

Akvo

Tiel mallonga estas la titolo de mia prelego, sed des pli larĝa estas la temo. Certe mi mencias iujn faktojn, kiuj estas ĝenerale konataj kaj vi povos ankaŭ ripeti iujn sciojn pri akvo el lernejo, sed ankaŭ vi aŭdos ion novan.

Akvo estas tiom ordinara substanco, kiun ĉiu konas, ĉiu uzas, eĉ trinkas, ĝi estas grava por biologia funkciado de vivo. Tri kvaronoj de la surfaco de la [Tero](#) estas kovritaj per granda kvanto da akvo, la [oceanoj](#) kaj maroj. Aliflanke en dezertoj estas akvo tre rara. Ĉu vi povas imagi, ke tiu grandega kvanto da akvo en oceanoj kaj maroj konsistas el unuopaj gutoj?

Nomo de akvo devenas el la [latina](#) aqua (sed kunmetitaj vortoj ofte uzas la grekan hidro-). Ĝi estas senkolora, senodora [kemia kombinaĵo](#) konsistanta el [hidrogeno](#) kaj [oksigeno](#) en la proporcio 2:1, kun kemia formulo H_2O . Ĝi tre malmulte kondukas elektron. Sed en akvo, kiun oni ĝenerale konas, ĉu el krano aŭ el natura fonto, estas dissolvitaj saloj kaj tia likvaĵo kondukas elektron, kaj ĝi havas, depende de kvanto de dissolvitaj saloj, certan elektran reziston. Tio estas uzata ekzemple ĉe destil-aparatoj, ĉar sufiĉas nur mergi elektrodojn en akvon. Eble iu memoras amatoran konstruadon de rapidvarmigiloj de akvo por kafo aŭ teo, kiuj funkciis je la sama principo.

Akvo estas en [formo likva](#) inter temperaturoj de 0 °C ĝis 100 °C sub [norma premo](#). Sub la [fandopunkto](#) de 0 °C ĝi estas en solida formo, [glacio](#); super la [bolpunkto](#) de 100 °C ĝi ŝanĝiĝas al [vaporo](#) (je norma [atmosfera premo](#) de 1 atm). La [triobla punkto](#), pri kiu la solida, likva kaj vapora formoj miksiĝas, okazas je 273,16 °K (0,01 °C) kaj premo 611,7 Pa. Skalo de Kelvin havas nulon -273,15 °C kaj la gradoj estas samgrandaj. Precipe pli frue estis uzata skalo de Reomir, kiu havas nulon same kiel Celsius kaj 100 °C egalas 80 °R. Precipe en Usono oni uzas skalon de Fahrenheit.

Simpla, sed grava kaj unika eco de akvo estas, ke ĝia solida formo flosas sur la likva. Por aliaj substancoj estas normale, ke kun kreskanta temperaturo pligrandiĝas ilia volumeno kaj inverse, kun malkreskanta temperaturo la volumeno malgrandiĝas. Akvo estas plej densa ĉe temperaturo +4 °C. La solida fazo estas malpli densa ol likva akvo, pro la geometrio de la fortaj hidrogenaj ligoj kiuj estas formataj nur je malaltaj temperaturoj. Pro tio profunda akvo restas likva, pli varma ol la glacia surfaco, kaj akvaj organismoj (la unuaj vivantaj organismoj sur Tero) povis (povas) travivi glaciajn kondiĉojn.

Hidrogeno havas du izotopojn – deuterio kaj tricio. Deuterio havas en kerno de atomo du neutronojn, tricio tri. Akvo kun tiuj izotopoj de hidrogeno nomiĝas peza (D_2O) kaj superpeza akvo (T_2O). La peza akvo diferenciĝas de la kutima akvo en fizikaj kaj kemiaj ecoj, ekz. ĝi havas pli altan [fandopunkton](#), [bolpunkton](#) kaj estas pli [densa](#). Surbaze de granda masa diferenco inter proporcio kaj deŭterio kaj tricio, kiuj havas duoblan kaj trioblan mason, ŝanĝiĝas daŭro de kemiaj reakcioj, kio precipe influas iliajn kemiajn ecojn. Sekve de anstataŭigo de normala akvo ĉe kemiaj substancoj la ekvilibras reakcioj ŝanĝiĝas, kio povas konduki ekzemple al korpodamaĝaj sekvoj en la homa korpo. Peza akvo estas uzata en

nukleaj reaktoroj kie ĝi sorbas malpli da neŭtronojn ol ordinara akvo. Sekve ne necesas la riĉiĝo de uranio, kio necesas ĉe malpezakvaj reaktoroj.

