

محلول سازی در آزمایشگاه شیمی

تهیه و تدوین: رضا مهرابی پور

محلول سازی

مولاریته: تعداد مولهای جسم حل شده در یک لیتر محلول می گویند

مولاریته: تعداد مولهای جسم حل شده در هزار گرم حلال می گویند

نرمالیه: تعداد اکی والام گرم جسم حل شده در یک لیتر محلول می گویند

تهیه محلول از محلول تجارتي

$$V = \frac{CM \times M \times V'}{1000 \times \rho' \times D} = \frac{N \times M \times V'}{1000 \times \rho' \times D}$$

تهیه محلول از جامد تجارتي

$$m' = \frac{CM \times M \times V'}{1000} = \frac{N \times M \times V'}{n \times 1000}$$

تعیین غلظت یک محلول ساخته شده

<table border="1"> <tr> <td>V</td> <td>(ml)</td> <td>حجم مورد نیاز از محلول تجارتي</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>(gr)</td> <td>جرم ملکولی حل شونده</td> </tr> <tr> <td>CM</td> <td></td> <td>مولاریته</td> </tr> <tr> <td>ρ'</td> <td></td> <td>درصد خلوص</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>(gr/lit)</td> <td>دانسیته</td> </tr> <tr> <td>W1</td> <td>(gr)</td> <td>وزن جسم حل شده</td> </tr> <tr> <td>W2</td> <td>(gr)</td> <td>وزن حلال</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>(gr)</td> <td>وزن اکی والان</td> </tr> <tr> <td>Fw</td> <td>(gr)</td> <td>وزن فرمولی</td> </tr> <tr> <td>m'</td> <td>(gr)</td> <td>مقدار مورد نیاز</td> </tr> </table>			V	(ml)	حجم مورد نیاز از محلول تجارتي	M	(gr)	جرم ملکولی حل شونده	CM		مولاریته	ρ'		درصد خلوص	D	(gr/lit)	دانسیته	W1	(gr)	وزن جسم حل شده	W2	(gr)	وزن حلال	E	(gr)	وزن اکی والان	Fw	(gr)	وزن فرمولی	m'	(gr)	مقدار مورد نیاز	تعیین مولاریته یک محلول تجارتي	$CM = \frac{1000 \times \rho' \times D}{M}$
			V	(ml)	حجم مورد نیاز از محلول تجارتي																													
M	(gr)	جرم ملکولی حل شونده																																
CM		مولاریته																																
ρ'		درصد خلوص																																
D	(gr/lit)	دانسیته																																
W1	(gr)	وزن جسم حل شده																																
W2	(gr)	وزن حلال																																
E	(gr)	وزن اکی والان																																
Fw	(gr)	وزن فرمولی																																
m'	(gr)	مقدار مورد نیاز																																
			تعیین غلظت بر حسب درصد وزنی	$CM = \frac{W \times 100}{W1 + W2}$																														
			تعیین غلظت بر حسب مولالیه	$CM = \frac{W1 \times 100}{M \times W2}$																														
			تعیین غلظت بر حسب مولاریته	$CM = \frac{W1}{M \times V}$																														
			تعیین غلظت بر حسب فرمالیه	$F = \frac{W1}{Fw \times V}$																														
			تعیین غلظت بر حسب فرمالیه	$N = \frac{W1}{E \times V}$																														

تبدیل غلظت ها

<table border="1"> <tr> <td>CM</td> <td>مولاریته</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>وزن اکی والان</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>تعداد یونهای ایجاد شده از یک ملکول</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>غلظت معمولی</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>فرمالیه</td> </tr> <tr> <td>ppm</td> <td>قسمت در میلیون</td> </tr> <tr> <td>ppb</td> <td>قسمت در میلیارد</td> </tr> </table>		CM	مولاریته	E	وزن اکی والان	I	تعداد یونهای ایجاد شده از یک ملکول	C	غلظت معمولی	F	فرمالیه	ppm	قسمت در میلیون	ppb	قسمت در میلیارد	$N = CM \times N$	تبدیل مولاریته به نرمالیه
		CM	مولاریته														
		E	وزن اکی والان														
		I	تعداد یونهای ایجاد شده از یک ملکول														
		C	غلظت معمولی														
		F	فرمالیه														
		ppm	قسمت در میلیون														
		ppb	قسمت در میلیارد														
$CM = \frac{C}{M}$	تبدیل غلظت معمولی به مولاریته																
$N = \frac{C}{E}$	تبدیل غلظت معمولی به نرمالیه																
$E = \frac{M}{n}$	تبدیل جرم ملکولی به وزن اکی والان																
$CM = I \times F$	تبدیل فرمالیه به مولاریته																
$ppm = C \times 10^{-6}$	تبدیل غلظت معمولی به ppm																
$ppb = C \times 10^{-9}$	تبدیل غلظت معمولی به ppb																

