محلول سازی

محلول سازی

محلول سازی یکی از متداولترین و در عین حال دقیق ترین کارهایی است که در آزمایشگاه انجام می شود. محلول سازی به معنای ساختن محلول مورد نظر و لازم از مواد شیمیایی و یا محلول های استاندارد می باشد.

محلول چیست؟

مخلوط همگنی از دو یا چند ماده

غلظت چیست؟

مقادیر نسبی اجزای موجود در یک محلول

انواع محلول ها

حالت فیزیکی محلول	حالت فیزیکی اجزای سازنده محلول به طور خالص	مثال
گاز	گاز در گاز	هوا یا هر مخلوط دیگری از گازها.
	مایع در گاز	آب در هوا یا برم در کلر.
	جامد در گاز	نفتالین در متان یا ید در ازت.
مایع	گاز در مایع	گاز آمونیاک در آب یا گاز اسیدکلریدریک در بنزن
	مایع در مایع	الکل در آب یا برم در کربن تتراکلرید
	جامد در مایع	شکر در آب یا ید در اتر
جامد	گاز در جامد	هیدروژن در پالادیم
	مایع در جامد	جیوه در تالیوم
	جامد در جامد	طلا در نقره یا کلرید آمونیم در کلرید پتاسیم

انحلال پذیری

- بیشترین مقدار حل شونده که می تواند در یک مقدار معینی از یک حلال مخصوص در یک دمای خاص، حل شود را انحلال پذیری آن ماده در این حلال می گویند.

دما

قطبیت

فشار

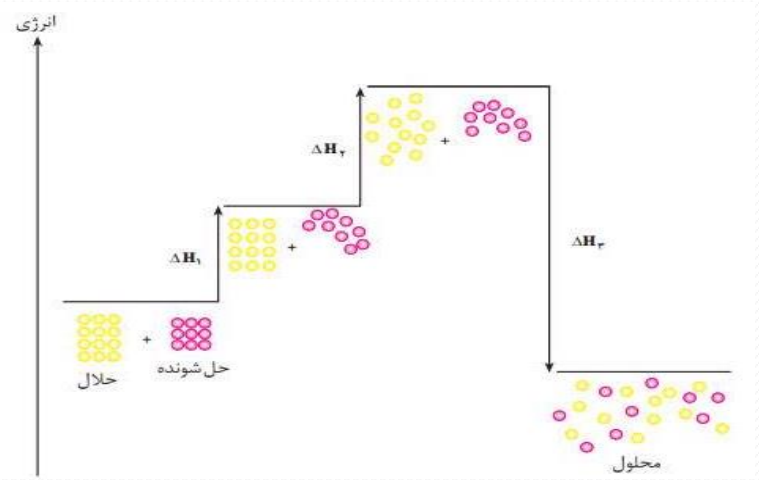
اندازه مولکولی

هم زدن

مقدار ماده حل شونده

فرایند انحلال

- وقتی یک حل شونده در یک حلال حل می شود ابتدا پیوند بین مولکول های حل شونده شکسته و اجزای آن از هم جدا می شود. همچنین پیوند بین مولکول های حلال نیز از هم گسسته و سپس بین مولکول های حلال و حل شونده پیوند جدید برقرار می شود.
- در این فرآیند، شکستن پیوندها احتیاج به انرژی دارد و تشکیل پیوندها با آزاد شدن انرژی و گرما همراه است که به این گرما، گرمای انحلال (ΔH)می گویند. اگرمیزان انرژی آزاد شده بیشتر باشد فرآیند گرمازا و اگر میزان انرژی مصرف شده زیاد باشد فرآیند انحلال گرماگیر خواهد بود

