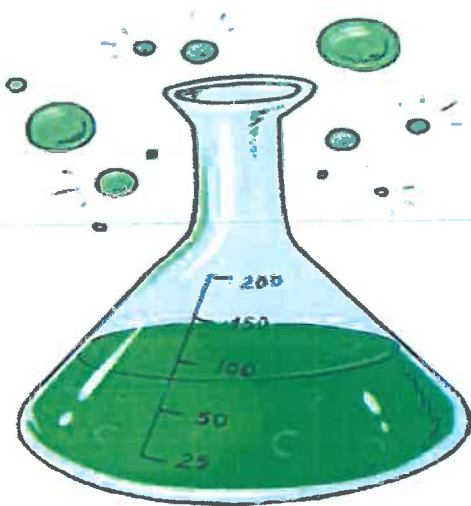


فصل سوم:

آب، آهنگ زندگی



سیاره مابا جوی سیراز الیرین و سگیس پوسید ه از آب فراوان، همانند سفینه ای ججهز و بزرگ، با آب و آذوقه فراوان است که میلیاردها مسافر خود را در میان به سفر آفاق می برد. کره زمین در سامانه خورشیدی این درین جا بجا زندگی ها و دیند جا داران و نیز پهنا و درین زسیاه بزرگ آبیان به شمار می رود.

زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود. زیرا نزدیک به ۷۰٪ سطح آن با آب پوشانده است (آبی که بخش اعظم آن شور بوده و غیر قابل شرب!) جرم کل آب روی کره زمین در حدود 1.4×10^{21} تن برآورد می شود. بخش عمده این آب در اقیانوس ها و دریاها توزیع شده است، به گونه ای که اکثر کره زمین را سطح دریاها و اقیانوسها، آب، و سطح آن ها ارتفاع ۲ متر می پوشاند.

صرفاً جهت اطلاع: جرم زمین در حدود 6×10^{24} تن است، در حالی که جرم آب روی سطح زمین در حدود $\frac{1}{1000000}$ برابر جرم زمین است. آب اقیانوس ها و دریاها مخلوط گلین (مخلول) که اغلب عذای شوردار، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک های نواتلون در آن حل شده است، برآورد ها نشان می دهد که 5×10^{17} تن نمک در آب اقیانوس ها و دریاها وجود دارد.

▲ زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست

جرم کل مواد حل شده در آب های کره زمین تقریباً ثابت است؛ به صورتی که سالانه میلیاردها تن مواد نواتلون از شک کره وارد آب کره می شوند، پس باید همین مقدار هم از آب دریاها و اقیانوس ها خارج شوند. به همین خاطر گفته می شود، «زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست». کره زمین را می توان سامانه ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش: هوای کره، آب کره، شک کره و زمین کره است.

هواکره: از مولکول های کوچک شامل نیتروژن، الیرین و... تشکیل شده است.

آب کوره از مولکول های کوچک آب، یون ها و تسلیل می شود.
شد کوره از مواد جامد مانند چاسه، نیک ها و تسلیل شده است.

زیت کوره شامل جاذبات روی کوره می است که در وانس ها آنها در ست مولکول ها نقش اساسی دارند.
در زمین از درجه شیبی پویایی و همین بخش های نونون آن (همین بخش که ذکر شد) باید در هر بخش بیشتر و
شیبی دارند. درون این سامانه وین این چهار بخش، پیوسته مواد نونونی مبادله می شوند. به خید مثال از فراسرهای
طبعی که در مبادله حاده بین اجزای این سامانه نقش دارند توجه کنید.

۱) چرخه آب: سالانه حجم غنی از آب در بناها بخار و وارد هوا کوره می شود و به صورت بارش در آب کوره یا شد کوره و یا حتی
زیت کوره فرو می آید (ارتباط بخش آب کوره با سه بخش دیگر)

صرفاً جهت اطلاع: چرخه آب سالانه ۱۰۰۰ میلیارد تن آب را در سراسر کوره زمین جای می کند.

۲) فتوسنتز و تنفس سلولی: آبریزش سالانه ۱۰۰۰ میلیارد تن CO_2 وارد هوا کوره می کنند و مقدار بسیار زیاد O_2 محلول در آب
مصرف می کنند (ارتباط زیت کوره با هوا کوره و آب کوره)

۳) فعالیت های اسید فسفات، باعث ورود گازها و نونون در کوره و بخار از زیت کوره به هوا کوره می شوند (ارتباط زیت کوره با هوا کوره)

۴) تجزیه لاشه جانوران و گیاهان: بر اثر وانس شیبی لاشه جانداران تجزیه شده و مولکول ها کوچکی وارد آب کوره
هوا کوره یا شد کوره می شوند. همچنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیاد از ترکیب ها کربن دار و وارد بخش های نونون

کوره زمین می کنند (ارتباط زیت کوره با سه بخش دیگر)

▲ نیک ها و یون های موجود در آب دریا

وجود انواع یون ها در آب دریا به دلیل اختلال نیک های نونون در آن است. به طور مثال: KCl ، $NaCl$

$NaBr, MgBr_2$ می توان گفت گرده هواگره از منابع مواد موجود در آب دریا است؛ مگر آب رودخانه در مسیر حرکت خود موادی را از شک گرده جدا کرده و به صورت مخلوط به دریاها می برد یا حرکت دائمی مولکول ها آب در آب گرده و تماس آن با مولکول های هوا موجب انحلال برخی مواد در آب می شود مثل انحلال CO_2 در آب دریا.

در جدول ۹۴ کتاب درسی، نام، نماد شیمیایی، و مقدار برخی یون های حل شده در آب دریا نشان داده شده است:

نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
شاد یون	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
مقدار یون (میلی گرم یون در یک لیتر آب دریا)	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۴۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۶۰	۹۵

نشان این جدول:

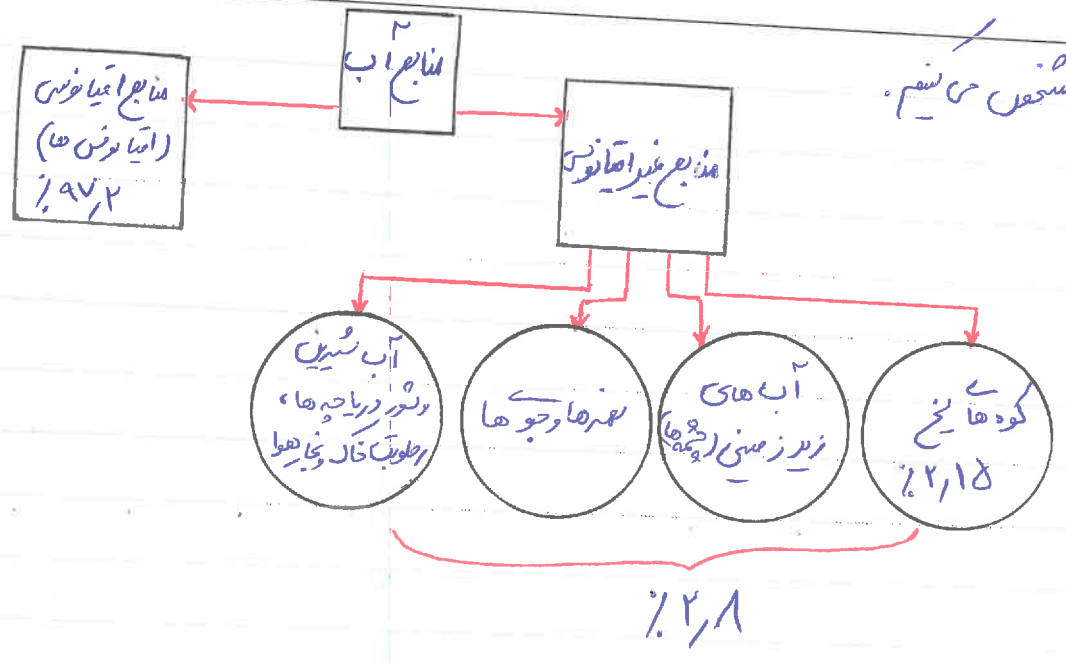
- Na^+ کمترین میزان ترین کاتیون موجود در آب دریا.
- Cl^- کمترین میزان ترین آنیون موجود در آب دریا.
- کاتیون های گرده اول در درم جدول تناوبی در آب دریا وجود دارند. (مانند: $Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+$)
- آنیون های گرده ۱۷ جدول تناوبی (هالوژن ها) در آب دریا وجود دارند. (Br^-, Cl^-)

مدیریت کیفیت اطلاع: شیمی طایفه دریا به بررسی واکنش های شیمیایی که در آب دریاها می رود می دهد توجه دارد. او با استفاده از دانش شیمی به مطالعه تولید مواد شیمیایی طبیعی از آب دریا، تأثیر آنها بر حیفه ایمنی، معادن، کانی ها و اثر فعالیت های انسانی می پردازد. شیمی طایفه دریا می تواند از این دانش برای مطالعه حیات در دریاها و تأثیر آنها بر

▲ منابع آب در گرده زمین

معمولاً به اندازه ۷۵٪ سطح زمین به آب پوشانده است. حال نحوه تقسیم بندی مقدار در صد آب موجود در آب گرده

در سطح می نشین



نکات مربوط به نمودار:

۱) بیشترین مقدار در عدد زمین منابع «غیر آبی نوسنی» با ۲,۱۵٪ مربوط به کوه های یخ می باشد.

۲) مجموع آب شیرین و شور دریاچه ها و در طوبت خاک (آب نهرها و جویها) آب های زیر زمینی (چشمه ها) کوه های یخ: در عدد منابع غیر آبی نوسنی موجود در هوا با توجه به نمودار در منابع غیر آبی نوسنی، آب به هر سه حالت جامد (کوه های یخ)، مایع (چشمه ها) و گاز (بخار آب) موجود در هوا وجود دارد.

۳) قسمت عمده آب شیرین جهان به صورت یخ های قطبیه بوده و به صورت مستقیم قابل استفاده نیست. در ضمن سرعت ذوب کوه های یخ آنقدر زیاد نیست که بتوان به عنوان منبعی برای تهیه آب شیرین روی آنها حساب باز کرد.

۴) هر چند بیشتر منابع آب مربوط به آب میانی نوسنی است، اما چون شور هستند نمی توان از آنها در کشاورزی و مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد. با این وجود آب میانی نوسنی ها منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی توانا هستند.

تولید ضروری های پروتئینی، مواد روغنی، ترشینه و قندها داروهای توانا و ... هستند.

توجه: با این همه توصیفات می توان به این نتیجه رسید که آب شیرین و قابل شرب در جهان خیلی کم است و

از هدفی توزیع جغرافیایی آب شیرین در کل جهان تفاوت نیست؛ به صورتی که ۵۰٪ از جمعیت جهان از کم آبترین
 می‌برند و ۶۶٪ از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبرو خواهند شد. امروزه همه آب شیرین و قابل شرب و
 هم چنین آب قابل استفاده در کشاورزی، صنعت و دیگر حوزه‌ها می‌تواند از خالص‌های اساسی در سطح جهان است!

صرفاً جهت اطلاع؛ آب پهنایم‌ترین قاره باران‌سین ۶٪ جمعیت جهان، خشک‌ترین قاره است. لس‌آنجلس

خود یک درصد از جمعیت جهان، تنها ۲۶٪ از منابع آب شیرین جهان را در اختیار دارد. پژوهش و برآورد‌ها نشان می‌دهد
 که بیش از مهم‌ترین چالش‌های کوه‌ها را سده‌های نزدیک، کمبود آب شیرین خواهد بود؛ چالشی که با مدیریت درست منابع
 آب می‌توان پیامدهای آن را کاهش داد. امروزه هم در جهان نزدیک به ۱۰۰۰ میلیون نفر به آب آشامیدنی سالم
 دسترسی ندارند.

همراهان ناآیدای آب

آب دریاها مخلوطی گهن (مخلول) از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب هستند؛ به عبارت دیگر آب دریاها ناخالص هستند.
 نوع و مقدار مواد حل‌شده در دریاها با یکدیگر تفاوت دارد، زیرا آب‌هایی که به دریاها می‌ریزند در مسیر خود از زمین‌هایی
 گذر می‌کنند که مواد سمیاتی توانون دارند.

اغلب چینه‌ها، قنات‌ها، رودخانه‌ها، آبی‌زلال و سفاف‌دارنده شیرین، نیل و آبی‌زلال در زمین‌های ناخالص است و مخلوطی گهن، حاوی مقدار کمی از یون‌های توانون است.

برخی از مهم‌ترین یون‌های موجود در آب آشامیدنی عبارتند از: کاتیون‌های Na^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Fe^{2+} و همچنین
 آنیون‌های Cl^- ، OH^- ، F^- ، NO_3^- ، SO_4^{2-} می‌باشد. برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل‌شده اند اما به خوبی دیده

در صورت تامین آب آغش معدنی سالم به آن اضافه می شوند. به طور مثال به آب آغش معدنی مقدار بسیار کمی یون فلوراید در صورت تامین آب آغش معدنی سالم به آن اضافه می کنند که وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان ها می شود.

توجه: مقدار و نوع یون های موجود در آب های شیرین از جمله به محل دبیتر متفاوت است. در برخی از آب ها اسیدیته مقدار یون های حل شده به قدری زیاد است که مزه آب طعم شیرین دهد.

نکته: آب ناپلان در صورتی پاک تقریباً خالص است، زیرا هنگام تشکیل برف و برفان، تقریباً همه مواد حل شده در آب از آن جدا می شود. این فرایند الیوس برای تهیه آب خالص است. فرایندی که تقطیر و فلادریه آن آب مقطر نام دارد. هنگام تجزیه آب امیا یون ها و دریاها، فقط مولکول های آب بخار می شوند زیرا در آن شرایط دما، فشار، اثر ترکیب های حل شده در آب تغییر نمی شوند.

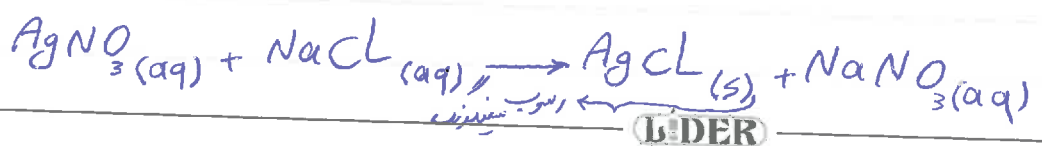
توجه: آب مقطر هم ۱۰۰٪ خالص نیست و مقدار بسیار ناچیزی از یون ها و مولکول های حل شده در آن، باقی می ماند!

▲ از یون شناسایی یون ما

یکی از روش های شناسایی یون ها در آب، اضافه کردن محلول یک ترکیب یونی دیگر به آن است. به صورتی که با یون مورد نظر رسوب تشکیل دهند. با تست رسوب می توان از حضور یون در محلول اولیه اطمینان حاصل کرد. حال می خواهیم

طبق کارش کنید صفت ۹۶ و صفت ۹۷ کتاب درسی به شناسایی یون های Ca^{2+} ، Ba^{2+} ، Cl^- بپردازیم.

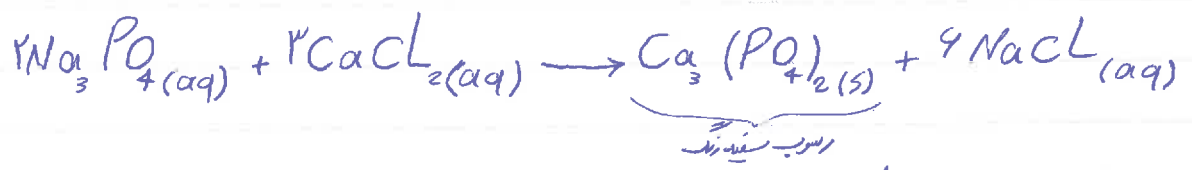
۱) شناسایی یون Cl^- : برای شناسایی یون Cl^- باید به محلول بی رنگ سدیم کلرید ($NaCl$) که حاوی یون Cl^- است، مقداری محلول بی رنگ نقره نیترات ($AgNO_3$) اضافه کنیم. یون Ag^+ با یون Cl^- رسوب سفید رنگ نقره کلرید ($AgCl$) تشکیل می دهد؛ به این ترتیب می توان یون کلرید (Cl^-) را در محلول شناسایی کرد.



توجه: محلول های نقره نیترات ($AgNO_3$) و سدیم کلرید ($NaCl$) هر دو سفید (بی رنگ) هستند.

نکته: ترکیب های دارای یون نیترات (NO_3^-) محلول هستند. مثلاً نقره نیترات ($AgNO_3$) یا نیاسیم نیترات (KNO_3) هر دو محلول هستند.

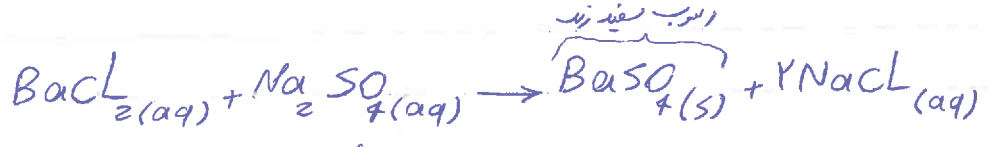
۲) شناسایی یون Ca^{2+} : اگر به محلول بی رنگ کلسیم کلرید ($CaCl_2$) که حاوی یون Ca^{2+} می باشد، مقداری محلول بی رنگ سدیم فسفات (Na_3PO_4) اضافه کنیم، یون Ca^{2+} و یون PO_4^{3-} تشکیل رسوب سفید رنگ کلسیم فسفات ($Ca_3(PO_4)_2$) می دهند. به این ترتیب می توان یون کلسیم (Ca^{2+}) را در محلول شناسایی کرد.



توجه: محلول های سدیم فسفات (Na_3PO_4) و کلسیم کلرید ($CaCl_2$) هر دو سفید (بی رنگ) هستند.

نکته: ترکیب های دارای کاتیون های گروه ۱ (مثل Na^+ و K^+) محلول هستند.

۳) شناسایی یون Ba^{2+} : اگر به محلول بی رنگ باریوم کلرید ($BaCl_2$) که حاوی یون Ba^{2+} است، مقداری محلول بی رنگ سدیم سولفات (Na_2SO_4) اضافه کنیم، یون Ba^{2+} با یون SO_4^{2-} رسوب سفید رنگ باریوم سولفات ($BaSO_4$) تشکیل می دهند. به این ترتیب می توان یون باریوم (Ba^{2+}) را در محلول شناسایی کرد.



توجه: محلول های باریوم کلرید ($BaCl_2$) و سدیم سولفات (Na_2SO_4) هر دو سفید (بی رنگ) هستند.

نکته: اگر به هر سه واکنش که نوشتم دقت کنید متوجه خواهید شد که برای نوشتن طرف دوم واکنش (فرآورده ها) کافیست در سمت واکنش دهنده ها جای دو فلز را عوض کنیم! (اصلاً حتماً به این واکنش ها، واکنش ها جانشینی در مانه گفته می شود).

انواع ترکیب یونی و یون های چند اتمی

۱) ترکیب یونی دو اتمی: ترکیب هایی که از دو عنصر تشکیل شده اند مانند: یتیم پدید (KI)، نیتروژن اکسید (MgO) و آهن

(III) برید (FeBr₃)

۲) ترکیب یونی چند اتمی: ترکیب هایی که از سه نوع عنصر یا بیشتر تشکیل شده اند و در ساختار آن ها یون های چند اتمی وجود

دارد مانند آهن (II) سولفات (FeSO₄)، آمونیوم سولفید (NH₄)₂S و ...

به یون هایی که از دو یا چند اتم (طیابن یا متفاوت) تشکیل شده باشند، یون های چند اتمی می گویند. مانند: SO₄²⁻، NH₄⁺

NO₃⁻، O₂²⁻ و N₃⁻ و ...

توجه: یون ها O₂²⁻ (پر اکسید) و N₃⁻ (آزید) جز یون های چند اتمی هستند که در ساختارشان فقط یک نوع اتم باقی می ماند.

نکته ۱: همانطور که بنا به تقسیم بار یون، در یون های چند اتمی نه به اتم خاصی بلکه به کل مجموعه تعلق دارد و به همین دلیل یون ها

چند اتمی در حالت ساده صورت یک ذره (واحد) مستقل عمل می کنند و در فرمول های خود اتمها را با علامت مثبت و منفی یون های چند اتمی از طریق

جدا شده و به صورت یک واحد، رفتار می کنند.

نکته ۲: بین اتم های یک یون چند اتمی، پیوند کووالانسی وجود دارد.

نکته ۳: اکثر یون های چند اتمی از اتصال دو یا چند نافلز با یکدیگر تشکیل شده اند؛ اما هستند یون هایی که از اتصال اتم ها

فلزی و فلزی در کنار هم تشکیل شده اند مثل پرمنگنات (MnO₄⁻) یا اصلاً یون چند اتمی فلز مثل Hg₂²⁺ که کلاً از اتم ها

فلزی (دو اتم فلزی) تشکیل شده است.

اینک لیست یون های چند اتمی را در زیر می آید. بجز مواردی که با علامت * مشخص شده اند در کتاب درسی به کار

رفته اند ولی آشنایی باقیه یون های چند اتمی که در کتاب درسی به کار نرفته هم خالی از لطف نیست:

بار الکتریکی	فرمول یون	نام یون	بار الکتریکی	فرمول یون	نام یون
۱-	CH_3COO^-	استات (آاتوات)	۱-	ClO^-	هیپوکلریت
۱-	$*OH^-$	هیدروکسید	۱-	ClO_2^-	کلریت
۱-	N_3^-	آزید	۱-	ClO_3^-	کلرات
۲-	$*CO_3^{2-}$	کربنات	۱-	ClO_4^-	پرکلرات
۲-	$*CrO_4^{2-}$	کرومات	۱-	NO_2^-	نیتريت
۲-	$Cr_2O_7^{2-}$	دی کرومات	L	$*NO_3^-$	نیترات
۲-	SO_3^{2-}	سولفیت	۱-	HS^-	هیدروژن سولفید
۲-	$*SO_4^{2-}$	سولفات	۱-	HSO_3^-	هیدروژن سولفیت
۲-	HPO_4^{2-}	هیدروژن فسفات	۱-	HSO_4^-	هیدروژن سولفات (بی سولفات)
۲-	O_2^{2-}	پراکسید	۱-	HCO_3^-	هیدروژن کربنات (بی کربنات)
۲-	$C_2O_4^{2-}$	اکسالات	۱-	$H_2PO_4^-$	دی هیدروژن فسفات
۳-	$*PO_4^{3-}$	فسفات	۱-	MnO_4^-	پرمنگنات
۱+	$*NH_4^+$	آمونیم	۱-	CN^-	سیانید

* نکاتی راجع به جدول :

۱) نام و بار یون های چند ائمری یاد بگیرد زیرا که اینها بخش مهمی از زبان شیمی هستند.

۲) خواننده نام که نام یون های تک ائمری به شوند «ید» ختم می شوند و یون های چند ائمری که به شوند «ید» ختم می شوند.

