

Aciditatea

Pentru a măsura aciditatea se folosește scara pH-ului, cu numărul 7 fiind neutru. În consecință, o substanță cu valoarea pH-ului mai mică decât 7 este acidă, în timp ce una cu o valoare mai mare decât 7 este o bază. Trebuie menționat că scara pH-ului este logaritmică, adică o substanță cu pH-ul 6 este de zece ori mai acidă decât alta cu pH-ul 7.

În general, pH-ul de 5,6 a fost folosit ca punct de plecare în identificarea ploii acide, deși au fost multe dezbateri asupra acestei valori. Destul de interesant este că pH-ul de 5,6 este valoarea pH-ului dioxidului de carbon în echilibru cu apa distilată. Din acest motiv, ploaia acidă este definită ca orice ploaie care are nivelul acidității peste cel al ploii nepoluate.

În esență, orice precipitație care are valoarea pH-ului mai mică decât 5,6 este considerată ca fiind precipitație acidă.

Aceasta este o ilustrație a scării pH-ului:



Știați că:

- În timpul unor furtuni din New England s-a citit un pH de 2,4 -la fel de acid ca și oțetul-.
- În timpul unei furtuni acide de vară, ploaia căzută pe un automobil de culoare verde deschis a îndepărtat galbenul din culoarea verde, lăsând urme de picături de culoare albastră pe mașină.

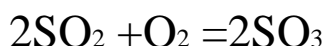
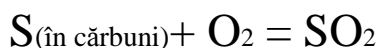
II. CAUZELE PLOII ACIDE

Una dintre principalele cauze ale ploii acide este dioxidul de sulf. Sursele naturale care emit acest gaz sunt vulcanii, picăturile fine din apa mărilor și a oceanelor, descompunerea resturilor vegetale. În orice caz, arderea combustibililor fosili, precum cărbunele și petrolul este cauza a aproximativ jumătate dintre emisiile acestui gaz în lume.

Când dioxidul de sulf ajunge în atmosferă, oxidează la prima formă a ionului sulfură. Apoi devine acid sulfuric, în timp ce reacționează cu atomii de hidrogen din aer și cade înapoi pe pământ.

Oxidarea se produce în mare parte în nori și în special în aerul foarte poluat, unde alți componenți, precum amoniacul și ozonul ajută la catalizarea reacției, transformând mai mult dioxid de sulf în acid sulfuric. Oricum, nu tot dioxidul de sulf este transformat în acid sulfuric. De fapt, o cantitate substanțială poate pluti în atmosferă, mutându-se pe altă suprafață și întorcându-se pe pământ netransformat.

Acestea sunt ecuațiile stoechiometrice pentru formarea acidului sulfuric:

