

# ИЗМЕРВАНЕ НА pH

---

## ВЪВЕДЕНИЕ

pH е единица за измерване която описва степента на киселинност или алкалност на разтвор. Измерва се по скала от 0 до 14, защото това са граничните стойности имащи смисъл в биосистемите. Означението pH произлиза от "p" - математическият символ за отрицателен логаритъм и "H" - химическото означение на водорода. Формалната дефиниция на pH е отрицателен логаритъм от активността на водородния йон.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

pH осигурява необходимата информация за степента на активност на киселина или основа във връзка с активността на водородния йон.

Стойността на pH на дадено вещество е директно свързана с отношението между концентрациите на водородния  $[\text{H}^+]$  и хидроксилния  $[\text{OH}^-]$  йон. Ако концентрацията на  $\text{H}^+$  е по-голяма от тази на  $\text{OH}^-$ , то веществото е киселинно и неговата стойност на pH е по-малка от 7. Ако концентрацията на  $\text{OH}^-$  е по-голяма от тази на  $\text{H}^+$ , веществото е с основна реакция и стойността му на pH е по-голяма от 7. Ако количествата на  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  са равни, то веществото е неутрално с  $\text{pH} = 7$ .

Киселините и основите съдържат съответно свободни водородни или хидроксилни йони. Тъй като връзката между водородните йони и хидроксилните йони в даден разтвор при дадени условия е константна, то би могло да се определи единия вид йони при измерване на другия. Ето защо pH е измерване на киселинност и алкалност въпреки че по дефиниция е селективно измерване на активността на водородния йон. Тъй като pH е логаритмична функция, то промяната с една единица pH е обусловена от десетократна промяна на концентрацията на водородни йони. Таблица 1 показва концентрациите на водородни и хидроксилни йони в зависимост от стойността на pH.

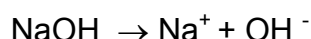
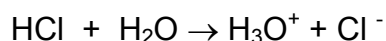
Табл. 1

pH	H <sup>+</sup>	OH <sup>-</sup>
0	(10 <sup>0</sup> ) 1	0.000000000000001 (10 <sup>-14</sup> )
1	(10 <sup>-1</sup> ) 0.1	0.00000000000001 (10 <sup>-13</sup> )
2	(10 <sup>-2</sup> ) 0.01	0.000000000001 (10 <sup>-12</sup> )
3	(10 <sup>-3</sup> ) 0.001	0.0000000001 (10 <sup>-11</sup> )
4	(10 <sup>-4</sup> ) 0.0001	0.000000001 (10 <sup>-10</sup> )
5	(10 <sup>-5</sup> ) 0.00001	0.00000001 (10 <sup>-9</sup> )
6	(10 <sup>-6</sup> ) 0.000001	0.0000001 (10 <sup>-8</sup> )
7	(10 <sup>-7</sup> ) 0.0000001	0.000001 (10 <sup>-7</sup> )
8	(10 <sup>-8</sup> ) 0.00000001	0.00001 (10 <sup>-6</sup> )
9	(10 <sup>-9</sup> ) 0.000000001	0.00001 (10 <sup>-5</sup> )
10	(10 <sup>-10</sup> ) 0.0000000001	0.0001 (10 <sup>-4</sup> )
11	(10 <sup>-11</sup> ) 0.00000000001	0.001 (10 <sup>-3</sup> )
12	(10 <sup>-12</sup> ) 0.000000000001	0.01 (10 <sup>-2</sup> )
13	(10 <sup>-13</sup> ) 0.0000000000001	0.1 (10 <sup>-1</sup> )
14	(10 <sup>-14</sup> ) 0.00000000000001	1 (10 <sup>0</sup> )

Един мол вещество се дефинира като брой молекули равен на числото на Авогадро ( $6.02 \times 10^{23}$  молекули), което като маса отговаря на молекулното тегло, само че в грамове. Например един мол натриева основа NaOH с молекулно тегло  $23 + 16 + 1 = 40$  е 40g натриева основа. Тъй като атомното тегло на водородния йон е 1, то в един мол водород има 1g водородни йони. Разтвор с pH = 10 има  $1 \times 10^{-10}$  мола водородни йони или  $10^{-10}$  грама в един литър разтвор.