مثال: هیدروکسید (OH^-)، پراکسید (O_2^{2-}) و سیانید (CN^-)

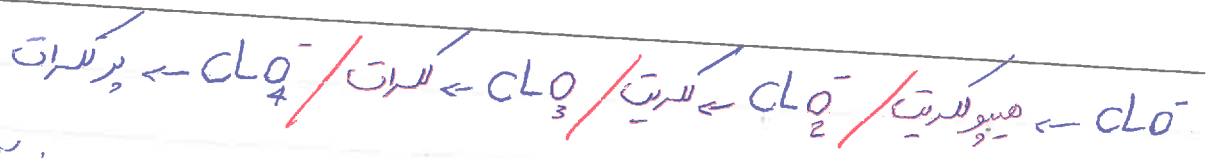
۳) نکته مهم در جدول چند دسته آئون چند ائمری وجود دارد که از یک عنصر و تعداد متفاوتی اتم اکسیژن تشکیل شده اند. (بی)

۱ آنها اکسی آئون می شوند! اگر در یک دسته دو اکسی آئون وجود داشته باشد، نام آئون دارای تعداد کمتری اکسیژن با

«-یت» و نام آئون با تعداد اتم اکسیژن بیشتر با «-ات» نام می شود. برای مثال: SO_3^{2-} سولفیت، SO_4^{2-} سولفات نام دارند

اگر در یک دسته بیش از دو اکسی آئون وجود داشته باشد، از پیشوند های «هیپو-» (کمتر) «پر-» (بیشتر) استفاده می شود تا به

توصیف آئون دارای کمترین و بیشترین اتم اکسیژن مشخص شود. بهترین مثال اکسی آئون های دارای اتم کربن هستند



۴) کاتیون های جدا امی تنوع بسیار کمتری نسبت به آنیون های جدا امی دارند و معروف ترین آنها NH_4^+ (آمونیم) است

▲ فرمول یونسی و نامگذاری ترکیب های دارای یون جدا امی

فرمول یونسی و نامگذاری ترکیب های یون دارای یون جدا امی را به با فرمول یونسی و نامگذاری ترکیب های یون دارای یون های تک امی است. برای نوشتن فرمول یونسی این ترکیب ها:

۱) فرمول کاتیون در سمت چپ و در کنار آن در سمت راست، فرمول آنیون را می نویسیم.

۲) با توجه به اینکه یک ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است پس باید جمع بارهای کاتیون ها و آنیون ها موجود در

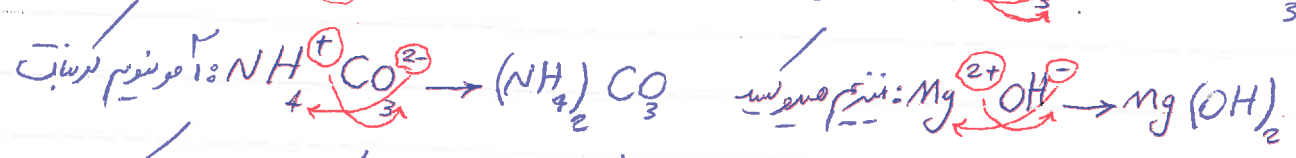
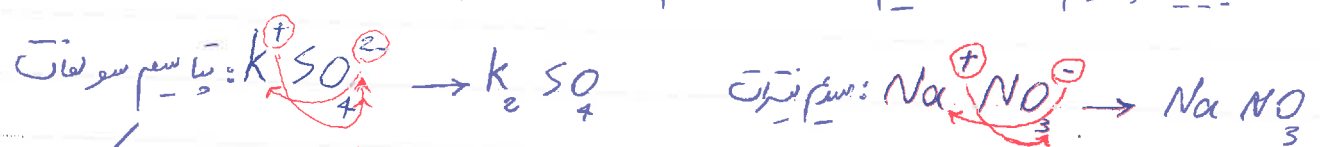
ترکیب صفر باشد. برای این منظور بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون را به عنوان زیروند کاتیون (به صورت مندرجی) مکرر می دهیم.

توجه: چنانچه بار کاتیون و بار آنیون برابر بود نیازی به انجام مرحله دوم نیست و مستقیماً می توانیم سراغ مرحله ۳

۳) علامت بار یون ها را حذف می کنیم و زیروندها را تا جایی مکن ساده می کنیم.

توجه: در فرمول یونسی نیازی به گذاشتن زیروند $1+$ نیست.

مثال: فرمول یونسی پتاسیم سولفات، سدیم نیترات، آمونیوم کربنات و منیزیم هیدروکسید را مشخص کنید.



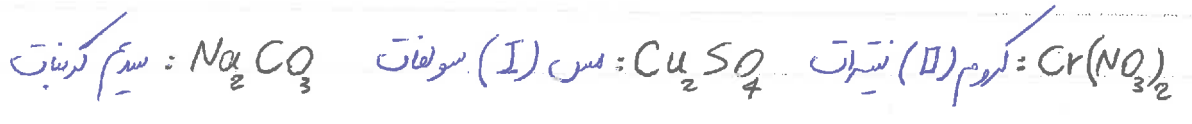
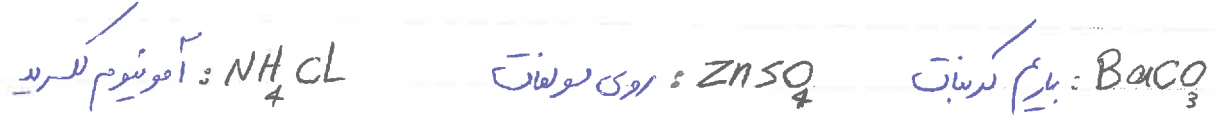
برای نامگذاری ترکیب های یون دارای یون جدا امی به مانند ترکیب های دارای یون تک امی عمل می کنیم؛ به این

صورت که ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را می نویسیم. (اگر تعداد یون جدا امی بیش از یک باشد، داخل پرانتز قرار می دهیم)

توجه: در مورد فلزهایی که یون های مثبت با بارهای متنوع را تشکیل می دهند (برخی فلزات واسطه) در هنگام نوشتن

نام کاتیون باید بار این کاتیون با عدد بومی داخل پرانتز آورده شود.

مثال: نام ترکیب های زیر را بنویسید:



توجه: گیاهان برای رشد مناسب علاوه بر H_2O و CO_2 ، به عنصرهایی مانند نیتروژن (N) و گوگرد (S) و فسفر (P) و...

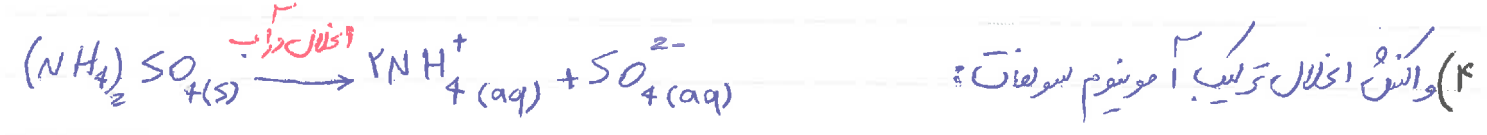
نیاز دارند.

ترکیب های یونی کاربردهای فراوانی دارند برای مثال آمونیوم سولفات $(NH_4)_2SO_4$ یک کود شیمیایی است که نوع عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه می نهد. حال به معرفی این ترکیب یونی بپردازیم:

(1) آمونیوم سولفات $[(NH_4)_2SO_4]$ یک ترکیب یونی چند تایی است که برخلاف اغلب ترکیب های یونی، هم چهار عنصر سازنده آن، نافلزند.

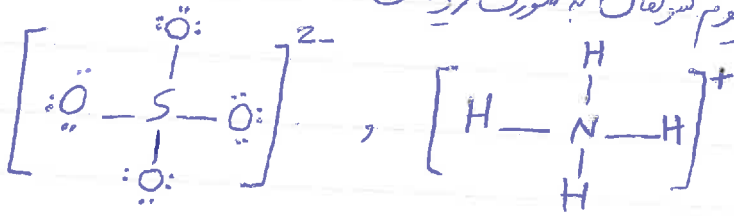
(2) هم آتون و هم کاتیون تشکیل دهنده این ترکیب یونی، چند تایی اند؛ در نتیجه در آمونیوم سولفات هم پیوند یونی و هم پیوند کووالانسی وجود دارد.

(3) اند به عمل فضا پرین SO_4^{2-} و NH_4^+ موجود در صفحات ۹۸ و ۹۹ کتاب درسی توجه کنید متوجه خواهید شد که اتم های H متصل به N در NH_4^+ و اتم های O متصل به S در SO_4^{2-} در یک صفحه جایی نمی آید.



با توجه به واکنش انحلال مشخص است که هر دو مول آمونیوم سولفات با انحلال در آب، به سه مول یون تشکیل می شود.

۵) ساختار لوویس کاتون و آنیون سازنده ترکیب آمونیوم سولفات به صورت زیر است:



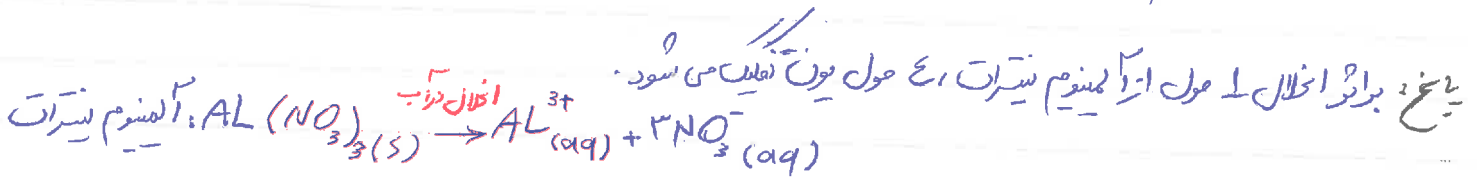
نکته: بسیاری از ترکیب های یونی در آب انحلال پذیرند و در آب به یون های سازنده خود تفکیک می شوند؛ ولی برخی ترکیب های یونی هم وجود دارند که یا انحلال پذیری کمتری دارند یا انحلال پذیری کمی دارند. برای مثال همانطور که در آزمون های شناسایی یون ها اشاره شد، ترکیب های یونی نقره کلرید (AgCl)، لیسیم فسفات (Ca₃(PO₄)₂) و باریم سولفات (BaSO₄) در آب نامحلول هستند و نمی توانیم بگوئیم که برابر انحلال ۱ مول از آنها در آب به ترتیب ۰.۲ و ۲.۵ مول یون ایجاد می شود.

مثال: نام یا فرمول شیمیایی ترکیب های یونی زیر را بنویسید:

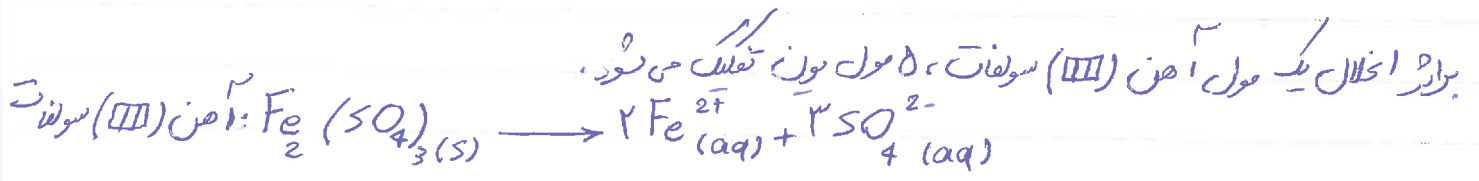
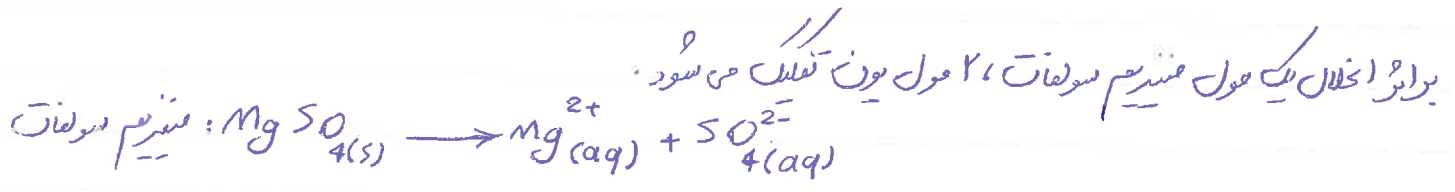
- | | | |
|-----------------------------------|--|--|
| Li ₂ O: لیسیم اکسید | MnO: منگنز (II) اکسید | Fe ₂ O ₃ : آهن (III) اکسید |
| CaCl ₂ : کلسیم کلرید | Ba(NO ₃) ₂ : باریم نیترات | Na ₃ PO ₄ : سدیم فسفات |
| آهن (III) برید: FeBr ₃ | روی فسفات: Zn ₃ (PO ₄) ₂ | قلع (IV) اکسید: SnO ₂ |
| مس (II) سولفات: CuSO ₄ | منگنز برید: MgBr ₂ | کربنات (II) اکسید: CoO |

مثال: انحلال هر یک از ترکیب های زیر در آب بنویسید و مشخص کنید برای حل شدن هر واحد فرمولی، چه تعداد یون ایجاد می شود.

(آلومینیوم نیترات، نقره نیترات، منگنز سولفات، آهن (III) سولفات)



برابر انحلال ۱ مول نقره نیترات، ۲ مول یون تولید می شود.



نمونه جدول زیر را کامل کنید:

آیون / کاتیون	Cl^- یون کلرید	NO_3^- یون نیترات	SO_4^{2-} یون سولفات	CO_3^{2-} یون کربنات	OH^- یون هیدروکسید
Li^+ یون لیتیم			Li_2SO_4 لیتیم سولفات		
Mg^{2+} یون منیزیم					$Mg(OH)_2$ منیزیم هیدروکسید
Fe^{2+} یون آهن (II)					
Al^{3+} یون آلومینیم					
NH_4^+ یون آمونیوم				$(NH_4)_2CO_3$ آمونیوم کربنات	NH_4OH آمونیوم هیدروکسید

نمونه جدول زیر را کامل کنید:

تعداد یون های حاصل شده از انحلال هر واحد آن	عوامل شیمیایی	نام ترکیب	تعداد یون حاصل شده از انحلال هر واحد آن	عوامل شیمیایی	نام ترکیب
	$Cr(NO_3)_3$				کروم سولفات
		کالیم سولفات			پتاسیم نیترات
		آهن (III) نیترات		$Al_2(SO_4)_3$	
	Li_2SO_4				آمونیم نیترات
	$(NH_4)_2CO_3$			$FeSO_4$	

نسبت نفوس (نسبت اتم های سیزن در فنون شیمیایی کدام نوع ترکیب برابری است؟) (سراسری ریاضی ۹۶ - تغییر اندک)

(۲) ابریدیم نیترات - منتریم فسفات

(۱) طلع (IV) السید - دی هیدروژن دی السید

(۴) اونیوم نیترات - کلسیم هیدروژن کربنات

(۳) مس (II) سولفات - آهن (II) نیترات

نسبت شماره اتم های نیترژن به شماره اتم های سیزن در اونیوم سولفات، برابر نسبت شماره کاتیون به

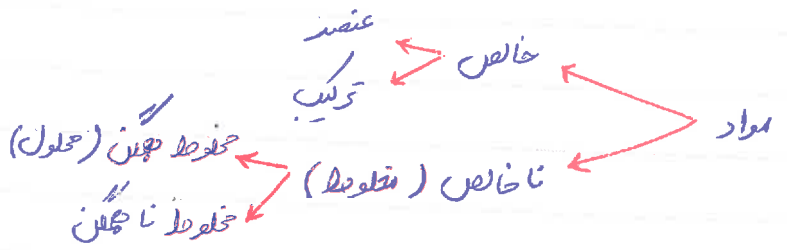
(سراسری تجربی ۹۶ - تغییر اندک)

شماره آنیون در کدام ترکیب است؟

- (۱) کلسیم نیترات
- (۲) آلومینوم سترید
- (۳) مس (II) فسفات
- (۴) سرب (II) کربنات

محلول و مقدار حل سونده ها

ابتدا باید طبقه بندی بسیار کاربردی در باره مواد موجود در هستی آشنا می شویم:



حال با تعریف هر کدام از این واژه ها آشنا می شویم:

ماده تمام مواردی که جهان از آنها ترکیب یافته است را بررسی هم ماده می گوئیم. ماده بلا به صورت چیزی تعریف

می کنند که جرم دارد و قضا اشغال می کند.

ماده خالص: یک عنصر یا یک ماده مرکب که ذره های سازنده آن یکسان است. ماده خالص ترکیب در حد ثابت و خواص ثابتی دارد.

عنصر: ماده خالص که ذرات سازنده آن تنها از یک نوع اتم تشکیل شده است و به مواد ساده تر تجزیه نمی شود. مانند H_2 ، Mg

ترکیب (ماده مرکب): ماده خالصی که از دو یا چند عنصر یا نسبت های ثابت ترکیب یافته است و با اعمال شیمیایی به این

عناصر تجزیه می شود. مانند H_2O ، Fe_2O_3 ، H_2SO_4 ، $NaCl$ و ...

ماده ناخالص (مخلوط) : نمونه ای از ماده که از دو یا چند ^{سلیس} ^{شده} است، ترکیب در صدیابی ندارد و با اعمال فیزیکی از هم جدا می شوند.

مخلوط همگن (محلول) : مخلوطی که از ترکیب دو یا چند ماده که حالت فیزیکی و شیمیایی آن در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت باشد. در این نوع مخلوط، مواد سازنده آن به صورت یکنواخت در هم خشن شده اند. مانند هوا، سرم فیزیولوژی (محلول نمک

در آب)، قندخ (محلول اسکن گلوکز در آب)، گلاب (محلول چند ماده آلی در آب)

لاابگانه: محلول ها به هر سه حالت فیزیکی وجود دارند: هوای محلول گازی، نمک حل شده در آب یک محلول جامع و آلیاژ ^{نقره} - طلا یک محلول جامد است.

توجه: در محلول آبی قندخ (اسکن گلوکز) حالت فیزیکی در سرتاسر آن مایع و ترکیب شیمیایی مانند زنگ غلظت و در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

توجه: آب آشامیدنی، آب چسبه، دریا، رودخانه و... هیچ کدام خالص نیستند و مخلوطی از انواع یون ها و مولکول ها در آب هستند (حتی آب مقطر هم، خالص نیست زیرا مابا قریب آن و خالص در تقارص ^{سیدیم} و ^{یون} های بسیار کم در آن وجود دارند و ۱۰٪ از مولکول های H_2O درت شده!)

مخلوط نا همگن: مخلوطی که ذرات سازنده آن به صورت یکنواخت در یکدیگر خشن شده اند. مخلوط های نا همگن حدود مشخصی دارند و معمولاً به آسانی قابل تمیزاند مانند مخلوط آب روغن و یا مخلوط آب و نفت که هر کدام از اجزای مخلوط در آن حالایه ای قابل تشخیص دارند.

▲ محلول را چیزی آن و غلظت محلول

پانآوری: در علوم هضم آموختند که هر محلول از در جزئی، حلال رحل ^{سوده} ^{سلیس} شده است.

حلال جزئی از محلول است که حل شونده را در خود حل کرده و نسبت به حل شونده شمار مول های آن بیشتر است

(توجه کنید که شمار مول های حل شونده بیشتر از حلال است و نه مقدار جرمی آن!)

توجه: هر محلول از دو چیز (حلال و حل شونده) تشکیل شده و نه از دو ماده! چون مقدار حل شونده می تواند بیش از

یک مورد باشد مثل محلول آب دریا و یا محلول گازی هوا

محلول ها را با توجه به میزان حل شونده (ها) به دو دسته در مقیاس 10^3 و 10^6 غلیظ یا رقیق تقسیم بندی می کنند که به طور کلی محلولی که مقدار

حل شونده آن در واحد حجم کم باشد، در محلول رقیق می گویند مانند چای کم رنگ و یا سرم فیزیولوژی و اگر مقدار حل شونده

(ها) در واحد حجم زیاد باشد به آن در محلول غلیظ گفته می شود. مانند چای پررنگ یا مایع غلیظ یا مایع غلیظ غلیظ.

توجه: علاوه بر نوع نمک های حل شده، مقدار نمک های حل شده در آب دریا های گوناگون نیز با هم تفاوت دارند. برای

نمونه در هر ۱۰۰ گرم آب دریای مرده (بحر الميت)، در حدود ۲۷۰ گرم حل شونده (انواع نمک ها) در ۱۰۰ گرم محلول آب دریا

وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می تواند به راحتی روی آن شناور بماند (چون هر چه

میزان نمک حل شده بیشتر باشد، چگالی آب بیشتر خواهد بود!) دریاچه ارومیه نیز یکی از دریاچه های شور دنیا است

که مقدار نمک های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه نیز بسیار غلیظ است؛ از این رو دریاچه

ارومیه منبع غنی از مواد سمیایی گوناگون به شمار می آید.

اقیانوس آرام (۳۵) دریا مدیترانه (۳۶) دریا سیخ (۳۷) دریا مرده (۳۸) مقدار نمک در ۱۰۰ گرم محلول آب دریا

صرفاً جهت اطلاع: دریاچه ارومیه در صحن دریاچه شور دنیا است که در هر ۱۰۰ گرم از آب آن، بیش از ۲۰۰ گرم از

انواع حل شونده ها وجود دارد. چگالی آب دریاچه ارومیه در زمان پیاپی $1.141 \frac{g}{cm^3}$ را داشته و با $pH = 7.5$ نیز آلوده است.

کاتیون های موجود در آب این دریاچه به طور عمده شامل Na^+ ، K^+ ، Ca^{2+} ، Li^+ ، Mg^{2+} و آنیون های موجود در آن

به طور عمده شامل کربنید (Ca)، سولفات (SO_4^{2-}) و هیدروژن کربنات (HCO_3^-) است. مقدار Na^+ و Cl^- در آب دریاچه ارومیه حدود چهار برابر آب دریاهاست. به همین علت آن را می توان منبع غنی برای تولید نمک خوراکی دانست. پژوهش ها نشان می دهد که متأسفانه این حوزه آبی دچار خشکی شده است و اگر این روند ادامه یابد، خسارت ها جبران ناپذیری در پی شناسی بزرگ بودم منفعه بر جوی خواهد گذاشت.

غلظت: شیمی دان ها غلظت یک محلول را برابر با مقدار حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می کنند. آنها در آزمایشگاه با محلول های نوناغی سروکار دارند که مقدار حل شونده در آنها در سرتاسر از مقدار بسیار کم تا مقدار بسیار زیاد متغیر است. به همین دلیل غلظت محلول ها به روش های نوناغی بیان می کنند که از میان آنها کتاب درسی سال دهم به: (۱) قسمت در میلیون (PPM)، (۲) درصد جرمی و (۳) غلظت مولی (مولار) اشاره کرده است.

① قسمت در میلیون (PPM)

اگر ۵/۰ گرم مس (II) سولفات ($CuSO_4$) را در ۹۹۱۵ گرم آب حل کنیم، محلولی بسیار رنگ آبی به دست می آید. حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق کنیم، محلولی بسیار کم رنگ پدید می آید که لوی رنگ ندارد. ظاهری رنگ این محلول نشان می دهد که محلول بسیار رقیق بوده و مقدار حل شونده در آن بسیار کم است (شکل ۱۱-۲). برای بیان غلظت محلول های بسیار رقیق، معمولاً از «قسمت در میلیون» (PPM) استفاده می شود:

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

در ایفای PPM، در صورتی که محلول بسیار رقیق نوع یکسانی اندازه گیری جرم (گرم، کیلوگرم، میلی گرم و...) داشته باشد.

