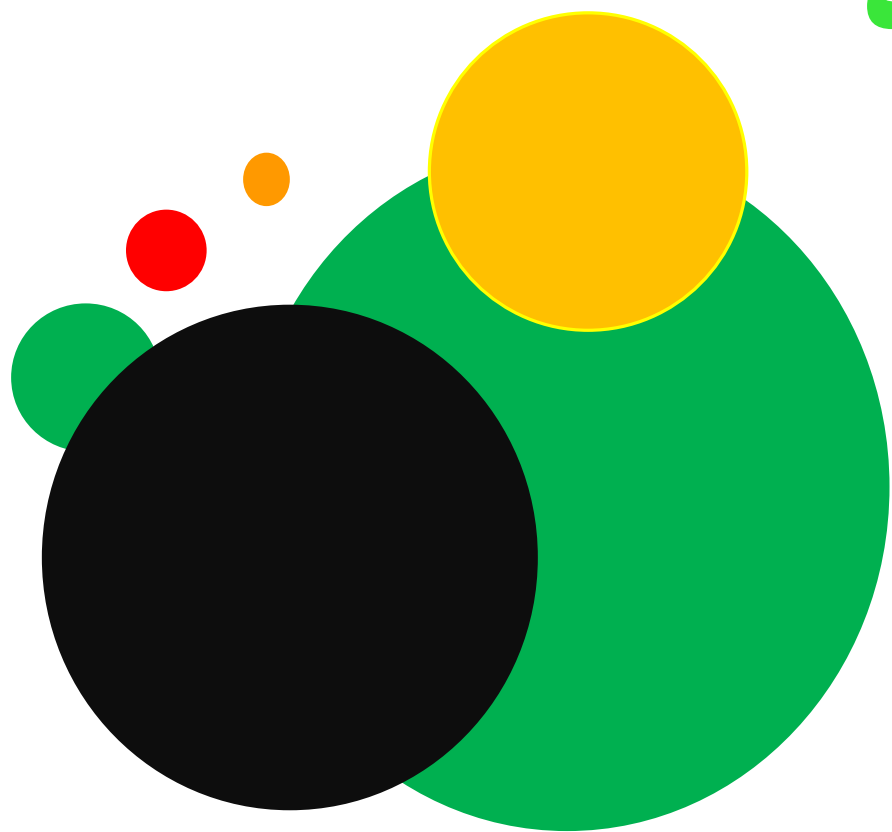


کارگاه آموزشی

محلول سازی در آزمایشگاه

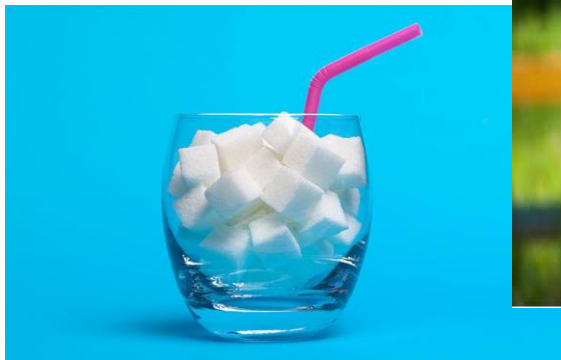
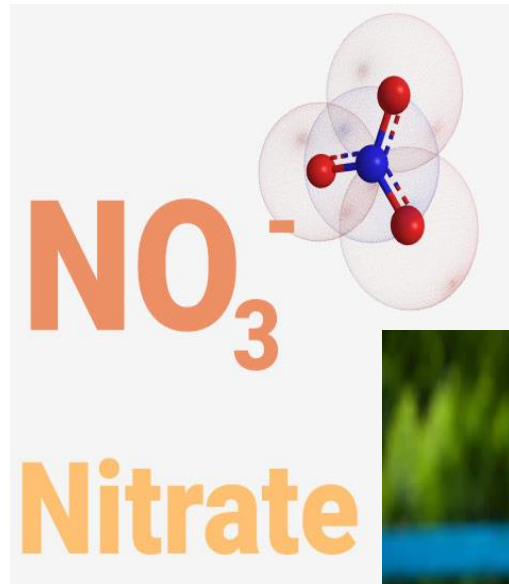
ارائه دهنده: رضائی نسب

تحصیلات: کارشناس ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی



سر فصل ها

- ضرورت یادگیری محلول سازی در آزمایشگاه
- آیا ما در زمینه محلول سازی نیازمند آموزش هستیم؟
- ایمنی در آزمایشگاه جهت محلول سازی
- تعاریف، نکات کلیدی، غلظت و روش های بیان آن - به همراه مثال های کاربردی
- استوکیومتری - به همراه مثال های کاربردی
- تجهیزات مورد استفاده جهت محلول سازی
- محلول سازی عملیاتی به همراه نکات مهم
- تکنیک های پیشرفته در زمینه محلول سازی - به همراه مثال های کاربردی



ضرورت یادگیری محلول سازی؟؟

همه محلول سازی ها تهیه آب قند نیست!

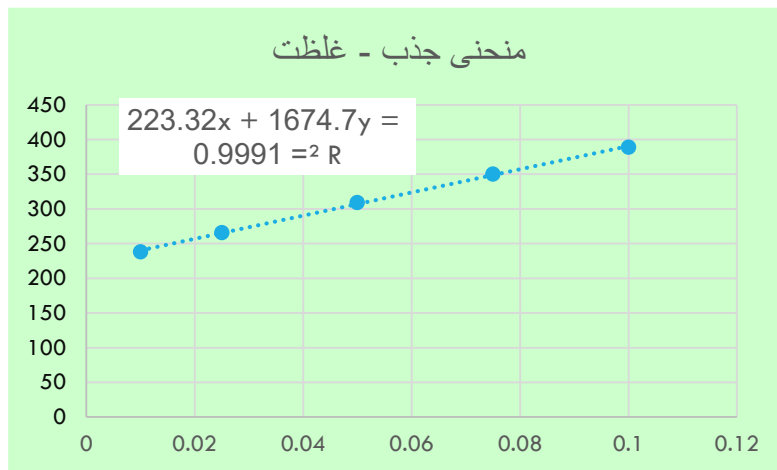
خطرات نیتрат در آب آشامیدنی!

نیترات بسیار محلول در آب!

حد مجاز نیترات در آب : 44.3 ppm

آیا ما نیاز به آموزش در محلول سازی داریم؟؟

آزمون شماره 1 : یک محلول 0/01 مولار سود و یک محلول 0/01 مولار هیدروکلریک اسید بسازید. 20 میلی لیتر از سود را پس از اضافه کردن سه قطره فنل فتالئین با محلول اسیدی تیتیر نمایید. حجم مصرفی را یادداشت نمایید. سپس محلول 0/02 مولار از سود تهیه گردد و مجدد مطابق مرحله قبل تا بی رنگ شدن با اسید تیتیر نمایید. اگر حجم مرحله دوم شما دقیقا دو برابر مرحله اول است پس نمره قبول گرفته اید و خود را آماده آزمون دوم نمایید.



آزمون شماره 2 : محلول های 0/01 - 0/025 - 0/05 - 0/075 - 0/1 مولار از پتاسیم پر منگنات (محلول رنگی بنفش) بسازید و جذب هر یک از محلول های فوق را توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در 530 نانومتر اندازه گیری نمایید. منحنی غلظت بر حسب جذب را رسم نمایید. معادله خط و ضریب رگرسیون R^2 محاسبه نمایید. اگر کمتر از 0/999 بود شما نیازمند آموزش هستید.

نکات کلیدی!!

- محلول ها ناخالص اند. محلول های طبیعی مثل آب دریا، آب آشامیدنی، خون.
- محلول ها حداقل از دو جزء تشکیل شده اند. حلال + حل شونده.
- جزء با درصد جرمی یا حجمی کمتر (حل شونده) و جزء با درصد جرمی یا حجمی بالاتر (حلال).
- محلول ها در دسته مخلوط ها دسته بندی می شوند و در واقع به مخلوط هایی که درهمه نقاط دارای ویژگی شدتی یکسان باشد محلول می گویند. (محلول یک فاز است).
- ویژگی شدتی خواصی از جسم است که به مقدار بستگی ندارد مثل: غلظت: به طور مثال غلظت 1 میلی لیتر از یک محلول نمک 30 درصد حجمی/ وزنی با 1 میلیون میلی لیتر از همان محلول نمک برابر است.