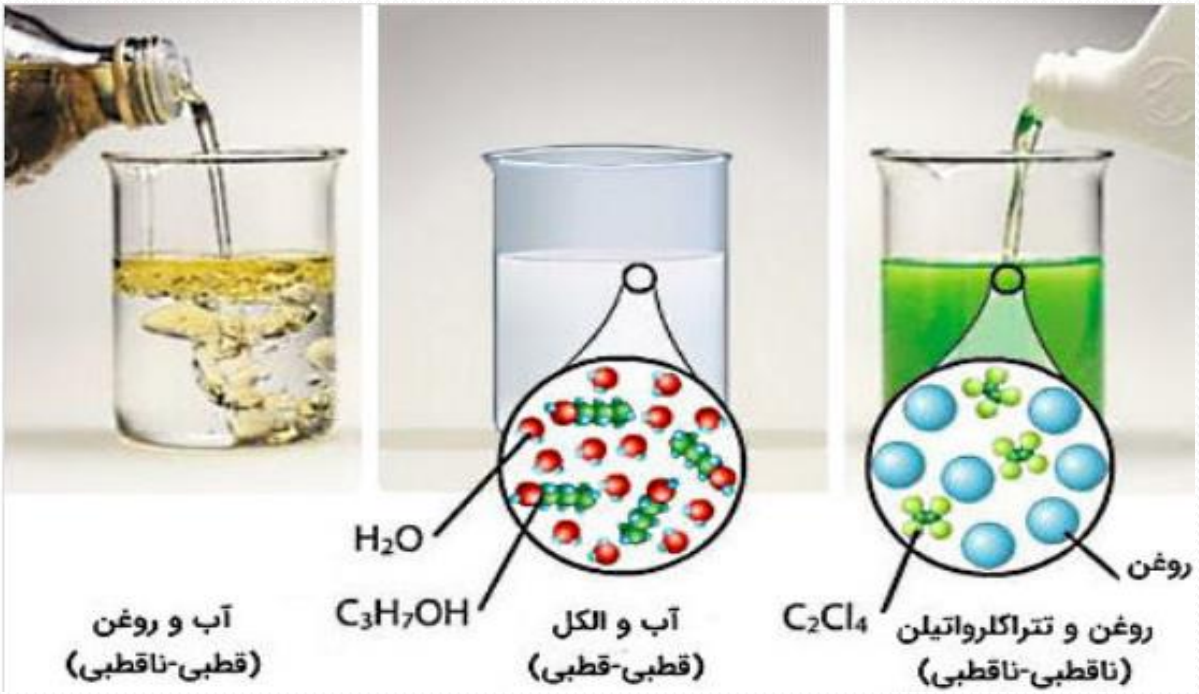


تشکیل محلول به دو عامل مهم بستگی دارد:

- تمایل حلال و حل‌شونده به مخلوط شدن
- نیروها و برهم‌کنش‌های بین‌مولکولی بین حلال و حل‌شونده

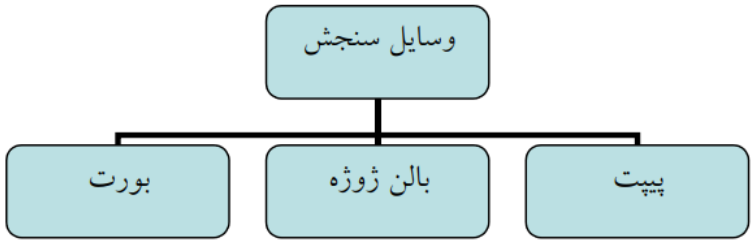
زمانی‌که حل‌شونده و حلال از نظر **قطبیت** مشابه باشند بین ذرات نیروی جاذبه ایجاد می‌شود

«شبیه، شبیه را در خود حل می‌کند»

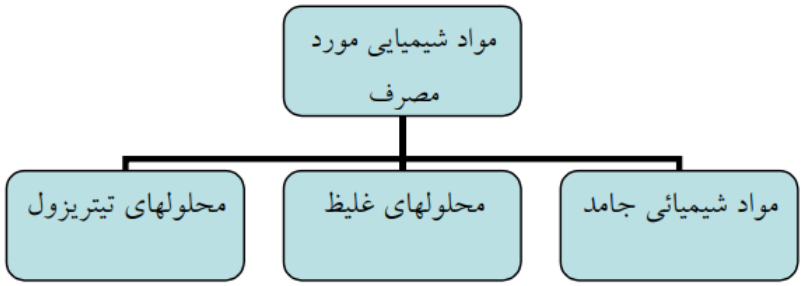


نکات مهم در تهیه یک محلول

وسایل اندازه گیری دقیق حجم:



مواد شیمیایی مورد مصرف در تهیه محلولها:



نکات مهم در تهیه یک محلول

- مواد شیمیایی مورد استفاده دارای گواهی معتبر باشد.
- ترازو کالیبره باشد، تراز باشد، در معرض جریان هوا نباشد.
- وسایل سنجش حجم کالیبره باشد.