استفاده شود؛ در نتیجه PPM یکا ندارد. از PPM برای بیان غلظت کاتیون ها و آنیون ها در آب معدنی، آب آشامیدنی آب دریا، برون جانداران، بافت های گیاهی و مقدار آلاینده های هوا استفاده می شود.

پیدا کردن روابطی دیگر برای PPM: اگر رابطه PPM را به صورت $\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}}$ در صحت گرام محلول در یک لیتر تعریف کنیم

$$PPM = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} \times 10^6 \Rightarrow PPM = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (mg)}} \times 10^4$$

حال اگر محلول ما بسیار رقیق و حلال آن آب باشد، یا توجه به اینکه غلظت حل شونده خیلی کم است، می توان با تقریب،

چگالی محلول را برابر با چگالی آب ($1 \frac{kg}{L}$) در نظر گرفت؛ به عبارت دیگر هر ۱ لیتر از محلول مورد نظر، ۱ کیلوگرم جرم دارد، یعنی جرم محلول بر حسب کیلوگرم برابر است با حجم محلول بر حسب لیتر، اینده در برای محلول های بسیار رقیق اینده

حل شونده در حلال آب، می توان PPM را به صورت $\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}}$ در یک لیتر محلول هم تعریف کرد.

$$PPM = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{حجم محلول (L)}}$$

مثال ۱) در یک نمونه آب آشامیدنی به جرم ۲۰۰ گرم، ۰.۵ میلی گرم یون فلوئورید وجود دارد. غلظت یون F^- در این نمونه چند PPM است؟

$$PPM = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{0.5 \times 10^{-3} \times 10^{-3}}{200} \times 10^6 = 2.5 PPM$$

صرفاً جهت اطلاع: سازمان بهداشت جهانی مقدار مجاز یون فلوئورید (F^-) در آب آشامیدنی $1.5 - 2.2 PPM$ را اعلام کرده است. اگر مقدار یون F^- از این کمتر باشد، کارایی خود را از دست می دهد. از سوی دیگر مصرف بیش از اندازه یون F^- باعث ایجاد خال یا لکه های به رنگ سفید مات بر سطح مینای دندان می شود. با ادامه مصرف یون F^- ، لکه ها قهوه ای شده و به تدریج ضرر بیشتری ایجاد می شود.

مثال ۲) در ۱ گرم از یک آب معدنی غلظت یون Mg^{2+} برابر $22 PPM$ است. چند گرم یون Mg^{2+} در محلول وجود دارد؟

$$PPM = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 22 = \frac{\text{جرم حل شونده}}{1g} \times 10^6 \Rightarrow Mg^{2+} = 2.2 \times 10^{-4} g$$

مثال ۳) مقدار ۵۰۰ گرم کلسیم کلرید ($CaCl_2$) در هر ۱ کیلوگرم آب یک رودخانه وجود دارد. غلظت PPM یون Cl^-

در آب این اورده خانه کدام است؟ $(Cl=35.5, Ca=40 \frac{g}{mol})$

$$? g Cl^- = 8.55 g CaCl_2 \times \frac{1 mol CaCl_2}{111 g CaCl_2} \times \frac{2 mol Cl^-}{1 mol CaCl_2} \times \frac{35.5 g Cl^-}{1 mol Cl^-} = 3.55 g Cl^-$$

در اینجا چون محلول خیلی رقیق است و حلال هم آب، می توان از فرمول درم هم استفاده کرد. هر چند فرمول اصلی

$$PPm = \frac{\text{جرم حل شونده (mg)}}{\text{جرم محلول (kg)}} = \frac{3.55 \times 10^3 mg}{4 kg} = 887.5 PPm$$

PPm هم می توان به کار برد!

مثال ۴) اذیت زندی اغلب ماهی ها هنگامی امکان پذیری است که غلظت اکسیژن محلول در آن بیشتر از ۵ PPm باشد. با انجام

حسابه مشخص کنید که ۹ kg آب حاوی ۶۷۵ mg اکسیژن محلول، برای اذیت زندی ماهی ها مناسب است؟

(کمترین مقادیر اکسیژن مورد نیاز)

$$PPm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{675 \times 10^{-3} g}{9 \times 10^3 g} \times 10^6 = 75 PPm$$

چون غلظت به دست آمده برای این آب، از حد مجاز ۵ PPm کمتر است، پس این آب برای اذیت زندی ماهی ها مناسب نیست

مثال ۵) ۷ لیتر نرم آمونیم هیدروکسید $(NH_4 OH)$ در مقدار معینی آب حل می کنیم. اگر غلظت یون آمونیم

۹ PPm باشد. حجم آب مورد نیاز حساب کنید؟ $(N=14, O=16, H=1 \frac{g}{mol})$ (مطابق محلول ۱ g در ۱۰۰ ml در نظر بگیرید)

$$? g NH_4^+ = 7 mg NH_4 OH \times \frac{1 g NH_4 OH}{100 mg NH_4 OH} \times \frac{1 mol NH_4 OH}{35 g NH_4 OH} \times \frac{1 mol NH_4^+}{1 mol NH_4 OH} \times \frac{18 g NH_4^+}{1 mol NH_4^+} = 3.6 \times 10^{-3} g NH_4^+$$

$$PPm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6 \Rightarrow 9 = \frac{3.6 \times 10^{-3} g NH_4^+}{x} \times 10^6 \Rightarrow \text{مطلوب جرم محلول} = 400 g$$

$$P = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 = \frac{400 g}{V (ml)} \Rightarrow V = 400 ml$$

مثال ۶) کوسه های کفاری حس بریایی بسیار قوی ای دارند و می توانند بوی خون را از فاصله دورتری حس کنند. اگر یک

قشره (از) گرم از خون یک شکار در فضای آب دریا به حجم $4 \times 10^{11} L$ پخش شود، این کوسه ها بوی خون را حس می کنند

حساب کنید حس بریایی این کوسه ها به ضاع چند PPm خون حساس است؟ (حجم یک لیتر آب در مایه یک لیتر نرم در نظر بگیرید)

$$1 \text{ g} = 4 \times 10^{11} g = 4 \times 10^{11} \times 10^{-3} kg = 4 \times 10^8 kg = \text{جرم آب} = \text{حجم آب}$$

و اگر = جرم ماده حل شونده (فون)

$$PPM = \frac{\text{جرم حل شونده (وزن)}}{\text{جرم محلول (آب دریا)}} \times 10^6 \Rightarrow PPM = \frac{1 \times 10^{-1} \text{ g}}{4 \times 10^{15}} \times 10^6 = 2,5 \times 10^{-11}$$

تمرین ۱) غلظت نمک محلول سدیم فسفات (Na_3PO_4) در آب دریا برای PPM ۱۲ است. در ۱۰۰ L از آب این

دریا چه جند مول یون سدیم (Na^+) وجود دارد؟ (وجود دارد؟) ($\text{Na}=23, \text{P}=31, \text{O}=16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$) (چگالی آب دریا به بزرگ است) $1,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ است)

تمرین ۲) اگر در هر لیتر از محلول نمک منیم کلرید (MgCl_2)، $3,0 \times 10^2$ عدد یون Cl^- وجود داشته باشد، غلظت یون

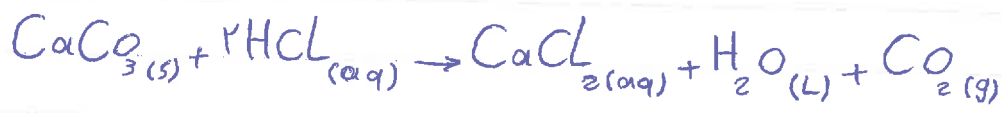
Mg^{2+} چند PPM است؟ ($\text{Mg}=24 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$) (چگالی محلول بزرگ است) $1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ است)

تست کنگور) ۱۰۰ گرم محلول نقره سولفات PPM ۶، ۱۵، ۱۰، شامل چند مول از این نمک است؟ ($\text{Ag}=108, \text{S}=32, \text{O}=16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$)

- (خارج شود بجز ۱۸)
- ۱) 2×10^{-5}
 - ۲) 5×10^{-6}
 - ۳) $12,2 \times 10^{-3}$
 - ۴) $15,6 \times 10^{-4}$

تست کنگور) اگر ۱۰۰ mL از محلول HCl با چگالی $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$ ۱،۱۰ با ۱۰ صلیب گرم کلسیم کربنات (CaCO_3) واکنش دهد،

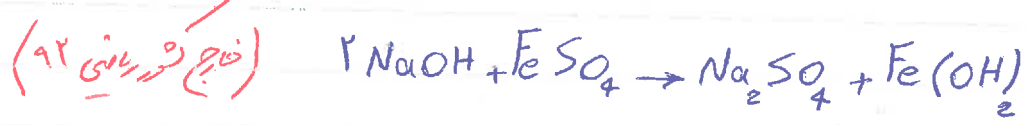
غلظت محلول اسید بر حسب PPM کدام است؟ ($\text{Ca}=40, \text{Cl}=35,5, \text{O}=16, \text{C}=12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$) (خارج شود بجز ۹۱)



- ۱) ۵۹,۳۹
- ۲) ۶۶,۳۶
- ۳) ۷۲,۴۲
- ۴) ۷۸,۱۴

تست کنگور) ۱۰۰ mL محلول سدیم هیدروکسید (NaOH) با چگالی $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ۱،۱۰ با ۰،۷۶ گرم آهن (II) سولفات

واکنش حاصل دهد، غلظت سدیم هیدروکسید برای چند PPM است؟ ($\text{H}=1, \text{O}=16, \text{Na}=23, \text{S}=32, \text{Fe}=56 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$)



۱۹۱۳ (۴)

۱۵۱۶ (۳)

۷۹۱۲ (۲)

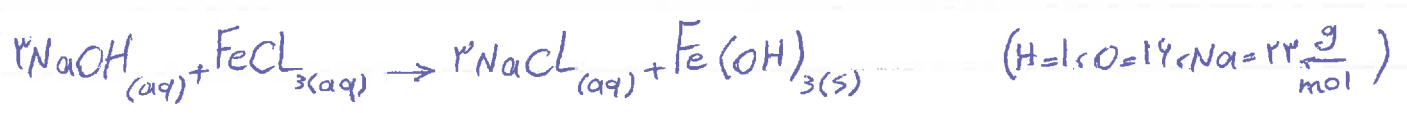
۶۱۱۴ (۱)

تست نگر (تست نگر) برای تهیه ۲۰۰ ml محلول با غلظت ۱۰ PPM از یون ها لکریه، به تقریب چند گرم سدیم لکریه لازم است؟

(سدیم لکریه تجربی ۹۳) $(Ca=40, Cl=35,5 \frac{g}{mol})$ (محال محلول بلیو $\frac{1g}{ml}$ است)

- ۱) 1×10^{-3}
- ۲) $3,1 \times 10^{-3}$
- ۳) $2,1 \times 10^{-3}$
- ۴) 1×10^{-3}

تست نگر (تست نگر) مالرم محلول سدیم هیدروکسید با غلظت ۱۲۰ PPM، با چند مول آهن (II) لکریه، به صورت زیر واکنش می دهد؟



- ۱) 1×10^{-3}
- ۲) 4×10^{-3}
- ۳) 1×10^{-5}
- ۴) 2×10^{-5}

تست نگر (تست نگر) در یک نمونه آب معدنی ۱۰۰ PPM یون سدیم وجود دارد، اگر به ۲ لیتر محلول از این آب معدنی مقدار ۰.۰۴ مول

سدیم سفتات اضافه کنیم، پس از اتمام واکنش غلظت یون Ca^{2+} چند PPM خواهد شد؟ $(Ca=40 \frac{g}{mol})$

- ۱) صفر
- ۲) ۲,۵
- ۳) ۱۲,۵
- ۴) ۲۷,۵

تست نگر (تست نگر) یک صافی تصفیه آب آشامیدنی، ظرفیت جذب دارد ۳ حول یون نیترات را از آب دارد. با استفاده از این صافی

داند می توان چند لیتر آب شهری دارای ۱۰۰ PPM یون نیترات را به طور کلی تصفیه کرد؟ (محال آب را برابر $\frac{1g}{ml}$ در نظر

بگیرید) $(N=14, O=16 \frac{g}{m})$ (خارج شود تجربی ۹۴)

- ۱) ۱۱۹۰
- ۲) ۱۹۰
- ۳) ۱۰۰
- ۴) ۴۰۰

تست نگر (تست نگر) یک نمونه سوخت دارای ۹۹ PPM گوگرد است. سوخت هر تن از آن چند گرم سولفوریک اسید (H_2SO_4)

به محلول زیست وارد می کند؟ (در شرایط آژانس، گوگرد به گوگرد تری اکسید، سولفوریک اسید تبدیل می شود $(H=1, O=16, S=32 \frac{g}{mol})$)

- ۱) ۲۹۴
- ۲) ۲۴۰
- ۳) ۲۹۱۴
- ۴) ۲۴

۲) درصد جرمی

به سهم حل شونده موجود در ۱۰۰ قسمت جرمی محلول، درصد جرمی ماده حل شونده در محلول گفته می شود. درصد جرمی

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

از رابطه زیر محاسبه می شود:

توجه: در رابطه درصد جرمی باید یكای صورت و مخرج یكسان باشد (مردود باید بر حسب mg یا g و یا kg باشد) و به

شکلین طریق درصد جرمی یكسانند.

توجه: درصد جرمی را با $\frac{W}{W} \%$ نمایش می دهند که هم ارزش با میزان قسمت های حل شونده در ۱۰۰ قسمت از

محلول است.

سوال مقهور از عبارت در محلول استریندیم کبرید ۹۰ درصد برای تست رسوب دهان چیست؟

این عبارت نشان می دهد که در هر ۱۰۰ گرم محلول مقدار ۹۰ گرم سدیم کبرید و ۱۰ گرم آب وجود دارد.

نکته: در همه انواع غلظت حاصل: درصد جرمی PPM، غلظت مولی و ... غلظت به مقدار جرم محلول بستگی ندارد! برای

سوال اگر محلول یا غلظت مشخص نداشته باشیم و سپس مقدار مشخص از آن محلول را برداریم، غلظت مولی یا درصد جرمی

در محلول برداشته شده با غلظت مولی یا درصد جرمی در محلول اولیه برابر است.

▲ رابطه غلظت های PPM و درصد جرمی

اگر به مردود رابطه غلظت PPM و غلظت درصد جرمی نگاه کنیم:

$$\left. \begin{aligned} PPM &= \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \\ \text{درصد جرمی} &= \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{PPM}{\text{درصد جرمی}} = \frac{10^6}{10^2} \Rightarrow \frac{PPM}{\text{درصد جرمی}} = 10^4 \Rightarrow PPM = \text{درصد جرمی} \times 10^4$$

سوال: اگر مقدار درصد جرمی یك حل شونده در محلول را به مادادند، می توانیم با ضرب کردن آن در عدد 10^4 تا غلظت

آن حل نمونه بر حسب PPM بدست آید. برای مثال اگر غلظت یون Ca^{2+} در یک نمونه آب دریا برابر ۱۹٪ باشد غلظت آن بر حسب PPM برابر ۱۹۰۰۰ خواهد بود.

مثال ۱
برای تهیه ۲۷۰ گرم از یک نوع شربت، ۲۱۷ گرم ویتامین C (اسکوربیک اسید) همراه با حل شونده های دیگر به کار رفته است در صد جرمی ویتامین C در این شربت را محاسبه کنید؟

$$\text{از ٪} = \frac{\text{جرم ویتامین C}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{217}{270} \times 100 = \text{از ٪}$$

مثال ۲
اگر ۲۸۱۷۵ میلی لیتر آناتول خالص را با ۵۰۰ گرم آب مقطر مخلوط کنیم، در صد جرمی آناتول در این محلول را محاسبه کنید. (چگالی آناتول $\frac{1.1 \text{ g}}{\text{mL}}$ ، در نقطه بلوریدگی $(H=1, C=12, O=16 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$ (خارج از کتاب درسی ۹۰))

$$28175 \text{ mL آناتول} \times \frac{1.1 \text{ g آناتول}}{1 \text{ mL آناتول}} = 31 \text{ g آناتول} \qquad 1.5 \text{ mol H}_2\text{O} \times \frac{18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 27 \text{ g H}_2\text{O}$$

$$\text{جرم محلول} = \text{جرم حلال} + \text{جرم حل شونده} = 27 + 23 = 50 \text{ g}$$

$$\text{در صد جرمی} = \frac{\text{جرم آناتول}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{23}{50} \times 100 = 46 \text{ ٪}$$

مثال ۳
جرم کل آب ها موجود روی زمین در حدود 1.4×10^{21} تن است. اگر میزان نمک های حل شده در این آب ها برابر با ۳٫۵ درصد باشد، حساب کنید چند تن انواع نمک در آنها وجود دارد؟
(خارج از کتاب درسی ۳۰)

$$3.5 = \frac{\text{انواع نمک}}{1.4 \times 10^{21} \text{ ton}} \times 100 \Rightarrow \text{انواع نمک} = 4.9 \times 10^{19} \text{ ton}$$

مثال ۴
چند گرم جوش شیرین (NaHCO_3) به ۱۵۰ گرم محلول ۵۰٪ جرمی این ماده اضافه کنیم تا محلول ۷۰٪ جرمی داشته باشیم؟

$$\text{در صد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{\text{NaHCO}_3}{150} \times 100 = 75 \text{ g NaHCO}_3$$

$$\text{محلول ۷۰٪} : 70 = \frac{75 + x}{150 + x} \times 100 \Rightarrow x = 100 \text{ g}$$

مثال ۵ برای ضد عفونی کردن آب یک استخر از محلول کدر ۷ در صد جرمی استفاده می شود. این مقدار حباب کدر موجود در آب استخر

۱ PPM باشد، چند گرم این محلول برای ضد عفونی کردن $700 m^3$ آب نیاز است؟ (جرم یک لیتر آب استخر را برابر

تمرین های دوره ای ص ۱۳۴ کتاب درسی)

با یک لیونرم در نظر بگیرید)

چون در صورت سوال گفته که جرم یک لیتر آب برابر ۱ kg در نظر بگیرید منظور این است که چگالی آب برابر $\frac{1 kg}{L}$ یا $\frac{1 g}{mL}$

$$1 m^3 = 1000 L = 1000 kg \Rightarrow 700 m^3 = 700 \times 10^3 kg \quad \text{است!}$$

$$PPm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = 1 = \frac{x}{(700 \times 10^3 \times 10^3) g} \times 10^6 \Rightarrow x = 700 g \quad (\text{جرم حل شونده})$$

$$\text{در صد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 7 = \frac{700 g}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \text{جرم محلول} = 10000 g$$

مثال ۶ در چند گرم محلول ۴۰٪ جرمی سولفوریک اسید، ۳ مول H_2SO_4 وجود دارد؟ $(H=1, O=16, S=32 \frac{g}{mol})$

$$? g H_2SO_4 = 3 mol H_2SO_4 \times \frac{98 g H_2SO_4}{1 mol H_2SO_4} = 294 g H_2SO_4$$

$$\text{در صد جرمی} = \frac{H_2SO_4 \text{ جرم}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 40 = \frac{294 g}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow \text{جرم محلول} = 735 g$$

تمرین ۱) اگر ۵۰۰ گرم محلول ۲۰ درصد جرمی سولفوریک اسید با ۶۰۰ گرم محلول ۱۵ درصد جرمی سولفوریک اسید دگر مخلوط

کنیم، درصد جرمی سولفوریک اسید در محلول جدید کدام است؟

تمرین ۲) با ۵۰۰ مول پتاس (KOH) چند صلیب لیتیم محلول ۲۰ درصد جرمی با چگالی ۱.۲ با لیم بر صلیب لیتیم می توان تهیه کرد؟

$$(H=1, O=16, K=39 \frac{g}{mol})$$

تمرین ۲) در فیصد میلی لیتر از محلول ۱۰ درصد جرمی سدیم کربنات (Na_2CO_3) با چگالی $\frac{9}{106} \text{ g/mL}$ مقدار $\frac{1}{10}$ مول این Na^+ وجود دارد؟ ($C=12, O=16, Na=23 \frac{g}{mol}$)

تست المپاد) ۲٫۵ میلی لیتر از یک محلول ۵۰ درصد جرمی $NaOH$ با چگالی $\frac{9}{40} \text{ g/mL}$ با آب رقیق کرد و به حجم نهایی ۷۵۰ میلی لیتر رسانید. غلظت Na^+ در محلول نهایی به دست آمده بر حسب PPM تقریباً چقدر است؟
(انگلی: از اینجا دوم که برای PPM استخراج کردم استفاده کنید!)

- ۱) ۶۴۳
- ۲) ۱۲۳۴
- ۳) ۱۴۷۶
- ۴) ۱۹۲۶

تست ننگ) اگر ۴۰۰ میلی گرم CCl_4 در ۲۱ میلی لیتر CCl_4 حل شود، در صد جرمی آن در محلول حاصل کدام است؟ (چگالی CCl_4 برابر $\frac{9}{4} \text{ g/mL}$ در نظر بگیرید)

- ۱) ۸۰٪
- ۲) ۶۰٪
- ۳) ۲۰٪
- ۴) ۴۰٪

تست ننگ) اگر در صد جرمی ۲٫۵ گرم سدیم کلرید در ۴۷٫۵ گرم آب با در صد جرمی سدیم هیدروکسید در یک نمونه از محلول آن بریزد، در ۲۵ گرم از این نمونه محلول سدیم هیدروکسید، چند گرم از آن وجود دارد؟

- ۱) ۲۰٪
- ۲) ۲۵٪
- ۳) ۲۰٪
- ۴) ۲۵٪

تست ننگ) در ۶۰ میلی لیتر محلول ۴۰ درصد جرمی سولفوریک اسید با چگالی $\frac{9}{180} \text{ g/mL}$ ، چند گرم از این اسید وجود دارد؟

- ۱) ۲۵
- ۲) ۳۰
- ۳) ۳۵
- ۴) ۴۰

تست ننگ) در محلول شامل آب و متانول، اولی دارای ۶۰٪ و دومی دارای ۷۰٪ جرمی از متانول، موجود است. اگر ۲۰۰

گرم از محلول اول با ۳۰۰ گرم از محلول دوم یا بلند یا مخلوط شوند، در صد جرمی متانول در محلول به دست آمده، به تقریب

(خروج نمره تجربی ۹۴)

۶۵ (۴)

۶۱ (۳)

۵۸ (۲)

۴۹ (۱)

کدام است؟

در صد جرمی آهن در آهن (III) اکسید آب پور شده، به تقریب کدام است؟ درباره حل شدن بیشتر آن در آب

(خروج نمره تجربی ۹۷)

اتموزون محلول کدام ماده، لازم است؟ $(H=1, Fe=56, O=16 \frac{g}{mol})$

HCl - ۵۲,۳ (۴)

NaOH - ۵۲,۳ (۳)

HCl - ۷۰ (۲)

NaOH - ۷۰ (۱)

▲ دریا منبعی بسیار از مواد شیمیایی

دریا یکی از نعمت های خداوندی است که منبعی بسیار از مواد شیمیایی است. در آب دریا در حدود 5×10^{16} تن از انواع مواد گوناگون وجود دارد. این مواد ارزشمند می توان به روش های مینرالی و شیمیایی از آن جدا کرد. به عنوان مثال به استخراج بوران بسیار مهم از آب دریا و کاربرد های آنها توجه کنید.

