**Verdunningen en pH  
17 oktober 2019**

**Literatuur**

* Blz 102 -104, Het chemisch practicum, R.Udo & H.R. Leene
* Blz 99 -101, Biology, A Global Approach, Campbell
* [www.biologiepagina.nl](http://www.biologiepagina.nl)
* <https://nl.wikipedia.org/wiki/Potentiaal>

**Het doel van deze opdracht:**

* Het werken met een pH meter en het berekenen van de pH
* Wat er wordt bedoeld met pH

**De pH-meter**

* Een pH-meter is een meter waarmee de [pH](https://nl.wikipedia.org/wiki/PH) van een oplossing bepaald kan worden. Dit gebeurt door het meten van het [potentiaalverschil](https://nl.wikipedia.org/wiki/Potentiaal) tussen een [glaselektrode](https://nl.wikipedia.org/wiki/Glaselektrode) en een [zilver](https://nl.wikipedia.org/wiki/Zilver)/[zilverchloride-elektrode](https://nl.wikipedia.org/wiki/Zilverchloride-elektrode), waaruit de in de oplossing gedompelde pH-elektrode meestal is opgebouwd. De potentiaal van de glaselektrode is afhankelijk van de concentratie (feitelijk de activiteit) van de [hydroxonium](https://nl.wikipedia.org/wiki/Hydroxonium" \o "Hydroxonium)-ionen in de test-oplossing. De potentiaal van de zilver-zilverchloride-elektrode ligt vast (referentie-elektrode). Omdat de inwendige [weerstand](https://nl.wikipedia.org/wiki/Elektrische_weerstand_(eigenschap)) die zo een elektrode heeft nogal hoog is, is een [voltmeter](https://nl.wikipedia.org/wiki/Voltmeter) met een erg hoge ingangs[impedantie](https://nl.wikipedia.org/wiki/Impedantie) nodig om de meting niet te beïnvloeden.
* https://nl.wikipedia.org/wiki/Potentiaal

*Ik citeer: “De potentiaal op een plaats is een*[*natuurkundige grootheid*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Natuurkundige_grootheid)*die op een bepaalde manier samenhangt met de*[*kracht*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Kracht)*die een*[*deeltje*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Deeltje)*op die plaats ondervindt. Ieder type kracht heeft zijn eigen potentiaal; met andere woorden, op één plaats kunnen er verschillende potentialen gelden. De potentiaal behorend bij een kracht is in de meeste gevallen niet eenduidig bepaald: er is een zekere*[*ijkvrijheid*](https://nl.wikipedia.org/w/index.php?title=Ijkvrijheid&action=edit&redlink=1)*om de potentiaal bijvoorbeeld overal met dezelfde hoeveelheid op te hogen zonder dat het iets verandert aan de fysische situatie. De potentiaal kan de vorm hebben van een*[*getal*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Getal_(wiskunde))*dat per plaats bepaald is (een*[*scalaire*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Scalair)*potentiaal, zoals de potentiaal van de*[*zwaartekracht*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Zwaartekracht)*of van de*[*elektrische kracht*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Elektrostatica)*), of een andere vorm (bijvoorbeeld een*[*vectorpotentiaal*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Vectorpotentiaal)*zoals bij de*[*magnetische kracht*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Magnetisme)*)”.*

Voor het gebruik moet de pH-meter [geijkt](https://nl.wikipedia.org/wiki/IJking) worden door middel van ijkoplossingen; dit zijn [buffer](https://nl.wikipedia.org/wiki/Buffer_(scheikunde))-oplossingen met bekende stabiele pH-waarde. Zo kan de gemeten [spanning](https://nl.wikipedia.org/wiki/Elektrische_spanning) gecorreleerd worden aan de pH-schaalverdeling.

In de praktijk wordt een pH-meter meestal als pH/mV-meter uitgevoerd.

[](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PH_Meter.jpg)

De zilver/zilverchloride-referentie-elektrode



De pH-glaselektrode

**Experiment**

**Hoe verandert de pH bij een toenemende verdunning?**

**Uitvoering**

1. Bepaal m.b.v. een pH-meter de pH van de volgende HCl-oplossingen:

0,1 M

0,01 M

0,001 M

0,0001 M

1. Bepaal de pH van de volgende azijnzuur-oplossingen:

0,1 M

0,01 M

0,001 M

0,0001 M

**Vragen en opdrachten**

1. Bereken voor de bovengenoemde oplossingen de H3O+ -concentratie uit de gemeten pH-waarde.

Alvorens je een pH-berekening kunt maken, moet je eerst weten of het zuur of de base sterk of zwak is.  
Heb je een sterk zuur of een sterke base, dan kun je het totaal aantal H3O+ ionen (of OH - ionen) direct berekenen uit de hoeveelheid zuur of base die aan de oplossing is toegevoegd.  
Bij zwakke zuren en basen kan dit niet.