نکات کلیدی!!

- قانون کبوتر با کبوتر باز با باز: حل شونده قطبی محلول در حلال قطبی و حل شونده غیر قطبی محلول در حلال غیر قطبی.
- بیشترین مقدار ماده ای که می تواند در دمایی معین در 100 گرم حلال حل شود قابلیت انحلال پذیری گفته می شود.
- غلظت: مقدار (جرم یا حجم حل شونده) در مقدار مشخصی (جرم یا حجم) حلال.
- مزیت جرم نسبت به حجم این است که در غلظت، جرم تحت تأثیر دما قرار نمی گیرد.

نکات ایمنی و مهم جهت محلول سازی



استفاده از دستکش ایمنی الزامی است. ☒

استفاده از عینک ایمنی الزامی است. ☒

استفاده از ماسک مناسب الزامی است. ☒

کار کردن در زیر هود شیمیایی با تهویه قوی و داشتن سیستم تهویه مناسب در آزمایشگاه. ☒

مجهز بودن آزمایشگاه به دوش اضطراری و چشم شور. ☒

برای رقیق کردن اسید را به روی آب اضافه می کنیم نه آب را روی اسید. ☒

در حین محول سازی همیشه ماده با حجم کمتر را به ماده به حجم بیشتر اضافه می کنیم. ☒

MSDS (Material Safety Data Sheet) یا برگ اطلاعات ایمنی مواد (حل شونده ها و حلال ها) را مطالعه نمایید. ☒

غلظت و روش های بیان آن

✓ درصد وزنی - وزنی: مقدار (میلی) گرم حل شونده در 100 (میلی) گرم محلول.

✓ درصد حجمی - حجمی: مقدار (میلی) لیتر حل شونده در 100 (میلی) لیتر محلول.

نکته: درصدهای وزنی - وزنی بر خلاف حجمی - حجمی تحت تأثیر دما قرار نمی گیرند.

✓ درصد وزنی - حجمی: مقدار گرم حل شونده در 100 میلی لیتر محلول.

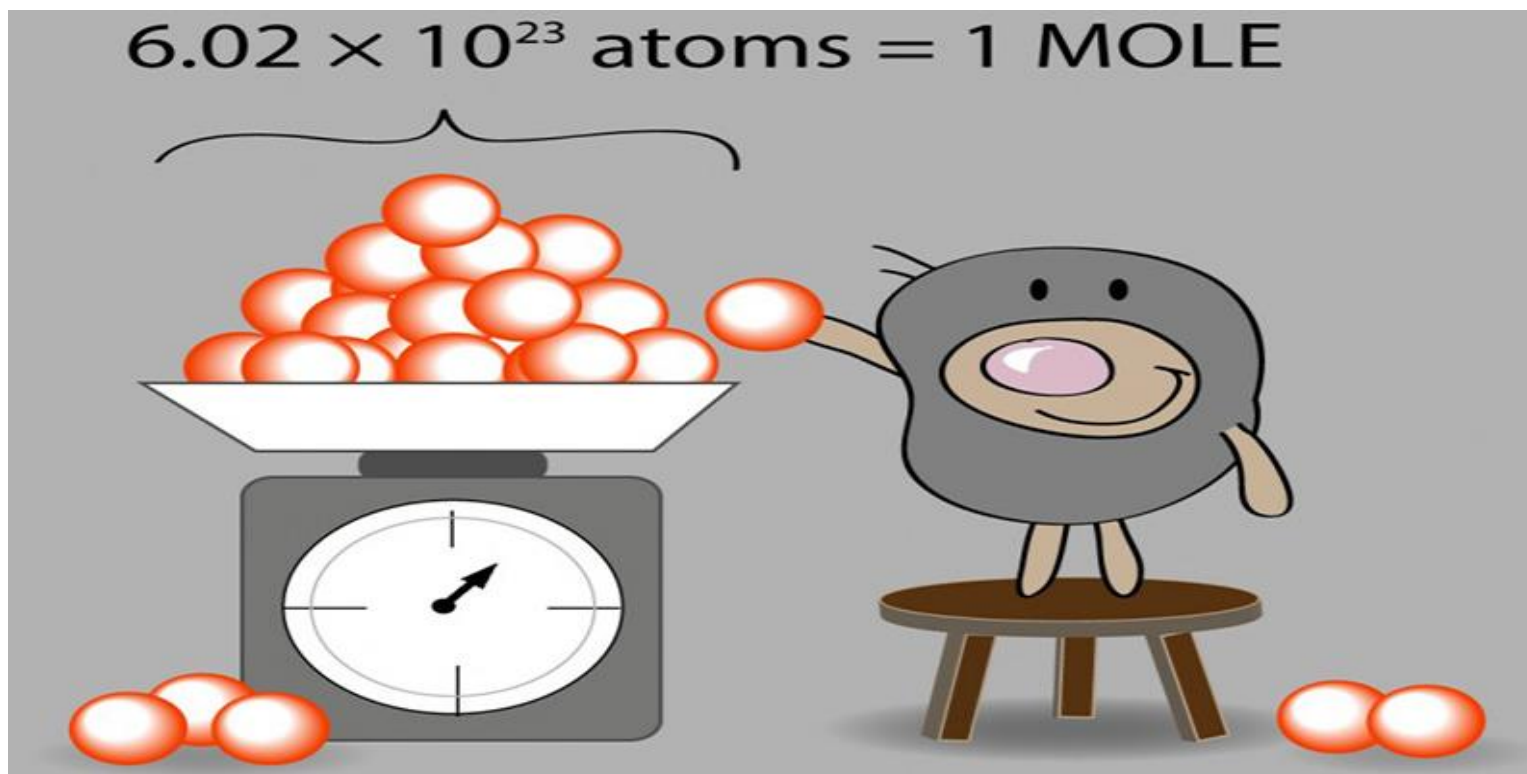
✓ قسمت در میلیون (ppm): مقدار میلی گرم حل شونده در یک کیلوگرم محلول و در صورتی محلول رقیق باشد می توانیم

دانسیته آن را برابر یک در نظر بگیریم بنابراین:

$$\text{ppm} = \frac{? \text{mg A}}{1 \text{ l S}} \quad \text{حل شونده A:} \quad \text{محلول S:}$$

✓ قسمت در بیلیون (ppb): با توجه به استدلال فوق:

$$\text{ppb} = \frac{? \mu\text{g A}}{1 \text{ l S}}$$



$$1 \text{ mol} = 1000 \text{ m mol}$$

وزن مولکولی / وزن ماده = تعداد مول ماده

غلظت و روش های بیان آن

✓ فرمالیته: مقدار (میلی) مول های حل شده از یک ترکیب در یک (میلی) لیتر محلول بدون در نظر گرفتن فرآیند یونش در

یک محلول (نماد F - واحد آن $\frac{mol}{l}$)

فرآیند یونش به معنای تفکیک شدن به یون است.

✓ مولاریته: مقدار (میلی) مول های حل شده از یک ترکیب در یک (میلی) لیتر محلول با در نظر گرفتن فرآیند یونش در یک

محلول (نماد M - واحد آن $\frac{mol}{l}$)

✓ ازمولاریته: تعداد کل مول های ذرات حل شده در یک لیتر محلول گفته می شود.

✓ مولالیته: تعداد کل مول های جسم حل شده در یک کیلوگرم حلال گفته می شود.

غلظت و روش های بیان آن

✓ **نرمالیت:** تعداد اکی والان های حل شونده در یک لیتر محلول گفته می شود.

$$N = \frac{? \text{ eq } A}{1l \text{ } S} \quad \text{محلول } S: \quad \text{حل شونده } A:$$

بیشتر ترجیح داده می شود از مولاریته به جای نرمالیت استفاده شود. به این دلیل که نرمالیت یک محلول ثابت نیست و بیشتر به واکنشی که در آن شرکت می کند وابسته است. از طرفی دشواری محاسبه (نیاز به دانستن واکنش شیمیایی و تعیین ظرفیت مؤثر) آن نسبت به مولاریته مطرح است.