برچسب محلول

- نام محلول
- غلظت
- تاریخ تهیه
- فرد تهیه کننده
- هشدار های ایمنی

- محلولهای استاندارد کاربردهای زیادی دارند، از جمله در تجزیه های تیترسنجی (تیتراسیون) ، واکنش‌های خنثی شدن و واکنش‌های اکسیداسیون-احیا و...
- برای محلول سازی باید ابتدا با واحدها و روش های بیان غلظت یک محلول، آشنایی کامل داشته باشیم:

واحد های غلظت

- غلظت های درصدی
- ملاریته(M)
- نرمالیته (N)
- ملالیته (m)
- ppm,ppb

غلظت های درصدی

غلظت های درصدی شامل:

i. درصد وزنی–وزنی:

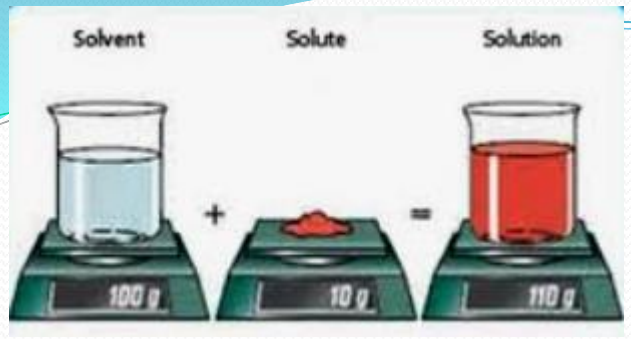
$$\%w/w = \frac{the\ weigth\ of\ solute}{the\ weigth\ of\ solution} \times 100$$

ii. درصد وزنی–حجمی:

$$\%w/v = \frac{the\ weigth\ of\ solute}{the\ volume\ of\ solution} \times 100$$

iii. درصد حجمی–حجمی:

$$\%v/v = \frac{the\ volume\ of\ solute}{the\ volume\ of\ solution} \times 100$$



درصد وزنی(جرمی)

درصد وزنی ماده حل شده دریک محلول،۱۰۰برابر وزن ماده حل شده تقسیم بروزن کل محلول است.

$$\%w/w = \frac{the\ weigth\ of\ solute}{the\ weigth\ of\ solution} \times 100$$

درصد وزنی-وزنی:

در صورت و مخرج باید از یک نوع یکای جرم استفاده شود. یعنی هر دو باید برحسب میلی‌گرم ، گرم یا کیلوگرم بیان شوند.

- مثال:
- ۲۵۰ گرم محلولی تهیه کنید که نسبت به کلرید آمونیم w/w ٪۲باشد.

$$2 = \frac{x}{250} \times 100$$

$$x = 5\ gr$$

۵ گرم کلرید آمونیم را وزن کرده و ۲۴۵ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه کرده و حل می کنیم.

چرا 245 ml ؟

درصد وزنی- حجمی

- به ۱۰۰برابر جرم ماده حل شده تقسیم برحجم کل محلول گفته می شود.

درصد وزنی-حجمی:

$$\%w/v = \frac{the\ weigth\ of\ solute}{the\ volume\ of\ solution} \times 100$$

- مثال:
- ۲۵۰ میلی لیتر محلولی تهیه کنید که نسبت به کلرید آمونیم w/v ۲٪باشد.

$$2 = \frac{x}{250} \times 100$$

$$x = 5\ gr$$

۵ گرم کلرید آمونیم را وزن کرده و پس از حل کردن درآب مقطر در بالن حجمی ۲۵۰ محلول را به حجم می رسانیم.

درصد حجمی

- به۱۰۰برابر حجم ماده حل شده تقسیم بر حجم کل محلول در صد حجمی گفته می شود.

درصد حجمی-حجمی:

$$\%v/v = \frac{the\ volume\ of\ \ solute}{the\ volume\ of\ \ solution} \times 100$$

- تهیه ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۵٪ اسیداستیک

$$5 = \frac{x}{200} \times 100 \rightarrow x = 10ml$$

۱۰ میلی لیتر اسید را به ۱۹۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه می کنیم.

محلول سازی از مایعات

ملاریته (M)

- ملاریته یک محلول برابر است با تعداد مولهای جسم حل شده در یک لیتر محلول . این غلظت به صورت تعداد میلی مولهای جسم حل شده در یک میلی لیتر از محلول نیز تعریف می شود.
- غلظت مولار رایج‌ترین روش برای بیان غلظت است و محلول مولار، محلولی است که در هر لیتر آن، به اندازه یک مول ماده حل‌شونده ، حل شده باشد.

