عکاسی

هادی شفائیه

pH

درلابراتوارهای مدرن عکاسی با محلول‌هایی‌که درجهٔ آسیدی ویا قلیایی آنها معلوم نیست‌کار نمیکنند وبرای‌کنترل نتیجه عملیات ، ارقام ودرجات صریح ودقیق لازم دارند بدین سبب به pH معین محلولهای ظهور وثبوت وحتی حمام توقف مراجعه میکنند .

pH چیست ؟

pH علامتی است در شیمی که به‌کمك آن میتوان «قدرت» یك آسید ویا قلیایی ، همچنین یك معرف یا محلل (مثلاً محلول ظهورعکس) را به شکل «عدد» نشان داد .

این‌علامت‌نشان‌دهندهٔ درجهٔ آسیدی یا قلیایی یك محلول است برحسب غلظت‌آن‌ازلحاظ‌یون (ion) های هیدرژن‌آزاد.

برای معلوم شدن سودمندی این علامت به مثال‌های زیر توجه‌کنید : یك‌قطعه مرمررا‌که ازکربنات‌کلسیم متبلورتشکیل یافته به وسیلهٔ یك «آسید» حل و یا به‌عبارت دیگر تجزیه میکنیم درصورتیکه ازیك‌آسید«قوی» مانندآسیدکلرهیدریك ویا آسید نیتریك استفاده‌کنیم به مقصود خود خواهیم رسید . اما یك آسید «ضعیف» مانند آسید آستیك (جوهر سرکه) ویا آسید بریك نمیتواند مرمررا تجزیه ویا حل‌کند.

مثال دوم را ازگروه مواد قلیایی میتوان انتخاب‌کرد : یك ترکیب قلیایی ضعیف را درنظر بگیریم (مثلاً صابون) میدانیم‌که بطور بی‌ضرر میتوان دست و رو را باآن شست . اما اگربجای صابون ماده قلیایی قوی‌تری (مثلاً هیدرات سدیم که نام عامیانه آن سود سوزآور است) انتخاب‌کنیم وضع دگرگونه خواهد شد . محلول این ماده باعث تخریب بافت‌های حیوانی اجسام آلی وغیره . . . میگردد . (به همین جهت ازآن برای‌بازکردن لوله‌های دستشوئی‌وغیره‌که بوسیله قطعات گوشت ومواد چربی وتکه‌های پارچه وتظایرآن‌گرفته میشود استفاده میکنند) .

ازموادی‌که درعکاسی بکار میرود نیز میتوان مثالی آورد : با براکس ، که قلیایی ضعیفی است ، فقط ساختن محلولهای ظهورکند وکم قدرت امکان‌پذیر است . درحالیکه بوسیلهٔ هیدرات سدیم محلول‌های ظهورسریع ، که فوق‌العاده مؤثر است و نگاتیف‌های خیلی‌کنتراست ایجاد میکند . ساخته می‌شود .

البته همه میدانندکه آسید سولفوریك قوی‌تر ازآسید بریك‌است وسود محرق قلیایی‌تر ازبرکس‌میباشد ، اما بی‌کمك علامت ونشانهٔ خاصی‌نمیتوان‌به‌درستی‌اختلافی‌راکه بین«قدرت» این مواد وجود دارد توجیه‌کرد .

میدانیم‌که اندیکاتور یا معرف رنگی‌کلاسیك ، یعنی کاغذ وتشور تورنسل (گل‌آفتابگردان) ، دارای خاصیت تغییر رنگ درمجاورت آسید وقلیایی است . اما رنگ سرخی‌که این ماده درمجاورت آسیدکلرهیدریك به‌خود میگیرد با رنگ سرخ حاصل ازآسید آستیك اختلافی‌ندارد . همچنین براکس، کربنات سدیم وهیدرات سدیم هرسه‌کاغذ تورنسل را مانند هم آبی میکنند . بنابراین ، اندیکاتور مزبور درمورد «قدرت» محلول هیچگونه اطلاعی نمیتواند بدهد .

وضع شیمی تا چندین سال پیش بدین منوال بود . یك شیمیست دانمارکی L.P. Sörensen که در روی مخمرها به مطالعه میپرداخت میدانست‌که نتایج حاصل درمصرف عملی آنها بستگی نزدیك با «قدرت» آسید موجود درمحیط تخمیر دارد (غلظت یون‌های هیدرژن). اما ، راهی مناسب برای اندازه‌گیری دردست نداشت .

درآنموقع راههای متعدد برای تعیین قدرت شناخته شده بود ولی بکاربستن آنها چندان راحت نبود .