(۱) سدیم کلرید: سالانه میلیون ها تن سدیم کلرید با روش بتدور (روش مینرالی) از آب دریا جدا سازی و استخراج می شود. در این روش

آب دریا را وارد حوضچه هایی می کنند و سپس به کمک نور خورشید، آب تبخیر شده و نمک برجای می ماند.

در این نمودار به کاربرد ها NaCl اشاره

شده است، با توجه به نمودار مشخص است که

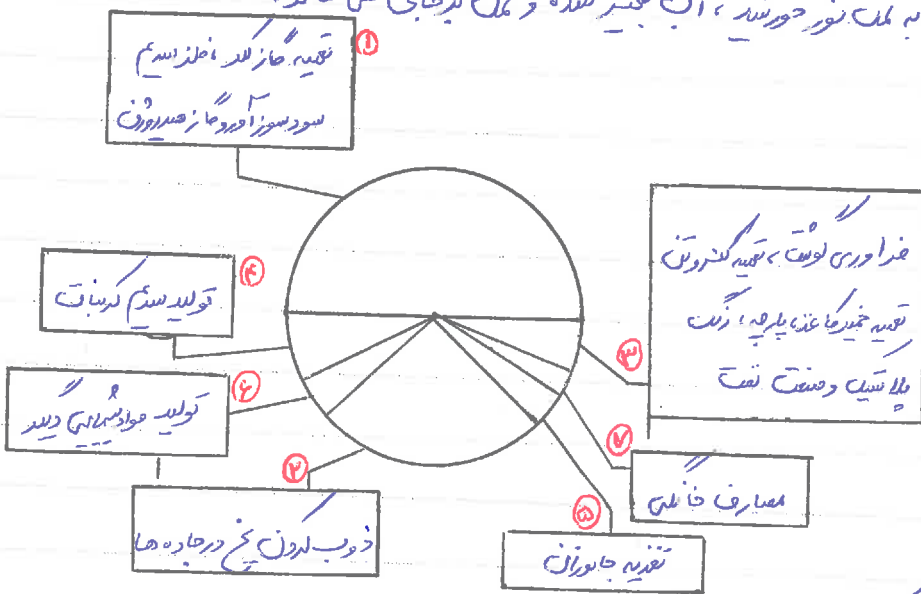
بیشترین کاربرد NaCl در تهیه گاز کلر، فلز

سدیم، سود سوزآور (NaOH) و گاز هیدروژن

[در فرآیند بنام داتر در آلکترولیز سدیم] و ذوب کردن نمک

جابه ها و تولید سدیم کربنات. در رده های بعدی کاربرد NaCl قرار دارند و کمترین میزان کاربرد NaCl هم در مصارف

خانگی است.



صرفاً جهت اطلاع: سالانه ۱۵۰ میلیون تن نمک خوراکی در جهان در منابع لوئالون مصرف می‌شود، این نمک

از آب دریا یا معادن نمک تهیه می‌شود. یکی از مهم‌ترین منابع سدیم کلرید، صخره‌ای از نمک واقع در بولیوی است. این صخره از

تبخیر آب دریاچه سِن چین به جی‌مانده است. مات این صخره حدود ۲۵۰ کیلوگرم سدیم است. برآورد شده است که در این

صخره ۲۵۰۰۰۰۰۰۰ تن نمک وجود دارد که سالانه ۲۵۰۰۰ تن نمک از آن استخراج می‌شود.

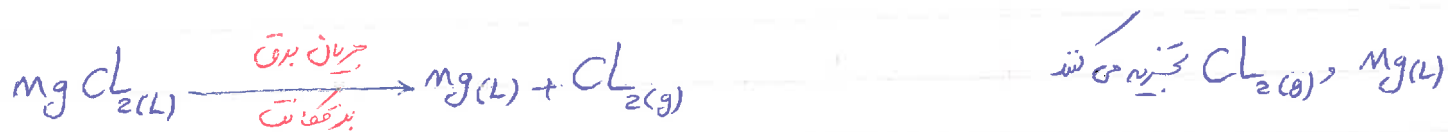
۲) فلز منیزیم: یکی از منابع تهیه فلز منیزیم آب دریاست. منیزیم در آب دریا به صورت کاتیون $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد، که طی مراحل

زیر جدولی می‌شود:

(I) منیزیم (Mg^{2+}) را به صورت ماده جامد و نامحلول منیزیم هیدروکسید $(Mg(OH)_2(s))$ رسوب می‌دهند.

(II) در مرحله دوم $Mg(OH)_2$ جامد با واکنش‌های شیمیایی به منیزیم کلرید $(MgCl_2)$ تبدیل می‌گردد.

(III) در آخرین مرحله، با استفاده از جریان برق (برق‌گذاشت) منیزیم کلرید مذاب $(MgCl_2(l))$ به عنصرهای سازنده آن یعنی



توجه: شعار فصل سوم کتاب شیمی دوازدهم در مورد فرایند برق‌گذاشت و نحوه عمل آن بیشتر خواهد خواند. در اینجا یاد خواهد

گرفت که برای تهیه فلز منیزیم و سدیم به ترتیب از منیزیم کلرید مذاب (نه محلول) و سدیم کلرید مذاب (نه محلول!) استفاده خواهیم

کرد و بر این فرایند عبور جریان برق (برق‌گذاشت) از منیزیم کلرید مذاب یا سدیم کلرید مذاب، به ترتیب فلز منیزیم طالع $(Mg(l))$



کاربرد فلز منیزیم: تهیه آلیاژها، تهیه سربت معدنی $(Mg(OH)_2)$ و ...

بی غلظت مولی (مولار) \times

غلظت در صد جرمی کاربرد فراوانی در صنعت، پزشکی، داروسازی، کف فیزی، و زندگی روزانه دارد، برای نمونه سرکه محلول ۵٪ جرمی استیک اسید (CH_3COOH) است که خاصیت اسیدی ملایمی (اسید ضعیف) دارد به عنوان جاشی استفاده می شود. همچنین محلول غلیظ نیتریک اسید (HNO_3) در صنعت با غلظت ۷۰٪ جرمی تولید و بسته به کاربرد و نیاز به محلول ها تهیه می شود. با همه این توضیحات، همه محلول ها به حالت عایع یا در صد جرمی معین بویژه از حل نموده عایع با استفاده از مفهوم در صد جرمی معمولاً دشوار است. به همین دلیل سببمان ها غلظت مولار را تعریف کردند.

غلظت مولار به نود دلیل کاربردترین روش برای بیان غلظت محلول هاست: (۱) اندازه گیری حجم یک عایع بویژه در آزمایشگاه، آسانتر از جرم آن است (چون در این اندازه گیری حجم در آزمایشگاه با دقت زیاد درجه بندی شده اند ولی برای اندازه گیری جرم باید از صحت ترازو اطمینان حاصل کنیم) (۲) از نوبت رسیدن محاسبه های کمی در سیمی برای مواد محلول، مول من باشد و در محاسبات استوکیومتری کاربرد بیشتری دارد.

غلظت مولی: به تعداد مول های حل نموده (n) در یک لیتر محلول (V محلول)، غلظت مولی یا غلظت مولار (مول بر لیتر) گفته می شود که از رابطه زیر بدست می آید.

$$C = \frac{n}{V}$$

تعداد مول ماده حل نموده (n)
حجم محلول بر حسب لیتر (V)

غلظت مولی (M)

(یکای غلظت مولی: $\frac{mol}{L}$)

توجه: محلول مولار سدیم هیدروکسید ($NaOH$) نشان می دهد که در هر لیتر این محلول ۱ مول سدیم هیدروکسید حل شده است. از این رو در اره لیتر این محلول اره مول و در هر لیتر آن، ۱ مول سدیم هیدروکسید حل شده وجود دارد.

توجه: با افزودن مقداری حل نموده به یک محلول در حجم ثابت، غلظت محلول اقلترس می باید.

$$M = \frac{n}{V} \xrightarrow{\uparrow n} \uparrow n \implies \uparrow M$$

نکته ۱: با افزایش مقدار حلال به محلول با غلظت معین، غلظت محلول کاهش می یابد.

$$M = \frac{n}{V} \xrightarrow{\uparrow V} \downarrow M$$

نکته ۲: با توجه به رابطه غلظت مولی (مولار) می توان به این نتیجه رسید: مقدار هر دو آنش دهنده در حالت محلول، به غلظت

$$M = \frac{n}{V} \implies n = M \times V$$

آن ماده در محلول و حجم به کار رفته بستگی دارد.

نکته ۳: هنگام بیماری، توازن غلظت برخی گونه هادر خون بهم می خورد. از این پراخام آزمایش های پزشکی تعیین

غلظت گونه های موجود در خون و دید محلول های بدن از منورزی برتن خارج در مراکز درمانی برای رسیدن به بیمار است.

مسئله ۱! اگر در ۵۰۰ میلی لیتر محلول نیاسیم بود (KI)، ۰.۲۵ مول نیاسیم بود موجود بود، غلظت مولی محلول

$$M = \frac{\text{تعداد مول ماده حل شونده (n)}}{\text{حجم محلول به حسب لیتر (V)}} = \frac{0.25}{0.5} = 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

حاصل ما به دست آورد؟

مسئله ۲! برای تهیه ۲۵۰ میلی لیتر محلول سولفوریک اسید ۵ موله مولی لیتر (مولار) به چند مول حل شونده نیاز است؟

$$M = \frac{n}{V} \implies 5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{n}{0.25 \text{ L}} \implies n = 1.25 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

مولی اول (برون فرمول)

$$\text{مولی دوم (از این کسر تبدیل)} \quad 0.25 \text{ L H}_2\text{SO}_4 \times \frac{0.05 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4} = 1.25 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

مسئله ۳! در ۱ متر مکعب محلول ۲ مولی لیتر (مولار) نیتریک اسید (HNO₃) چند گرم از این اسید وجود دارد؟

$$(H=1, N=14, O=16 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$$

اولین مرحله: به چقدر خودتان!

$$\text{دومین کسر تبدیل!} \quad 1 \text{ m}^3 \text{ HNO}_3 = 1000 \text{ L} \times \frac{2 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ L HNO}_3} \times \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} = 1.26 \times 10^5 \text{ g}$$

مسئله ۴! برای تهیه ۲۰۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید ۰.۵ مولار به چند گرم از این ماده نیاز است؟ (H=1, O=16, Na=23 \frac{\text{g}}{\text{mol}})

$$200 \text{ mL} = 0.2 \text{ L} \quad M = \frac{n}{V} \implies 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{n}{0.2 \text{ L}} \implies n = 0.1 \text{ mol}$$

مولی فرمولی:

$$5g NaOH = 0.1 mol NaOH \times \frac{5g NaOH}{1 mol NaOH} = 5g NaOH$$

$$5g NaOH = 200 mL \text{ محلول} \times \frac{1L \text{ محلول}}{1000 mL \text{ محلول}} \times \frac{0.1 mol NaOH}{1L \text{ محلول}} \times \frac{50g NaOH}{1 mol NaOH} = 5g NaOH$$

لافتی: در حالتی که کتاب درسی یک دستگاه اندازه گیری قند خون با نام «گلیس» لگولومتر نشان داده است که این دستگاه

برای لگم های لگولتر در درسی لیت (dL) [1 dm = 1 m] از خون نشان میدهد.

مثال ۵) قند خون شخصی میانسال را با دستگاه لگولومتر اندازه گیری کرده ایم. این دستگاه عدد ۱۹۵ را نشان می دهد. غلظت

$$\text{مولی (مولار) لگولتر در خون این شخص به دست آید. (100 mL = 1 dL) (H=1, C=12, O=16 \frac{g}{mol})$$

این فرمول: تبدیل حجم به لیت ← 1 dL = 100 mL = 0.1 L

$$95 mg C_6 H_{12} O_6 \times \frac{1g C_6 H_{12} O_6}{1000 mg C_6 H_{12} O_6} \times \frac{1 mol C_6 H_{12} O_6}{180g C_6 H_{12} O_6} = 5.28 \times 10^{-4} mol$$

و حال آنکه این اعداد مول و حجم (لیتر) در فرمول غلظت مولی $M = \frac{n}{V} \Rightarrow M = \frac{5.28 \times 10^{-4} mol}{0.1 L} = 5.28 \times 10^{-3} \frac{mol}{L}$

$$\frac{5 mol}{L} = \frac{95 mg}{1 dL} \times \frac{1 dL}{100 mL} \times \frac{1000 mL}{1 L} \times \frac{1g}{10^3 mg} \times \frac{1 mol}{180g} = 5.28 \times 10^{-3} \frac{mol}{L}$$

مثال ۶) غلظت محلول ۵۰ درصد جرمی سولفوریک اسید (H₂SO₄) که چگالی آن 1.25 \frac{g}{mL} است، برای خرید مول بر لیت است؟

(جرم مولی H₂SO₄ برای 98 \frac{g}{mol} می باشد.)

پایه به مفهوم غلظت درصد جرمی، محلول ۵۰ درصد جرمی یعنی در ۱۰۰ گرم محلول مقدار ۵۰ گرم حل شونده H₂SO₄ وجود

$$\left\{ \begin{array}{l} 100g \text{ محلول} \rightarrow 100g \times \frac{1 mL}{1.25g} \times \frac{1L}{1000 mL} = 0.08 L \\ 50g H_2SO_4 \rightarrow 50g H_2SO_4 \times \frac{1 mol H_2SO_4}{98g H_2SO_4} = 0.51 mol \end{array} \right. \quad M = \frac{n}{V} = \frac{0.51 mol}{0.08 L} = 6.375 \frac{mol}{L}$$

لافتی: در محاسبات تکی از رابطه زیر می توان برای تبدیل غلظت درصد جرمی به غلظت مولار و یا برعکس استفاده

۱۰۰ درصد جرمی ← ۱۰۰۰۰ درصد مولی (M) برای ۱۰۰۰۰ گرم ماده در رابطه در برهه عددی را مقدار می دهیم و نه \frac{g}{100} را!

گرم: d: چگالی (\frac{g}{mL})

$$M = \frac{1.0 \text{ d}}{\text{جرم محلول}}$$

حال مثال را با استفاده از این فرمول حل می‌کنیم:

$$m = \frac{10 \times 40 \times 12}{98} = 5,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow m = 5,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

مثال ۲) به ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۳ مولار فسفریک اسید (H_3PO_4)، ۴۰۰ میلی لیتر فسفات سدیم اضافه می‌کنیم،

غلظت محلول نهایی ۳,۵ مولار است، غلظت محلول اضافه شده را حساب کنید؟

$$\begin{cases} V = V_1 + V_2 = 200 + 400 = 600 \text{ mL} = 0,6 \text{ L} \\ n = M_1 \times V_1 = 3,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,6 \text{ L} = 2,1 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\begin{cases} n = 3 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,2 \text{ L} = 0,6 \text{ mol} \\ M = 2,1 - 0,6 = 1,5 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow M_{\text{ناتویه}} = \frac{n_{\text{ناتویه}}}{V_{\text{ناتویه}}} = \frac{1,5 \text{ mol}}{0,6 \text{ L}} = 2,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

* نکته مهم: اگر چند محلول با حجم و غلظت مولی متفاوت اینک ماده را با هم مخلوط کنیم غلظت محلول حاصل از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$M = \frac{n_1 + n_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

زیر بدست می‌آید

توجه! در رابطه، اربوبو همان حجم (V) برای همه محلول‌ها باید یکسان باشد.

حال مثال بالا را با کمک این رابطه به راحتی حل می‌کنیم:

$$M = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{(200 \times 3) + (400 \times M_2)}{200 + 400} = 3,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow M_2 = 2,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

مثال ۱) غلظت محلول ۱۰۰ ppm از سدیم و هیدروکسید، چند مولار (مول بر لیتر) است؟ (حالت محلول)

$$\text{محلول ۱۰۰ ppm از سدیم و هیدروکسید} \Rightarrow \frac{100 \text{ g}}{1000 \text{ mL}} = 0,1 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

$$\text{PPM} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 100 = \frac{\text{جرم حل شونده}}{100 \text{ g}} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم حل شونده} = 1 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ mol NaOH} &= 1 \times 10^{-3} \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol NaOH} \\ ? \text{ L محلول} &= 100 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1,2 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} = 0,08 \text{ L} \end{aligned} \right\} \Rightarrow M = \frac{n}{V} = \frac{2,5 \times 10^{-5} \text{ mol}}{0,08 \text{ L}} = 3,1 \times 10^{-4}$$

سوال ۱) در ۳۰۰ mL محلول نسیب سولفات (CaSO_4) با چگالی $\frac{2 \text{ g}}{\text{L}}$ =

الف) چند گرم این محلول وجود دارد؟

ب) مولاریته محلول حاصل را به دست آورید؟

سوال ۲) در ۵۰ mL محلول مولار سود سوزا NaOH چه تعداد یون وجود دارد؟

سوال ۳) در صد جرمی محلول ۲٫۵ مولر هیدروکلریک اسید (HCl) با چگالی $\frac{1,7 \text{ g}}{\text{mL}}$ محاسبه کنید؟

$$(H=1, Cl=35,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$$

سوال ۴) ۵۰۰ mL محلول ۲ مولاریته نسیب هیدروکلریک با ۱۰۰ mL محلول ۵ مولار آن مخلوط و همجن می نسیب غلظت

مولار محلول جدید را به دست آورید؟

سوال ۵) ۳۰۰ mL محلول ۲ مولاریته KOH با چگالی $\frac{1,3 \text{ g}}{\text{mL}}$ چند PPM است؟ $(H=1, O=16, K=39 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$

کدام تست مناسب است؟ غلظت M^+ در محلولی به حجم ۱۰۰ mL که از حل شدن حاصل ۱۷۴ گرم نمک M_2SO_4 در آب حاصل شده است برابر ۲ مول است. جرم اتمی M لازم است؟ $(O=16, S=32 \frac{g}{mol})$

(انتخاب سیمی ۱۹)

$$(O=16, S=32 \frac{g}{mol})$$

- ۲۳ (۱)
- ۳۹ (۲)
- ۱۵,۵ (۳)
- ۷ (۴)

کدام تست مناسب است؟ برای تهیه ۱۰۰ mL محلول ۲ مول HCl ، چند میلی لیتر محلول ۳۶٪ در صد جرمی آن لازم است؟

(فناج شوخی ۱۹)

$$(H=1, O=16, Na=23 \frac{g}{mol})$$

- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۱,۲ (۳)
- ۲,۲ (۴)

کدام تست مناسب است؟ برای تهیه ۱۰۰ mL محلول ۲ مول HCl ، چند میلی لیتر محلول ۳۶٪ در صد جرمی آن لازم است؟

(سراسری رمانی ۹۱)

$$(H=1, Cl=35,5 \frac{g}{mol})$$

- ۱۰ (۱)
- ۲ (۲)
- ۱۶ (۳)
- ۱۴ (۴)

کدام تست مناسب است؟ انداز تغییر ۱۰۰ mL محلول منجم لید، ۱۹ گرم نمک بدون آب به دست آید، مولاریته این محلول چند $\frac{mol}{L}$ بوده است؟ $(Mg=24, Cl=35,5 \frac{g}{mol})$

(سراسری ۹۱)

$$(Mg=24, Cl=35,5 \frac{g}{mol})$$

- 2×10^{-2} (۱)
- 2×10^{-3} (۲)
- $2,5 \times 10^{-2}$ (۳)
- $2,5 \times 10^{-3}$ (۴)

کدام تست مناسب است؟ چند لیتر محلول ۶ مول H_2SO_4 باید با ۱۰۰ mL محلول ۱ مول آن مخلوط شود تا پس از رقیق شدن تا حجم ۲ L، به محلول حدوداً ۳ مول این اسید تبدیل شود؟

(فناج شوخی ۹۱)

۲ L، به محلول حدوداً ۳ مول این اسید تبدیل شود؟

- ۹,۱ (۱)
- ۷,۴ (۲)
- ۱,۳ (۳)
- ۹,۲ (۴)

کدام تست مناسب است؟ مولاریته محلول ۲۴٪ در صد جرمی سولفوریک اسید، برابر چند مول بر لیتر است؟ (چگالی محلول برابر ۱,۲)

(فناج شوخی ۹۱)

$$(H=1, O=16, S=32 \frac{g}{mol})$$

۶۲۵۰ (۴)

۶۲۲۵ (۳)

۳۲۱۵ (۲)

۳۱۲۵ (۱)

کست نشود) با ۱۰۰ گرم محلول ۳۶٪ درصد جرمی هیدروکلریک اسید (HCl)، چند میلی لیتر محلول $\frac{3}{125} \text{ mol}$

(خارج کور ریاضی ۹۲)

آن را می توان تهیه کرد؟ $(H=1, Cl=35,5 \frac{g}{mol})$

۱۰۰ (۴)

۱۵۰ (۳)

۲۰۰ (۲)

۲۵۰ (۱)

کست نشود) در ۲۵ ml محلول ۳۴ درصد جرمی آمونیاک با چگالی $\frac{918}{ml}$ ، چند مول آمونیاک وجود دارد؟ و این محلول

(سراسری ریاضی ۹۳)

چند مول است؟ $(H=1, N=14 \frac{g}{mol})$

۱۹۱۶ - ۰۰۵۲ (۴)

۱۵۱۷ - ۰۰۵۲ (۳)

۱۹۱۶ - ۰۰۴۹ (۲)

۱۵۱۷ - ۰۰۴۹ (۱)

کست نشود) برای تهیه ۱۰۰ ml محلول ۱۰٪ مولار H_2SO_4 ، چند میلی لیتر محلول ۹۸ درصد جرمی سولفوریک اسید تجاری با

(سراسری تجربی ۹۹)

چگالی $\frac{1818}{ml}$ لازم است؟ $(H=1, O=16, S=32 \frac{g}{mol})$

۱۰ (۴)

۵ (۳)

۷,۵ (۲)

۱/۵ (۱)

کست نشود) درصد جرمی آمونیاک در محلول ۱۰ مولار آن با چگالی $\frac{935}{ml}$ به کدام عدد نزدیک تر است؟ $(H=1, N=14 \frac{g}{mol})$

(خارج کور تجربی ۹۶)

۲۲ (۴)

۱۸/۲ (۳)

۱۲/۲ (۲)

۹ (۱)

کست نشود) اگر غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر 1000 ppm است. اگر چگالی این نمونه آب برابر $\frac{1050}{ml}$

(سراسری ریاضی ۹۷)

باشد. غلظت تقریبی یون سدیم در آن چند مول است؟ $(Na=23 \frac{g}{mol})$

۰۰۶۵ (۴)

۰۰۴۱ (۳)

۰۰۳۶ (۲)

۰۰۲۳ (۱)

توجه: محاسبی که در زیر ارائه می شود (تهیه محلول با مولاریته یا غلظت مولی معین) در کتاب درسی به آن اشاره نکرده

ولی این از مطالب مهم در آزمونهای شیمی می باشد که خیلی خیلی کاربرد می یابد. پس به آن توجه فرمائید!

▲ تهیه محلول با مولاریته (غلظت مولی) معین :

برای تهیه یک محلول با غلظت مشخص، مقدار مشخصی از آن ماده در حلالی مثل آب حل کرده و با افزودن حلال (آب) حجم محلول را به مقدار مورد نظر می‌رسانیم.