✓ **رابطه بین نرمالیت و مولاریته از طریق ظرفیت مؤثر هر حل شونده تعیین می گردد:**

مولاریته $\times$ ظرفیت مؤثر = نرمالیت

$$N = n \times M$$

غلظت و روش های بیان آن

- وزن اکی والان یک جسم: وزنی از جسم بر حسب گرم که در واکنش های شیمیایی کارایی آن معادل یک گرم هیدروژن است. سولفوریک اسید دارای فرمول H_2SO_4 می باشد که جرم مولکولی آن 98، در نتیجه یک مول از این ماده یا 98 گرم از این ماده حاوی 2 گرم هیدروژن اسیدی است: به عبارت دیگر این مقدار سولفوریک اسید معادل 2 اکی والان گرم است.

ظرفیت مؤثر / وزن مولکولی = وزن اکی والان
ظرفیت مؤثر * تعداد مول = تعداد اکی والان

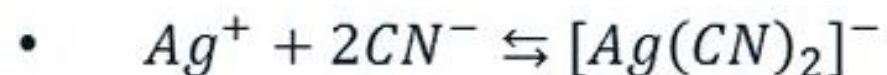
- ظرفیت مؤثر (n) در مورد اسیدها برابر با تعداد هیدروژن های اسیدی.
برای محلول اسیدی n تعداد یون های H^+ موجود در اسید است. به عنوان مثال محلول 3 مولار اسید فسفریک (H_3PO_4) دارای نرمالیت 9 می باشد.
- ظرفیت مؤثر (n) در مورد بازها برابر تعداد ظرفیت بازی.
برای محلول بازی (n) تعداد یون های هیدروکسید می باشد. به عنوان مثال غلظت محلول 1 مولار کلسیم هیدروکسید Ca(OH)_2 برابر با 2 نرمال می باشد.

غلظت و روش های بیان آن

- ظرفیت مؤثر (n) در مورد نمک ها برابر تعداد ظرفیت کاتیون در تعداد کاتیون های موجود در نمک.
- ظرفیت مؤثر (n) در مورد کاتیون ها برابر بار کاتیون است.
- ظرفیت مؤثر (n) در مورد آنیون ها مقداری متفاوت است:

تعداد $\frac{1}{Z}$ مول از کاتیون با بار Z که با یک مول از آن آنیون واکنش می دهد.

- مثال: ظرفیت مؤثر یون سیانید در واکنش زیر چقدر است:



- $n = \frac{1}{2}$

مطمئن ترین راه برای ساخت غلظت بر حسب نرمالیه محاسبه مولاریته و ساختن غلظت بر اساس مولاریته است.

غلظت و روش های بیان آن

مثال: جهت تهیه محلولی از NaCl، 20 گرم از آن را در مقداری آب مقطر حل کرده و حجم نهایی را به 100 میلی لیتر می-رسانیم. محلول فوق چند مولار است؟ (NaCl MW : 58.5 gr)

وزن مولکولی / وزن ماده = تعداد مول ماده

$$\Rightarrow \frac{20 \text{ g}}{58.5 \text{ g}} = 0.3 \text{ mol NaCl}$$

حجم محلول بر حسب لیتر / تعداد مول های جسم حل شده = مولاریته

$$\text{مولاریته} = \frac{0.3 \text{ mol}}{0.1 \text{ l}} = 3 \text{ M}$$

غلظت و روش های بیان آن

مثال: مولالیتة محلول 40 درصد وزنی - وزنی گلوکز در آب چقدر است ؟ (Glucose MW : 180 gr)

- وزن مولکولی / وزن ماده = تعداد مول ماده

$$\Rightarrow \frac{40 \text{ g}}{180 \text{ g}} = 0.22 \text{ mol Glucose}$$

جرم حلال بر حسب کیلوگرم / تعداد مول های جسم حل شده = مولالیتة

$$\text{مولالیتة} = \frac{0.22 \text{ mol}}{0.06 \text{ kg}} = 3.6 \text{ mol/kg}$$

کسر مولی

تعداد مول های یکی از اجزای سازنده محلول نسبت به کل مول های تشکیل دهنده محلول را کسر مولی می نامیم.

- تعداد کل مول های تشکیل دهنده محلول / تعداد مول جزء مورد نظر = کسر مولی


$$(X_A) = \frac{nA}{nA+nB+nC+\dots}$$

مثال: محلولی را از ترکیب 56 گرم متانول در 200 گرم آب مقطر تهیه کرده ایم. کسر مولی متانول را به دست آورید.

▪ CH₃OH MW: 32

▪ H₂O MW: 18

$$\text{Mol} = \frac{\text{g}}{\text{MW}} = \frac{56}{32} = 1.75 \text{ mol CH}_3\text{OH}$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{g}}{\text{MW}} = \frac{200}{18} = 11.11 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$(X_A) = \frac{nA}{nA+nB+nC+\dots} = \frac{1.75 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{11.11 \text{ mol H}_2\text{O} + 1.75 \text{ mol CH}_3\text{OH}} = 0.13$$

نکته: مجموع کسرهای مولی تمام اجزای یک محلول همواره برابر یک است.

مخلوط کردن محلول ها

اگر چندین محلول با نرمالیتة و مولاریتة متفاوت را مخلوط کنید، برای تعیین مولاریتة یا نرمالیتة محلول جدید می توانید به صورت زیر اقدام نمایید.

الف. در صورت همجنس بودن:

اگر محلول ها همجنس باشند و یکدیگر را خنثی نکنند
مثال چند اسید یا چند باز با حجم های مختلف

$$N = \frac{(N_1 V_1 + N_2 V_2 + N_3 V_3 + \dots)}{(V_1 + V_2 + V_3 + \dots)}$$

$$M = \frac{(M_1 V_1 + M_2 V_2 + M_3 V_3 + \dots)}{(V_1 + V_2 + V_3 + \dots)}$$

الف. در صورت غیر همجنس بودن:

اگر محلول ها همجنس نباشند و یکدیگر را خنثی کنند
مثال چند اسید یا چند باز با حجم های مختلف

$$N = \frac{(N_1 V_1) - (N_2 V_2) - (N_3 V_3) - \dots}{(V_1 + V_2 + V_3 + \dots)}$$

$$M = \frac{(M_1 V_1) - (M_2 V_2) - (M_3 V_3) - \dots}{(V_1 + V_2 + V_3 + \dots)}$$

مخلوط کردن محلول ها

مثال: در صورتی که محلول 5M اسید استیک به حجم 200ml را با محلول 2M سود به حجم 100ml را مخلوط کنید، مولاریته محلول حاصل را محاسبه نمایید.

نکته: محلول ها ناهمجنس هستند و یکدیگر را خنثی می کنند.

$$\Rightarrow M = \frac{(M_1 V_1) - (M_2 V_2)}{V_1 + V_2} = \frac{(5 \times 200) - (2 \times 100)}{200 + 100} = 2.7 \text{ M}$$

استوکیومتری؟؟

استوکیومتری در عمل: حل مساله در یک خط است.

استوکیومتری بر دو اصل ساده استوار است:

اصل شماره یک: هر کمیت را میتوان در کمیتی به ارزش واحد (کسر تبدیل) ضرب کرد بدون آنکه تغییری در ارزش آن حاصل شود. یعنی $25 = 25 \times 1$

مثلا ۲۵ را میتوان در $\frac{a}{a}$ ضرب کرد و حاصل همان ارزش ۲۵ را دارد.

کمیتی به ارزش واحد را کسر تبدیل میگویند. حالا فرض کنیم ۲۵ را در کسر تبدیل $\frac{3a}{5b}=1$ ضرب کنیم.

$$25 = 25 \times \frac{3a}{5b}$$

اصل دوم:

برای آنکه کمیتی را بر کمیت دیگر تقسیم کرد میتوان آنرا در عکس کمیت مورد نظر ضرب کرد. مثلا اگر بخواهیم ۲۵ را بر کمیت تقسیم کنیم به صورت زیر عمل میکنیم:

$$25 \div \frac{3a}{5b} = 25 \times \frac{5b}{3a}$$

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

استوکیومتری؟! به معنی حل مسأله در خط!