مولاریته (C_M or M):

$$M = \frac{numbers\ of\ moles}{volume}$$

واحد (mol/L or mmole/ml)

mole

- مول یک واحد اندازه گیری برای ترکیباتی از قبیل اتم، مولکول و یا سایر ذرات مشخص شده است.
- یک مول دارای $6.02214076 \times 10^{23}$ اتم ، مولکول یا یون از آن ماده می باشد.
- جالب است بدانید تعداد اتم ها در یک مول برای همه ی مواد یکسان است.

$$n(\text{تعدادمول}) = \frac{w(\text{گرم})}{W_{m(\text{جرم مولی})}}$$

مثال

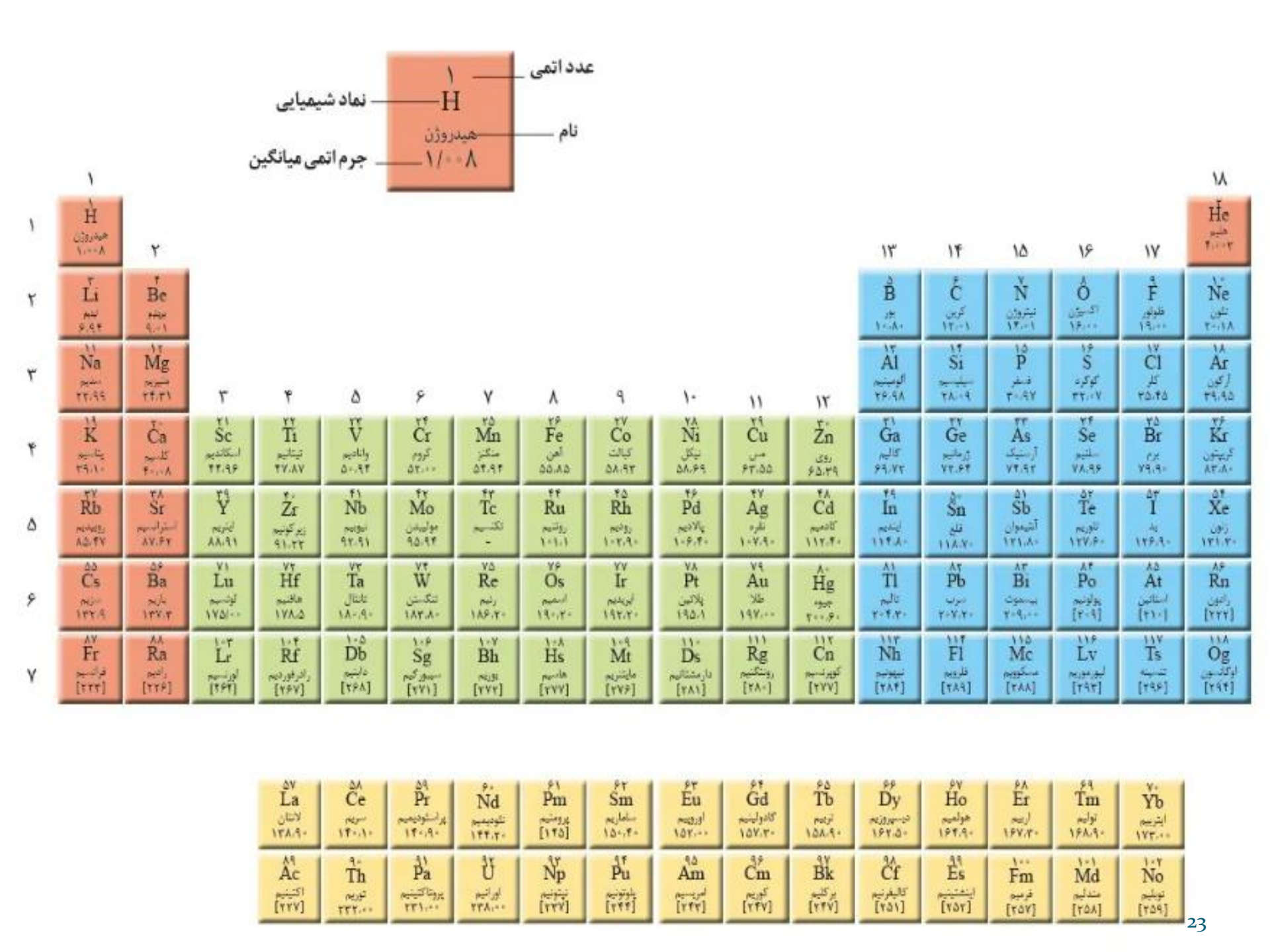
مولاریته ی محلول حاوی ۱۵ گرم سود NaOHدر حجم ۲۲۵ میلی لیتر چقدر است؟

پاسخ:جرم ۱ مول سدیم هیدروکسید (سود) برابر با ۴۰ گرم می باشد. در نتیجه:

$$\text{Moles of NaOH} = 15.0\,\text{g NaOH} \times \frac{1\,\text{mol NaOH}}{40.00\,\text{g NaOH}} = 0.375\,\text{mol NaOH}$$

$$\text{Litres of solution} = 225\,\text{mL soln} \times \frac{1\,\text{L soln}}{1000\,\text{mL soln}} = 0.225\,\text{L soln}$$

$$\text{Molarity} = \frac{\text{moles of solute}}{\text{litres of solution}} = \frac{0.375\,\text{mol}}{0.225\,\text{L}} = 1.67\,\text{mol/L}$$