غلظت

$\frac{\text{وزن جسم حل شده (گرم)}}{\text{وزن حلال} + \text{وزن جسم حل شده}} \times 100$	درصد وزنی
$\frac{\text{حجم جسم حل شده}}{\text{حجم محلول}} \times 100$	درصد حجمی
$\frac{\text{وزن جسم حل شده (گرم)}}{\text{حجم محلول}} \times 100$	درصد وزنی حجمی
$\frac{\text{وزن جسم حل شده (گرم)}}{\text{وزن محلول (گرم)}} \times 10^{-6}$	قسمت در میلیون (ppm)
$\frac{\text{وزن جسم حل شده (گرم)}}{\text{وزن محلول (گرم)}} \times 10^{-9}$	قسمت در میلیارد (ppb)
$\frac{\text{وزن جسم حل شده (گرم)}}{\text{وزن محلول (گرم)}} \times 10^{-3}$	قسمت در هزار (ppt)
<p>اگر حلال آب و مقدار ماده حل شده کم باشد $d = 1 \text{ gr/lit}$</p> $\text{ppm} = \frac{\text{وزن ماده حل شده (میلی گرم)}}{\text{حجم محلول (لیتر)}} \times 10^{-6}$	

تهیه محلول 0/01 نرمال EDTA:

از نمک دی سدیم EDTA ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) به فرمول $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ و به وزن ملکولی 372/24 گرم استفاده میشود.

$$m = \frac{CM \times M \times V}{1000} = \frac{N \times M \times V}{n \times 1000}$$

$$m = \frac{0.01 \times 372.24 \times 10000}{1 \times 1000} = 37.224 \text{ gr}$$

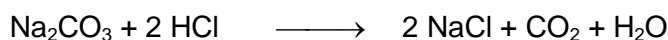
برای این کار نمک دی سدیم EDTA دو آب به خالص را در 80°C در اون خشک کنید تا رطوبت سطحی آن گرفته شود و پس از سرد کردن، 37/22 گرم از آن را وزن کرده و در یک ظرف ده لیتری با آب مقطر به حجم ده لیتر برسانید.

چنانچه بخواهیم از تیترازول (Titrisol) 0/1N استفاده کنیم، می توان یک عدد از آن را به حجم 10 لیتر رساند.

آب مقطر مصرفی برای به حجم رسانیدن محلول EDTA، به ویژه محلولهای رقیق، نباید حاوی مقادیر خیلی جزئی یونهای چند ظرفیتی باشد. آب مقطری که معمولاً در آزمایشگاه به کار میرود، ممکن است به تقطیر مجدد نیاز داشته باشد.

استاندارد کردن اسید کلریدریک

از کربنات سدیم استفاده می شود



تعداد اکی والان کربنات سدیم = تعداد اکی والان اسید

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$\text{تعداد اکی والان کربنات سدیم} = \frac{\text{وزن نمونه کربنات سدیم}}{\text{وزن اکی والان کربنات سدیم}}$$

$$\text{وزن اکی والان کربنات سدیم} = \frac{M}{N} = \frac{105.99}{2} = 52.995 \text{ gr}$$

$$\text{تعداد اکی والان کربنات سدیم} = \frac{\text{وزن نمونه کربنات سدیم}}{52.995} = \text{eq}$$

$$\text{تعداد اکی والان کربنات سدیم} = \frac{\text{وزن نمونه کربنات سدیم}}{52.995} \times 1000 = \text{meq}$$

استاندارد کردن اسید کلریدریک 0/1 نرمال :