In de BINAS tabel 49 staan de sterke zuren in de linker kolom boven H3O+ ; H3O+ is zelf ook een sterk zuur .  
De sterke basen staan in de rechter kolom, onder OH - ; OH - is zelf ook een sterke base .

|  |
| --- |
| **Eén sterk zuur in de oplossing**  > Hoeveel mol sterk zuur is er opgelost in hoeveel liter oplossing ? > Als het zuur één H + ion afsplitst, dit overdraagt op een watermolecuul en daardoor één H3O+ ion doet ontstaan (zoals alle sterke zuren in BINAS-tabel 49), weet je het aantal mol H3O+ dat ontstaat. > Bereken de concentratie H3O+ in mol per liter: Aantal mol H3O+ gedeeld door Volume oplossing (in liter). > Bereken de pH als volgt: pH = - log ( [ H3O+ ] ). |
| **Eén sterke base in de oplossing**  > Hoeveel mol sterke base is er opgelost in hoeveel liter oplossing ? > Als de base één OH - ion doet ontstaan (zoals alle sterke basen in BINAS-tabel 49, behalve O 2- die doet twee OH - ionen ontstaan), dan weet je het aantal mol OH - dat ontstaat. > Bereken de concentratie OH - in mol per liter: Aantal mol OH - gedeeld door Volume oplossing (in liter). > Bereken nu eerst de pOH als volgt: pOH = - log ( [ OH - ] ). > Bereken dan de pH als volgt: pH = 14 - pOH ( zie noot ).  *Noot* De formule pH = 14 - pOH geldt alleen bij T = 298 K. Bij een andere temperatuur moet je de waarde van de waterconstante K w weten en hieruit de pK w berekenen met: pK w = - log (K w ). Het kan natuurlijk ook zijn dat de pK w waarde al gegeven is. Vervolgens bereken je de pH als volgt: pH = pK w - pOH. |

**Een sterk zuur en een sterke base samen in 1 oplossing**

*Bijvoorbeeld 1*  
Aan 1,0 liter oplossing (eindvolume) zijn 0,250 mol H3O+ ionen toegevoegd en 0,205 mol OH - ionen. De OH - ionen zijn dus in de minderheid.  
De 0,205 mol OH - ionen worden helemaal 'opgegeten' (beter gezegd 'geneutraliseerd') door 0,205 mol H3O+ ionen (molverhouding 1 : 1).  
Dus blijft er van de H3O+ ionen 0,250 mol - 0,205 mol = 0,045 mol H3O+ ionen over. Deze bevinden zich in 1,0 liter (het eindevolume) dus de uiteindelijke concentratie H3O+ ionen is 0,045 mol / 1,0 liter = 0,045 mol L -1 .

De pH van het mengsel is dan pH = - log ( [ H3O+ ] ) = - log ( 0,045 ) = 1,35

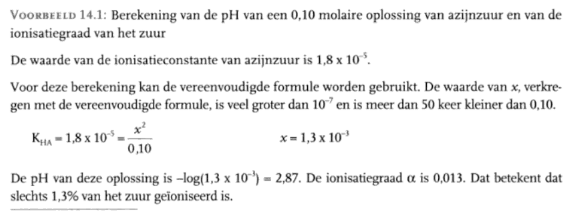
Controleer je antwoord en kijk of het logisch is !  
Er blijven uiteindelijk H 3 O + ionen over, dus de oplossing moet zuur zijn. Een pH-waarde van 1,35 hoort inderdaad bij een zure oplossing (zie plaatje boven).

*Bijvoorbeeld 2*  
Aan 1,0 liter oplossing (eindvolume) zijn 0,150 mol H3O+ ionen toegevoegd en 0,205 mol OH - ionen. De H3O+ ionen zijn nu in de minderheid.  
De 0,150 mol H3O+ ionen worden helemaal 'opgegeten' (beter gezegd 'geneutraliseerd') door 0,150 mol OH - ionen (molverhouding 1 : 1).  
Dus blijft er van de OH - ionen 0,205 mol - 0,150 mol = 0,055 mol OH - ionen over. Deze bevinden zich in 1,0 liter (het eindevolume) dus de uiteindelijke concentratie OH - ionen is 0,055 mol / 1,0 liter = 0,055 mol L -1 .

De pOH van het mengsel is dan pOH = - log ( [ OH - ] ) = - log ( 0,055 ) = 1,26  
Maar we willen de pH weten en niet de pOH...  
Als T = 298 K, dan geldt: pH = 14,00 - pOH, oftewel pH = 14,00 - 1,26 = 12,74.

*Controleer je antwoord en kijk of het logisch is !*  
Er blijven uiteindelijk OH - ionen over, dus de oplossing moet basisch zijn. Een pH-waarde van 12,74 hoort inderdaad bij een basische oplossing (zie plaatje boven).

1. Bereken voor elk van de acht oplossingen hoeveel procent van de opgeloste zuurmoleculen is geïoniseerd (m.a.w. de ionisatiegraad)



1. Rangschik de verkregen waarden in een tabel.
2. Verklaar het verschillende gedrag van de zuren.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **pH HCL-opl.** | **Sterk zuur** |  |
| 0,1 M | 0,95 |  |
| 0,01 M | 1,82 |  |
| 0,001 M | 2,87 |  |
| 0,0001 M | 4,42 |  |
| **pH azijnzuur-opl.** | **Zwak zuur** |  |
| 0,1 M | 2,71 |  |
| 0,01 M | 3,24 |  |
| 0,001 M | 3,86 |  |
| 0,0001 M | 4,80 |  |
|  |  |  |

Ionisatiegraad