شیمیست مذکور سیستمی تأسیس وتدوین‌کردکه برای اندازه‌گیری ، میدان عمل وسیعی داشت وقابل تطبیق درموارد بسیارزیادی بود . این‌گسترش به‌کمك موارد حقیقتی‌که بسیار قاطعند به اثبات رسیده است . فی‌المثل یك محلول آسیدکلر هیدریك ۱۶۰۰۰ بار مؤثرتر ازمحلول آسیدبریکی است‌که دارای همان درجه غلظت ملکولی باشد . درمورد مواد قلیایی نیز وضع ازهمین قرار است . مثلاً محلول هیدرات سدیم ۶۰۰۰ بار مؤثرتر ازمحلول براکس میباشد .

درلابراتوارهای‌صنعتی pH را بادستگاه pH - Mètre

مجهز به الکترود شیشه ــ لیتیم اندازه‌گیری میکنند . این دستگاهها با دقت فوق‌العاده‌یی نتیجه را تعیین میکنند ، اما خیلی گران بوده وفقط توسط متخصصین قابل استفاده‌اند .

استفاده از روش رنگی Colorimetrique سهل‌تر است وفقط احتیاج به یك سری «شاهد» دارد .

تعریف pH

شیمیست نامبرده برای pH مقیاسی تدوین کرده که از صفر تا ۱٤ به چهارده بخش مساوی تقسیم شده‌است . درجهٔ ۷ آن با مواد خنثی مطابقت دارد ، فاصله صفر تا ۷ به مواد آسید اختصاص داده شده واز ۷ تا ۱٤ به مواد قلیایی .

رابطه میان دوبخش همجوار ۱۰ میباشد . به این معنی که اگر اختلاف یك بخش ۱۰ باشد ، اختلاف دوبخش ۱۰×۱۰ یعنی برابر ۱۰۰ خواهد بود وبدین ترتیب اختلاف ۵ بخش عبارت میگردد از ۱۰ به‌توان ۵ یعنی ۱۰۰۰۰۰ (۱۰۰۰۰۰ = 10^5) . به اصطلاح دیگر : یك ماده باصفر = pH ده برابر فعال‌تر ازمادهٔ دیگر با یك = pH ویکصد هزاربار فعال‌تر ازمادهیی با پنج = pH است . همین قاعده بطورقرینه در جهت قلیایی هم وجود دارد : مادهیی با ۱٤ = pH ده برابر فعال‌تر از ۱۳ = pH و ۱۰۰۰۰۰ بار فعال‌تر از ۱۰ = pH می‌باشد .

چنانکه گفته شد اندازه‌گیری‌های pH بطوربسیاردقیق با وسایل الکتریکی انجام میگیرد که بسیار پرخرج است ، ولی درسایه فعالیت‌های شیمیست دانمارکی ودانشمندان آمریکائی Lubbs و Cohen طریقهٔ سهل و ارزانی ایجاد گردید . نتیجهٔ تجسات آنها تهیهٔ یك سری اندیکاتور (معرف) های رنگی جدید بود که با دقت کافی عملاً میتواند pH یك مایع را تعیین کند . گرچه طرزعمل آنها نیزشباهت به تورنسل‌دارد ولی هم دقیق‌تر ازآنست وهم میدان عمل‌شان متغیرتر. تورنسل فقط میان pH = ۵ و pH = ۸ عمل میکند ولی‌معرف‌های مزبور درمیدان تنگتری. نوسان دارند : مثلاً بلود وتیمول درمیان ۱/۲ – ۲/۸ ازسرخ به زرد تغییررنگ میدهد ودربین ۸ – ۹/٦ از زرد به آبی .

درتابلوی ۱ چند معرف با مشخصات آن مشاهده میشود . طرز اندازه‌گیری دقیق‌تر درسطرهای بعد ذکرخواهد شد .

درتابلوی ۲ pH چند محلول ظهورمتداول ودرتابلوی ۳ pH محلول‌ها بطورکلی نشان داده شده است .