مقدار 0/106 گرم کربنات سدیم را با اسید کلریدریک تیترو می نمایند

$$\text{تعداد اکی والان کربنات سدیم} = \frac{\text{وزن نمونه کربنات سدیم}}{52.995} \times 1000 = 2 \text{ meq}$$

$$N_1V_1 = N_2V_2 \implies N_1V_1 = 2 \text{ meq}$$

$$N \text{ HCl} = \frac{2.0}{V \text{ HCl}}$$

استاندارد کردن اسید کلریدریک یک نرمال :

مقدار 1/325 گرم کربنات سدیم را با اسید کلریدریک تیترومی نمایند

$$\text{وزن نمونه کربنات سدیم} = \frac{\text{تعداد اکی والان کربنات سدیم}}{52.995} \times 1000 = 25 \text{ meq}$$

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \quad N_1 V_1 = 25$$

$$N \text{ HCl} = \frac{25}{V \text{ HCl}}$$

تهیه محلول 0/05 نرمال نیترات نقره:

$$m = \frac{CM \times M \times V}{1000} = \frac{N \times M \times V}{n \times 1000}$$

$$m = \frac{0/05 \times 169/8749 \times 1000}{1 \times 1000} = 8/4937 \text{ gr}$$

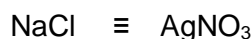
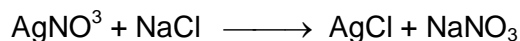
8/4937 گرم نیترات نقره را در آب مقطر حل نموده و حجم را به یک لیتر برسانید و با محلول

0/05 نرمال کلرور سدیم یا پتاسیم استاندارد نمائید.

محلول نیترات نقره را هنگامی که مورد استفاده قرار نمی گیرد، در مکانی تاریک نگهداری کنید.

استاندارد کردن نیترات نقره

چنانچه از کلرور سدیم برای استاندارد کردن نیترات نقره استفاده شود:



NaCl	AgNO ₃
58/4428	1000 × 1
2/9221	(N × V) AgNO ₃

$$58/4428 \times N \text{ AgNO}_3 \times V \text{ AgNO}_3 = 2922/1$$

$$N \text{ AgNO}_3 = \frac{50}{V \text{ AgNO}_3}$$

چون یک لیتر از محلول 0/05 نرمال کلرور سدیم نیاز به مصرف نیترات نقره زیادی دارد بنابراین از حجم کمتری استفاده میکنند.
اگر از 10 میلی لیتر استفاده شود:

$$N \text{ AgNO}_3 = \frac{1}{2 \times V \text{ AgNO}_3}$$

چنانچه از 25 میلی لیتر از محلول 0/05 نرمال کلرور سدیم استفاده شود:

$$N \text{ AgNO}_3 = \frac{1/25}{V \text{ AgNO}_3}$$

چنانچه از کلرور پتاسیم برای استاندارد کردن نیترات نقره استفاده شود:



$$\begin{array}{r} \text{KCl} \\ 74/55 \\ 3/7277 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \text{AgNO}_3 \\ 1000 \times 1 \\ (\text{N} \times \text{V}) \text{AgNO}_3 \end{array}$$

$$\text{N AgNO}_3 = \frac{50}{\text{V AgNO}_3}$$

چون یک لیتر از محلول 0/05 نرمال کلرور پتاسیم نیاز به مصرف نیترات نقره زیادی دارد بنابراین از حجم کمتری استفاده می کنند.
چنانچه از 10 میلی لیتر استفاده شود:

$$\text{N AgNO}_3 = \frac{1}{2 \times \text{V AgNO}_3}$$

چنانچه از 25 میلی لیتر از محلول 0/05 نرمال کلرور سدیم استفاده شود:

$$\text{N AgNO}_3 = \frac{1/25}{\text{V AgNO}_3}$$

تهیه محلول 1000 ppm Na₂O :

$$\frac{1000 \text{ mg Na}_2\text{O}}{\text{Lit}} \times \frac{1 \text{ mmole Na}_2\text{O}}{61/979 \text{ mg Na}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mmole NaCl}}{1 \text{ mmole Na}_2\text{O}} \times \frac{58/443 \text{ mg Na}_2\text{O}}{1 \text{ mmole NaCl}} \times$$

$$\frac{1 \text{ gr NaCl}}{1000 \text{ mg NaCl}} = 1/8859 \text{ g/lit}$$

1/8859 گرم از کلور سدیم را در آب مقطر حل نموده و حجم را به یک لیتر برسانید.