عدد اتمی
نماد شیمیایی
نام
جرم اتمی میانگین
۱
H
هیدروژن
۱/۰۰۸

مثال

- تهیه ۵۰ میلی لیتر محلول3 مولار از کلرید پتاسیم (KCl)چگونه است؟

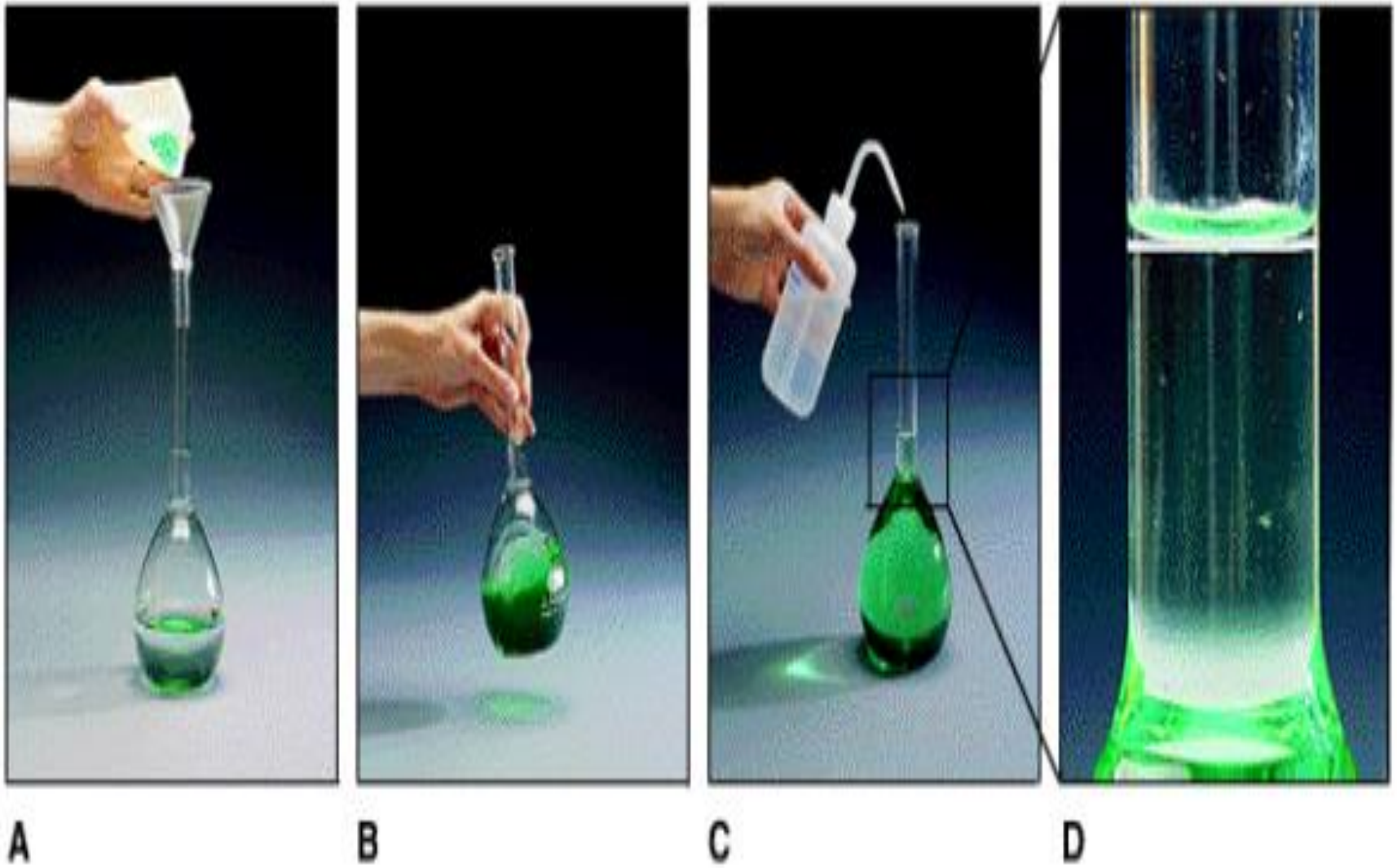
$$x(gr) = 50ml \times \frac{1\ lit}{1000ml} \times 3\frac{mole}{lit} \times \frac{74.5\ gr}{1mole} = 11.175gr$$

یا

$$M = \frac{n}{V} \rightarrow \ 3 = \frac{n}{0.05\ lit} \rightarrow n = 3 \times 0.05 = 0.15mole$$

$$n = \frac{w}{W_m} \rightarrow \ 0.15 = \frac{w}{74.5} \rightarrow w = 0.15 \times 74.5 = 11.175gr$$

11.175گرم کلرید پتاسیم را داخل بشر دقیقاً وزن کرده ، مقداری آب مقطر افزوده حل کنید ، سپس به بالن حجمی ۵۰ منتقل کرده و به حجم برسانید.