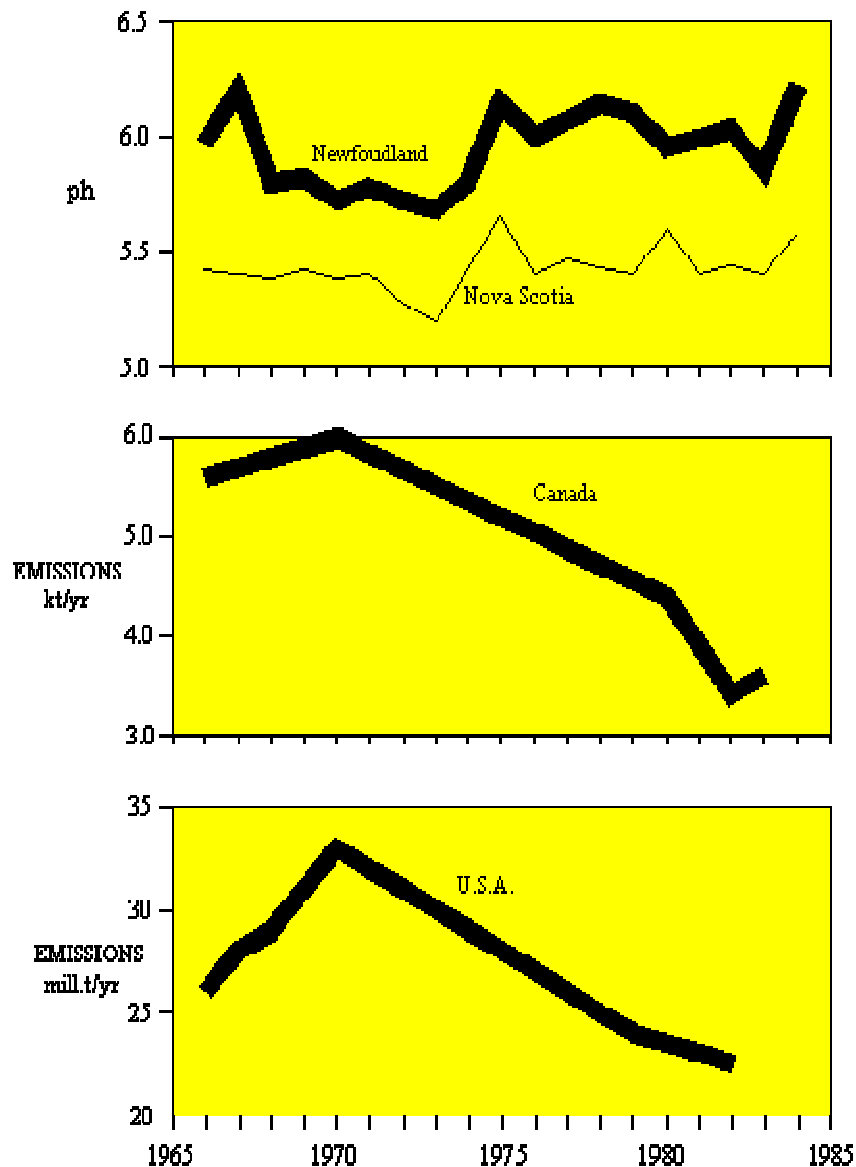


Monoxidul de azot și dioxidul de azot sunt de asemenea componenți ai ploii acide. Sursele lor sunt centralele electrice și fumul scos de țevile de eșapament. La fel ca dioxidul de sulf, acești oxizi ai azotului se ridică în atmosferă și sunt oxidați în nori, pentru a forma acidul azotic. Aceste reacții sunt de asemenea catalizate în norii foarte poluați, unde fierul, manganul, amoniacul și peroxidul de oxigen sunt prezenți.

Graficul următor indică nivelul pH-ului precipitațiilor depuse în timp în niște provincii din Canada. Împreună cu acesta, sunt

grafice ale emisiilor, în timp, în Canada, în comparație cu Statele Unite ale Americii.

Ca observație, chiar dacă nivelul emisiilor din Canada și Statele Unite ale Americii au fost reduse de-a lungul anilor, nivelul pH-ului măsurat (pentru Canada – în Nova Scoția și în Newfoundland) nu reflectă rezultate similare.



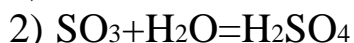
III. TRANSFORMAREA NO_x ȘI SO₂ ÎN ACIZI

Aciditatea precipitațiilor acide depinde nu numai de nivelul emisiilor, ci și de amestecurile de chimicale cu care interacționează SO₂ și NO_x în atmosferă. Formarea acidului sulfuric și azotic este un proces complex, constând în câteva reacții chimice. Este important să considerăm ambele faze: soluție și gaz în procesul de conversiune.

SO₂:

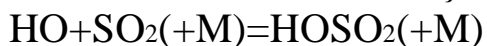
Faza de gaz

Sunt câteva posibile reacții care pot contribui la oxidarea dioxidului de sulf din atmosferă, fiecare cu un succes variat. O posibilitate este fotooxidarea dioxidului de sulf cu lumină ultravioletă. Lumina din această regiune a spectrului electromagnetic are potențialul de a excita moleculele și de a conduce la oxidarea ulterioară cu O₂. Această reacție are o contribuție nesemnificativă la formarea acidului sulfuric. O a doua posibilitate este reacția dioxidului de sulf cu oxigenul din atmosferă, prin reacțiile următoare:



A doua reacție se produce rapid, de aceea formarea trioxidului de sulf în atmosfera umedă conduce la formarea acidului sulfuric. Oricum, prima reacție este foarte încetă în absența unui catalizator, deși acesta nu are o contribuție semnificativă. Mai sunt și alte câteva potențiale reacții, dar care se dovedesc nesemnificative din diferite motive.

Deși fiecare dintre aceste reacții pot aduce o contribuție minoră la oxidarea dioxidului de sulf, există o singură reacție considerată semnificativă. Reacția se produce astfel:

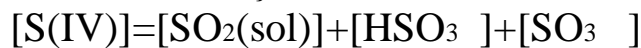


Această reacție se produce la o rată apreciabilă și se crede că este singura care contribuie la oxidarea O₂ din atmosferă. Radicalul

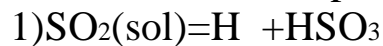
hidroxil este produs de fotodescompunerea ozonului și este considerat ca fiind foarte reactiv cu multe specii.