تابلوی ۱

نام معرف	حدود pH قابل‌استفاده	تغییررنگ
Violet de méthyle	0.1 - 1,5	بنفش ــ زرد
Bleu de thymol	1.2 - 2,8	زرد ــ سرخ
Bleu de bromophénol	3 - 4,6	آبی ــ زرد
Rouge de méthyle	4,2 - 6,3	زرد ــ سرخ
Bleu de bromothymol	6 - 7,6	آبی ــ زرد
Rouge de crésol	7,2 - 8,8	سرخ ــ زرد
Bleu de thymol	8 - 9,6	آبی ــ زرد
Thymolphtaléïne	9,3 - 10,5	آبی ــ بی‌رنگ
Jaune d'alizarine	10.1 - 12,1	سرخ ــ زرد

تابلوی ۲

Agfa	Rodinal	12,30
Kodak	D. 76	8,60
Kodak	D. K. 20	8,15
Kodak	D. 23	7,90
Kodak	D. 25	7,20
Chlorhydrate de diamidophénol + Sulfite		7,00

تگیسانان «ارنوگاد»

آغاز کار

تابلوی ۳

محلول‌های ظهور قوی	۱۲ – ۱۳
محلول‌های ظهور کاغذ متول + هیدروکینون	۱۱/۵ – ۱۱
محلول‌های‌ظهور اونیورسل متول+هیدروکینون	۱۰ – ۱۱
محلول‌های نیمه ریزدانه	۹ – ۹/۸
محلول‌های ریزدانه	۸/۲ – ۸/۹
محلول‌های سوپر ریزدانه	۸ – ۷/٤
محلول ثبوت خنثی	۸/۸ – ۷/۵
محلول ثبوت آسید	٦ – ٤/۵
محلول ثبوت سفت‌کننده	٤/۵ – ٦/۵
حمام توقف	٤/۵ – ۳/۸

یك محلول ظهور «ریزدانه» حقیقتاً موجب کوچك‌شدن دانه‌های نقره نخواهد شد مگر اینکه pH آن پایین‌تر از ۸/۷ باشد .

درمحلول‌های ظهور رنگی فعل و انفعالات بستگی تام وتمام با pH دارد وبایدکه با دقت تنظیم شده وثابت‌نگهداشته شود .

وقتی‌گفته میشودکه یك حمام ثبوت‌دارای pH = ٤/۵ ردیگری pH = ۵/۵ است بلافاصله فهمیده میشودکه اولی‌ده برابر آسیدتر از دومی است . همچنین محلول ظهوری با pH = ۱۱ ده برابر قلیایی‌تر ازمحلول ظهوری‌است‌که pH آن ۱۰ میباشد و الخ . . .

قبلاً گفتیم‌که فعالیت یك محلول ظهور بستگی دارد با «قدرت» قلیایی، واینك میتوانیم برای **اصطلاح کیفی**«قدرت» جانشینی تعیین کنیم که عبارت است از **علامت کمّی** pH . درآزمایش‌هایی‌که سال ۱۹۳۳ ازطرف دانشمندان روس Faermann و Schischkina با متول انجام شد معلوم‌گردید که طبیعت ماده قلیایی به‌کاررفته درسرعت عمل ظهور تأثیر ندارد بلکه pH است‌که دراینمورد تأثیر میکند . قلیایی‌های مورد استفاده هرچه باشد اگر pH آنها اختلافی نداشته‌باشد فعالیت محلول‌های ظهور مانند هم خواهد بود .

برای فعالیت مشابه ، ارزش pH به طبیعت احیاکننده بستگی دارد . درحالیکه متول مستعد ظهور است با pH ٦ ــ ۷ ، هیدروکینون با pH = ۹ شروع به تأثیر وعمل میکند ، دلیل اینکه مخلوط متول ــ هیدروکینون اینقدر مورد استفاده میباشد همین است . با هیدروکینون ظاهرشدن تصویر خیلی دیرآغازمیشود ولی‌همینکه شروع گردید باسرعت قدرت‌کسب‌کرده وسیاه میشود . برعکس ، متول درعرض چند ثانیه موجب ظهورتصویرمیگردد . بدین‌ترتیب متول درابتدای ظهورتأثیرمیکند وهنگامیکه دورهٔ الناسپری‌شد هیدروکینون به سرعت‌کنتراست تصویررا بالا میبرد .

اندازه‌گیری pH

به محلول موردآزمایش ، ازمحلول معرف‌لازم (با غلظت نیم درصد) اضافه میکنند . رنگ اولیه تغییر می‌یابد و رنگ جدید را با ردیف «شاهد»ها مقایسه میکنند .

		از
Bleu de Thymol	2,8 — 1,2	برای pH های
Bleu de Bromophénol	4,6 — 3	
Vert de Bromocrésol	5,6 — 4	
Rouge de Chlorophénol	6,8 — 5,2	
Rouge de Phénol	8,4 — 6,8	
Phénol-phtaléine	10,2 — 8,6	
Jaune d'Alizarine G. G.	11,8 — 10,2	

به‌کار میرود .