A
B
C
D

نرمالیته (N)

محلول نرمال ، محلولی است که یک اکی والان گرم ماده حل‌شونده در یک لیتر آن و یا یک میلی‌اکی‌والان گرم در هر میلی لیتر آن حل شده باشد.

نرمالیته (N):

واحد (eq/L or meq/ml)

$$N = \frac{numbers\ of\ eq}{volume}$$

$$N = \frac{E_q}{V} \quad , E_q = \frac{w}{W_{eq}} \quad , W_{eq} = \frac{W_m}{n}$$

W_m ، جرم مولکولی ؛ W_{eq} ، جرم اکیوالانی و n (ظرفیت) برای مواد مختلف به قرار زیر بدست می‌آید:

مقدار n برای اسیدها برابر تعداد هیدروژن‌های اسیدی

برای بازها، برابر تعداد OH^-

برای نمک‌ها برابر ظرفیت فلز ضربدر تعداد فلز

برای واکنش‌های اکسایش-کاهش برابردرجه کاهش یااکسایش (تعداد الکترون مبادله شده) است.

- مثال: تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول 0.5 نرمال کلرید کلسیم چگونه است ؟

$$N=\frac{Eq}{V}$$

$$Eq= 0.5\ \frac{eq}{lit}\times 0.1 lit = 0.05\ eq$$

$$E_q = \frac{w}{W_{eq}} \rightarrow w = 0.05 \times \frac{111}{2} = 2.775 gr$$

$$W_{eq}= \frac{111}{2}$$

2.775گرم کلرید کلسیم را داخل بشر دقیقاً وزن کرده ، مقداری آب مقطر افزوده حل کنید ، سپس به بالن حجمی 100 منتقل کرده و به حجم برسانید.

تهیه ۵۰۰ میلی لیتر پرمنگنات پتاسیم ۰.۰۲ نرمال با توجه به نیم واکنش زیر

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

$$N = \frac{E_q}{V} \quad 0.02 = \frac{E_q}{0.5} \;, E_q = 0.01$$

$$, E_q = \frac{w}{W_{eq}} \rightarrow 0.01 = \frac{w}{31.6} \rightarrow w = 0.316\, gr$$

$$W_{eq} = \frac{W_m}{n} = \frac{158}{5} = 31.6$$

0.316گرم پرمنگنات پتاسیم را داخل بشر دقیقاً وزن کرده ، مقداری آب مقطر افزوده حل کنید ، سپس به بالن حجمی ۵۰۰ منتقل کرده و به حجم برسانید.

ملالیته (m)

- تعداد مولهای ماده حل شده در یک کیلو گرم حلال است.
- محلولی که در آن یک مول ماده حل‌شونده در یک کیلوگرم حلال حل شده باشد، محلول مولال نامیده می‌شود.

مولالیته (m):

$$m = \frac{numbers\ of\ moles}{Kg(solvent)}$$ واحد mol/Kg)

برای مثال ، اگر در ۲۰۰ گرم آب خالص ، ۰,۰۳ مول کلرید پتاسیم حل شده باشد، مولالیته محلول عبارت خواهد بود:

- ابتدا باید گرم محلول به کیلوگرم تبدیل شود:

کیلوگرم حلال : $200\text{gr} \times \frac{1kg}{1000gr} = 0.2\ \text{kg}$

$$\text{M}= \frac{0.03\ mole}{0.2\ kg} = 0.15\ \text{mole/kg}$$

- تهیه محلول کلرید سدیم ۰.۱ مولال با استفاده از ۱۰۰ گرم آب مقطر

$$100\text{gr} \times \frac{1kg}{1000gr} = 0.1\ \text{kg}$$ حلال

$$0.1 = \frac{n}{0.1\ kg} \qquad \text{n=o.o1 mole}$$

$$n = \frac{w}{W_m} \rightarrow\ 0.01 = \frac{w}{58.5} \rightarrow w = 0.01 \times 58.5 = 0.585gr$$

- 0.585 گرم کلرید سدیم را وزن کرده و به ظرف حاوی ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه کنید و هم بزنید.

ppm, ppb

برای محلول‌های بسیار رقیق ، معمولا غلظت بر حسب قسمت در میلیون (ppm) بیان می‌شود.