Plua grava eco de akvo estas, ke ĝi estas tre bona solvilo, kaj dissolvas multajn specojn de substancoj, kiel variajn salojn kaj [sukerojn](#), kaj faciligas sian kemian interagon, kiu helpas kompleksajn matabolismojn. Tamen, iuj substancoj ne bone miksiĝas kun akvo, ekzemple [oleoj](#). Ĉelaj membranoj uzas ĉi tiun econ por zorge kontroli interagojn inter siaj enhavaĵoj kaj eksteraj kemiaĵoj. Ĉi tiu estas faciligata iomete de la surfaca tensio de akvo.

Akvo estas la plej necesa substanco por ĉiu vivanto, ĉar ĝi havas multajn maloftajn ecojn kiuj estas gravegaj por vivo. Ĝi estas bona [solvilo](#), kaj havas fortan [surfacan tension](#). Freŝa akvo, kiel jam estis dirite, estas la plej densa ĉe 4 °C; ĝi maldensiĝas, kiam ĝi frostiĝas aŭ varmiĝas. Kiel stabila molekulo en nia atmosfero, ĝi grave rolas kiel absorbilo de [transruĝa radiado](#). Ĉar akvo havas alian [specifan varmon](#) kiu stabiligas klimaton tutmonde.

Nun mi mecias leĝon, kiu validas ne nur por akvo. Tio estas principo de Arĥimedo: La Arĥimedo-principo diras, ke solida korpo parte aŭ tute enakvigita ŝajne perdos pezon egala al akvopezo ellokita. (La eksperimento videbla sur la foto.)

Ĉu vi opinias, ke nadlo povas flosi sur akvo? Do ni provu. Ĉu ĉi tie nevalidas principo de Arĥimedo? Pripensu la klarigon.

Akvaj gutoj estas stabilaj pro la forta surfaca tensio de akvo. Oni povas vidi ĉi tion kiam iometo da akvo estas metata sur malsolveblan surfacon kiel vitro. La akvo kuniĝas en gutojn. Ĉi tiu eco estas necesa por [planta transpirado](#).

Akvo ekzistas en diversaj formoj en ĝiaj tri statoj. La plej varia estas la likva stato. Likva akvo estas en oceanoj, maroj, riveroj, rojoj, en pluvo, drezelo (drobný déšť), roso, subtera akvo, surtera akvo. Akvo en solida stato troviĝas prefere, sed ne nur, en areoj ĉirkaŭ norda kaj suda polusoj kiel glacio, en vintro ĝi estas konata kiel neĝo kaj neĝeroj, hajlo, hajleroj kaj prujno. Gasan staton oni konas kiel vaporo kaj en atmosfero kiel nuboj, nebulo kaj brumo. Ĉi tiuj formoj aperas en diversaj momentoj de akvo-cirkulado.

Ĝis nun temis pri fizikaj kaj ĥemiaj ecoj de akvo, nun ni dediĉu atenton al akvo kaj homo.

Efiko sur la homa civilizo

La historio montras, ke la pracivilizoj floris en zonoj favoraj al la agrikulturo, kiel ĉe la [basenoj](#) de la [riveroj](#). Ekzemple ĉe [Mezopotamio](#), konsiderita lulilo de homa civilizo, aperinta en la fekunda valo de la riveroj [Eŭfrato](#) kaj [Tigris](#); kaj ankaŭ ĉe [Egiptio](#), nome brila civilizo kiu dependis tute el la rivero [Nilo](#) kaj el ties periodaj inundoj. Multaj grandaj urboj, kiaj [Roterdamo](#), [Londono](#), [Montrealo](#), [Parizo](#), Prago, [Novjorko](#), [Bonaero](#), [Ŝanhajo](#), [Tokio](#), [Ĉikago](#) aŭ [Hongkongo](#) ŝuldas sian riĉon al la konekto kun iu akvovojo kiu favoris ties kreskon kaj prosperon. La insuloj kiuj havis sekuran naturan havenon — kiaj [Singapuro](#) — floris pro la sama tialo. Simile, areoj en kiuj akvo estas tre malabunda, kiaj ĉe [Nordafriko](#) aŭ [Mezoriento](#), suferis historie malfacilaĵojn por sia disvolviĝo.