مراحل استوکیومتری: 1- مشخص کردن مجهول 2- تعیین نقطه شروع یا معلوم 3- استفاده از اولین کسر تبدیل با تشابه قطری 4- استفاده از کسرهای تبدیل بعدی با تشابه قطری در صورت لزوم تا رسیدن به مجهول:

محلول سازی از مایعات:

مثال: غلظت مولی نیتریک اسید با جرم مولی 63 را در محلولی با گرانی ویژه 1.42 و درصد خلوص 70.5 را محاسبه نمایید؟

- ?mmol HNO₃ : 1 ml s
- 1mmol HNO₃ : 63 mg HNO₃
- 1 ml S : 1.42 g s
- 100 g s : 70.5 g HNO₃

$$? \text{mmol HNO}_3 : 1 \text{ ml s} * \frac{1.42 \text{ g s}}{1 \text{ ml S}} * \frac{70.5 \text{ g HNO}_3}{100 \text{ g s}} * \frac{1000 \text{ mg HNO}_3}{1 \text{ g HNO}_3} * \frac{1 \text{ mmol HNO}_3}{63 \text{ mg HNO}_3} = 16 \text{M}$$

استوکیومتری؟! به معنی حل مسأله در خط!

مراحل استوکیومتری: 1- مشخص کردن مجهول 2- تعیین نقطه شروع یا معلوم 3- استفاده از اولین کسر تبدیل با تشابه قطری 4- استفاده از کسرهای تبدیل بعدی با تشابه قطری در صورت لزوم تا رسیدن به مجهول:
محلول سازی از مایعات:

مثال: تهیه 100 میلی لیتر محلول 4 مولار هیدروکلریک اسید با وزن مخصوص 1.18 و جرم مولی 36.46 و غلظت 37%؟؟؟

- ?ml Hcl : 100 ml s
- 4 mol Hcl : 1000 ml s
- 1 mol Hcl : 36.46 g Hcl
- 1 ml Hcl : 1.18 g Hcl
- 100 ml Hcl : 37 ml Hcl

$$? \text{ ml Hcl} : 100 \text{ ml s} * \frac{4 \text{ mol Hcl}}{1000 \text{ ml s}} * \frac{36.46 \text{ g Hcl}}{1 \text{ mol Hcl}} * \frac{1 \text{ ml Hcl}}{1.18 \text{ g Hcl}} * \frac{100 \text{ ml Hcl}}{37 \text{ ml Hcl}} = 33.4 \text{ ml}$$

استوکیومتری؟! حل مسأله در خط!

مراحل استوکیومتری: 1- مشخص کردن مجهول 2- تعیین نقطه شروع یا معلوم 3- استفاده از اولین کسر تبدیل با تشابه قطری 4- استفاده از کسرهای تبدیل بعدی با تشابه قطری در صورت لزوم تا رسیدن به مجهول:
محلول سازی از جامدات:

مثال: تهیه 100 میلی لیتر محلول 0.01 مولار سود NaOH با جرم مولی 40 و درصد خلوص 98%؟؟؟

- ?g NaOH : 100 ml s
- 0.01 mol NaOH : 1000 ml s
- 1 mol NaOH : 40 g NaOH
- 100 g NaOH : 98 g NaOH

$$\text{?g NaOH : 100 ml s} * \frac{0.01 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ ml s}} * \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} * \frac{100 \text{ g NaOH}}{98 \text{ g NaOH}} = 0.04\text{g}$$

اگر دو محلول با درصد خلوص P_1 و P_2 و حجم های V_1 و V_2 با هم مخلوط شوند تا محلولی با درصد خلوص P بدست آید با نوشتن **تساوی جرم برای محلول و حل شونده** و با فرض $P_1 > P_2$ به رابطه پرکاربرد زیر میرسیم:

اثبات رابطه:

$$\frac{d_1 v_1}{d_2 v_2} = \frac{p - p_2}{p_1 - p}$$

تساوی جرم برای محلول: جرم محلول نهایی = جرم محلول 2 + جرم محلول 1

$$d_1 v_1 + d_2 v_2 = d(v_1 + v_2)$$

تساوی جرم برای حل شونده: جرم حل شونده در محلول نهایی = جرم حل شونده در محلول 2 + جرم حل شونده در محلول 1

$$d_1 v_1 \times \frac{p_1}{100} + d_2 v_2 \times \frac{p_2}{100} = d(v_1 + v_2) \times \frac{p}{100}$$

$$d_1 v_1 \times \frac{p_1}{100} + d_2 v_2 \times \frac{p_2}{100} = (d_1 v_1 + d_2 v_2) \times \frac{p}{100}$$



$$d_1 v_1 p_1 + d_2 v_2 p_2 = d_1 v_1 p + d_2 v_2 p$$

$$d_1 v_1 p_1 - d_1 v_1 p = +d_2 v_2 p - d_2 v_2 p_2$$



$$d_1 v_1 (p_1 - p) = d_2 v_2 (p - p_2)$$

$$\frac{d_1 v_1}{d_2 v_2} = \frac{p - p_2}{p_1 - p}$$

▪ اگر یکی از محلول ها مثلا محلول دوم آب خالص باشد:

$$d_2 = 1 \quad p_2 = 0$$

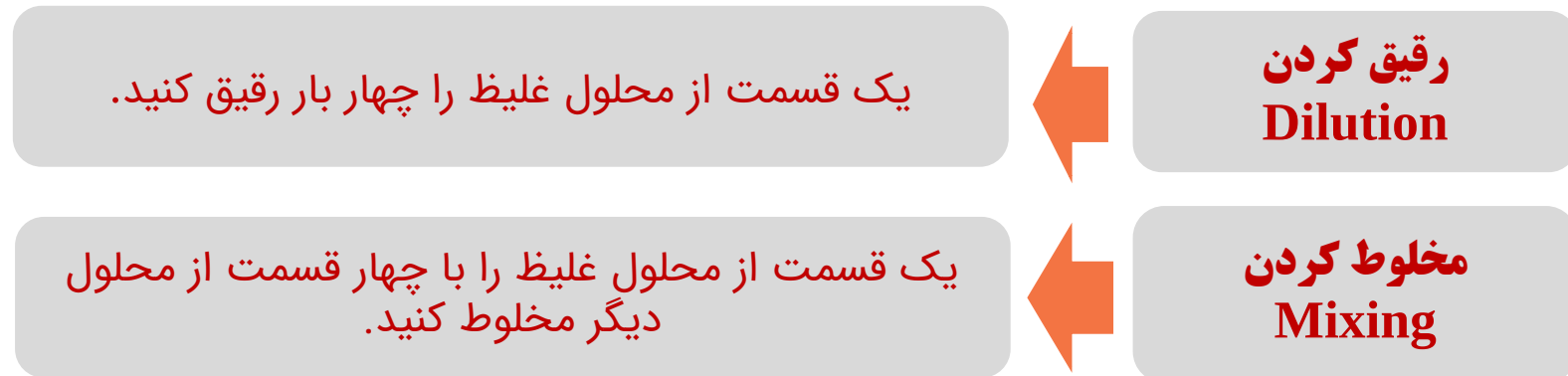


$$\frac{d_1 v_1}{v_2} = \frac{p}{p_1 - p}$$

مثال: جهت تهیه **یک لیتر** محلول 66 % اسید سولفوریک چند میلی لیتر آب v_1 و چند میلی لیتر محلول تجاری v_2 اسید سولفوریک با دانسیته 1.85 و درصد خلوص 95 % لازم است؟؟

$$\boxed{\frac{d_1 v_1}{v_2} = \frac{p}{p_1 - p}} \Rightarrow \frac{1.85 \times v_1}{v_2} = \frac{66}{95 - 66} \quad v_1 + v_2 = 1L$$
$$v_1 = 550mL \quad v_2 = 450mL$$

- استفاده از نسبت رقیق کردن یا مخلوط کردن:
- هر گاه بین دو عدد علامت : داده شود، مانند **1:4** خواندن اعداد در فارسی و انگلیسی از چپ به راست



محلول سازی با استفاده از محلول غلیظ بر حسب مولاریته: به این منظور از فرمول ذیل استفاده می شود. بدین ترتیب که حجم مورد نیاز از محلول غلیظ محاسبه و با استفاده از رقیق کننده در بالن ژوژه به حجم می رسانیم.