تهیه محلول 1000 ppm K₂O:

$$\frac{1000 \text{ mg K}_2\text{O}}{\text{Lit}} \times \frac{1 \text{ mmole K}_2\text{O}}{94/20 \text{ mg K}_2\text{O}} \times \frac{2 \text{ mmole KCl}}{1 \text{ mmole K}_2\text{O}} \times \frac{74/555 \text{ mg K}_2\text{O}}{1 \text{ mmole KCl}} *$$

$$\frac{1 \text{ gr KCl}}{1000 \text{ mg KCl}} = 1/5829 \text{ g/lit}$$

1/5829 گرم از کلور پتاسیم را در آب مقطر حل نموده و حجم را به یک لیتر برسانید.

محلول 5 ppm Na₂O و 10 ppm K₂O :

5 میلی لیتر از محلول 1000 ppm Na₂O و 10 میلی لیتر از محلول 1000 ppm K₂O را در یک بالن ژوژه یک

لیتری به حجم برسانید

وزن اتمی عناصر بر اساس کربن 12

وزن اتمی	عنصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	عنصر	علامت اختصاری
126.9044	ید	I	10.7.870	نقره	Ag
39.102	پتاسیم	K	26.9815	آلومینیوم	Al
6.939	لیتیم	Li	10.811	بور	B
24.312	منیزیم	Mg	137.34	باریم	Ba
54.9380	منگنز	Mn	9.0122	برلیم	Be
95.94	مولیبدن	Mo	208.980	بیسموت	Bi
14.0067	نیتروژن	N	79.909	برم	Br
22.9898	سدیم	Na	12.01115	کربن	C
58.71	نیکل	Ni	40.08	کلسیم	Ca
15.9994	اکسیژن	O	35.453	کلر	Cl
30.9738	فسفر	P	58.9332	کبالت	Co
207.19	سرب	Pb	51.996	کروم	Cr
195.09	پلاتین	Pt	132.905	سزیم	Cs
30.9738	گوگرد	S	63.54	مس	Cu
28.086	سیلیسیم	Si	18.9984	فلوئور	F
118.69	قلع	Sn	55.847	آهن	Fe
47.90	تیتانیوم	Ti	1.00797	هیدروژن	H
65.37	روی	Zn	200.59	جیوه	Hg

وزن ملکولی مواد

فرمول شیمیائی	وزن ملکولی	فرمول شیمیائی	وزن ملکولی	فرمول شیمیائی	وزن ملکولی
Ag	107.87	Fe	55.85	Mg	24.31
AgCl	143.32	FeO	71.85	MgO	40.31
AgNO3	169.87	Fe2O3	159.69	N	14.007
Al	26.98	Fe3O4	231.54	NH3	17.03
Al2O3	101.96	H	1.008	NH4Cl	53.49
Ba	137.34	HCl	36.46	NH4NO3	80.04
BaCl2	208.25	HNO3	63.01	Na	22.99
BaCl2.2H2O	244.28	H2O	18.02	NaCl	58.44
BaSO4	233.40	H3PO4	98.00	Na2CO3	105.99
Ca	40.08	H2SO4	98.08	Na2O	61.98
CaCO3	100.09	Hg	200.59	NaOH	40.00
CaO	56.08	HgCl2	271.50	O	16.00
CaSO4	136.14	K	39.10	S	32.04
CaSO4.2H2O	172.18	KCl	74.56	SO3	80.07
C	12.01	K2CrO4	194.20	Si	28.09
Ch3COOH	60.05	K2Cr2O7	294.19	SiO2	60.08
CO2	44.01	KmnO4	158.04	Sn	118.69
Cl	35.45	K2O	94.20	SnCl2.2H2O	225.63
F	19	KOH	56.11	Zn	65.37

دانسیته آب در 15 تا 30 درجه سانتیگراد

درجه حرارت	دانسیته	وزن یک میلی لیتر آب
15	0.99913	0.99793
16	0.99897	0.99780
17	0.99880	0.99766
18	0.99862	0.99751
19	0.99843	0.99735
20	0.99823	0.99718
21	0.99802	0.99700
22	0.99780	0.99680
23	0.99757	0.99660
24	0.99732	0.99638
25	0.99707	0.99615
26	0.99681	0.99593
27	0.99654	0.99569
28	0.99626	0.99544
29	0.99597	0.99518
30	0.99567	0.99491