UN deklaras akvon kaj akvo-disponeblon kiel esenca homa rajto

La Ĝenerala Asembleo de [Unuiĝintaj Nacioj](#) aprobis la [28an de julio](#) de [2010](#), en sia 64a sesi-periodo, [rezolucio](#) kiu agnoskas la trinkakvon kaj bazan akvo-disponeblon kiel esenca [homa rajto](#) por la plena ĝuo de la vivo kaj de ĉiuj homaj rajtoj.

Tiu rezolucio estis adoptita je iniciato de [Bolivio](#), post 15 jaroj de debatoj, per favora voĉdono de 122 landoj kaj 44 sindetenoj. La Ĝenerala Asembleo de Unuiĝintaj Nacioj montriĝis „profunde priokupita ĉar proksimume 884 milionoj de personoj malhavas aliron al trinkakvo kaj pli ol 2600 milionoj de personoj ne havas aliron al baza akvo-disponeblo, kaj alarmita ĉar ĉiujare mortas proksimume 1,5 milionoj de infanoj malpliagaj de 5 jaroj kaj perdiĝas 443 milionoj de labortagoj konsekvence de malsanoj rilataj kun akvo kaj akvoadministrado”.

La adopto de tiu rezolucio estis anstataŭata de aktiva kampanjo estrita de la prezidento de Bolivio, [Evo Morales](#) Ayma.

Trinkakvo: neceso de la homa korpo

La [homa](#) korpo estas komponita de el 55 % al 78 % de akvo, depende de ties mezuroj kaj kompleksio. Por eviti [dehidratiĝojn](#), la korpo bezonas ĉiutage ĉirkaŭ 2,5 litrojn da akvo; la preciza kvanto varias depende de la nivelo de aktiveco, la temperaturo, la humideco kaj aliaj faktoroj. Ne determiniĝis la preciza kvanto da akvo havenda de sana individuo, kvankam plej multe da fakuloj konsideras ke ĉirkaŭ 6-7 glasoj da akvo ĉiutage (proksimume du litroj) estas la necesa minimumo por elteni taŭgan [hidratiĝon](#). Eĉ tiel, laŭ fakuloj ĉiu organismo funkcias unike kaj diference kaj ĝi havas necesojn depende de la aktiveco kaj de la perdo de likvoj kaŭzita de altaj temperaturoj aŭ fizika ekzercado. Unu persono kun sanstataj [renoj](#) havos malfacilaĵojn por trinki troan akvon, sed — ĉefe en varmaj kaj humidaj klimatoj, aŭ dum la [ekzercado](#) — ankaŭ malmulte trinki povas esti danĝera. La homa korpo estas kapabla trinki multe pli da akvo ol necese kiam oni ekzercas, alvenante eĉ al danĝero pro [hiperhidratiĝo](#), aŭ venenigo pro troa akvo. La fakto populare akceptita ke plenkreskulo devas konsumi ok glasojn ĉiutage da akvo ne havas ajnan sciencon fundamenton.

La lasta referenco havigita de tiu sama organismo parolas pri 2,7 litroj de akvo ĉiutage por [virino](#) kaj pri 3,7 litroj por viro, inklude la akvokonsumo tra la manĝaĵoj. Nature, dum la [gravedo](#) kaj la [mamnutrado](#) la virino devas konsumi pli da akvo por teni sin hidratita. Oni indikas ankaŭ ke normale, ĉirkaŭ 20 % de la akvo estas absorbita kun la manĝo, dum la cetero estas akirta pere de la konsumo de akvo kaj de aliaj trinkaĵoj.

Akvo estas elpelita el la korpo laŭ tre diversaj sistemoj: tra la [urino](#), la [fekaĵoj](#), en formo de [ŝvito](#), aŭ en formo de akvovaporo, per [elspiro](#) ktp. Persono malsana, aŭ eksponita rekte al varmo, perdos multe pli da likvo, pro kio pliiĝos ankaŭ ties necesoj de konsumo.

Seninfektigo de trinkakvo

La trinkakvo estas unu de la ĉefaj transsendantoj de mikroorganismoj kaŭzantoj de malsanoj, ĉefe bakterioj, virusoj kaj intestaj protozooj. La grandaj epidemioj de la homaro

prosperis pro la poluado de la trinkakvo. Oni rekomendis boligi la akvon ekde kvincent jaroj antaŭ nia erao.