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

مثال: چند میلی لیتر آب مقطر را می بایست به x میلی لیتر محلول 0.02 مولار HCL افزود تا 100 میلی لیتر محلول 0.01 مولار بدست آید؟

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$0.02 * V_1 = 0.01 * 100\text{ml}$$

$$V_1 = 50$$

$$\text{مقدار آب مقطر} = 100 - 50 = 50\text{ml}$$

محلول سازی با استفاده از محلول غلیظ بر حسب نرمالیه: به این منظور از فرمول ذیل استفاده می شود. بدین ترتیب که حجم مورد نیاز از محلول غلظ محاسبه و با استفاده از رقیق کننده به حجم می رسد.

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

مثال: 250 میلی لیتر محلول 0.01 نرمال اسید سولفوریک از محلول نرمال آن را شرح دهید؟

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$1 * V_1 = 0.01 * 250\text{ml}$$

$$V_1 = 2.5 \text{ ml}$$

$$\text{مقدار آب مقطر} = 250 - 2.5 = 247.5\text{ml}$$

مثال: محلولی با غلظت ۱/۲۵ گرم بر لیتر چند ppm است؟

می دانیم که میلی گرم بر لیتر همان ppm است. بنابراین می بایست گرم را در مسأله به میلی گرم تبدیل نماییم.

$$1\text{g} = 1000\text{ mg}$$

$$? \text{ppm} * \frac{1.25\text{ g}}{1\text{ l}} * \frac{1000\text{ mg}}{1\text{ g}} = 1250\text{ mg/l (ppm)}$$

مثال: غلظت محلولی برابر ۵/۰ میلی گرم بر میلی لیتر می باشد. غلظت ppm را پیدا کنید؟

در این مساله باید به mg/l برسیم. بنابراین باید ml به l تبدیل شود.

$$1\text{l} = 1000\text{ ml}$$

$$? \text{ppm} * \frac{0.5\text{ mg}}{1\text{ ml}} * \frac{1000\text{ ml}}{1\text{ l}} = 500\text{ mg/l (ppm)}$$

TD; To Deliver



تجهيزات مورد نیاز جهت محلول سازی

- ترازو با دقت مناسب
- ابزار دقیق حجم سنجی
- پیپت حباب دار
- پیپت مدرج
- میکروپیپت ها یا سمپلرها



تجهیزات مورد نیاز جهت محلول سازی

- بالن حجمی
- پیست آزمایشگاهی
- قیف آزمایشگاهی

TC: To Contain

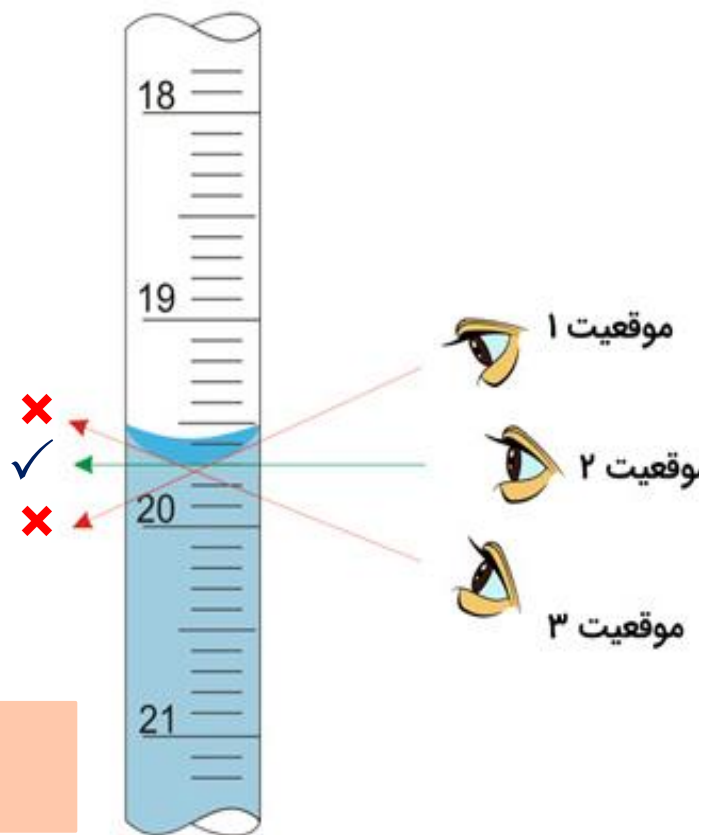


نکته: برخی از وسایل حجم سنجی مثل بالن های حجم سنجی دارای دو خط نشانه هستند. خط نشان بالا جهت منتقل کردن کاربرد دارد.

- **micropipette or sampler**



$$21.7 + .05 = 21.75\text{ml}$$



$$300\text{ml} \pm 5\text{ ml}$$

محلول سازی در عمل!؟

100 میلی لیتر محلول اسید سولفوریک 2 نرمال تهیه نمایید؟ 

$$\text{?ml H}_2\text{SO}_4 : 100\text{ml s} * \frac{2 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1000 \text{ ml s}} * \frac{98.079\text{g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4} * \frac{1 \text{ ml H}_2\text{SO}_4}{1.83 \text{ g H}_2\text{SO}_4} * \frac{100 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4}$$
$$=10.94\text{ml} \qquad 10.93 / 2 = 5.46 \text{ ml}$$

با رعایت دقیق نکات ایمنی شامل استفاده از دستکش، عینک و در زیر هود شیمیایی مقدار 5.46 میلی لیتر از اسید را برداشت و به بالن ژوژه حاوی حدودا 70 میلی لیتر آب مقطر آرام آرام اضافه می نماییم. سپس با چند حرکت گهواره ای یا دورانی (نه عمودی) محلول را همگن می نماییم. با توجه به این که اضافه شدن اسید غلیظ به آب مقطر با تولید گرما همراه اسید هیچگاه بلافاصله بعد از اضافه شدن اسید به آب مقطر محتوی را حجم نرسانید و تا هم دما شدن محتوی با محیط صبر نمایید. سپس تا نزدیک خط نشان آب مقطر اضافه می نماییم. در صورتی که جدار داخلی بالن بالاتر از خط نشانه به محلول آغشته است چند دقیقه با گذاشتن درب بالن صبر نمایید تا تمامی حلال به زیر خط نشان منتقل گردد. سپس با قطره چکان یا پیت مناسب محتوی را در حالی که چشمان را در راستای خط نشانه است و تا رسیدن سطح تقعر به خط نشانه به حجم می رسانیم. درب بالن را می بندیم و چند بار سرو ته می کنیم.

نکته: در تمام مدت به حجم رساندن بالن ژوژه در سطح صاف و ثابت قرار می گیرد و از گرفتن در دست یا سطح ناهموار خوداری گردد.

محلول سازی در عمل!؟

مثال: از ماده ای استئارات سدیم محلولی 10W/V % تهیه نمایید؟ 

با رعایت دقیق نکات ایمنی کافی است مقدار 10 گرم از ماده مربوطه را روی کاغذ صافی توزین نماییم و به بالن ژوژه خشک منتقل نماییم. با شستشوی کاغذ صافی حدوداً دو سوم بالن را آب مقطر اضافه می نماییم. سپس با چند حرکت گهواره ای یا دورانی (نه عمودی) سعی می کنیم تمام ماده حل شود. در غیر این صورت مقدار حلال را تا سه چهارم گنجایش بالن افزایش می دهیم. سپس تا هم دما شدن محتوی با محیط صبر نمایید. سپس تا نزدیک خط نشان آب مقطر اضافه می نماییم. در صورتی که جدار داخلی بالن بالاتر از خط نشانه به حلال آغشته است چند دقیقه با گذاشتن درب بالن صبر نمایید تا تمامی حلال به زیر خط نشان منتقل گردد. سپس با قطره چکان یا پیپت مناسب محتوی را در حالی که چشمان را در راستای خط نشانه است و تا رسیدن سطح تقعر به خط نشانه به حجم می رسانیم. درب بالن را می بندیم و چند بار سرو ته می کنیم.

نکته: در تمام مدت به حجم رساندن بالن ژوژه در سطح صاف و ثابت قرار می گیرد و از گرفتن در دست یا سطح ناهموار خوداری گردد.

نکته: در مثال فوق یا مثال هایی از این دست که حلال مطرح نگردیده است منظور آب مقطر است.