$$ppm = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

$$ppb = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^9$$

اگر حلال ، آب باشد و مقدار ماده حل‌شونده چنان کم باشد که چگالی محلول هم‌چنان $1\,g/mL$ باقی بماند، در اینصورت رابطه به قرار زیر خواهد بود:

ppm: $ppm = \frac{the\ mg\ of\ the\ solute}{volume}$ واحد (mg/L or µg/ml)

واحد	معادله
قسمت در میلیون (ppm) w/v	$(ppm)\left(\frac{w}{v}\right) = \frac{\text{میلی گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}$
قسمت در میلیون (ppm) w/w	$(ppm)\left(\frac{w}{w}\right) = \frac{\text{میلی گرم حل‌شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}}$
قسمت در بیلیون (ppb) w/v	$(ppb)\left(\frac{w}{v}\right) = \frac{\text{میکرو گرم حل‌شونده}}{\text{لیتر محلول}}$
قسمت در بیلیون (ppb) w/w	$(ppb)\left(\frac{w}{w}\right) = \frac{\text{میکرو گرم حل‌شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}}$

از ppm برای بیان مقادیر بسیار کم کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب دریا ، بدن جانداران ، بافت‌های گیاهی و میزان آلاینده‌های هوا و بطور کلی ، در مواردی که مقدار ماده حل‌شونده خیلی جزئی باشد، استفاده می‌شود.

تهیه ۵۰۰ میلی لیتر محلول ۸۰۰ کلرید سدیم

$$800\text{ppm} = 800\ \frac{mg}{lit} \times 0.5 lit \times \frac{gr}{1000 mg} = 0.4\text{gr}$$

0.4گرم کلرید سدیم را وزن کرده به بالن حجمی ۵۰۰ منتقل کرده وپس از حل کردن به حجم برسانید.

محلول سازی از محلول های غلیظ آزمایشگاه

- معمولاً در آزمایشگاه محلولها به صورت غلیظ و با درصد خلوص مشخص و استانداردی وجود دارد و برای تهیه محلول های رقیق تر باید از آن ها استفاده کرد.
- برای این کار از روابط رقیق سازی استفاده می کنیم :

رقیق

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

غلیظ

رقیق

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

غلیظ

در رابطه بالا نیاز است که نرمالیته یا مولاریته محلول غلیظ موجود در آزمایشگاه را تعیین کنیم.

برای تعیین مولاریته و نرمالیته محلول غلیظ از فرمول زیر استفاده می کنیم :

ملاریته محلول غلیظ $M(\frac{mole}{lit}) = \frac{10ad}{M_w}$

نرمالیته محلول غلیظ $N(\frac{eq}{lit}) = \frac{10ad}{W_{eq}}$

aدرصد خلوص، d دانسیته، M_w جرم مولی، W_{eq} جرم اکیوالانی

. روش تهیه ۲۰۰ml محلول HCl 0.1 M را از محلول غلیظ آن با مشخصات زیر شرح دهید.

HCl P=37%, M =36.46 g/mol, d= 1.19 Kg/L

مولاریته محلول غلیظ: $C_M = \frac{10Pd}{M} \rightarrow C_M = \frac{10 \times 37 \times 1.19}{36.46} \rightarrow C_M = 12.076\ M$

$C_{M1} \times V_1 = C_{M2} \times V_2 \Rightarrow 0.1 \times 200 = 12.076 \times V \rightarrow V = 1.66\ ml$ لازم HCl

- تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول اسید سولفوریک ۰.۴ نرمال

$$\mathrm{d} = 1.84\,{}^{gr}/_{ml}\,, a = 96\%, M = 98.08\,{}^{gr}/_{mole}$$

نرمالیته اسید غلیظ $N(\frac{eq}{lit}) = \frac{10ad}{W_{eq}}$

$$N = \frac{10\times96\times1.84}{49.04} = 36.02\,\frac{eq}{lit}$$

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2 \rightarrow 0.4 \times 100 = 36.02 \times V_2$$

$$V_2 = 1.1\ \mathrm{ml}$$

- نرمالیته محلول غلیظ را بدست آوردیم. در رابطه اول فقط حجم محلول غلیظ (V2) مجهول است که محاسبه می شود و فقط کافی است این مقدار (V2) را از محلول غلیظ برداشته و به حجم مورد نظر (V1) برسانیم.
- تذکر: در مورد اسیدهای غلیظ و قوی مثل اسید سولفوریک همیشه اسید را به آب اضافه می کنیم. (قبل از اضافه کردن اسید مقداری آب مقطر در بالون بریزید و سپس اسید را اضافه کنید).