در صنعت و آزمایشگاه معمولاً حل‌شونده‌ها به شکل جامد و یا مایع خالص وجود دارند که برای تهیه محلول آنها، باید مقدار مشخصی از آنها را بر حسب گرم یا میلی‌لیتر برداشت و با افزودن حلال (آب) به حجم مورد نظر رساند تا به غلظت از پیش تعیین شده دست یافت. پس به این تعبیر می‌رسیم که برای تهیه محلولی با غلظت معین به دو روش می‌توان عمل نمود:

۱) تهیه یک محلول با غلظت معین از حل‌شونده جامد

۲) تهیه یک محلول با غلظت معین از حل‌شونده مایع (رقیق کردن محلول‌ها)

۱) مراحل تهیه یک محلول با غلظت معین از حل‌شونده جامد:

الف) تعیین هدف؛ برای مثال تهیه ۱۰۰ mL محلول ۱ M هیدروکسید سدیم

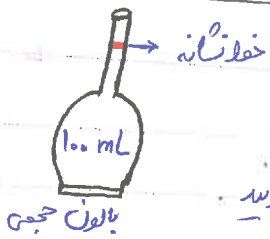
ب) انجام محاسبات لازم برای برداشتن مقدار مشخصی از ماده اولیه؛ NaOH به شکل جامد وجود دارد اگر فرض کنیم درجه خلوص آن ۱۰۰٪ باشد باید محاسبه کنیم که چند گرم از آن برای تهیه ۱۰۰ mL محلول ۱ M هیدروکسید سدیم لازم است.

$$g \text{ NaOH} = 100 \text{ mL NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ mL NaOH}} \times \frac{40 \text{ g NaOH}}{1 \text{ mol NaOH}} = 4 \text{ g NaOH}$$

گرم تبدیل غلظت مولی

ج) انتقال به بالون حجمی؛ مقدار ۴ گرم هیدروکسید سدیم را با ترازو وزن کرده و در مقدار کمی آب خالص حل می‌کنیم و پس آن را به یک بالون حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل می‌کنیم.

د) به حجم رساندن محلول؛ پس از حل کردن کامل حل‌شونده در آب، با افزودن آب خالص، بالون را تا خط



نگ نه به حجم مورد نظر (یعنی ۱۰۰ mL) می رسانیم.

الکون ما ۱۰۰ mL محلول از مولار NaOH تهیه کرده ایم که به آن محلول استاندارد هم می گویند.

توجه: محلول استاندارد به محلولی گفته می شود که غلظت آن مشخص باشد.

تمرین: برای تهیه ۲۰۰ mL محلول ۰.۲۵ مولار KOH چند گرم از این ماده جا مد و نیاز داریم؟ نحوه تهیه محلول یا غلظت ماده

سده به شرح دهید.

۲) مراحل تهیه یک محلول با غلظت مشخص از حل شونده مایع (رقیق کردن محلول ها):

قبل از اینکه به سراغ توضیح مراحل تهیه محلولی به روش رقیق کردن محلول هایدروسم باید به یک نکته مهم توجه کنیم:

توجه مهم: هنگامی که می خواهیم یک محلول غلیظ را با افزودن آب رقیق کنیم باید بدانیم که تعداد مول حل شونده تعیین

نمی کند بنا بر این طبق رابطه غلظت مولی $M = \frac{n}{V}$ خواهیم داشت:

$$\frac{n_1}{V_1} = \frac{n_2}{V_2} \Rightarrow M_{\text{غلظت}} \times V_{\text{غلظت}} = M_{\text{رقیق}} \times V_{\text{رقیق}}$$

توجه: در رابطه بالا بجای $V_{\text{غلظت}}$ و $V_{\text{رقیق}}$ هر دو جری می تواند باشد ولی واحد هر دو باید یکسان باشد (هر دو mL یا L و ...)

و حال مراحل تهیه:

الف) تعیین هدف: برای مثال تهیه ۱۰۰ mL محلول از مولار HCl از محلول غلیظ ۲ مولار آن!

ب) انجام محاسبات استوکیومتری جهت برداشتن حجم معینی از مایع غلیظ: یا استفاده از فرمول $(M_1 V_1 = M_2 V_2)$ یا روش

بر تبدیل می توان حجم معینی را که باید از محلول غلیظ برداشت را محاسبه کرد:

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow 2 V_1 = 0.25 \times 100 \Rightarrow V_1 = 12.5 \text{ mL}$$

ج) انتقال به بالون حجمی؛ مقدار به دست آمده (dml) به بالون حجمی ۱۰۰ میلی لیتری منتقل می کنیم.

د) به حجم رساندن محلول؛ به مقدار ۵ml HCl موجود در بالون حجمی تارسیین به خلالت نه بالون ۱۰۰ میلی لیتری آب اضافه می کنیم. (در حدود ۹۵ میلی لیتر آب اضافه خواهد شد)

تذکره: چند میلی لیتر آب ۲۰ml محلول ۳ مولار NaOH اضافه کنیم تا محلول تازه عولر آن به دست آید؟

تذکره: گاهی اوقات در آزمایشگاه لازم است یک محلول را تهیه کنیم و این در حالتی که غلظت مولار محلول یا مایع

اولیه (محلول غلیظ) مشخص نیست. در این گونه موارد باید به دنبال اطلاعاتی از محلول مانند جرم مولی، جیسی و در صد

جرمی (خلوص) آن محلول باشیم تا با استفاده از این اطلاعات و روابط استوکیومتری (مثل فرمول $M = \frac{1000d}{\text{جرم مولی}}$)

غلظت محلول غلیظ را به دست می آوریم و پس مثل سابق مراحل رقیق کردن آن را انجام می دهیم.

۱. آیا نمک ها به یک اندازه در آب حل می شوند؟

آمارها نشان می دهد که نزدیک به ۳٪ از جمعیت کورمان سنگ لکله دارند. این بیماری افزون بر زمینه ژن شناختی

می تواند به دلیل تغذیه نامناسب، کم تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی

و لبنیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود. به قدری رسد بین میزان حل شدن نمک ها در آب و تسلیل سنگ لکله

ارتباطی باشد.

اختلال پدیری: در بیشترین مقدار از یک حل نمونه که در ما لرم حلال و دعای معین حل می شود به اختلال

پدیری آن ماده می شوند. در این عبارت واژه پدیرین نشان دهنده رسیدن محلول به حالت سیر شده است،

محلولی که نمی تواند در این دما حل شوند بسیاری را در خود حل کند.

مثال ۱) متغیر از عبارت « انحلال پذیری NaCl در دمای ۲۵C برابر ۳۶ گرم است به چیست؟

پایه: متغیر این است که در دمای ۲۵C حداکثر ۳۶ گرم از NaCl می توان در ۱۰۰ گرم آب حل کرد ۱۳۶ گرم محلول سیر شده از آن ساخته.

محلول های موجود در آزمایشگاه و پیرامون ما می تواند در بسیاری از سه وضعیت زیر قرار داشته باشد:

۱) محلول سیر شده: محلولی است که در دمای معین بیشترین مقدار حل شونده در آن موجود است در آن دما، مقدار بیشتری حل شونده نمی توان وارد محلول کرده (یعنی اگر هر چه به آن حل شوند اضافه کنیم، رسوب خواهد کرد). در محلول سیر شده، مقدار ماده حل شونده، دقیقاً برابر انحلال پذیری آن ماده در آن دما است.

مثال ۲) اگر ۹۲ گرم سدیم نیترات (NaNO3) در دمای ۲۵C در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، ۱۹۲ گرم محلول سیر شده خواهیم داشت و اگر به عنوان مثال ۱۰ گرم دیگر به محلول سیر شده اضافه کنیم، همه ۱۰ گرم رسوب خواهد کرد.

۲) محلول سیر نشده: محلولی است که در دمای معین می توان مقدار بیشتری حل شونده در آن حل کرد؛ به عبارت دیگر در محلول سیر نشده، مقدار ماده حل شونده، کمتر از مقدار انحلال پذیری آن ماده در همان دما است.

مثال ۳) اگر مقدار کمی از ۹۲ گرم سدیم نیترات (NaNO3) برای مثال ۱۰ گرم NaNO3 همه ۱۰ گرم آب حل کنیم، محلول ایجاد شده، سیر شده است و هنوز ۱۲ گرم دیگر نیز می توان در آن حل کرد.

۳) محلول فرا سیر شده: محلولی است که در یک دمای معین، مقدار ماده حل شونده موجود در آن بیشتر از مقدار ماده حل شونده در محلول سیر شده است؛ به عبارت دیگر در محلول فرا سیر شده، مقدار حل شونده، بیش از مقدار انحلال

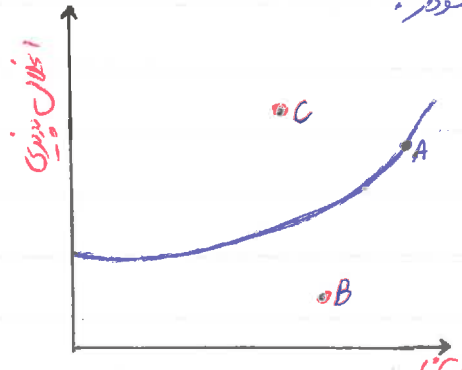
پذیری ماده در دمای مشخص می باشد.

مثال ۴) اگر مقدار بیشتری از ۹۲ گرم سدیم نیترات (NaNO_3) در دهی ۲۵°C در ۱۰۰ گرم آب وجود داشته باشد

محلول در حالت فرا سیر شده مکرر دارد.

توجه: طبق تعریف انحلال پذیری به این نتیجه رسیدیم که دهی انحلال پذیری تا سیر شود و به نفعی که از دهی انحلال پذیری

یک ماده به نشان می دهد، نمودار انحلال پذیری - دما به نفع می شود. در این نمودار:



۱) هر نقطه روی منحنی به نشان دهنده محلول سیر شده است (نقطه A)

۲) هر نقطه زیر منحنی انحلال پذیر به نشان دهنده محلول سیر نشده است (نقطه B)

۳) هر نقطه بالای منحنی به نشان دهنده محلول فرا سیر شده است (نقطه C) دما (C)

توجه: در دهی ۲۵°C نمی توان ۹۵ گرم سدیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب حل کرده در واقع برای تهیه محلول فرا سیر شده

دهی محلول به اقتضای می دهند تا مقدار اضافهتری وارد محلول شود، پس به آرامی محلول را سرد می کنند تا به دما

عودت تقریبی و مقدار سیری حل شونده در محلول باقی بماند. در صورت جهت اصلاح زیر جهت تهیه محلول فرا سیر شده

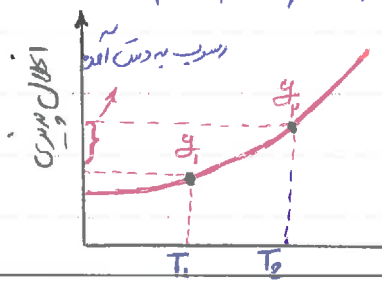
توجیه داده می شود، فقط بدانند چون مطلب مورد نظر در کتاب درسی اشاره نشده پس در امتحانات بهای و نظیر آن

سوال مطرح خواهد شد!

در صورت جهت اصلاح: فرض کنید نمودار انحلال پذیری ماده X به صورت صعودی زیر باشد ۲ حالت پس می آید

۱) اگر در دهی T_2 محلول سیر شده ای از ماده X تهیه کنیم (نقطه ۲) و پس دهی محلول را به سرعت تا دمای پایین T_1

کاهش دهیم (نقطه ۱)، به اندازه تفاوت انحلال پذیری ماده X در نقاط ۱ و ۲ ($y_2 - y_1$) رسوب در ظرف

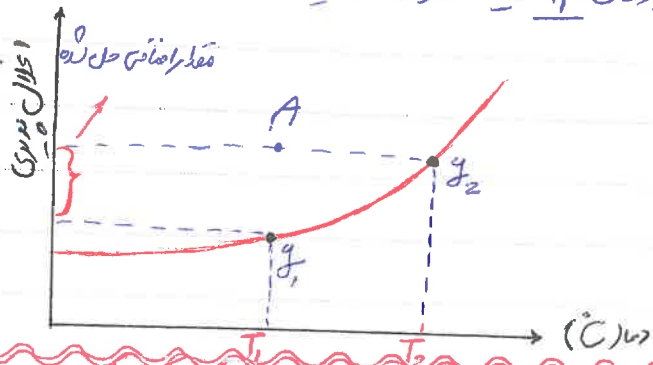


سبب خواهد شد.

(۲) اگر با هم در دمای T_2 محلول سرد شده‌ای از جاده X تهیه کنیم (نقطه y_2) و پس دمای محلول به این باره

آهسته آهسته دمای پائین (T_1) کاهش دهیم (نقطه y_1) در این صورت به نقطه A خواهیم رسید بدون اینکه هیچ رسوبی

تسبیل شود در این صورت محلول به دست آمده در دمای T_1 یک محلول فرا سرد شده است.



نکته: محلول فرا سرد شده ناپایدار است و با کوچکترین تندی یا هم زدن محلول، مقدار اضافی حل شونده از آن به شکل رسوب خارج شده و دوباره یک محلول سرد شده حاصل می شود.

سوال: اگر با استفاده از روشی که در «معدن جهت اطلاع» تقسیم در دمای $25^{\circ}C$ بتوانیم ۹۷ گرم از سدیم سیرات را در ۱۰۰

گرم آب حل کنیم یک محلول فرا سرد شده را به دست آوریم اگر به محلول فرا سرد شده حاصل مقدار ۱۰ گرم دیگر از سدیم

سیرات را اضافه کنیم این ۱۰ گرم به همراه ۵ گرم سدیم سیرات اضافه ای که در آن حل شده است با هم به صورت رسوب از

محلول خارج خواهد شد و مقدار ۵ گرم رسوب به دست خواهد آمد فقط و فقط به این دلیل که محلول فرا سرد شده ناپایدار است.

نکته: برای تشخیص اینکه محلولی سرد شده است یا سرد نشده یا فرا سرد شده، کافیست مقدار کمی از ماده حل شونده را به محلول

صورتی اضافه کنیم که در این صورت ۳ اتفاق می تواند بیفتد:

الف) اگر مقدار افزوده شده در محلول حل شود ← محلول سرد نشده است.

ب) اگر همان مقدار اضافه شده به محلول، رسوب کند ← محلول سرد شده است.

ج) اگر مقدار بیشتری از مقدار رسوب کند ← محلول فرا سرد شده است.

توجه: بعضی مواد سمیاتی مانند اتانول (الکل معمولی) ، متانول و استون به هر نسبتی در آب حل می شوند از این رو

نمی توان از آنها محلول سرد شده ای تهیه کرد ولی از تهیه مواد حسی مواد نامحلول مثل $Ca_3(PO_4)_2$ ، $BaSO_4$ ، $AgCl$

می توان محلول سرد شده ایجاد کرد (مواد نامحلول هر چند خیلی کم ولی همان مقدار کم هم یک مقدار سرد شده است!)

▲ دسته بندی مواد بر اساس میزان انحلال پذیری در آب

سهی دان ها مواد حل شونده جامد بر اساس انحلال پذیری آنها در آب در درجهای معین به ۳ دسته تقسیم می کنند:

۱) مواد محلول: موادی که انحلال پذیری آنها در درجهای ۲۵C در مقدار ۱۰۰ گرم آب یک گرم یا بیشتر باشد. مانند: سد

$(C_{12}H_{22}O_{11})$ ، سد نیترات $(NaNO_3)$ ، سد کلرید $(NaCl)$ ، اتانول (C_2H_5OH) ، متانول (CH_3OH) ، استون

(CH_3COCH_3) ، کلسیم کلرید $(CaCl_2)$ ، باریم کلرید $(BaCl_2)$ ، سدیم سولفید (Na_2S) ، سدیم فسفات (Na_3PO_4)

سدیم سولفات (Na_2SO_4) ، منیزیم سولفات $(MgSO_4)$ ، آمونیوم سولفات $((NH_4)_2SO_4)$ و ...

توجه: همه نمک های نامیون نیترات مانند: سدیم نیترات $(NaNO_3)$ ، نقره نیترات $(AgNO_3)$ در محلول هستند.

۲) مواد نامحلول: موادی که انحلال پذیری آنها در درجهای ۲۵C در ۱۰۰ گرم آب ، از ۰.۱ گرم کمتر باشد. مانند: نقره کلرید

$(AgCl)$ ، باریم سولفات $(BaSO_4)$ و کلسیم فسفات $(Ca_3(PO_4)_2)$

۳) مواد کم محلول: موادی که انحلال پذیری آنها در درجهای ۲۵C در ۱۰۰ گرم آب ، بین ۰.۱ تا ۱۰ گرم باشد. مانند:

کلسیم سولفات $(CaSO_4)$

- ۱) مواد محلول ← و \gg انحلال پذیری
- ۲) مواد کم محلول ← و $<$ انحلال پذیری و آهسته
- ۳) مواد نامحلول ← و آهسته $<$ انحلال پذیری

صرفاً جهت اطلاع: بیماری تقریباً به دلیل اسهال کردن نمک متبلور سدیم اورات در مفاصل بویژه، انگشت دست ها و پاهاست. این نمک دارای بلورهای تیز و سوزنی شکل است که باعث ایجاد درد شدیدی در این مفاصل می شود. این عیب گهگاهی برید می آید که مقدار این نمک از اختلال پذیری آن در ۳۷ در صد در خوناب (پلاسمای خون) بیشتر است.

مثال ۱) اگر ۱۹۰ گرم سدیم نیترات در دمای ۲۵°C درون ۲۰۰ گرم آب بزنیم و برای چند دقیقه محلول را به هم بزنیم: (اختلال پذیری سدیم نیترات در این دما برابر ۹۲ گرم است)

۱) چه نوع محلولی ایجاد می شود؟ چرا؟ (سیر شده، سیر نشده، فرا سیر شده)
 ب) چند گرم محلول به دست می آید؟

ج) چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی می ماند؟

پایخ ۱) چون میزان اختلال پذیری سدیم نیترات برابر ۹۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس می توان نوشت:

$$\text{در تریب مقدار } ۱۸۴ \text{ گرم از } ۱۹۰ \text{ گرم } \text{NaNO}_3 = ۱۸۴ \text{ گرم } \text{NaNO}_3 \times \frac{۹۲ \text{ گرم } \text{NaNO}_3}{۱۰۰ \text{ گرم آب}} = ۱۸۴ \text{ گرم } \text{NaNO}_3$$

سدیم نیترات در آب حل شده و محلول سیر شده حاصل می شود.

ب) محلول $۳۸۴ \text{ گرم } \text{NaNO}_3 + ۲۰۰ \text{ گرم آب} = ۵۸۴ \text{ گرم محلول}$ = جرم محلول = جرم محلول + جرم محلول

ج) رسوب $۶ \text{ گرم } \text{NaNO}_3 = ۱۹۰ \text{ گرم } \text{NaNO}_3 - ۱۸۴ \text{ گرم } \text{NaNO}_3$ = جرم رسوب

مثال ۲) اغلب سنگ های کلیه از رسوب برخی نمک های بلور دار در کلیه ها تشکیل می شوند.

۱) مقدار این نمک ها در ادران افراد سالم از اختلال پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

ب) در افرادی که به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می شوند، مقدار این نمک ها در ادران از اختلال پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

پایه ۱) گفت - شرط عدم تشکیل رسوب این است که مقدار آن باید کمتر از (خلال پذیری نمک باشد) (سیدزاده)

در افراد سالم: مقدار نمک موجود در ادرار \leq اخلاص پذیری نمک های لیسیم دار

نتیجه: تمام نمک ها به صورت محلول با ادرار دفع می شوند.

ب) بیشتر - نمک کلیه زمان تشکیل می شود که غلظت نمک های لیسیم دار در ادرار بالا باشد (بیشتر از میزان اخلاص

پذیری نمک) در نتیجه باعث رسوب و ایجاد نمک می شود.

در افراد بیمار: مقدار نمک موجود در ادرار \leq اخلاص پذیری نمک های لیسیم دار

نتیجه: مقداری از نمک ها به صورت محلول دفع و مقداری نیز داخل کلیه به شکل نمک رسوب می کنند.

▲ تأثیر دما بر اخلاص پذیری ترکیب های یونی

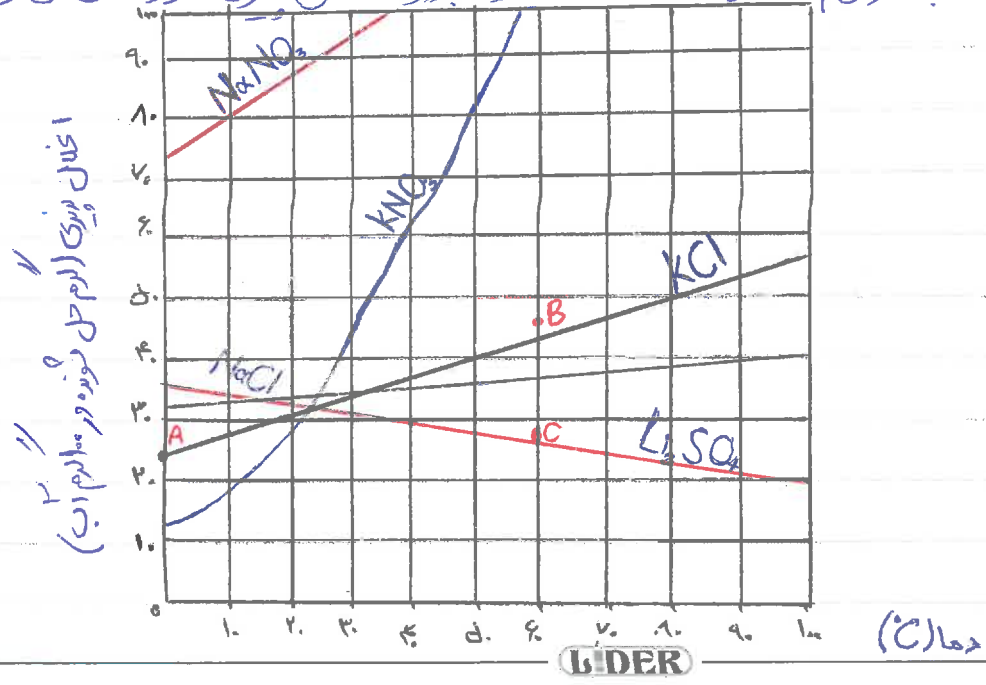
همانطور که در تعریف اخلاص پذیری اشاره کردم، میزان اخلاص پذیری برای مواد مختلف در دماهای معین و ثابت بررسی شد

به این دلیل که «دما» بر روی اخلاص پذیری مواد تأثیر دارد.