Aktuale en la industriaj landoj estas praktike kontrolitaj ĉiaj problemoj okazigitaj de la poluitaj akvoj. La procezoj de filtrado kaj seninfektigo pere de [kloro](#), kiun oni metas en akvon antaŭ ties homa konsumo, estas jam sufiĉe disvolvigitaj en la 20a jarcento kaj oni ĉirkaŭkalkulas ke ĝi estas tialoj de la 50 % de pliigo de vivoespero de la industriaj landoj en la 20a jarcento. La klorigo kaj filtrado de akvo estis konsiderita de la revuo [Life](#) probable kiel la plej grava progresero de publika sano de la jarmilo. La kloro estas la materialo plej uzata kiel seninfektigilo de akvo. La hipotezo plej akceptata pri kiel ĝi funkcias kaj detruas tiujn mikroorganismojn patogenajn diras, ke ĝi produktas fizikajn, kemiajn kaj biokemiajn ŝanĝojn en la membrano aŭ protekta muro de la ĉeloj okazigante la finon de ties vivaj funkcioj.

La [kloro](#) povas iĝi iritanta substanco por [mukozoj](#) kaj [haŭto](#) kaj pro tio ties uzado estas strikte kontrolata. La proporcio uzata varias inter 1 parto por miliono kiam temas pri purigo de akvo por ties konsumo, kaj inter 1-2 partoj por miliono por la preparado de akvo de [bano](#). La maltaŭga apliko de kemiaj komponantoj en akvo povas rezulti danĝera aŭ damaĝa. La apliko de kloro kiel seninfektigilo ekis en 1912 en [Usono](#). Ekde tiam la tekniko de klorigo plu progresis. Multaj landoj en siaj regularoj postulas seninfektigojn pere de kloro kaj devigas la plutenon de difinita koncentraĵo de forĵetaĵoj de seninfektigilo en siaj retoj de tubaroj de distribuado de akvo. Foje oni uzas kloraminojn kiel duaranga seninfektigilo por pluhavi dum pli da tempo difinitan koncentraĵon de kloro en la sistemo de liverado de trinkakvo.

Malhelpoj en la mondo por aliri al trinkakvo

Sur la surfaco de la Tero estas 1 386 000 000 km³ de akvo, el tia kvanto, la 3 % estas nesala, kaj el tiuj 3 % ĉirkaŭ 70 % troviĝas sur la polusaj tavoloj kaj 30 % estas subtera, dum la cetera 0,3 % estas por la homa konsumo, el tiu 0,3 la 98 % troviĝas en lagoj kaj akvorezervejoj, kie ne ĉiu havas aliron al tio (30 % en la [Grandaj Lagoj de Afriko](#), 21 % en la [Grandaj Lagoj de Nordameriko](#) kaj 20 % en la [lago Bajkalo](#)), 2 % estas transportata de la riveroj kie 70 % el ties liverado estas profitata por [irigacio](#), lasante proksimume nur 0,00060 % por la homa konsumo.

La akvo taŭga por la homa konsumo nomiĝas [trinkakvo](#), dum tiu kiu ne havas taŭgajn kondiĉojn por ties konsumo povas esti trinkebligita pere de [filtrado](#) aŭ pere de aliaj procezoj fizik-kemiaj.

La [monda loĝantaro](#) kreskis el 2 630 milionoj en 1950 al 6 671 milionoj en 2008. En tiu periodo (el 1950 al 2010) la urbana loĝantaro kreskis el 733 milionoj al 3505 milionoj. En la homaj setlejoj koncentriĝas la uzado de akvo neagrikultura kaj tie okazas plej multe de malsanoj rilataj kun la akvo.

Antaŭ la malfacilo disponi [trinkakvon](#) por homa konsumo en multaj lokoj de la planedo, konsolidiĝis koncepto intermeza, nome [sekura akvo](#) kiel akvo kiu ne enhavas danĝerajn [bakteriojn](#), dissolvitajn [toksajn](#) metalojn, aŭ kemiajn produktojn damaĝajn por la sano, kaj ĝi estas tiele konsiderata sekure trinkebla, kaj pro tio ĝi uzatas, kiam la liverado de trinkakvo ne

estas certa. Temas pri akvo ne malprofita por la homa estaĵo, kvankam ĝi ne havas la idealajn kondiĉojn por ties konsumo.