مثال: تهیه 45 میلی لیتر محول اتانول در آب با نسبت 1:2 تهیه نمایید: 

در یک بالن حجمی 50 میلی لیتری با پیپت حباب دار مقدار 15 میلی لیتر اتانول منتقل و سپس مجدد با پیپت حباب دار 30 میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه می نماییم.

■ Making up a standard solution





ایرادات محلول سازی در ویدئو مشاهده شده؟؟

- سرو ته کردن بالن قبل از به حجم رساندن.
- عدم دادن زمان کافی به محتویات بالن جهت هم دمایی با محیط.
- عدم دادن زمان کافی جهت جمع شدن کامل مایع به زیر خط نشانه.
- استفاده از ظروف واسطه بیش از نیاز معمول در طی محلول سازی.

- **https://www.periodni.com/preparation_of_solutions.php**



Preparation of HCl solution

https://www.periodni.com/preparation_of_solutions.php?scq=HCL

Search

PREPARATION OF SOLUTIONS

List of abbreviations and acronyms

List of chemical compounds

What you want?

Desired solution: HCl

Find

Name: Hydrochloric acid

Final volume: 100

mL

Desired concentration: 1

mol/L

What you have?

Source: HCl

×

0

H₂O

Molar mass = 36.459 g/mol

☐ Solid compound

☒ Solution

Source concentration: 37

%

Density: 1183.7

g/L

You need ...

Volume of stock solution: 8.32

mL

Day Trading in 2023

QuestTips.com

https://www.periodni.com/preparation_of_solutions.php

Type here to search

56°F Mostly cloudy

3:31 PM 2/24/2023

ساخت معرف های پرکاربرد:

- معرف مخلوط: 0.2 گرم برموکروزول گرین و 0.2 گرم متیل رد را در 40 میلی لیتر اتانول حل نمایید.
- معرف متیل رد 0.5%: مقدار 0.5 گرم متیل رد را در 100 میلی لیتر اتانول حل نمایید.
- معرف متیلن بلو 0.5%: مقدار 0.5 گرم متیلن بلو را ابتدا در مقداری آب مقطر حل نمایید و سپس در بالن حجمی 100 میلی لیتری به حجم برسانید.
- معرف فنل فتالئین 0.1%: مقدار 0.1 گرم از فنل فتالئین را در 100 میلی لیتر اتانول حل نمایید.
- معرف تیمول فتالئین 2%: مقدار 2 گرم از تیمول فتالئین را در 100 میلی لیتر اتانول حل نمایید.
- اسید کلریدریک 1+99: به ازای هر یک میلی لیتر اسید کلریدریک غلیظ 99 میلی لیتر آب مقطر اضافه می نماییم.
- فسفریک اسید 1+1: 100 میلی لیتر فسفریک اسید غلیظ را به 100 میلی لیتر آب مقطر می افزاییم.
- تهیه محلول از تیترازول: بالن حجمی تمیز متناسب با حجم قید شده بر روی برچسب تیترازول را انتخاب نمائید. تیترازول را در بالای بالن نگه داشته و باز نمائید. پس از خالی شدن بسته را کاملاً با آب مقطر به درون بالن شستشو دهید. و سپس بالن را به حجم برسانید. برچسب تیترازول را روی بالن بچسبانید.

ساخت معرف های پرکاربرد:

- تلوریت پتاسیم 1%: 1 گرم پودر تلوریت پتاسیم را در مقداری آب مقطر در بالن حجمی 100 میلی لیتری حل نمایید و سپس به حجم برسانید. با استفاده از صافی غشایی 0.22 میکرومتر سترون گردد. حدودا یک ماه در دمای یخچال قابل نگهداری است.
- معرف اکسیداز: مقدار 0.1 گرم از آن را در 10 میلی لیتر آب مقطر حل می نماییم. (این محلول بلافاصله قبل از مصرف می بایست تهیه گردد).
- محلول رینگر: یک عدد قرص رینگر را در بالن ژوژه 500 میلی لیتری با آب مقطر به حجم می رسانیم و سپس به مدت 15 دقیقه در 121.4 درجه سانتی گراد اتوکلاو می نماییم.
- پلاسمای خرگوش (ویژه تست کواگولان): این معرف به صورت لیوفیلیزه می باشد. ویال های لیوفیلیزه را تا زمان قید شده برروی برچسب میتوانید در یخچال 2-8 درجه نگهداری نمایید.
- برای استفاده از معرف، ویال را از یخچال خارج نموده و اجازه دهید تا دمای آن به دمای اتاق برسد. تحت شرایط استریل 2 میلی لیتر آب مقطر استریل به آن اضافه کرده، ویال را تکان دهید تا محتویات آن کاملا حل شود. محلول معرف را به میزان 0.5 میلی لیتر در لوله های استریل توزیع نمایید.
- لوله ها را تا 5 روز در 2-8 درجه سانتی گراد و یک ماه در منفی 20 درجه میتوان نگهداری و استفاده نمود. (از منجمد و ذوب کردن مکرر معرف خودداری کنید)

تکنیک های ویژه محلول سازی

افزایش سرعت حل شدن حل شونده

- افزایش سطح تماس
- پودر کردن حل شونده
- افزایش میزان حلال تا دو سوم الی سه چهارم حجم بالن
- افزایش سرعت هم زدن یا هم زدن شدید
- حمام اولتراسونیک (امواج فراصوت)
- مگنت و همزن مغناطیسی
- ورتکس یا هم زن های شیشه ای



تکنیک های ویژه محلول سازی

راهکارهایی جهت افزایش سرعت حل شدن حل شونده:

- افزایش دما
- قراردادن بالن ژوژه در حمام آب با دمای 40 درجه سانتی گراد و نه بیشتر(دمای بالاتر درجه بندی بالن را بهم میزند)
- تنظیم pH (اضافه کردن یک قطره اسید یا باز):
- اگر حل شونده خاصیت اسیدی ضعیف دارد اضافه کردن باز قوی مانده سود و بالعکس اگر حل شونده خاصیت باز ضعیف دارد اضافه کردن اسید.
- استفاده از حلال های قوی تر و امتزاج پذیر در آب مثل اتانل - استون- تتراهیدروفران به مقدار حداقل.
- مثال: ید به علت غیر قطبی بودن در آب حل نمی شود. میتوانیم ابتدا در مقدار جزئی اتانل یا استون حل نمود و سپس با آب مقطر به حجم رساند.
- استفاده از خاصیت کمپلس دهنده گی
- مثال: ید به علت غیر قطبی بودن در آب حل نمی شود. می توانیم مقدار اندکی پتاسیم یدید جهت تشکیل کمپلکس تری یدید اضافه و ید را حل نماییم.

تکنیک های ویژه محلول سازی

شستشوی وسایل و ابزارهای شیشه ای

- بورت، پیپت، بالن های حجم سنجی و سایر وسایل باید تمیز و عاری از هرگونه چربی باشند. در غیر اینصورت نتایج غیر قابل اعتماد خواهند بود.
- جهت اطمینان از تمیز بودن وسایل شیشه ای میتوان یک مرتبه آن ها را از آب پر و خالی کرد، در صورتی که آب به صورت یک لایه یکنواخت در سطح داخلی آن ها قرار گیرد تمیز هستند و در صورتی که آب مقطر به صورت قطره قطره روی سطح داخلی قرار گیرد تمیز نیستند.
- جهت شستشو میتوان ظروف را در صورت امکان ابتدا با مایع ظرفشویی شستشو داد و سپس کاملاً آب کشی نمود. در حالت های خاص میتوان از محلول تمیز کننده پر نمود و چندین ساعت به حال خود گذاشت. سپس ظرف را چندین مرتبه با آب معمولی و سپس با آب مقطر شستشو داد و در آون خشک نمود.

تکنیک های ویژه محلول سازی

▪ محلول های شستشو

- محلول تقریباً اشباع دی کرومات پتاسیم در اسید سولفوریک غلیظ **(بسیار خطرناک):** در یک بالن 500 میلی لیتری 10 الی 15 گرم دی کرومات پتاسیم به همراه 15 میلی لیتر آب مقطر مخلوط می نماییم. سپس در حین حرکت دورانی بالن، اسید سولفوریک غلیظ را در زیر هود شیمیایی با رعایت کامل شرایط ایمنی، آرام آرام اضافه نموده تا زمانی که توده قرمز نیمه جامد شکل گیرد. محتویات را در حین فرآیند در حمام آب سرد خنک نمایید. سپس تا زمانی محتویات کاملاً حل شود اسید را آرام آرام اضافه نمایید. این محلول چندین مرتبه جهت تا زمان تغییر رنگ به سبز قابل استفاده خواهد بود.
- محلول KOH اتانولی: 100 گرم هیدروکسید پتاسیم را در 250 میلی لیتر آب مقطر حل نموده و پس از سرد کردن و رسیدن به دمای محیط با اتانول به حجم یک لیتر برسانید.