وابستگی اخلاص پذیری به دما می توان بارسم نمودار «اخلاص پذیری - دما» به صورت تجربی نشان داد. با توجه به نمودار

زیر (منظور موجود در کتاب درسی) می توان گفت که: تأثیر دما بر روی اخلاص پذیری مواد مختلف می تواند به این

از حالت های زیر باشد:

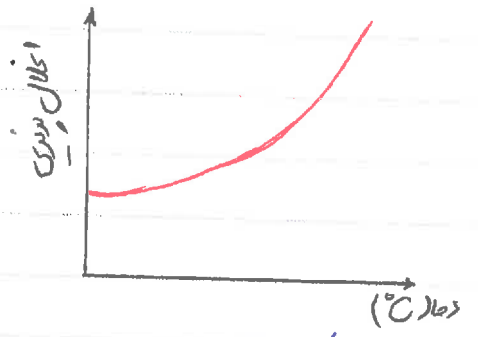


۱) افزایش دما - افزایش انحلال پذیری: اغلب ترکیب های یونی با افزایش دما، بیشتر در آب حل شده و انحلال پذیری

آنها افزایش می یابد؛ مانند KNO_3 ، $NaNO_3$ ، KCl . نمودار انحلال پذیری - دما برای این نمک ها صعودی است؛

به عبارت دیگر انحلال پذیری این مواد با دما رابطه مستقیم دارد.

توجه: ضمنی انحلال پذیری صعودی نشان دهنده این است که انحلال ماده در آب به دریا (انرژی)

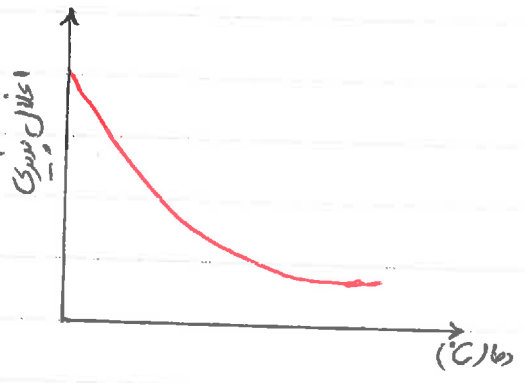


نیاز فلز یا املاحاً در حالت است؛ بنابراین انحلال پذیری

اغلب نمک ها در آب، در حالت است.

۲) افزایش دما - کاهش انحلال پذیری: برخی ترکیب های یونی با افزایش دما، کمتر در آب حل می شوند و انحلال پذیری

آنها کاهش می یابد؛ مانند SO_4 یا Ca . نمودار انحلال پذیری - دما برای این نمک ها نزولی است؛ به عبارت دیگر انحلال



این مواد با دما رابطه عکس دارد.

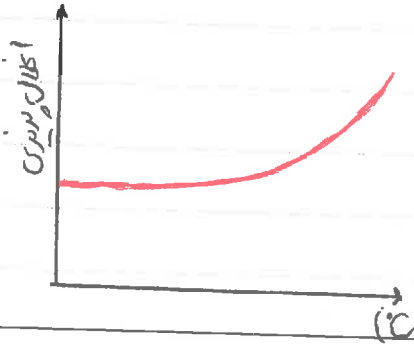
توجه: ضمنی انحلال پذیری نزولی نشان دهنده این است که

انحلال این ماده در آب با آزاد شدن گرما (انرژی) همراه است یا اصطلاحاً

گرماده است؛ بنابراین انحلال نمک مانند SO_4 یا در آب گرماده است.

۳) افزایش دما - ثابت ماندن انحلال پذیری: انحلال پذیری برخی از نمک ها مانند $NaCl$ وابستگی بسیار کمی به دما دارد و با

تغییر دما میزان انحلال پذیری آنها تفاوت محسوسی نمی کند (انحلال پذیری $NaCl$ با افزایش دما کمی افزایش می یابد)



نکته: در سال نازدهم و فصل دوم آن کتاب در بحث «سنتیک» و فرایند خوردگی

به افزایش دما باعث افزایش سرعت واکنش ها می شود. بنابراین افزایش دما به

برای مواد دارای انحلال پذیری معمولی و چه برای مواد دارای انحلال پذیری نژولی، باعث افترا این سرعت انحلال ماده می شود. در انحلال NaCl هم هر چند افترا این دو برابر مقدار انحلال پذیری آن اثر چندینی ندارد اما سرعت انحلال NaCl در آب زیاد می کند.

توجه: می توانیم نوع نمودار انحلال پذیری ۵ نوع ترکیب یونی که در نمودار ص ۱۰۹ کتاب درسی آمده به خاطر بسیاریم:

- (الف) $NaNO_3$ = خطی و معمولی
- (ب) KCl = خطی و معمولی
- (ج) KNO_3 = منحنی و معمولی (سبب زیاد)
- (د) Li_2SO_4 = خطی و نژولی -
- (ه) $NaCl$ = خطی و مستقیم (معمولی با سبب ضعیف کم)

نکته: در هر چه سبب نمودار انحلال پذیری یک ماده بیشتر باشد، تأثیر دمای انحلال پذیری آن بیشتر است. با توجه به نمودار می توانیم نتیجه گرفت که:

(الف) چون سبب منحنی «انحلال پذیری دما» برای KNO_3 از بقیه نمک های موجود در نمودار بیشتر است می توانیم نتیجه گرفت که: تأثیر دمای انحلال پذیری KNO_3 از بقیه نمک های موجود در نمودار بیشتر است.

(ب) چون سبب منحنی «انحلال پذیری دما» برای $NaCl$ از بقیه نمک های موجود در نمودار کمتر است، می توانیم نتیجه گرفت که: تأثیر دمای انحلال پذیری $NaCl$ از بقیه نمک های موجود در نمودار کمتر است.

مثال ۱: با توجه به نمودار ۱ (انحلال پذیری - دما) به پرسش های زیر پاسخ دهید:

- (الف) انحلال پذیری لیسیم سولفات در دمای $۸۵^{\circ}C$ چند گرم است؟ در چه دمای انحلال پذیری آن برابر با $۲۸g$ است؟
- (ب) هر یک از نقطه های B و C نسبت به منحنی انحلال پذیری KCl نشان دهنده چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.
- (ج) نقطه A روی نمودار انحلال پذیری KCl عرض از صفا آن نام دارد. این نقطه نشان دهنده چیست؟ توضیح دهید.
- (الف) با توجه به نمودار می توان گفت انحلال پذیری لیسیم سولفات در دمای $۸۵^{\circ}C$ برابر $۲۳g$ است نمک در $۱۰۰g$ آب است

و هم چنین در دهای ۵۰٪ اختلال پذیری نسیم سولفات برابر ۲۸٪ می باشد

فقط C یک محلول سیر شده است - چون زیر نمودار اختلال پذیری KCl قرار دارد.
 فقط B یک محلول سیر شده است - چون بالای نمودار اختلال پذیری KCl قرار دارد.

ج) فقط A زن دهنده اختلال پذیری در دهای ۵۰٪ است؛ زن می دهد در دهای ۵۰٪ می توان ۲۵٪ نمک

KCl در ۱۰۰٪ آب حل کرد و ۱۲۵٪ محلول سیر شده KCl به دست آورد.

مثال ۱۶: اختلال پذیری نسیم لکترید در دهای ۵۰٪ است. در ۵۰٪ محلول سیر شده نسیم لکترید در این دهی چند گرم

KCl حل شده است؟

پایین: اختلال پذیری ۵۰٪ یعنی در ۱۰۰٪ آب، ۵۰٪ نسیم لکترید حل شده و حجم محلول ۱۵۰٪ است در نتیجه می توان نوشت:

$$KCl = 50g \times \frac{50g KCl}{150g} = 16.67g KCl$$

مثال ۱۷: اگر ۲۸٫۵ گرم محلول سیر شده نسیم تیترات در دهی ۵۰٪، پس از تبخیر حاصل مقدار ۳٫۵٪ نمک به دست آید،

(نسب نسیم تیتری ۸۷)

اختلال پذیری این نمک بر حسب گرم در ۱۰۰٪ آب چقدر خواهد بود؟

پایین: اگر به تعریف اختلال پذیری توجه کنیم باید حجم محلول به دست آید:

$$H_2O = 25g \Rightarrow \text{حجم محلول} = 25g + 3.5g = 28.5g = 28.5g KNO_3 + \text{حجم محلول} = \text{حجم محلول}$$

$$KNO_3 = 100g \times \frac{25g KNO_3}{28.5g H_2O} = 87.72g KNO_3$$

البته قسمت مربوط به نسیم تیترات را می توان با نسبت حجم کرد و پس نسبت مناسب فقط برای نسیم مناسب و در اتمی نات مناسب

$$\begin{matrix} 28.5g \text{ آب} & 28.5g KNO_3 \\ 100 & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{100 \times 28.5}{28} = 101.79g KNO_3$$

منبع می باشد

مسئله ۳: با حل کردن ۳ موله یونیت نیترات (KNO₃) در ۵۰ گرم آب در دمای ۲۰°C یک محلول سیر شده بوجود می آید.

اختلال پذیری نیترات در این دما به دست آورید؟ (K=۳۹, O=۱۶, N=۱۴ g/mol)

$$g \text{ KNO}_3 = 0.3 \text{ mol KNO}_3 \times \frac{101 \text{ g KNO}_3}{1 \text{ mol KNO}_3} = 30.3 \text{ g KNO}_3$$

$$g \text{ KNO}_3 = 100 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{30.3 \text{ g KNO}_3}{50 \text{ g H}_2\text{O}} = 60.6 \text{ g KNO}_3$$

مسئله ۴: اگر در دمای مشخص مقدار ۲ موله یونیت نیترات در ۱۵۰ گرم محلول سیر شده آن حل شده بود، اختلال پذیری نیترات

نیترات در این دما به دست آورید؟ (Cl=۳۵.۵, Ca=۴۰)

$$g \text{ CaCl}_2 = 0.2 \text{ mol CaCl}_2 \times \frac{111 \text{ g CaCl}_2}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 22.2 \text{ g CaCl}_2$$

$$g \text{ H}_2\text{O} = 62.8 \text{ g} = \text{جرم محلول (آب)} = 22.2 \text{ g} + \text{جرم محلول} = 18 \text{ g} \Rightarrow \text{جرم حل شونده} + \text{جرم محلول} = \text{جرم محلول}$$

$$g \text{ CaCl}_2 = 100 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{22.2 \text{ g CaCl}_2}{62.8 \text{ g H}_2\text{O}} = 35.3 \text{ g CaCl}_2$$

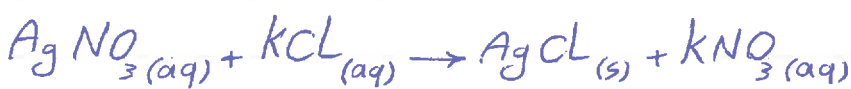
مسئله ۵: اختلال پذیری نیترات در دمای ۲۰°C، برابر با ۴۰ است. از واکنش ۱۰۰ گرم محلول سیر شده نیترات نیترات با مقدار کافی

محلول نقره نیترات حاصله چند گرم نقره نیترات رسوب می کند؟ (Cl=۳۵.۵, K=۳۹, Ag=۱۰۸ g/mol)

این مقدار گرم های KCl در ۱۰۰ گرم محلول سیر شده آن مشخص می کنیم:

$$g \text{ KCl} = 100 \text{ g محلول} \times \frac{40 \text{ g KCl}}{140 \text{ g محلول}} = 28.57 \text{ g KCl}$$

حال معادله واکنش را می نویسیم و با استفاده از روابط استوکیومتری (یا روش تناسب درشتی!) مقدار AgCl را محاسبه می کنیم:



$$g \text{ AgCl} = 28.57 \text{ g KCl} \times \frac{1 \text{ mol KCl}}{74.5 \text{ g KCl}} \times \frac{1 \text{ mol AgCl}}{1 \text{ mol KCl}} \times \frac{143.5 \text{ g AgCl}}{1 \text{ mol AgCl}} = 54.1 \text{ g AgCl}$$

توجه: همانطور که دیدیم تغییرات دما در اغلب موارد باعث تغییر در میزان اختلال پذیری آنها می شود و می توان مسائل در این

باب مباح کرد. در این دقت از مثال، معمولا اختلاف میزان حل شدن مواد در دو دمای متفاوت را مورد سوال قرار می دهند؛ که برای پاسخ به آنها کافی است، اختلاف پذیری ماده مورد نظر در دو دمای داده شده محاسبه کنیم و اختلاف آنها را همان مقدار رسوب است، به دست آوریم مانند نمونه های زیر:

مثال با توجه به نمودار اختلاف پذیری - دما (نمودار ۲) توضیح دهید، ضغای که $133g$ محلول سیر شده لتیم سولفات را از دمای $20^{\circ}C$ تا دمای $70^{\circ}C$ گرم می کنیم، چه رخ می دهد؟

پاسخ: طبق نمودار می توان نتیجه گرفت که با افزایش دما اختلاف پذیری Li_2SO_4 کاهش می یابد پس در دماهای $20^{\circ}C$ تا $70^{\circ}C$ اندک طبق دهم، مقداری از حل شونده محلول به صورت رسوب از آن خارج خواهد شد؛ که به صورت زیر قابل محاسبه است

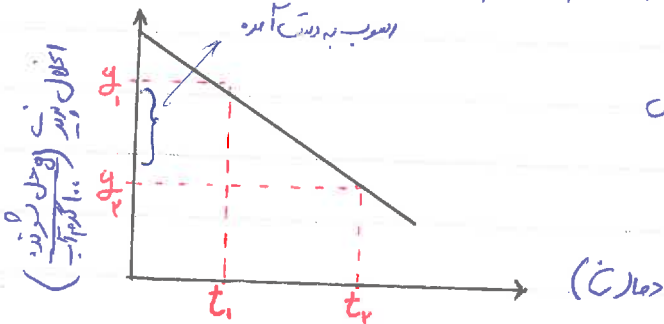
$$H_2O \text{ } 100g + \text{جرم حل شونده} = \text{جرم محلول}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 20^{\circ}C \text{ در } 133g = 100 + 33 \\ 70^{\circ}C \text{ در } 125g = 100 + 25 \end{cases} \Rightarrow \text{جرم رسوب} = 133 - 125 = 8g$$

نکته: اند نمودار اختلاف پذیری ماده ای (مانند $SO_4 Na_2$) نزولی باشد و در دمای پایین تر (t_1) محلول سیر شده ای از جاده مورد

نظر تهیه کنیم (t_2) و پس دمای محلول را افزایش دهیم (t_1) تا به اختلاف پذیری ماده مورد نظر در دمای t_2 برسیم

به اندازه تفاوت اختلاف پذیری ماده مورد نظر در دو دمای t_1 و t_2 به حسب گرم رسوب تشکیل خواهد شد.

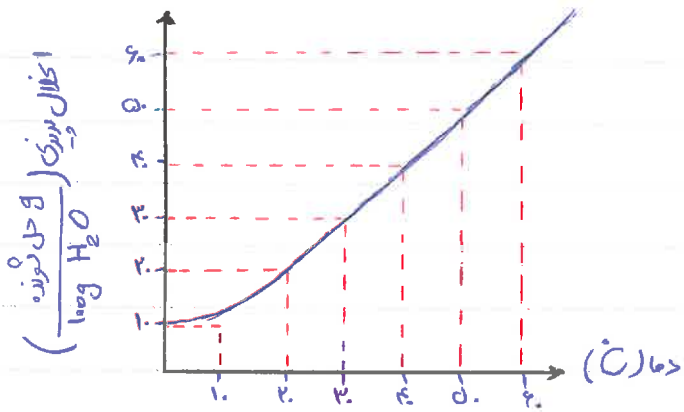


توجه: هم در دمای پایین (t_1) و هم در دما بالا (t_2) محلول

هم خنثی سیر شده است.

مثال با توجه به نمودار داده شده، با سرد کردن $100g$ از محلول سیر شده نمک A، از دمای $40^{\circ}C$ به دمای $20^{\circ}C$ ، چند گرم از نمک

A رسوب خواهد کرد؟



پایخ را با توجه به نمودار و میزان انحلال پذیری نمک A در دما

۴۰ و ۲۰ درجه سلسیوس من دو درجه نتایج زیر دست یافت:

$$\begin{cases} \text{محلول } 40^\circ\text{C} \Rightarrow \text{جرم محلول} = 40\text{g A} + 100\text{g H}_2\text{O} = 140\text{g} \\ \text{محلول } 20^\circ\text{C} \Rightarrow \text{جرم محلول} = 20\text{g A} + 100\text{g H}_2\text{O} = 120\text{g} \end{cases}$$

در نتیجه جرم رسوب به دست آمده برابر اختلاف جرم محلول در دمای ۴۰ و ۲۰ درجه سلسیوس خواهد بود: $20\text{g} = 140 - 120 = 20\text{g}$ جرم رسوب

توجه: البته اختلاف انحلال پذیری ماده A در دمای ۴۰ و ۲۰ درجه سلسیوس هم همان جرم رسوب خواهد بود: $20\text{g} = 40 - 20 = 20\text{g}$ جرم رسوب

سین هیچ تفاوتی ندارد که از کدام راه جرم رسوب را به دست آورید.

حال بدینیم به ادامه حل مشکل: معینیم که اگر ۱۴۰g محلول A را از دمای ۴۰ به ۲۰ سرد کنیم مقدار ۲۰g نمک A رسوب خواهد کرد حال طبق صورت سوال، اگر بخوانیم ۱۰۰g محلول A را بخوانیم از ۴۰ به ۲۰ سرد کنیم مقدار رسوب به دست

آمده را به صورت زیر به دست می آوریم:

$$\text{رسوب } 100\text{g} = 140\text{g} \times \frac{\text{رسوب } 20\text{g}}{\text{محلول } 140\text{g}} = 100\text{g} \text{ رسوب}$$

نکته: اگر نمودار انحلال پذیری ماده ای صعودی باشد (مانند اغلب نمک های نموکار) و در دمای بالاتر (t_2) محلول سرد

شده ای از ماده مورد نظر همان مقدار کم کنیم (q_1) و پس دمای محلول را تا دمای پائین (t_2) کاهش دهیم (q_2)، به اندازه

تفاوت انحلال پذیری ماده در دمای t_2 و t_1 ($q_2 - q_1$) بر حسب گرم رسوب سبیل خواهد شد.

توجه: هم در دمای بالا (t_1) و هم در دمای پائین (t_2) محلول همگن سرد شده خواهد بود.

روش سریع و نظری: برای محاسبه مقدار رسوب حاصل از تغییرات دمای یک محلول سرد شده می توان با فرمول زیر حل

$$\text{جرم رسوب} = \frac{(S_2 - S_1) \times N}{100 + S_2}$$

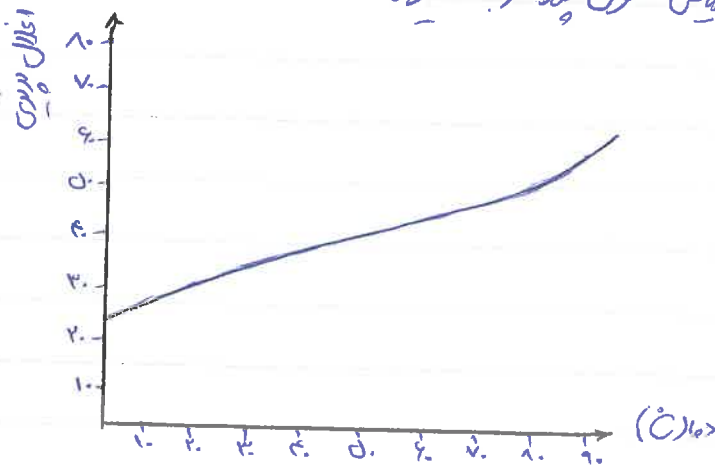
سریع به جواب دست پیدا کرده

در این رابطه: S_2 ← انحلال پذیری در دمای بالاتر S_1 ← انحلال پذیری در دمای پائین N ← جرم نمونه محلول

تمرین ۱: مثال بالا را به روش سریع و از فرمول بالا به دست آورید؟

مثال) ۷۰ گرم محلول پدید آمده یک نمک را از ۱۰۰ گرمی ماده‌ای معین برداشته‌ایم. با بزرگ کردن حجم مایه به ظرف حاوی آن

مقدار ۷۰ از نمک رسوب می‌کند. با توجه به منحنی زیر، دهای نهایی محلول چند درصد سلسون است؟



پایه: در دهای ۱۰۰ مطابق با نمودار به ازای هر

۱۰۰ گرم آب دارای ۷۰ گرم حل شونده هستیم که در این ده

جرم کل محلول می‌شود: ۷۰ + ۳۰ طبق صورت مسئله اگر ۷۰

محلول را از دهای ۱۰۰ به دهای پایین تر برداریم مقدار ۷۰

رسوب ششگ می‌شود در نتیجه می‌توان مقدار رسوب حاصل از ۷۰ محلول را به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{رسوب } ۱۵۰ = \frac{\text{رسوب } ۷۰}{\text{محلول } ۷۰} \times \text{محلول } ۱۵۰ = \text{رسوب } ۱۵۰ \text{ و؟}$$

با توجه به رسوب ۱۵۰ گرمی می‌توان گفت که جرم محلول در دهای نهایی ۱۳۰ (۱۵۰ - ۲۰) بوده است. یعنی ۳۰ درصد حل

شونده در ۱۰۰ گرم آب حل شده است. حال اگر از ۳۰ درصد روی نمودار منحنی انحلال پدید حرکت و بعد از رسیدن به آن، به

نسبت محور دما حرکت کنیم، به دهای ۳۰ (دهای نهایی) می‌رسیم. یعنی دهای نهایی محلول ۳۰ است

$$\text{جرم رسوب} = \frac{(S_p - S_1) \times N}{100 + S_p} \Rightarrow V = \frac{(100 - k) \times 70}{100 + 100} \Rightarrow k = 30 \text{ گرم سلسون}$$

حال اگر به نمودار رفت کنیم متوجه می‌شویم که ۳۰ درصد، انحلال پدید مربوط به دهای ۳۰ نشان می‌دهد.

تمرین ۲: در ۱۰۰ گرم محلول سیر شده پتاسیم کربنات در دهای ۷۰، مقدار K_2CO_3 وجود دارد. در این ده

انحلال پدید پتاسیم کربنات چقدر است؟

تمرین ۲: چنانچه قابلیت حل شدن نسیم نترات در دهای معین برابر ۹ باشد، در این دهاء حد اشباع چند مول

NaNO_3 می توان در ۶ آب حل نمود؟ $(N=14, O=16, Na=23 \frac{g}{mol})$

تمرین ۳: انحلال پذیری نسیم هیدروکسید در دهای معین برابر با ۶ است. برای تهیه کردن ۵۵ از محلول سیر شده NaOH

در این دهاء به چند میلی لیتر محلول ۲ مولار سولفوریک اسید نیاز است؟ $(H=1, O=16, Na=23 \frac{g}{mol})$

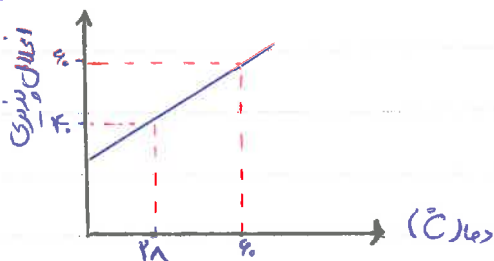
تمرین ۴: انحلال پذیری نیاسیم لکریه در دهای ۴ و ۹۰ به ترتیب، ۶ و ۴۵ است. اگر ۲۰۰ محلول سیر شده

KCl در دهای ۹۰ را با دهای ۴۵ سرد کنیم، حد اشباع چند گرم KCl رسوب خواهد کرد؟

تمرین ۵: انحلال پذیری نیاسیم نترات در دهای ۴۵ برابر ۷ است. اگر ۱۰۰ محلول سیر شده آن را در دهای ۴۵ تا

دهای ۳۰ سرد کنیم، مقدار ۳۰ KNO_3 رسوب می کند. انحلال پذیری KNO_3 در دهای ۳۰ را بدست آورید؟

ک تست نهم: بر اساس نمودار زیر، برآورد کردن ۲۰ از محلول سیر شده یک ماده جامد از دهای ۲۰ تا ۲۸ با



تقریب، چند گرم از ماده حل شده از محلول جامد می شود؟ (سراسری تجربی ۸۹)

۲٫۹ (۴)

۱٫۸ (۳)

۲٫۵ (۲)

۱٫۲ (۱)

(فازج زو مجرب ۹۲)

ک تست نلند) با توجه به داده های جدول زیر، کدام گزینه درست است؟

مغزول ماده	اغلل بنزری در ۲۰ C	اغلل بنزری در ۵۰ C
$Pb(NO_3)_2$	۵۵	۱۵
KNO_3	۲۱	۸۲
$KClO_3$	۶	۱۶
KCl	۳۲	۴۳

(۱) اغلل بنزری یتاسیم لیدر در آب، بر خلاف سه ماده دیگه داده است.