Pri diversaj kialoj, la disponeblo de akvo rezultas malfacila en granda parto de la mondo, kaj pro tio ĝi iĝis unu el la ĉefaj priokupoj de registaroj en la tuta mondo. Aktuale, oni ĉirkaŭkalkulas, ke mil milionoj de personoj havas malsufiĉan aliron al trinkakvo. Tiu situacio problemiĝas pro la konsumado de akvo en malbona kvalito, kio favoras la plimultigon de epidemiaj malsanoj. Malgraŭ plibonigado de la situacio, oni kalkulas, ke ankoraŭ en 2015 restas ĉirkaŭ 500 milionoj, kiuj ne havas aliron al trinkakvo, kaj pli ol mil milionoj malhavas taŭgan sistemon de [salubrigo](#). La malbona kvalito de akvo kaj la neregula salubrigo tuŝas grave la salubran staton de la loĝantaro: nur la konsumo de poluita akvo okazigas 5 000 000 de mortoj jare, laŭ diversaj informoj de [Unuiĝintaj Nacioj](#), kiuj deklaris 2005-2015 la "Jardeko de la agado". La [Monda Organizaĵo pri Sano](#) ĉirkaŭkalkulas, ke la adopto de politikoj de sekura akvo povus eviti la morton de 1 400 000 infanoj jare, viktimoj de [diareo](#). 50 landoj, kiuj kunigas preskaŭ unu trionon de la monda loĝantaro, malhavas taŭgan sistemon de akvoliverado, kaj 17 el ili elprenas ĉiujare pli da akvo el siaj akvejoj ol tio kio povas renoviĝi nature. La [poluo](#), aliflanke, ne nur poluas la akvon de [riveroj](#) kaj maroj, sed ankaŭ la akvajn rimedojn subterajn, kiuj utilas por liverado por la homa konsumo.

La troviĝo de akvo en la universo

Akvo estas la dua plej ofta substanco en la universo.

En kosmo granda kvanto de akvo troviĝas en molekulaĵoj en interstela spaco. Ankaŭ proto-planeda nebulozo, el kiu ekestis Suno kaj la tuta sunsistemo, enhavis grandan kvanton de akvo, parto el kiu konserviĝis en la Oorta nuboj, kie el ĝi verŝajne ankoraŭ hodiaŭ kreiĝas novaj kometoj. La kernoj de kometoj enhavas dekojn de procentoj da akvo. Laŭ unu el teorioj ĝuste la kometoj alportis sur la Teron plejparton de la akvo, kiu estas ĉi tie nun.

Ankaŭ kelkaj lunoj de planedoj, korpoj de Kuiper-zono kaj transneptunaj korpoj estas plejparte kreitaj el akvo en solida stato. La granda subsurfaca oceano de akvo estas supozata sur la luno Eŭropo de Jupitero.

En julio 2007 estis sciigite, ke akvovaporo situas sur ekstersunsistema planedo - nome, la planedo HD 189733b, troviĝanta 63 lumjaroj de la Tero en la stelaro Vulpetoj.

Kvantoj de akvo en nia sunsistemo:

- gasa (vaporo)
- Merkuro 3.4 % en la atmosfero
- Tero – eta kvanto, laŭ la klimato
- Marso 0,03 % en la atmosfero
- Jupitero 0,1 % en la atmosfero
- Saturno 0,1 % en la atmosfero

- Enceladus (luno de la planedo Saturno) – 100 % en la atmosfero
- likva
- Tero – 71 % de la surfaco
- Marso – la akvo laŭ NASA estas sur Marso
- Eŭropo (luno de planedo Jupitero) – simptomoj, ĉar sur la surfaco estas glacio
- Io (luno de planedo Jupitero) – malmulte aŭ sen akvo (supozo),
- frostita akvo (glacio)
- Marso – ekziston konfirmis sur la polusoj orbitala sondo Mars Express
- Pluto – takso, ke la glacio formas ĉirkaŭ 30 % de Pluto
- Eŭropo (la lunino de la planedo Jupitero) – sur surfaco estas glacio
- Merkuro – ekziston konfirmis sondo Mariner 10, ĝi troviĝas en la krateroj proksime de la polusoj
- Phoebe (la lunino de la planedo Saturno) – supozo laŭ denseco
- Encelado (la lunino de la planedo Saturno) – tre verŝajna supozo
- kometoj – supozo
- la randoj de nebulozoj, ekzemple en la Oorta nuboj – supozo
- tute ne estas:
- Venuso

Fontoj: Wikipedio

<https://eo.wikipedia.org/wiki/Akvo>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Voda>

https://cs.wikipedia.org/wiki/Těžká_voda