Faza de soluție

În faza de soluție, dioxidul de sulf există ca trei specii:

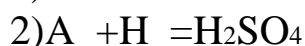


Această disociere apare prin două procese:



Stabilirea echilibrului depinde de factori precum pH-ul, mărimea picăturii, etc.

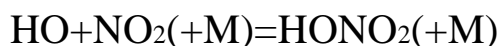
Oxidarea soluției de dioxid de sulf cu oxigen molecular se bazează pe un metal catalizator precum Fe sau Mn sau o combinație a acestora. Oxidarea prin ozon este un proces mai apreciabil, deoarece nu necesită un catalizator și este cu 10 – 10 mai abundent în atmosferă decât oxigenul molecular. Procesul de oxidare dominant este cel cu peroxid de hidrogen (format în faza de gaz din radicali liberi). Reacția implică formarea unui intermediar (A), posibil un ion acid peroximonosulfuros și se petrece astfel:



NO_x:

Faza de gaz

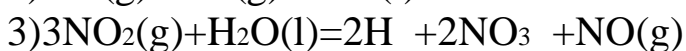
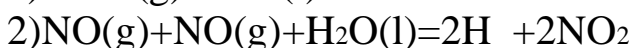
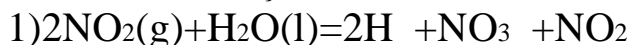
Ca și la dioxidul de sulf, cel mai mult contribuie la formarea acidului azotic reacția cu radicalii hidroxil. Acești radicali sunt foarte reactivi și abundenți în atmosferă. Reacția se produce în felul următor:



Mai există alte câteva posibilități, precum oxidarea cu oxigen atmosferic, oricum nici una nu se produce într-o rată substanțială în atmosferă, pentru a contribui semnificativ la formarea acidului azotic.

Faza de soluție

Există trei ecuații considerate în oxidarea soluției de NO_x:



Aceste reacții sunt limitate de dependența lor de presiunea parțială a NO_x, prezent în atmosferă și de legea solubilității NO_x.

IV) EFECTELE PLOII ACIDE

Ploaia acidă a devenit o îngrijorare ecologică majoră de câteva decenii încoace. Până de curând se cunoștea puțin despre ploaia acidă. Au fost făcute multe studii pentru a se determina partea chimică a acestei probleme ecologice. Oamenii de știință au sugerat niște teorii pentru a explica acest fenomen.

Efectele sale devastatoare au fost realizate abia recent.



1) EFECTUL ASUPRA ATMOSFEREI

Unii dintre constituenții poluării acide sunt sulfații, nitrații, hidrocarbonii și ozonul. Aceștia există ca particule în aer și contribuie la formarea ceții, afectând vizibilitatea. Aceasta face deplasarea dificilă, în special pentru piloți. Ceața acidă împiedică deasemenea cursul luminii solare de la soare la pământ și înapoi. În

zona arctică, aceasta afectează creșterea lichenilor, care la rândul ei, afectează renii și alte animale care se hrănesc cu licheni.

2) EFECTUL ASUPRA ARHITECTURII

Particulele acide sunt deasemenea depuse pe clădiri și statui, cauzând coroziunea. De exemplu, clădirea Capitoliului din Ottawa a fost dezintegrată din cauza excesului de dioxid de sulf din atmosferă. Piatra de var și marmura se transformă într-o substanță fărâmicioasă, numită gips, după contactul cu acidul, lucru care explică coroziunea clădirilor și a statuilor. Podurile se corozează mai repede, și industria rutieră, ca și cea aeriană, trebuie să investească mulți bani în repararea pagubelor produse de ploaia acidă. Nu numai că este o problemă economică, cauzată de ploaia acidă, dar este și un risc pentru siguranța publică. De exemplu, în 1967, podul de peste Râul Ohio s-a prăbușit, omorând 46 de persoane- motivul? Coroziunea produsă de ploile acide.

3) EFECTUL ASUPRA MATERIALELOR

Ploaia acidă defectează materialele precum țesăturile. De exemplu, steagurile arborate sunt “mâncate” de chimicalele acide din precipitații. Cărțile și obiectele de artă, vechi de sute de ani, sunt deasemenea afectate. Sistemele de ventilație ale librăriilor și muzeelor, în care sunt ținute acestea, nu previn intrarea particulelor acide în clădiri și astfel ele intră, circulă și deteriorează materialele.