تحقیق pH محلول‌های ظهورعادی معمولاً به‌کمك فنل ــ فتالئین انجام میگیرد .

با «کاغذ معرف» اندازه‌گیری سریع امکان‌پذیر است . گرچه دقت این عمل نسبتاً کم است معهذا برای یك آماتور کفایت میکند .

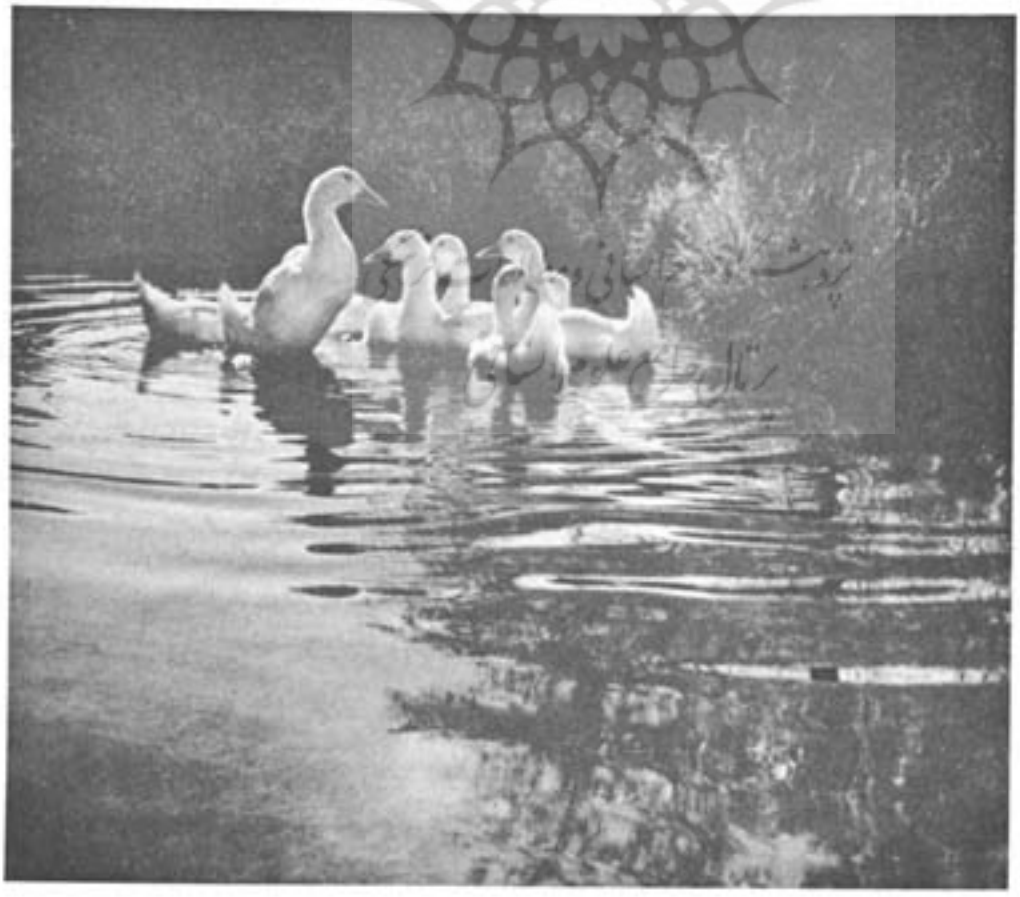
مثلاً : کاغذی به نام Prolabo وجود داردکه به شکل نوار زردرنگی است . این نواررا درمحلولی‌که pH آن باید اندازه‌گیری شود فرومیکنند ، اگرمایع آسید باشد رنگ‌کاغذ فوراً به سرخ متمایل میگردد واگر قلیایی باشد رنگ بنفش بخود خواهدگرفت . pH = 7 (وضع خنثی) با رنگ سبز متوسط معلوم میگردد . رنگ حاصل با نمونه‌هایی‌که هریك با pH معینی مطابقت داشته و روی جعبه کاغذ وجود دارد مقایسه میگردد .

گاهی پیش میآیدکه رنگ حاصل با هیچ یك ازرنگهای نمونه کاملاً مطابقت نمیکند . مثلاً ممکن است میان بنفش روشن = pH = 9 وبنفش تیره = pH = 10 باشد . دراین صورت معلوم میشودکه pH محلول مورد آزمایش تقریباً = ۹/۵ است .

اندازه‌گیری دقیق‌تر باکاغذ به‌نام Lyphan امکان‌پذیر میگردد .