محلول های فوق شدیداً خطرناک و خورنده است. در صورت تماس با پوست فوراً می بایست با آب فراوان شستشو شود. حتی الامکان

از شستشو با آب و مایع های ظرفشویی جهت شستشو استفاده گردد.

تکنیک های ویژه محلول سازی

▪ فرض شود محلولی ساخته ایم اما در حین به حجم رساندن محلول از خط نشانه بالن حجمی عبور کرده است. راهکار چیست؟ آیا می بایست

این محلول دور ریخته شود؟ اگر محلول گران قیمتی است چه باید کرد؟؟

▪ راهکار:

- در واقع می بایست ما غلظت را تصحیح کنیم. ابتدا درب بالن حجمی را بسته و پس از چند بار سرو ته کردن آن را همگن می نماییم. سپس با یک پیپت یا میکروپیپت حجم مازاد بالای خط نشانه را دقیقاً بر میداریم. و از طریق فرمول ذیل غلظت محلول را بدست می آوریم:

$$\text{غلظت جدید} = \text{غلظت} * \frac{\text{حجم بالن ژوژه}}{\text{حجم جدید}}$$

□ در این حالت غلظت ما از غلظت مد نظر کمتر خواهد بود.

▪ فاکتور رقت یا DF (Dilution Factor)

• میزان رقیق شدن نمونه به ازای واحد حجم اولیه. اگر نمونه ای 100 بار رقیق شود: $DF=100$

$$▪ \quad DF = \frac{\text{حجم بالن ژوژه یک}}{\text{حجم نمونه}} \times \frac{\text{حجم بالن ژوژه دو}}{\text{حجم برداشته شده از بالن ژوژه یک}} \times \frac{\text{حجم بالن ژوژه سه}}{\text{حجم برداشته شده از بالن ژوژه دو}} \times \dots$$

• مثال: 10 میلی لیتر از یک محلول به حجم 250 رسید. 5 میلی لیتر از این محلول به حجم 100 رسید. فاکتور رقت را محاسبه نمایید؟

$$▪ \quad DF = \frac{250}{10} \times \frac{100}{5} = 500$$

تکنیک های ویژه محلول سازی

رقت سازی سریالی

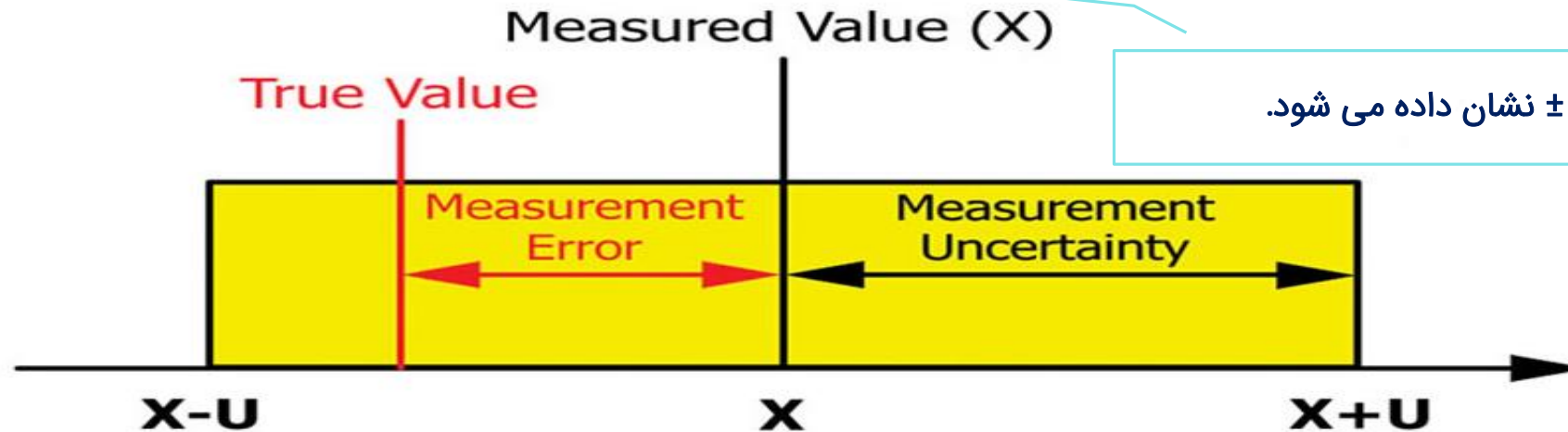
- برای اینکه حجم حلال کمتری مصرف نماییم و **شیمی سبز** را رعایت نماییم بهتر است از رقت سازی سریالی استفاده نماییم.
- مثال: به جای اینکه 1ml محلول غلیظ را برداریم و با 999ml حلال مخلوط نماییم تا 1000 مرتبه رقیق گردد، بهتر است 1ml را با 99ml حلال مخلوط نماییم تا 100 مرتبه رقیق گردد و سپس از این محلول 1ml را برداشته و به حجم 10 میلی لیتر برسانیم. (در این حالت به جای 999 میلی لیتر حلال تنها از 109 میلی لیتر حلال استفاده گردید).
- استفاده از رقت سازی سریالی بیش تر از دو بار توصیه نمیشود. زیرا میزان خطا افزایش می یابد.

نکته: استفاده از پیپت های حبابدار به جای استفاده از پیپت های مدرج در ساخت محلول، کاهش میزان خطا و عدم قطعیت ارجحیت دارد.

آشنایی با مفهوم عدم قطعیت در اندازه گیری؟؟؟

عدم قطعیت در واقع شک و گمانی است درباره نتیجه هر اندازه گیری که حاصل عوامل ناشناخته اما تأثیر گذار است.

برای تعیین عدم قطعیت اندازه گیری به دو عدد یکی فاصله و دیگری سطح اطمینان (یعنی میزان اطمینانی که مقدار واقعی اندازه گیری در داخل فاصله قرار می گیرد) نیازمندیم



عدم قطعیت با علامت $\pm$ نشان داده می شود.

تکنیک های ویژه محلول سازی

▪ عدم قطعیت در محلول سازی

- ابزارها و تجهیزات مورد استفاده در فرآیند محلول سازی (شامل پیپت ها، بالن های حجمی، ترازو و ...) هرکدام دارای مقداری خطا تحت عنوان عدم قطعیت می باشد. بنابراین وقتی مجموعه ای از تجهیزات با عدم قطعیت های معین منجر به ساختن محلولی با غلظت معین می شوند نهایتاً غلظت ساخته شده نیز با مقداری خطا یا عدم قطعیت همراه می باشد.
- عدم قطعیت محلول ساخته شده به شکل زیر نمایش داده می شود:

$$C \pm \sigma_c$$

عدم قطعیت غلظت محلول ساخته شده

غلظت محلول ساخته شده

تکنیک های ویژه محلول سازی

▪ انواع عدم قطعیت:

• عدم قطعیت نوع A:

خطای ناشی از عدم تکرار پذیری و به کمک روش های آماری محاسبه می شوند. بدین منظور یک نمونه حداقل سه مرتبه و ترجیحاً 10 بار مورد آزمون قرار گرفته و نتایج ثبت گردیده و طبق مراحل زیر عمل می نماییم:

• تعیین میانگین اندازه گیری ها

• تعیین واریانس و سپس انحراف معیار نمونه ها

• تعیین انحراف معیار استاندارد (که همان عدم قطعیت A است) با استفاده از فرمول زیر که در آن:

• σ_{st} انحراف معیار استاندارد

$$\sigma_{st} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

• σ انحراف معیار

• n تعداد مشاهدات یا اندازه گیری

□ عدم قطعیت نوع A شامل توزیع نرمال می شود.