4) EFECTUL ASUPRA OAMENILOR

Unele dintre cele mai serioase efecte ale ploii acide asupra oamenilor sunt problemele respiratorii. Emisiile de dioxid de sulf și dioxid de azot dau naștere unor probleme medicale precum tusea, astmul, dureri de cap, iritații ale ochilor, nasului și gâtului. Un efect indirect al ploii acide este că metalele toxice dizolvate în apă sunt absorbite de fructe, legume și în țesuturile animalelor.

Deși aceste metale toxice nu afectează direct animalele, ele au efecte serioase asupra oamenilor, atunci când sunt consumate. De exemplu, mercurul, care se acumulează în organele și țesuturile animalelor, este legat de disfuncțiile creierului la copii, precum bolile pe sistem nervos, leziuni ale creierului, și poate produce chiar moartea. La fel, un alt metal, aluminiul, prezent în organele animalelor, a fost asociat cu problemele la rinichi și recent a fost suspectat ca fiind legat de boala Alzheimer.

Știați că:

•În august 1987, peste 100 de persoane au fost tratate pentru iritații ale ochilor, gâtului și gurii, când 2 tone de dioxid de sulf gaz, foarte toxic, s-a scurs de la o fabrică de lângă Sudbury, Ontario. Chiar fără accidente, dioxidul de sulf, emis regulat de această fabrică, a fost legat de bronșitele cronice ale angajaților fabricii.

5) EFECTUL ASUPRA COPACILOR ȘI SOLURILOR

Unul dintre cele mai serioase impacte ale precipitațiilor acide este cel asupra pădurilor și solurilor. Pagube majore se produc atunci când acidul sulfuric cade pe pământ sub formă de ploaie. Substanțele nutritive aflate în soluri sunt îndepărtate. Aluminiul, deasemenea prezent în sol este eliberat și acest element toxic poate fi absorbit de rădăcinile copacilor. Astfel, copacii sunt sortiți morții, fiind privați de nutritivii vitali, precum calciul și magneziul. Aceștia sunt înlocuiți de atomi de hidrogen inutili, care încetinesc fotosinteza.

În plus, înghețurile severe pot agrava această situație. Cu dioxidul de sulf, amoniacul și ozonul prezenți în aer, rezistența copacilor la îngheț este redusă. Amoniacul oxidează cu dioxidul de sulf, pentru a forma sulfura de amoniu. Aceasta se formează la suprafața copacilor. Când sulfura de amoniu ajunge în sol, ea reacționează pentru a forma acid sulfuric și acid azotic. Asemenea condiții stimulează deasemenea creșterea ciupercilor și apariția dăunătorilor.

Monoxidul de azot și dioxidul de azot, componenți deasemenea ai ploii acide, pot forța copacii să crească, chiar dacă nu au substanțele nutritive necesare. Copacii sunt adesea forțați să crească mult toamna târziu, când ar trebui să se pregătească pentru înghețurile severe din iarnă.

6) EFECTUL ASUPRA LACURILOR ȘI ECOSISTEMELOR ACVATICE

Unul dintre efectele directe ale ploii acide este cel asupra lacurilor și ecosistemelor acvatice.

Există câteva căi prin care chimicalele acide pot pătrunde în lacuri. Unele substanțe chimice există ca particule uscate în aer, în timp ce altele pătrund în lacuri ca particule ude, precum ploaia, zăpada, lapovița, ceața. În plus, lacurile pot fi considerate ca niște “chiuvete” ale pământului, unde este condusă apa ploilor ce cad pe pământ. Ploaia acidă, care cade pe pământ, spală substanțele nutritive din sol și poartă metalele toxice eliberate din sol spre lacuri.

O altă cale prin care acizii ajung în lacuri se petrece primăvara, prin topirea zăpezilor, când acizii și chimicalele pătrund în sol, fiind purtate spre râuri și lacuri. Aceasta cauzează o schimbare drastică a pH-ului lacurilor. Ecosistemul acvatic nu are timp să ajusteze brusca schimbare. În plus, primăvara este un anotimp vulnerabil pentru multe specii, fiind perioada de reproducere pentru amfibieni, pești și insecte. Multe dintre aceste specii își depun ouăle în apă, iar schimbarea bruscă a pH-ului este periculoasă, deoarece acești acizi pot provoca puilor malformații sau pot chiar anihila întreaga specie, din moment ce aceștia petrec o mare parte din viață circulând prin apă.

Acesta este un tabel în care sunt înscrise pe scurt efectele nivelului pH-ului asupra formelor de viață din ecosistemele acvatice.