یك‌کاغذ اونیورسال وجود داردکه میتوان باآن pH بین ۳ ــ ۱۲ را با اختلاف یك درجه اندازه‌گیری‌کرد . نوار را در محلول مورد نظر فروکرده ، در حرارت عادی ، در محلول‌های سیال ، کافی است یك ثانیه نگهداشت . اما در محلول‌های قلیایی غلیظ میتوان تا پنج ثانیه غوطه‌ور کرد . سپس بیرون آورده باید نگهداشت تا قطرات آن بچکد وسپس رنگش را با نمونه‌ها مقایسه‌کرد . این مقایسه بهتراست هم با تابش نور وهم با عبور نور انجام‌گیرد . رنگ‌کاغذ مزبور از سرخ نارنجی ــ زرد ــ سبز ــ آبی تا بنفش تغییرمیکند وچنانکه‌گفته شد دقت آن تقریباً یك واحد pH است .

اگردقت بیشتری‌موردنظرباشد وبخواهند درجاتی‌دربین یك درجه pH پیداکنند اندازه‌گیری دوم باکاغذ دیگری انجام میگیردکه میتواند فواصل تنگ‌تری را تعیین‌کند . مثلاً باکاغذ اونیورسال مشخص میشودکه pH محلول درحدود ۶ است . با کاغذ شماره ۶۶۸ میتوان اختلاف‌هایی درحدود



بعدازظهر آفتابی

پایان روز

۶/۳ ــ ۶/۶ ــ ۶/۹ را تعیین کرد . با کاغذ شماره ۶۶۶ فواصل کمتری را میتوان مشخص نمود .

دقت ! کاغذهای معرف حتماً باید درجای خشك نگهداری شود .

اگر لازم باشد که pH درحدود ۰/۲ واحد اندازه گیری گردد محلول مورد آزمایش را با لوله‌های محتوی مایعات رنگین که حاضر وآماده فروخته میشود ، میتوان مقایسه کرد . مثلاً اندازه‌گیری بین ۶ ــ ۷ به‌کمك یك سری لوله‌های اضافی آبی برموتیمول میسر میگردد .

pH حمام‌های ثبوت

لازم به یادآوری است که اهمیت تعیین pH تنها مربوط به محلولهای ظهور نبوده در محلولهای ثبوت نیز به همان درجه مهم است .

قدرت آسیدی محلول‌های ثبوت به تدریج درموقع کار کردن کاسته میشود ولازم است آنرا به سهولت کنترل کرده ودرمواقع لزوم دوباره بقدرت کافی رسانید .

کاغذهای معرفی به نام Ionoskrib دردفترچه‌های ده برگی وجود دارد که با گذاشتن یك قطره ازمحلول برروی آن وحصول رنگهای مختلف میتوان به میزان pH پی برد . درجه آسید محلول ثبوت برحسب جدول زیرمعلوم میشود :

مقدار آسید محلول ثبوت	رنگ بوجود آمده	ارزش
خوب	زرد	۴
خوب	سبز	۵
آسید حمام باید تقویت شود	آبی	۶

بالابردن قدرت آسیدی حمام با افزودن کم کم محلول زیر انجام میگیرد . تااینکه برگ کاغذ به رنگ سبز ــ زرد درآید (pH = ۴/۷) .

سولفیت سدیم آنهیدر	۵۰ گرم
آسید آستیك	۵۰ سانتیمترمکعب
آب ، مقدار کافی تا	۱۰۰۰ سانتیمترمکعب

معمولاً حمام ثبوت تا فرسودگی کامل میتواند ۲ ــ ۳ بار تقویت آسیدی گردد .

حمام‌های ثبوت سفت کننده

این حمام‌ها درحدود pH = ۴/۲ بطورمناسب تأثیر میکنند . وقتی به ۴/۸ برسد نوعی رسوب املاح آلومینیوم ایجاد میشود ، اضافه کردن آسیدبریك تەنشین شدن سولفیت آلومینیوم را به تأخیر میاندازد .

pH بالاتر از ۴ هیپوسولفیت را تجزیه میکند .

* * *

بدین‌ترتیب اهمیت روزافزون pH درعکاسی، بالخاصه کاررنگی، معلوم میگردد . زیرا امکان میدهد تا درلابراتوارها بطورعملی‌تری به کارپردازند وهمواره ازقدرت وانرژی حمام‌ها اطلاع داشته باشند . آنچه دراین جا بیان شد توضیح ساده‌یی بود درباره pH خوانندگان برای کسب اطلاعات بیشتر میتوانند به کتابهای شیمی مراجعه کنند .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی