляюцца неабходнымі для падтрымання бесперапыннасці кругавароту рэчываў? 2. Вызначыце магчымыя наступствы празмернага наступлення вуглякіслага газу ў атмасферу.

§ 54. Паняцце пра эвалюцыю і стабільнасць біясферы

- **Успомніце**, якая роля жывога рэчыва планеты.
- **Як вы думаеце?** Наколькі важна захаванне відавой разнастайнасці жывых арганізмаў на Зямлі?
- **Вы даведаецеся** пра эвалюцыю біясферы і ролю чалавека ў гэтым працэсе.

Сучасная біясфера ўзнікла не адразу, а ў выніку працяглай эвалюцыі ў працэсе пастаяннага ўзаемадзеяння абіятычных і біятычных фактараў. **Эвалюцыя біясферы** — гэта натуральны працэс развіцця жывой прыроды, які суправаджаецца змяненнем генетычнага складу папуляцый, фарміраваннем адаптацый, відаўтварэннем і выміраннем відаў, пераўтварэннем экасістэм і біясферы ў цэлым.

У. І. Вернадскі вылучаў тры этапы ў эвалюцыі біясферы.

Першы этап — узнікненне жыцця і першаснай біясферы. На гэтым этапе пануючае становішча займалі хімічныя рэакцыі, натуральныя геалагічныя і кліматычныя змяненні.

Другі этап — гэта з’яўленне новых разнастайных адна- і мнагаклетачных арганізмаў. На гэтым этапе галоўную ролю адыгрывала біялагічная эвалюцыя.

Трэці этап — з’яўленне чалавека і грамадства, якое пачынае ў сваіх інтарэсах уздзейнічаць на біясферу, ператвараючы яе ў наасферу, або новы эвалюцыйны стан.

Эвалюцыя біясферы складае гісторыю жыцця на Зямлі. Зямля як геалагічнае цела ўтварылася прыблізна 4,54 млрд гадоў назад, калі на яе расплаўленай паверхні з’явілася цвёрдая, хоць вельмі тонкая і гарачая, зямная кара.



Расплаўлены вонкавы пласт Зямлі з часам ахалоджваўся. Вулканічная актыўнасць і вылучэнне газаў прывялі да ўзнікнення першаснай атмасферы, а кандэнсацыя вадзяной пары пры ахаладжэнні — да ўзнікнення акіянаў. У гэтым водным асяроддзі з’явіліся першыя формы жыцця. Па меркаванні вучоных, яны былі прадстаўлены *гетэратрофнымі анаэробнымі бактэрыямі* (мал. 91). Гэтыя арганізмы назапашвалі энергію ў асноўным у выніку працэсаў глікалізу і браджэння. Аднак стваральная і пераўтваральная роля жывога рэчыва стала ажыццяўляцца толькі са з’яўленнем у біясферы фотасінтэзуючых аўтатрофаў — цыянабактэрыяў. Дзейнасць гэтых арганізмаў прывяла да запасання ў атмасферы свабоднага кіслароду, колькасць якога павялічвалася, а ўтрыманне вуглякіслага газу памяншалася. Гэта дало штуршок інтэнсіўнаму