(۲) سب مغزول اغلل بنزری یتاسیم نترات در بردها از سه ماده دیگه ستر است.

(۳) محلول ۱۵۰ گرم سرب (II) نترات در ۲۵۰ گرم آب در ۲۰ C، سیر شده است.

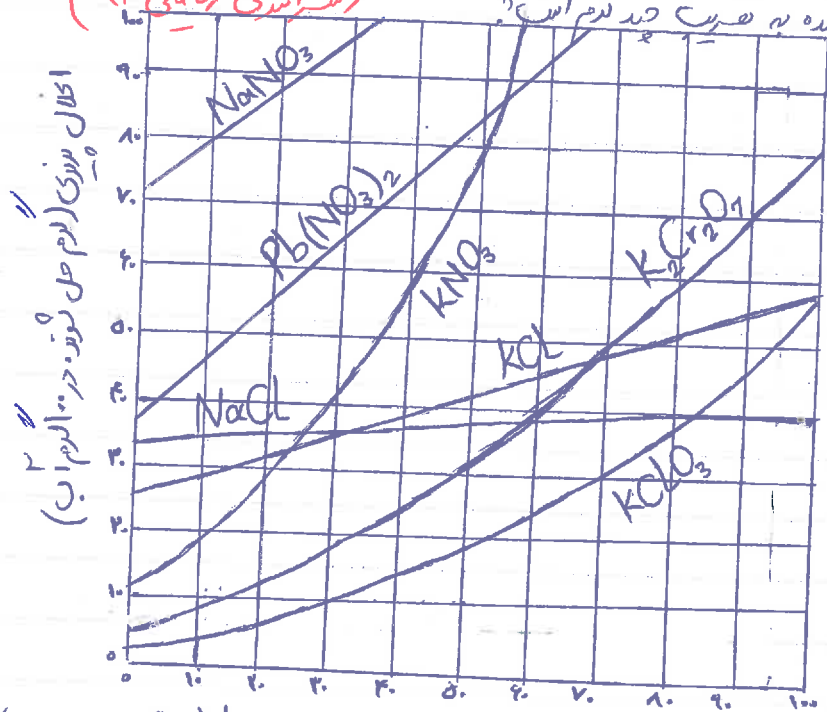
(۴) در ۱۰۰ گرم محلول سیر شده یتاسیم نترات در ۲۰ C، ۷۰ گرم از آن وجود دارد.

ک تست نلند) اندر با توجه به شکل مقابله، محلول با اشغلات A از چهار ترکیب داده شده در نرینه ها، در ۴ فرغ جیاخانه

هر یک طاری ۱۰۰ گرم آب، در دهی ۷۰ گرمه سیر شده پس ده محلول ۲۰ C حاصل داده شود، در ظرف محولی کدام ماده سیر

(سراسری با نری ۹۳)

مقدار رسوب شکیل می شود و وزن رسوب شکیل شده به تقریب چند گرم است؟



(۱) یتاسیم لیدر، ۲۸

(۲) یتاسیم نترات، صفر

(۳) یتاسیم دی کرومات، ۴۸

(۴) سرب (II) نترات، ۵

(دما C)

ک تست نلند) با توجه به مغزول اغلل بنزری مقابله قبل) محلول سیر شده ای از $K_2Cr_2O_7$ ($M = 294 \frac{g}{mol}$)

در ۱۰۰ گرم آب در دهی ۹۰ C تهیه شده است. در کدام دما بر حسب سلسیوس، غلظت محلول به حدود $\frac{mol}{L}$ می رسد و در این دما

(سراسری مجرب ۹۱)

چند گرم از این مقدار رسوب می کند؟ (از تقریب حجم جسم پویشی سود و محلول آب $\frac{1g}{ml}$ است)

(۴) ۲۸۷-۲۰

(۳) ۲۵۰-۳۵

(۲) ۵۸-۲۰

(۱) ۵-۲۵

تست ۹۲) در ظرف دارای ۳۰۰g آب در دمای ۲۰°C، به ترتیب از محلول به چپ، ۱۰۰g از ترکیب های (A) $Pb(NO_3)_2$

در دمای ۲۰°C، اضافه و پس از هم زدن، محلول از مواد جامد باقی مانده جدا سازی شده است. $(D) K_2C_2O_7$ ، $(C) KNO_3$ ، $(B) KClO_3$

ترتیب محلول های به دست آمده کدام است؟ (از تعیین حجم حجم پریشی سود) (استفاده از نمودار ۲ است قبل) (سراسری تجربی ۹۳)

- (۱) $A > B > C > D$ (۲) $B > A > C > D$ (۳) $B > D > C > A$ (۴) $A > C > D > B$

تست ۹۳) با توجه به نمودار زیر (نمودار ۳ است قبل) با سرد کردن ۹۰۰g محلول سرد کرده $KClO_3$ از دما ۹۴°C تا دمای ۲۲°C

و جدا سازی مواد جامد، جرم محلول باقی مانده به تقریب چند گرم خواهد بود؟ (سراسری ریاضی ۹۴)

- (۱) ۵۰۰ (۲) ۵۵۰ (۳) ۶۰۰ (۴) ۶۶۰

تست ۹۴) محلولی از $CaSO_4$ در ۱۰۰ گرم آب در دمای معین، دارای یک گرم یون Ca^{2+} است. چند گرم $CaSO_4$ در آن حل می شود؟ (اختلال پذیری $CaSO_4$ در این شرایط برابر ۰.۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است) $(CaSO_4 = 13\% Ca = \frac{40}{136} \text{ mol})$

- (۱) ۱/۵ (۲) ۱/۸ (۳) ۱/۷ (۴) ۴/۱

تست ۹۵) اختلال پذیری سرب (II) کلرید ($PbCl_2$) در دمای معین برابر ۱۳/۹۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. غلظت محلول سرد شده این ماده در این دما بر حسب $\frac{mol}{L}$ چقدر است؟ (چگالی آب ۱ $\frac{g}{ml}$ است) $(Pb = 207.2, Cl = 35.5 \frac{g}{mol})$

- (۱) 5×10^{-3} (۲) 5×10^{-4} (۳) 5×10^{-2} (۴) 5×10^{-4}

تست ۹۶) در یک فرآیند شیمیایی، پتاسیم دی کرومات به صورت محلول سرد شده در دمای ۹۰°C به دست می آید، با کاهش دمای محلول به ۲۵°C چند درصد آن رسوب می کند و در هر صد جرمی آن در محلول باقی مانده، به تقریب کدام است؟ (اختلال پذیری این ماده در ۹۰°C و ۲۵°C به ترتیب برابر ۷.۰ و ۱۴.۰ گرم در ۱۰۰ گرم آب است)

- (۱) ۱۲.۳-۹.۰ (۲) ۲۰-۹.۰ (۳) ۲۰-۱۰ (۴) ۱۲.۳-۱۰

کدام تست نفوس) با توجه به داده ها جدول زیر در یک تن آب از دمای صفر درجه سلسیوس تا دمای ۴۰ درجه سلسیوس در شرایط

که حجم مولی گازها ۲۲.۴ است، به تقریب چند لیتر گاز اکسیژن از آن آزاد می شود؟ (O=۱۶ $\frac{g}{mol}$) (فاج کور رمانی ۹۴)

۴۰	۲۰	۰	دمای آب (C)
۶/۵	۹/۰۷	۱۴/۵	اختلال پیروی O ₂ ($\frac{mg}{kg}$)

- ۱) ۴/۵
- ۲) ۵/۶
- ۳) ۱۰/۲
- ۴) ۱۱/۲

کدام تست نفوس) اختلال پیروی ۱- هگزانول (C₆H₁₃OH) در دمای معین برابر با ۱۰۰٪ در ۱۰۰g آب است. غلظت مولار

محلول سرد شده آن در این دما (d=۱ $\frac{g}{mL}$) به تقریب کدام است؟ (H=۱، C=۱۲، O=۱۶ $\frac{g}{mol}$)

- ۱) ۰/۱۰
- ۲) ۰/۰۵
- ۳) ۰/۰۵
- ۴) ۰/۰۰۵

کدام تست نفوس) محلول سرد شده نفت یا جرم مولی ۸۰ گرم و چگالی ۱/۲ $\frac{g}{mL}$ در دمای معین، تهیه شده است. اگر غلظت مولار آن

در همان دما برابر $\frac{mol}{L}$ باشد، اختلال پیروی آن در دمای آزمایش، چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟

- ۱) ۳۰
- ۲) ۲۴
- ۳) ۲۰
- ۴) ۱۶

کدام تست نفوس) اختلال پیروی آمونیاک در آب در دمای معین، برابر ۴۷ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. محلول سرد شده آن در این

دما در آب، به تقریب چند مول است؟ (چگالی محلول ۰/۹ $\frac{g}{mL}$ فرض شود) (H=۱، N=۱۴ $\frac{g}{mol}$)

- ۱) ۱۴
- ۲) ۱۵
- ۳) ۱۶/۹۳
- ۴) ۱۷/۲۶

کدام تست نفوس) اختلال پیروی نیاسیم فسفات در دمای ۴۲C برابر ۹۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. به تقریب چند مول از این نمک

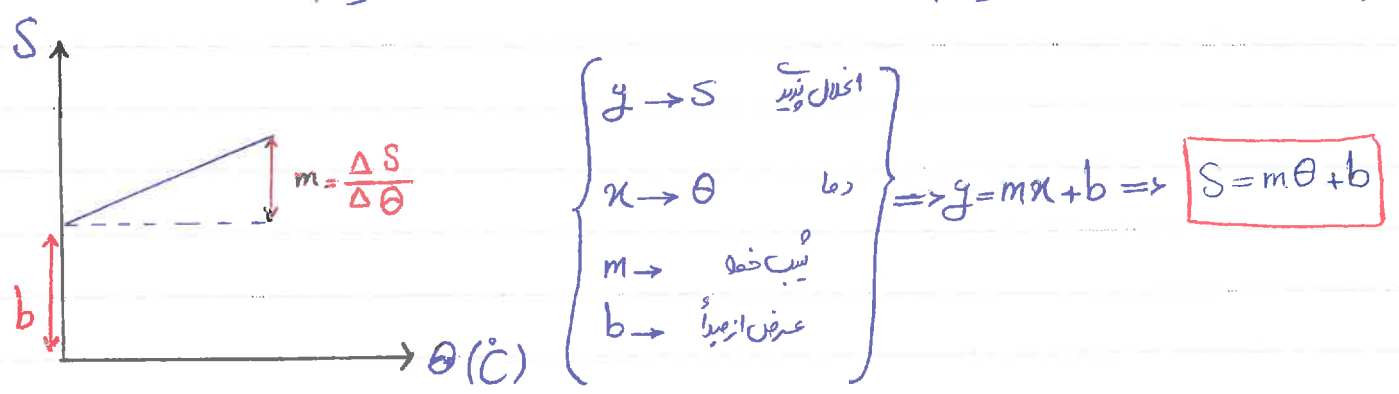
را باید در ۲ لیتر آب حل کرد تا محلول سرد شده آن در این دما به دست آید؟ (چگالی آب برابر ۱ $\frac{g}{mL}$ است) (سراسری رمانی ۹۷)

- ۱) ۶۰/۴
- ۲) ۱۲/۰۱
- ۳) ۱۸
- ۴) ۲۴

▲ معادله انحلال پذیری بر حسب دما (پسوند پارامتری)

اگر به نمودار انحلال پذیری - دما در دست ۱-۹ کتاب درسی توجه کنید متوجه خواهید شد که نمودار انحلال پذیری برخی مواد مانند:

$NaCl, KCl, NaNO_3$ به صورت خطی و صعودی و نمودار انحلال پذیری Li_2SO_4 به صورت خطی و نزولی است. برای این موارد توان معادله انحلال پذیری بر حسب دما را با کمک معادله خط راست به صورت زیر به دست آورد:



حرف S از حرف اول Solubility به معنای انحلال پذیری گرفته شده است.

نکته مربوط به معادله انحلال پذیری:

(۱) m یا همان شیب نمودار انحلال پذیری از نسبت تفاضل انحلال پذیری در دو دمای متفاوت و از رابطه $m = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$

می آید. (توجه: برای تعیین شیب خط می توانید از هر دو نقطه دلخواه روی نمودار استفاده کنید!)

(۲) هر چه قدر مطلق شیب (m) بزرگتر باشد، انحلال پذیری به دما وابستگی بیشتری خواهد داشت.

(۳) اگر علامت شیب (m) مثبت باشد، با افزایش دما انحلال پذیری کاهش می یابد (انحلال پذیری در دما)

(۴) اگر علامت شیب (m) مثبت باشد، با افزایش دما انحلال پذیری افزایش می یابد (انحلال پذیری در دما)

(۵) b (عرض از مبدأ) مقدار انحلال پذیری در ۱۰۰ گرم آب صفر درجه را نشان می دهد.

مثال (۲) از جدول نشان می دهد که انحلال پذیری $NaNO_3$ در دماها گوناگون مطابق جدول زیر است:

θ (°C)	۰	۱۰	۲۰	۳۰
S ($\frac{g NaNO_3}{100g H_2O}$)	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

الف) معادله انحلال پذیری آن را به دست آورید؟

ب) انحلال پذیری $NaNO_3$ را در دمای ۷۰°C بیابید.

$$S = m\theta + b$$

پایسج الف) می دانیم که معادله انحلال پذیری به صورت زیر است ←

$$m = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} \xrightarrow{\substack{\text{دماهای ۱۰ و ۲۰ برابر} \\ \text{تغییر شیب انحنای می کشیم}}} m = \frac{11 - 10}{20 - 10} = \frac{1}{10} = 0.1 \Rightarrow \begin{cases} m = 0.1 \\ b = 7.2 \end{cases} \Rightarrow S = 0.1\theta + 7.2$$

ب) NaNO_3 برای 70°C انحلال پذیرد بر ما $S = 0.1\theta + 7.2$ $\xrightarrow{\theta = 70} S = 0.1 \times 70 + 7.2 = 14.1\text{g}$

مثال) با توجه به اینکه انحلال پذیری NaNO_3 به صورت $S = 0.1\theta + 7.2$ و انحلال پذیری KCl به صورت $S = 0.2\theta + 17$ می باشد:

الف) تا چند دما را با انحلال پذیری این دو ماده مقایسه کنید؟

ب) در چه دمای انحلال پذیری این دو ماده با هم برابر می شود؟

پایسج الف) تا چند دما با انحلال پذیری NaNO_3 بیش از KCl است، زیرا به ازای هر یک درجه سانتی گراد، NaNO_3 دو برابر KCl انحلال پذیرد.

ب) NaNO_3 فقط ۳ درجه در انحلال پذیری KCl اضافه می شود.

ب) برای اینکه بدانیم در چه دمای انحلال پذیری این دو ماده با هم برابر می شود، ما نسبت معادله انحلال پذیری این دو ماده را با هم برابر می قرار دهیم:

$$S_1 = S_2 = 0.2\theta + 17 = 0.1\theta + 7.2 \Rightarrow 0.1\theta = 27 - 7.2 = 20 \Rightarrow \theta = \frac{20}{0.1} = 200^\circ\text{C}$$

هزینه ۱. از جاسین نشان می دهد که انحلال پذیری Li_2SO_4 در دماهای توانیون مطابق جدول زیر است، به موارد خواسته

شده پاسخ دهید: الف) معادله انحلال پذیری را برای Li_2SO_4 به دست آورید؟

ب) خرید ما ۱۰۰ چند گرم Li_2SO_4 را می توان در ۱۰۰ گرم آب حل کرد تا محلول سیر شده ای (زیر آن به دست آید).

$\theta (^\circ\text{C})$	۰	۲۰	۴۰	۷۰	۱۰۰
$S \left(\frac{\text{g Li}_2\text{SO}_4}{100\text{g H}_2\text{O}} \right)$	۳۶	۲۳	۳۰	۲۵/۵	۲۰

حترین ماده در معادله انحلال پذیری SO_4^{2-} یا به صورت $39 + 150 = S$ بار دارد

الف) در هر جرمی این نمک در دمای $30^\circ C$ را به دست آورید؟

ب) غلظت یون SO_4^{2-} در محلول سید شده این ماده در دمای $30^\circ C$ بر حسب PPM به تقریب چه عددی خواهد شد؟ $(\frac{9}{4} = 112.5 \text{ mol})$

توجه! مسائل مربوطه به استوکیومتری در حالت محلول را در جزوه یاد هم (فصل اول) به روش مربع تکمیری بررسی خواهند پس تا نوشتن جزوه یاد هم سپید!

توجه! مقدار آب در دیگر محلول ها در میزان انفریجی و

▲ برخی ویژگی های آب:

۱) آب تنها ماده ای است که به هر سه حالت جامد، مایع، گاز (بخار) در طبیعت یافت می شود.

۲) آب اغلب مواد را در خود (البته به میزان های متفاوت) حل می کند.

۳) آب از معدود موادی است که حجم آن هنگام انجماد به جای کاهش، افزایش می یابد و به همین دلیل چگالی آن در حالت جامد کمتر از حالت مایع است.

۴) آب دارای نقطه جوش بالا و غیر عادی است. آب در مقایسه با مولکول های با جرم مولی نزدیک به آن، دمای ذوب دمای جوش، ظرفیت گرمایی و شش سطحی و... بسیار بیشتری دارد.

۵) آب سرشار از یون و املاح درین حلال در طبیعت، صنعت و از حالت پناه است.

۶) در علم هسٹم خواندیم: «باریدہ آب یا تو در سن یک گمانہ بلا کسی باردار شدہ بہ وسیلہ موہای خشک، بخیرت می شود»

برای بررسی و توجیہ ہر یک از خواص آب، می بایست ساختار آب و همچنین نیروهای بین مولکولی آن را بررسی کرد. نوع اتم‌های سازندہ و ساختار خندہ مولکول آب، نقش تعیین کنندہ ای در خواص آن دارد.

بدین منظور ابتدا انواع پیوندی کووالانسی، انواع مولکول‌ها و در آخر انواع نیروهای بین مولکولی را بررسی می‌کنیم.

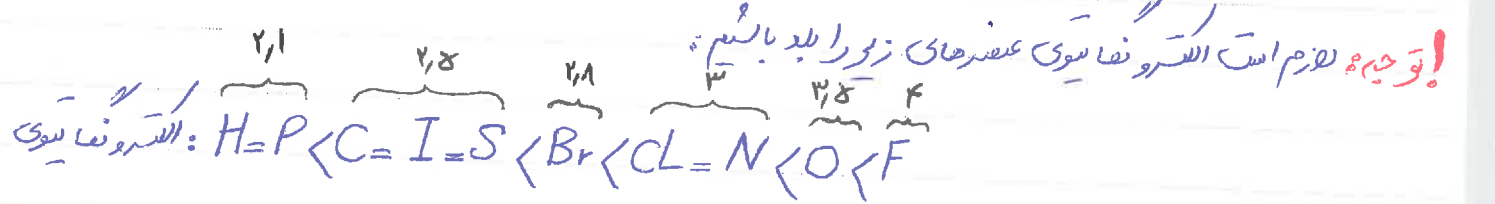
▲ انواع پیوند کووالانسی:

ہما نظر کہ یاد گرفتیم: در پیوند کووالانسی، پیوندی است کہ از اشتراک لذت الکترن‌ها بین اتم‌ها تسلیل می‌شود. برای درک مفهوم انواع پیوند کووالانسی باید با معنوی بہ اسم «الکترنفا تئوی» آشنا شویم.

الکترنفا تئوی: بہ توانایی نسبی اتم‌ها در کشیدن جفت الکترن اشتراکی در پیوند کووالانسی بہ سمت خود، الکترنفا تئوی می‌گویند. ہر جقدر الکترنفا تئوی یک اتم بیشتر باشد، آن اتم الکترن‌های پیوندی را بیشتر بہ سمت خود می‌کشد.

الکترنفا تئوی بہ صورت نسبی اندازہ گیری می‌شود و بالا ترین عدد آن، عدد ۴ برای فلورنور (الکترنفا تئویترین عنصر) و کمترین عدد آن، عدد ۱ است برای سدیم و فرانسیم (دارای کمترین الکترنفا تئوی یا الکترنوز تئویترین عنصر).

در حالت لیس الکترنفا تئوی در یک دورہ از چو بہ راست افتد اس و در یک دورہ از بالا بہ پائین، کاهش می‌یابد.



حال می‌توانیم انواع پیوند کووالانسی را تعریف کرده و بہ خوبی مفهوم آن را درک کنیم:

۱) پیوند کووالانسی نامعین: ہر گاہ اتم‌های موجود در یک پیوند یکسان و یا ہر دو دارای قدرت کشندی برابر (الکترنفا تئوی برابر) باشند، در این حالت الکترن‌های اشتراکی بہ طور مساوی بین آنها توزیع می‌شود. این نوع پیوند

را « کووالانسی نا قطبی » می گویند. برای مثال پیوند بین H_2 و O_2 را در نظر بگیرید؛ چون هر دو اتم در پیوند میان هستند، الکترون ها به طور مساوی بین آنها توزیع می شود و پیوند بین آنها از نوع کووالانسی نا قطبی خواهد بود.

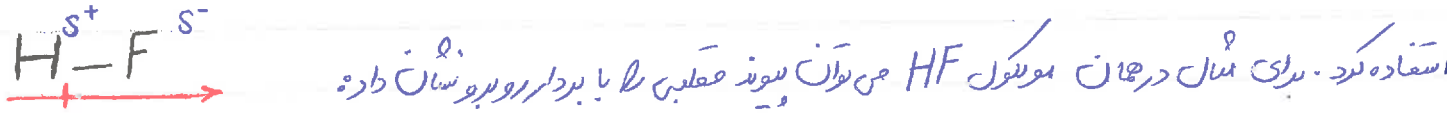
(۲) پیوند کووالانسی قطبی: هرگاه اتم های موجود در پیوند یگانه نبوده و هر یک دارای قدرت کشندگی نام برابر (الکترو نفاتیوی نام برابر) باشند، اتمی که قدرت کشندگی بیشتری (الکترو نفاتیوی بیشتر) داشته باشد، الکترون های اشتراکی را

بیشتر به سمت خود جذب می کند و دارای مقدار جزئی بار منفی (δ^-) و اتم دیگر دارای مقدار جزئی بار مثبت (δ^+) می شود.