تهیه محلول های استاندارد با استفاده از تیترازول

بافرها یا تامپون ها

- بافر سیستم یا محلولی است که از یک اسید ضعیف و نمک آن (باز قوی) و یا از یک باز ضعیف و نمک آن (اسید قوی) تشکیل می شود.
  - اسید استیک اسید آلی ضعیف با فرمول CH3COOHو نمکی حاوی باز مزدوج آن، آنیون استات CH3COO-، مانند استات سدیم CH3COONa
  - آمونیاک (باز ضعیف با فرمول NH3و نمکی حاوی اسید مزدوج آن، کاتیون آمونیوم، مانند کلرید آمونیوم .NH4Cl
- خاصیت محلول بافری این است که PH آن در اثر افزایش مقدار کم اسید قوی (H+) و یا باز قوی (OH-) زیاد تغییر نمی کند.
- به عبارت دیگر محلول بافری تا حدودی می تواند نسبت به افزایش اسید یا باز مقاومت نموده و PH آن زیاد تغییر نکند.
- محدوده ای را که یک سیستم بافری می تواند مقاومت نماید محدوده عمل بافر گویند که تقریبا برای کلیه بافرها در PH معادل ۱ ± PH=PKمی باشد.

- به کمک معادله ی هندرسن – هاسلباخ می توان pH یک بافر که PK اسید آن معلوم است را در نسبت های مختلف غلظت اسید و باز تعیین کرد .
- بهترین بافر : بافری است که PK اسید آن برابر pH مورد نظر است .
- قدرت بافری : به غلظت اجزای سازنده بافر بستگی دارد. هر چه غلظت اجزای فوق بیشتر باشد مقدار بیشتری اسید و باز قوی را می تواند خنثی بکند .

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

معادله‌ی ثابت تفکیک اسید را کمی تغییر می‌دهیم و آن را به این شکل می‌نویسیم:

$$[H^+] = K_a \frac{[HA]}{[A^-]}$$

یادمان است که $pH = -\log[H^+]$ بود. پس دو طرف معادله را در log- ضرب می‌کنیم.

$$-log[H^+] = -log\ (K_a \frac{[HA]}{[A^-]})$$

حالا لگاریتم را باز می‌کنیم و به جای $-\log[H^+]$ عبارت pH را می‌نویسیم.

$$pH = -logK_a - log\frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$pH = pK - log\frac{[HA]}{[A^-]}$$

برای این‌که علامت تفریق را نیز از معادله حذف کنیم، آن را در لگاریتم اعمال کرده و معادله را این‌گونه می‌نویسیم:

$$pH = pK + log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

معادله‌ای که به آن رسیده‌ایم، **معادله‌ی هندرسون هاسلباخ** است.

$$\mathrm{pH} = \mathrm{pK_a} + \log_{10}\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$$

pH = acidity of a buffer solution

$\mathrm{pK_a}$ = negative logarithm of Ka

$\mathrm{K_a}$ = acid disassociation constant

$[HA]$ = concentration of an acid

$[A^-]$ = concentration of conjugate base

روش تهیه ۲۰۰ml محلول بافر با pH=8.9 و غلظت M ۰/۱ را از مواد موجـود آن بـا محاسـبات

NH_3: P=25%, M =17.03 g/mol, d=0.91 Kg/L;

NH_4Cl M =53.45 g/mol; NH_4^+/ NH_3 pK_a=9.2

$$\begin{cases} pH = pK_a + \log\frac{C_b}{C_a} \rightarrow 8.9 = 9.2 + \log\frac{C_b}{C_a} \rightarrow \frac{C_b}{C_a} = 0.5 \\ C_b + C_a = 0.1 \quad M \rightarrow 0.5C_a + C_a = 0.1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} C_a = 0.067 \quad M \\ C_b = 0.033 \quad M \end{cases}$$

$$C_a(NH_4Cl) = \frac{m}{M \times V} \rightarrow 0.067 = \frac{m}{53.45 \times 0.2} \rightarrow m_{NH_4Cl} = 0.716 \ g$$ آمونیوم کلرید لازم

NH_3 P=25%, M =17.03 g/mol, d=0.91 Kg/L

$$C_M = \frac{10Pd}{M} \rightarrow C_M = \frac{10 \times 25 \times 0.91}{17.03} \rightarrow C_M = 13.36 \ M$$ مولاریته محلول غلیظ:

$$C_{M1} \times V_1 = C_{M2} \times V_2 \Longrightarrow 0.033 \times 200 = 13.36 \times V \rightarrow V = 0.49 \ ml$$ لازم NH_3