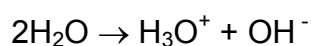
## ЙОНИЗАЦИЯ

Йонът е заредена частица, получена от атом или молекула, които са загубили или получили електрон или електрони. Различните по форма и количество йони в разтворите зависят от способността на атомите да отдават или получават електрони. Тези вещества дисоциират в разтворите формирайки водородни или хидроксилни йони. Молекули, които дисоциират лесно във водни разтвори формират силни киселини или основи. Примери за такива са хлороводорода и натриевия хидроксид, които във вода дават съответно солна киселина и натриева основа:

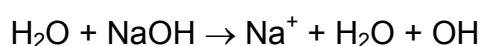
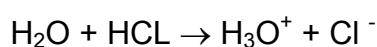


Във водни разтвори водородните йони нормално комбинират с водата и формират хидрониеви йони  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Измерването на pH в тези разтвори е измерване на концентрацията на хидрониевите йони. В прилагане на pH измервания обикновено понятията хидрониев и водороден йон са взимозаменяеми.

Някои вещества формират слаби киселини или основи, което означава че много малка част от тях дисоциира, следователно в разтвора има малко водородни или хидроксилни йони. Пример за това е оцетната киселина която формира по-малко от 1 водороден йон на всеки сто молекули. Чистата вода също дисоциира съвсем слабо давайки по  $10^{-7}$  водородни и  $10^{-7}$  хидроксилни йони на всяка молекула.



Прибавянето на киселина към водата повишава концентрацията на водородни йони и намалява концентрацията на хидроксилни. Прибавянето на основа към вода има точно обратния ефект.



---

## ИЗМЕРВАНЕ НА pH

Съществуват много широки приложения за измерването и управлението на pH: пречистване на питейни води, неутрализация на отпадни води, химически производства, хранително-вкусовата промишленост, фармация, козметични средства, опазване на околната среда и пр.

Индикация за стойността на pH може да бъде получена използвайки индикатори и индикаторни хартии, променящи цвета си при различни pH. Тези индикатори обаче са с ограничена чувствителност и трудно могат да бъдат използвани в цветни или замърсени проби.

Точни измервания се извършват с pH метър. Една система за измерване на pH се състои от три части: pH измервателен електрод, сравнителен електрод и волтметър с високо входно съпротивление. pH електродът може да бъде разглеждан като батерия чието напрежение се изменя в зависимост от pH на измервания разтвор. Този електрод представлява чувствителен към водородния йон стъклен балон чийто милivolтов изход се променя в зависимост от промяната на относителната концентрация на водородни йони във и извън балона. Изхода на сравнителния електрод не трябва да се променя при изменение на активността на водородния йон. pH електродът има много голямо вътрешно съпротивление, което е и проблема при измерването на изходното му напрежение. Затова входният импеданс на pH метъра е основен критерий. Самият pH метър представлява

високоимпедансен усилвател, с който се измерват точно електродните напрежения и резултатите се индицират директно в pH единици на аналогов или цифров дисплей.

## ТЕМПЕРАТУРНА КОМПЕНСАЦИЯ

Във всеки pH метър трябва да бъде предвидена температурна компенсация, тъй като pH електродите и самото измерване са температурно зависими. Температурната компенсация може да бъде ръчна или автоматична. При ръчната компенсация е необходимо отделно измерване на температурата и задаване на същата в pH метъра чрез съответен орган за управление. При автоматичната температурна компенсация сигналът от отделна температурна сонда се въвежда директно в самия pH метър.