تکنیک های ویژه محلول سازی

▪ انواع عدم قطعیت:

▪ عدم قطعیت نوع B:

مولفه هایی که به روش غیر آماری تعیین می شوند. منابع این مولفه ها شامل موارد زیر می باشند :

• عدم قطعیت تجهیزات

• شرایط محیطی آزمایشگاه (ضریب انبساط حجمی شیشه و مایع درون آن)

• رانش تجهیزات

• رزولوشن تجهیزات

و...

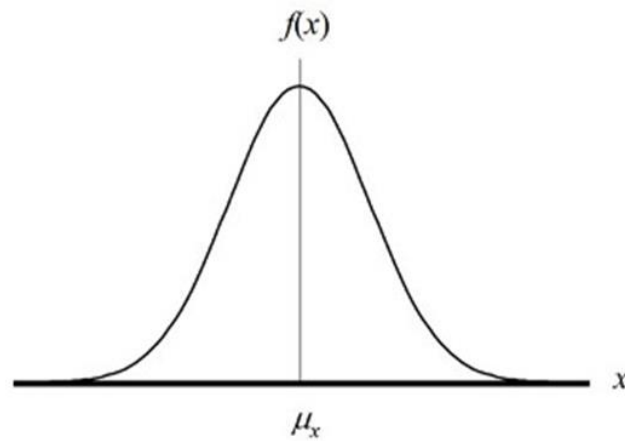
▪ مقدار این عدم قطعیت بر حسب شرایط به یکی از حالات توزیع نرمال، مثلثی و مستطیلی محاسبه می شوند.

▪ توزیع های احتمال تابعی ریاضی است که رابطه بین نتیجه یک رویداد و فراوانی وقوع آن را نشان می دهد.

تکنیک های ویژه محلول سازی

▪ توزیع نرمال

احتمال قرارگیری نقاط، نزدیک به میانگین بیشتر می باشد. مثال: هنگامی که قد مردان را در یک گروه بزرگ اندازه گیری می کنید مشاهده می شود که بیشتر مردان دارای قد متوسط هستند و تعداد کمی بسیار کوتاه یا بسیار بلند هستند.



$$U = \frac{a}{k}$$

محاسبه از طریق رابطه:

که در آن:

- U عدم قطعیت تخمین زده شده
- a مقدار عدم قطعیت داده شده
- K ضریب پوششی اعلام شده یا تعیین شده از روی سطح اطمینان داده شده.
- ضریب پوشش بر اساس فاصله اطمینان (به عنوان مثال در سطح 95 درصد که در آن $k = 2$ و در سطح اطمینان 99 درصد $k=3$)
- (عدم قطعیت استخراجی از مشخصات سازنده و گواهی کالیبراسیون شامل توزیع نرمال می شود).

تکنیک های ویژه محلول سازی

▪ توزیع مستطیلی

• بدون ذکر سطح اطمینان - در یک توزیع مستطیلی، همه نتایج به یک اندازه ممکن است رخ دهند. مثال: احتمال فرو

افتادن قطرات باران روی یک سیم تلفن ۲ متری.

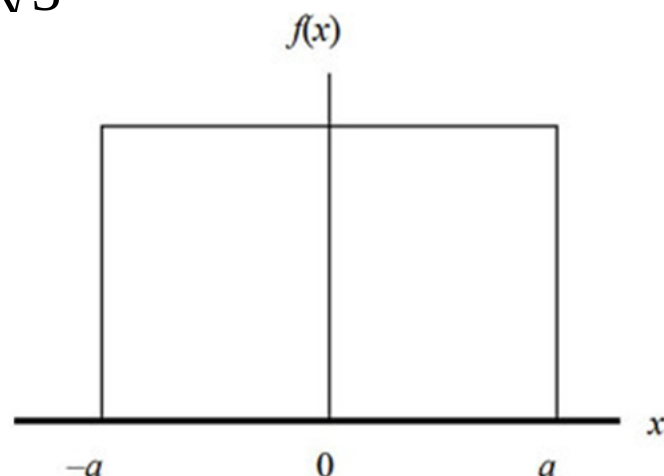
• محاسبه از رابطه زیر:

که در آن:

• U عدم قطعیت تخمین زده شده

• a مقدار عدم قطعیت داده شده

$$U = \frac{a}{\sqrt{3}}$$



تکنیک های ویژه محلول سازی

▪ توزیع مثلثی

- بدون ذکر سطح اطمینان - احتمال قرارگیری نقاط در نقاط نزدیک به میانگین بیشتر از کناره هاست.

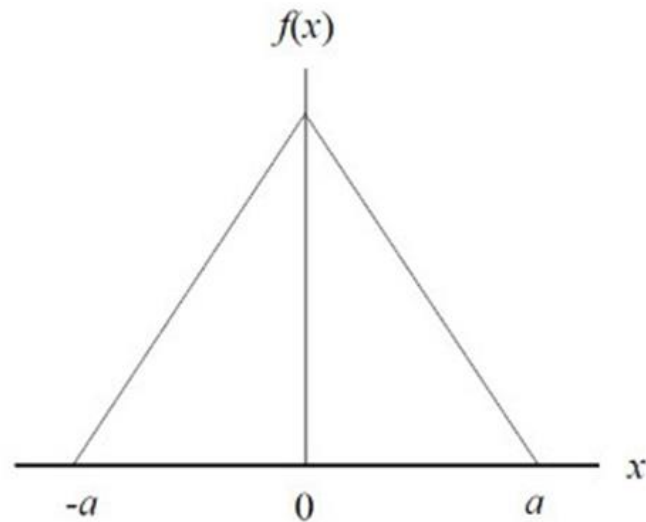
$$U = \frac{a}{\sqrt{6}}$$

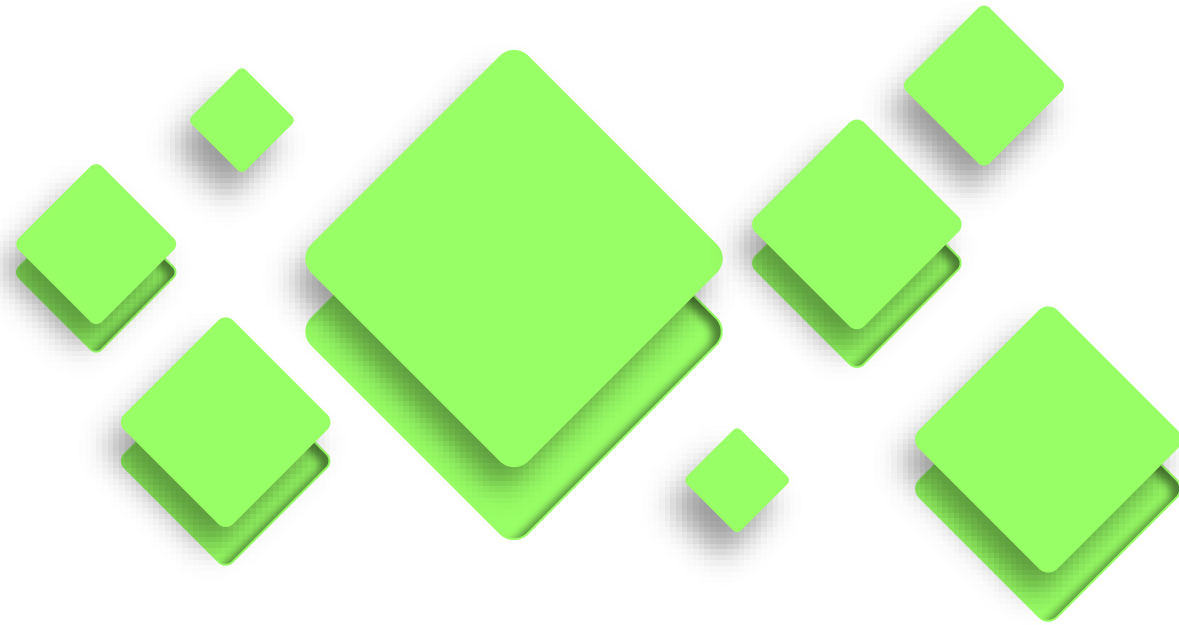
- محاسبه از رابطه زیر:

که در آن:

- U عدم قطعیت تخمین زده شده

- a مقدار عدم قطعیت داده شده





✉ **Seyamak.rezaeiasab@gmail.com**