NIVELUL pH-ULUI	EFECTE
<6	*Formele de mâncare primare mor; ex. muștele de mai sunt surse importante de viață pentru pești. Ele nu pot supraviețui la acest nivel al pH-ului.
<5,5	*Puii nu pot trăi. *Din cauza lipsei de hrană apar mulți adulți cu malformații. *Peștii mor prin sufocare.
<5	*Toți peștii dispar.
<4	*Dispar și celelalte forme de viață, dacă mai există.

Peștii, fiind membrii primari ai lanțului trofic, reprezintă hrană pentru multe specii de animale, printre care se numără și omul. Din cauza materialelor toxice, precum mercurul, depozitate în pești ca rezultat al ploilor acide, este periculos pentru oameni să consume pește.

Amfibienii sunt deasemenea afectați, la fel ca peștii, ei neputându-se reproduce într-un mediu acid.

Știați că:

•În doar 10 ani, din 1961 până în 1971, Lacul Lumsden din frumoasa regiune Killamey din Ontario, Canada, a trecut de la un pH de 6,8 la unul de 4,4. Aceasta este o mărire a acidității de aproape 200 de ori.

V. GLOSAR

Catalizator, catalizatori=s.m., substanță care grăbește sau încetinește o reacție chimică, fără ca ea însăși să fie modificată.

Coroziune, coroziuni=s.f., proces chimic sau electrochimic de degradare, exercitat la suprafața corpurilor metalice de oxigenul din aerul umed sau de diverse substanțe chimice* proces de eroziune a unor roci sub acțiunea apelor, vântului, etc.

Logaritm, logaritmi=s.m., putere la care trebuie ridicat un anumit număr pozitiv, numit bază, spre a obține un număr dat.

(Lumină) ultravioletă, ultraviolete=adj., care este situată dincolo de marginea violetă a spectrului luminii.

Peroxid, peroxizi=s.m., derivat al apei oxigenate rezultat prin înlocuirea hidrogenului acesteia cu metale sau cu radicali organici.

Reactiv(ă), reactivi(e)=s.m., substanță chimică ce dă o reacție specifică în prezența unui anumit ion sau a unei grupe de ioni

Stoichiometrie=s.f., ramură a chimiei care studiază raporturile cantitative dintre elemente, în combinații sau în reacții.

VI. BIBLIOGRAFIE

- 1) D.C. Adriano și A.H. Johnson: “Acidic Precipitation”, vol. 2
New York: Springer-Verlag, 1989
- 2) J. Alcano, R. Shaw și L. Hordijk: “The Rains Model of Acidification: Science and Strategies in Europe” Boston: Kluwer Academic Publishers, 1990

- 3) W. Bown: "Europe's Forests Fall to Acid Rain", vol. 127, New Scientist, 1990
- 4) "Corrosive Mist Sets Puzzle for Scientists", vol. 124, New Scientists, 1989
- 5) "Acid Rain and Eggshells", vol. 339, Nature, 1989
- 6) J. G. Calvert: "SO₂, NO and NO₂ Oxidation Mechanisms: Atmospheric Considerations", vol. 3, Toronto: Butterworth Publishers, 1984
- 7) J.L. Durham: "Chemistry of Particles, Fogs and Rains", vol. 2, Toronto: Butterworth Publishers, 1984
- 8) T.C. Elliot și R.G. Schwieger: "The Acid Rain Sourcebook", New York: McGraw-Hill Inc., 1984
- 9) B.A. Forster: "The Acid Rain Debate", Ames: Iowa State University Press, 1993
- 10) G.J. Heij și J.W. Erisman: "Acid Rain Research: Do We Have Enough Answers?", New York: Elsevier, 1995
- 11) A.H. Legge și S.V. Krupa: "Acidic Depositions: Sulphur and Nitrogen Oxides", Alberta: Lewis Publishers, 1990
- 12) E. Lucas "Acid Rain", Chicago: Childrens Press, 1991
- 13) P. Mandelbaum: "Acid Rain: Economic Assessment", New York: Plenum Press, 1985
- 14) F. Pearce: "Acid Rain", vol. 11, New Scientist, 1987
- 15) G. Stewart: "Acid Rain", San Diego: Lucent Books Inc., 1990
- 16) "Claudy Verdict Discover", vol. 11, 1990
- 17) J.C. White: "Acid Rain: The Relationship between Sources and Receptors", New York: Elsevier, 1988
- 18) S.S. Zumdahl: "Chemical Principles", Toronto: D.C. Heath and Company, 1995