Табл. 2

C°	pH										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	.30	.24	.18	.12	.06	0	.06	.12	.18	.24	.30
15	.15	.12	.09	.06	.03	0	.03	.06	.09	.12	.15
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	.15	.12	.09	.06	.03	0	.03	.06	.09	.12	.15
45	.30	.24	.18	.12	.06	0	.06	.12	.18	.24	.30
55	.45	.36	.27	.18	.09	0	.09	.18	.27	.36	.45
65	.60	.48	.36	.24	.12	0	.12	.24	.36	.48	.60
75	.75	.60	.45	.30	.15	0	.15	.30	.45	.60	.75
85	.90	.72	.54	.36	.18	0	.18	.36	.54	.72	.90

---

## КАКВО ВИ ПРЕДЛАГА “С.Т.ИНОВЕЙТОРС” ЕООД

От създаването си до днес фирмата се специализира, усъвършенства и в производството на средства за измерване на рН. “С.Т.ИНОВЕЙТОРС” ЕООД е изключителен дистрибутор на “SENSOREX” и “MICROELECTRODES” производители на електроди за промишлени, лабораторни и медицински цели. Предлага се широка гама от промишлени и лабораторни рН, ORP и сезори за разтворен кислород, буферни разтвори, консумативи и др. В областта на производство на средства за измерване на рН фирмата предлага следното:

- лабораторни рН метри
- промишлени рН метри
- рН трансмитери, преобразуващи рН в стандартен токов сигнал
- лабораторни системи за едновременно измерване на рН и проводимост
- портативни прибори за рН и проводимост с автономно хранване
- имитатори на рН
- устройства за измерване на рН чрез компютър без необходимост от допълнително хранване - рН MOUSE

Лабораторните уреди на С.Т.Иновейторс са изработени с **чисто диференциален високоомен (  $\gg 10^{14} \text{ Ohm}$  ) вход**, който позволява изключително прецизно измерване на рН и същевременно дава възможност за провеждане на други нестандартни потенциометрични измервания. Всички лабораторни уреди имат възможност за ръчна или автоматична температурна компенсация, калибровка на електродите по една или две точки, ръчно задаване на стойности за отместване и наклон на електрода, възможност за измерване на напрежение и др.

Промишлените средства за измерване на рН се състоят от рН трансмитери и промишлени рН метри. рН трансмитерите преобразуват измерената стойност на рН в ток 4 - 20 mA, който може да бъде подаден на промишлен рН метър или други измервателни устройства. Трансмитерите също са изработени с **диференциален високоомен вход**.

Този начин на изработка позволява качествено измерване на рН във всякакви промишлени условия, като неутрализира напълно негативните ефекти от обратни връзки предизвикани от занулявания, заземления и общи проводници. Ниската консумация трансмитерите решава проблема с взривобезопасно изпълнение.

Промишлените рН метри на фирмата имат дискретни изходи с настройваеми параметри, аналогови настройваеми изходи, цифрова и аналогова (барграф) индикация. По отношение на калибровка и температурна компенсация имат същите възможности като лабораторните рН метри описани по-горе.

Портативните прибори за измерване на рН и проводимост имат същите възможности, както и лабораторните. Особеното при тях е автономното захранване чрез акумулаторна батерия и възможността за запис на до 60 стойности на рН и проводимост. Тези стойности могат да се прочетат на самия прибор или да бъдат прехвърлени по серийна връзка в компютър или друго устройство.

Нова и удобна за потребителя система за измерване на рН предлагана от фирмата е така наречената рНmouse<sup>®</sup>. Тя се състои от рНmouse<sup>®</sup>, която се свързва директно към един от серийните портове на компютър без необходимост от допълнително захранване и програма за работа, индикация и регистрация на резултатите. Към рНmouse<sup>®</sup> може да се свърже произволен лабораторен рН електрод. Системата може да се използва за рутинни рН анализи, както и за контрол и регистрация на рН процеси в медицината, биологията и др.

Имитаторите на рН се използват за бърза проверка на различни устройства за измерване на рН. Захранват се от 9V батерия и могат да задават стойности 4, 7 и 10 рН.

### За контакти:

София, 1505  
ул. "Царичина" 1  
Тел. 02 870 21 56; 0888 45 99 53  
Факс: 02 973 37 27  
е-mail: [office@stinnovators.com](mailto:office@stinnovators.com)  
[www.stinnovators.com](http://www.stinnovators.com)