این نوع پیوند را « پیوند کووالانسی قطبی » می گویند. برای مثال پیوند بین اتم های H و F را در مولکول HF در نظر بگیرید؛ چون F قدرت کشندگی بالایی دارد، الکترون های اشتراکی را بیشتر به سمت خود می کشد و دارای جزئی بار



توجه! برای نشان دادن هر پیوند قطبی می توان از یک بردار که جهت آن از سمت بار مثبت به سمت بار منفی است،



انواع مولکول ها:

(۱) مولکول های نا قطبی: مولکول هایی که الکترون ها در آنها به صورت یکنواخت توزیع شده اند؛ به عبارت دیگر یا تمام پیوند های آنها نا قطبی هستند یا بردار های پیوندهای قطبی همسایه را خنثی می کنند. مولکول های نا قطبی،

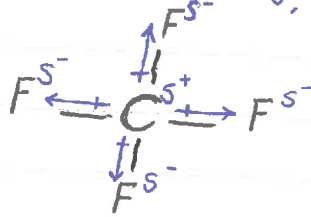
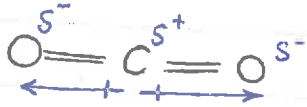
قطب مثبت و منفی ندارند و به همین دلیل تعادلی به جهت گیری به سمت قطب مثبت و منفی در میدان الکتریکی ندارند؛

به عبارت دیگر مولکول های نا قطبی در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند. مولکول هایی مانند: H_2, O_2, F_2



توجه: در مولکول های دو اتمی همان مانند H_2, O_2, F_2 و... به دلیل اینکه همه پیوندهای آنها نا قطبی هستند،

مولکول قطبی ساده ولی در مولکول‌هایی مانند CO_2 و CF_4 با وجود داشتن پیوندهای قطبی، مولکول ناقطبی است؛ به این دلیل که بردارهای دو قطبی همدیگر را خنثی می‌کنند:

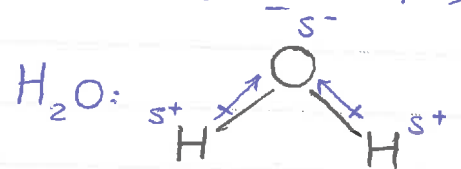
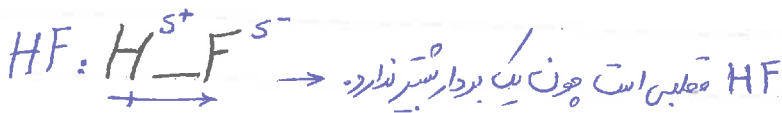


توجه! همانطور که می‌بینید در مولکول‌های CO_2 و CF_4 ، بردار برابر همفرست و در نتیجه ناقطبی هستند:

(ناقطبی $\rightarrow 0 =$ برآیند)

۲) مولکول‌های قطبی: مولکول‌هایی که الکترون‌ها در آن‌ها به صورت یکنواخت پخش نشده اند و در تقهه‌ای از مولکول بیشتر (قطب منفی) و در تقهه‌ای دیگر کمتر (قطب مثبت) است؛ به عبارت دیگر در مولکول‌های قطبی برآیند بردارها

دو قطبی همفرست. برای مثال مولکول‌های H_2O و HF قطبی هستند.



برآیند $\neq 0$ ← مولکول H_2O قطبی است.

به مولکول‌هایی مانند آب که به دلیل داشتن سرهای مثبت و منفی در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، مولکول‌های دو قطبی یا قطبی می‌گویند. مولکول‌های قطبی وقتی در یک میدان الکتریکی قرار می‌گیرند، مولکول‌ها به گونه‌ای قرار می‌گیرند که سر مثبت‌شان به سمت صفحه بار منفی و سر منفی‌شان به سمت صفحه بار مثبت باشد. بنابراین همه مولکول‌ها می‌چرخند و هم جهت می‌شوند به همین دلیل می‌گویند که مولکول‌های قطبی در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

▲ **روش تشخیص مولکول‌های قطبی و ناقطبی:**

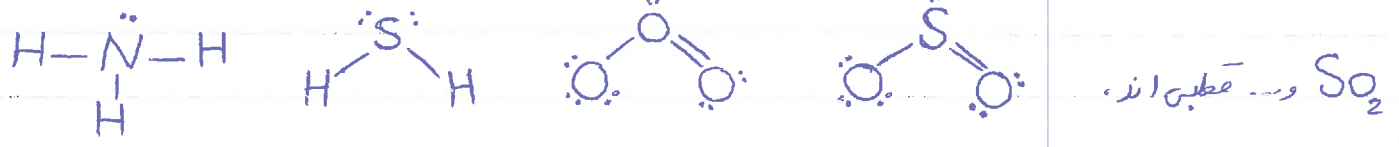
برای اینکه مولکول‌های قطبی و ناقطبی را بدون نیاز به رسم بردار برآیند بسازیم دو قطبی تشخیص دهیم به ناه

زیر توجه کنید:

مولکول های قطبی: (۱) مولکول های که از دو اتم غیر فلز با یکدیگر پیوند شده اند قطبی هستند مانند: CO, HCl, HF

NO, HBr, HI و ... قطبی اند.

(۲) مولکول های که بر روی اتم مرکزی خود جفت الکترون نا پیوندی دارند، قطبی هستند. مانند: O_3, SH_2, NH_3



(۳) آلکین ها قطبی نیستند، مولکول قطبی است: CH_3Cl, CH_2F_2, HCN و ...

مولکول های نا قطبی:

(۱) مولکول های دو اتمی فلز، نا قطبی هستند. مانند: $H_2, O_2, N_2, Br_2, F_2, I_2$ و ... نا قطبی اند.

(۲) مولکول های که بر روی اتم مرکزی خود جفت الکترون نا پیوندی ندارند و اتم های پیرامون آنها نیز فلز است

نا قطبی اند. مانند: $SiCl_4, CCl_4, CH_4, CS_2, CO_2$ و ... نا قطبی اند.

(۳) اغلب مولکول های که فقط از کربن و هیدروژن (هیدروکربن ها) ساخته شده اند، نا قطبی هستند. مانند: CH_4

$C_6H_6, C_2H_4, C_8H_{18}, C_2H_6$ و ... نا قطبی اند.

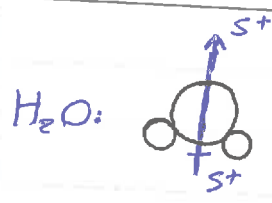
نکته: میزان قطبیت در مولکول های قطبی متفاوت است. این ویژگی با اندازه گیری لیبی یعنی به نام "لستور" و قطبیت

الکترون برای مولکول ها در میدان الکترونیک قابل مقایسه می باشد. لستور و قطبیت را با علامت "D" و با یکای

دبای "D" اندازه گیری می کنند. با افزایش میزان قطبیت، لستور و قطبیت افزایش می یابد. به صورت مثال لستور در

قطبیت مولکول های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با ۱.۸۵D و ۰.۹۷D است و این اعداد نشان می دهد که میزان

قطبیت مولکول های آب تقریباً به دو برابر مولکول های هیدروژن سولفید است.



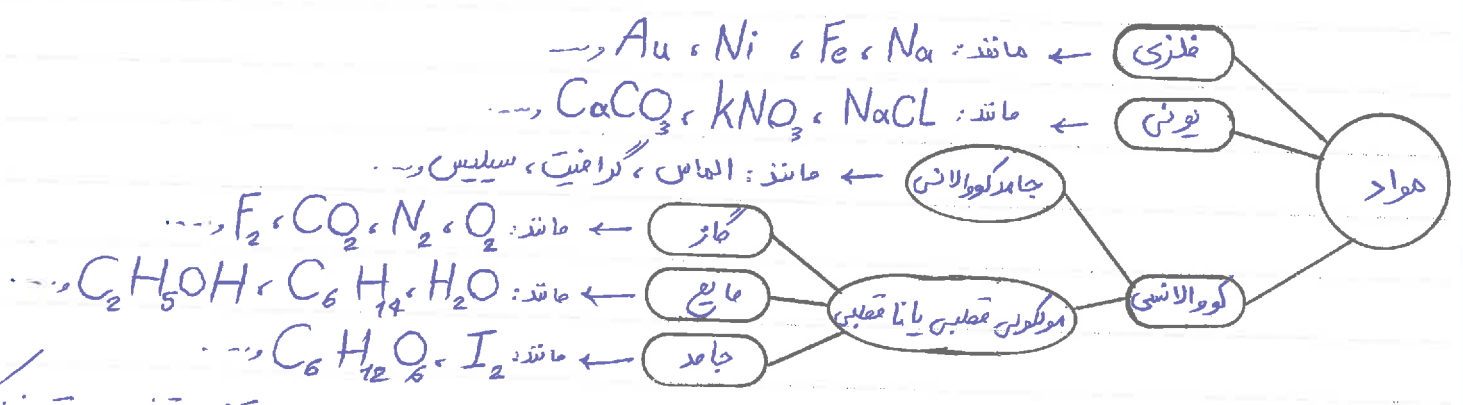
لذا در دو قطب ط را می توان به صورت یک فلش بر روی مولکول مطلب نشان داد.
توجه! لستاور دو قطب مولکول های نا قطب مانند O₂ برابر صفر است (μ(O₂) = 0 D)

▲ فیروهای بین مولکولی و قطب جوش موارد:

قبل از آنکه به تقسیم بندی انواع نیروهای بین اتم و بین مولکول بپردازیم لازم است با نیروی و چند نوع تعریف بسته

اندلسوم:

مواد پیرامون ما (چه طبیعی و چه مصنوعی) را می توان در طبقه های زیر جای داد:



با توجه به دسته بندی بالا، مواد یونی و مواد فلزی (به جز Hg) در دمای اتاق به صورت جامد هستند و تنوع حالت فیزیکی

(جامد، مایع، گاز) پیرامون ما به دلیل وجود ترکیب های کووالانسی مولکولی است.

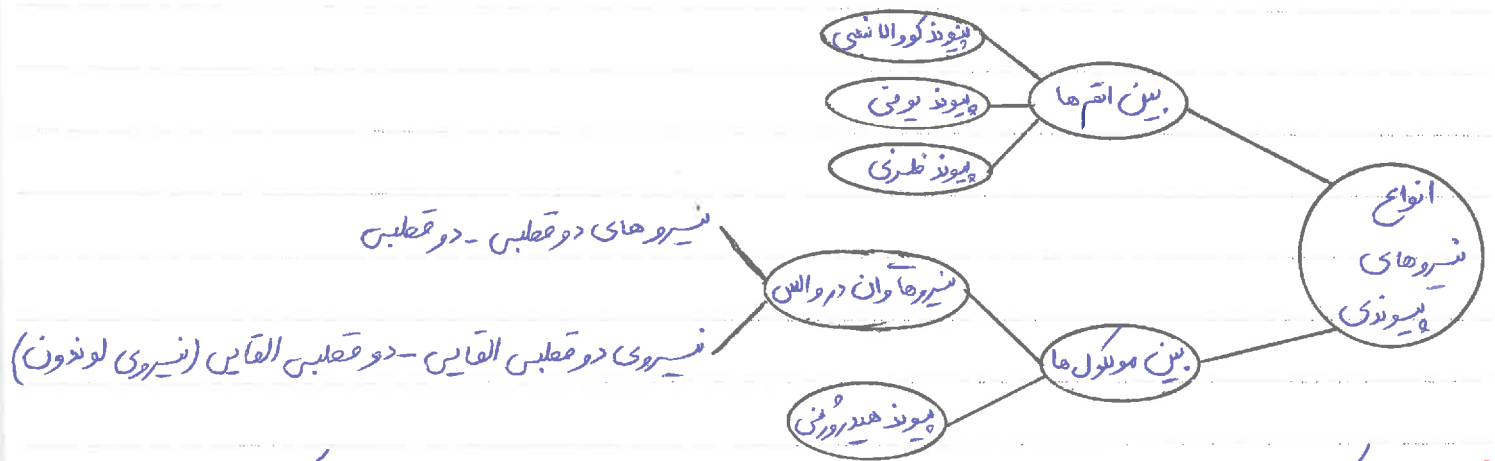
ترکیب مولکولی: به ترکیب های مانند O₂, CO₂, CH₄ و... که از مولکول های مجزا تشکیل شده اند، ترکیب مولکولی گفته می شود.

توجه: اتم ها در جامد های کووالانسی (مانند الماس، گرافیت، سیلیس) با پیوند کووالانسی به هم متصل شده اند ولی مولکول های مجزا در این مواد وجود ندارد. از این موضوع می توان به آنها ترکیب مولکولی گفت و جامد کووالانسی می گویند.

حال بیایم سراغ بحث اصلی خودمان! :

در ترکیب های مولکولی اتم ها به وسیله پیوندهای کووالانسی به هم متصل هستند و مولکول ها هم توسط نیروهای بین

مولکول‌ها به هم نیرو وارد می‌کنند؛ در به برهم کنش میان مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروی بین مولکولی می‌گویند.



توجه: در کتاب‌های درسی دبیرستان، از نیروی بین اتم‌ها، پیوند قطری و از نیروی بین مولکول‌ها، انواع نیروی وان در والس (دو قطبی - دو قطبی و نیروی لوندون) حرفی به میان نیامده و فقط محض اساسی‌ترین‌ها دانش آموزان

در فودرا^۲ و زده^۲م و از توصیفات^۲ بیشتر ارجح به آنها^۲ پرهیز می‌کنیم.

نکته: همان‌طور که در فودرا^۲ ملاحظه کردید در به چیز پیوندهای هیدروژنی، به نیروهای جاذبه^۲ بین مولکول‌ها، نیروهای وان در والس می‌گویند.

توجه: پیوند کووالانسی و پیوند یونی در مقایسه با نیروهای بین مولکولی بسیار قوی‌ترند.

نکته: نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند؛ به عنوان مثال در حالت جامد نیروهای

بین مولکولی زیاد است، در حالت مایع این نیروهای بین مولکولی کمتر شده و فاصله بین مولکول‌ها بیشتر می‌شود و اما

مواد در حالت گاز دارای کمترین میزان نیروی بین مولکولی هستند. به عبارت دیگر قدرت نیروی بین مولکولی تعیین‌کننده

حالت فیزیکی یک ماده (دردهای مشخص) است. گاز > مایع > جامد: نیروی بین مولکولی

نکته: نیروهای بین مولکولی به دو عامل: (۱) قطبیت مولکول (۲) جرم و حجم مولکول وابسته است.

(۱) تاثیر قطبیت مولکول: هر چه مولکول قطبیت^۲ تر باشد، میزان بار جزئی مثبت⁺ (K⁺) و منفی⁻ آن (K⁻) بیشتر شده

جاذبه بین بارهای نا همنام در مولکول های حجاز بیشتر می شود در نتیجه نیروهای مولکولی آن قوی تر خواهد بود و تقه جوش آن بالاتر خواهد بود.

مثال) تقه جوش F_2 و HCl به ترتیب برابر است با $188^\circ C$ و $85^\circ C$ ، توضیح دهید نیروهای بین مولکولی در کدام

یک قوی تر است؟ (تذکره: جرم مولی یک ترکیب بر خواص فیزیکی آن مثل: تقه جوش و تقه ذوب تأثیر دارد، به همین دلیل در این مثال از مواد با جرم مولی تقریباً مشابه استفاده شده است)

پاسخ: یا توجه به اینکه مولکول های F_2 و HCl جرم مولی نزدیک به هم دارند (به ترتیب 38 و 36.5)، HCl قطبیت است در نتیجه نیروهای بین مولکولی در آن قوی تر خواهد بود و جاذبه بین مولکولی های سازنده آن هم سخت شده و در نتیجه تقه جوش بالاتری دارد.

$HCl > F_2$: قدرت نیروی بین مولکولی
 $HCl > F_2$: تقه جوش

توجه: حواستون باشم که برای ذوب کردن و جوشاندن مواد مولکولی باید

بر نیروهای بین مولکولی غلبه سودرند بر پیوند کووالانسی بین اتم ها!

مثال: هر چه نیروهای بین مولکولی در یک ماده قوی تر باشد و به تبع آن تقه جوش آن بالاتر باشد (به صفت نزدیک تر باشد) راحت تر می توان آن ماده را از حالت گاز به مایع تبدیل کرد.

مثال) جرم مولی گازهای نیتروژن (N_2) و کربن مونوکسید (CO) با هم برابر است (هر دو $28 \frac{g}{mol}$) بر این اساس:

الف) نیروی بین مولکولی و تقه جوش این دو ماده را با هم مقایسه کنید.

ب) در شرایط یکسان کدام یک از آن تر به مایع تبدیل می شود؟

پاسخ الف) چون CO قطبیت است و N_2 ناقطبی در نتیجه نیروهای بین مولکولی در CO از N_2 قوی تر بوده و در نتیجه

$CO > N_2$: قدرت نیروی بین مولکولی
 $CO > N_2$: تقه جوش

تقه جوش CO از N_2 بالاتر خواهد بود

ب) چون CO قطبی است و N₂ ناقطبی در نتیجه نیروی بین مولکولی در CO قوی تر و به تبع آن نقطه جوش CO بالاتر خواهد بود (نقطه جوش آن به منفز نزدیک تر خواهد بود!) در نتیجه با سرد کردن CO راحت تر به مایع تبدیل می شود.

۲) تاسیر جرم و حجم مولکول: هر چه جرم و حجم مولکول بیشتر باشد، نیروهای بین مولکولی به دلیل افزایش قابلیت‌ها کفای ای، قوی تر خواهد بود.

مثال) هریک از مولکول های Cl₂، Br₂ و I₂ ناقطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند. توضیح بین این ۳ مولکول نیروی بین مولکولی و نقطه جوش بالایی دارد؟

پاسخ: در مولکول های I₂ که جرم و حجم بیشتری دارند، نیروی بین مولکولی قوی تر است؛ به صورتی که I₂ در دما اتاق جامد است، برم (Br₂) مایع است و کلر (Cl₂) گازی! در نتیجه می توان نتیجه گرفت که I₂ دارای جوش بالایی نسبت به

Br₂ و Br₂ هم نقطه جوش بالایی نسبت به Cl₂ دارد.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{قدرت نیروی بین مولکولی: } I_2 > Br_2 > Cl_2 \\ \text{نقطه جوش: } I_2 > Br_2 > Cl_2 \end{array} \right.$$
 (گاز) (مایع) (جامد)

نکته: با توجه به مثال بالا می توان به این نتیجه رسید که در مولکول های ناقطبی، با افزایش جرم مولی و حجم مولکول، نقطه جوش افزایش می یابد.

۳) نیروهای بین مولکولی آب فراتر از انتظار (پیوند هیدروژنی)

در جدول زیر برخی ویژگی های آب (H₂O) با هیدروژن سولفید (H₂S) در فشار 1 atm مقایسه شده است:

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی (g mol ⁻¹)	حالت فیزیکی (در ۲۵°C)	نقطه جوش (°C)
آب	H ₂ O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H ₂ S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

مطابق جدول هم آب و هم هیدروژن سولفید دارای مولکول های قطبی و خمیده هستند و با توجه به اینکه جرم مولی آب

تقریباً نصف جرم مولی هیدروژن سولفید است اما تقفه جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد؛ به صورتی تقفه جوش این دو ترکیب تفاوتی برابر با ۱۹٪ را نشان می دهد. این اختلاف تقفه جوش غیرعادی خدای نیروی بین مولکولی قوی میان مولکول های آب می دهد.

گستره دو قطبی (ملا) مولکول های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با $1.85D$ و $0.97D$ است. این کمیت ها نشان می دهند که میزان قطبیت مولکول های آب و قدرت نیروهای بین مولکولی آن نزدیک به دو برابر مولکول های هیدروژن سولفید است؛ از این رو نیروهای بین مولکولی بین مولکول های H_2O به اندازه ای قوی است که در شرایط اتاق می تواند این مولکول ها را کنار یکدیگر نگه دارد و آب به حالت مایع باقی ماند. به این نیروی جاذبه قوی میان مولکول ها آب «پیوند هیدروژنی» گفته می شود.

پیوند هیدروژنی: همراه هیدروژن موجود در یک مولکول که متصل به یک اتم غیرالکترونگاتیو فلور (F)، اکسیژن (O) و نیتروژن (N) است (اصطلاحاً عناصر FON) در مجاورت یک اتم هیدروژن غیرالکترونگاتیو (FON) در مولکول دیگری قرار بگیرد، پیوند هیدروژنی پدید می آید. مثلاً بین مولکول های آب (H_2O)، آمونیاک (NH_3)، هیدروژن فلوراید (HF)، اتانول (C_2H_5OH) و...

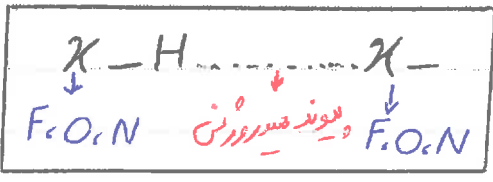
شرفاً تشکیل پیوند هیدروژنی: برای تشکیل پیوند هیدروژنی باید دو شرط زیر برقرار باشد:

۱) مولکول، اتم هیدروژن (H) داشته باشد.

۲) اتم H مستقیماً به یک اتم F یا O یا N متصل شده باشد.

دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی: همراه اتم H مستقیماً به یک اتم غیرالکترونگاتیو فلور (F) یا O یا N وصل باشد، این عناصر (FON) به دلیل الکترونگاتیوی بالا، الکترون های پیوندی را شدیداً به سمت خودشان می کشند و در نتیجه

خودشان بار جزئی منفی بتری (S-) واقع H بار جزئی مثبت بتری (S+) بدرا می کنند. حال بین این اتم H بدرا مثبت از یک مولکول با این اتم های F یا O یا N بدرا منفی از مولکول مجاور، جاذبه ای قوی به نام « پیوند

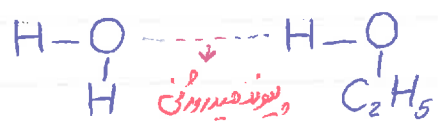
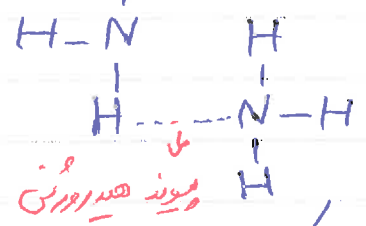
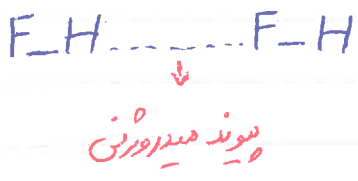
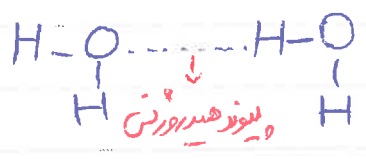


هیدروژنی « بوجود می آید.

نکته: پیوند هیدروژنی می تواند بین دو مولکول مشابه (ماده خالص) هم

چنین بین دو مولکول متفاوت (ماده ناخالص) تشکیل شود:

برای یک ماده خالص: مثل مولکول های آب (H₂O) یا هیدروژن فلوئورید (HF) و آمونیاک (NH₃) و ...



برای یک ماده ناخالص: مانند محلول اتانول در آب و ...

توجه: در حقیقت پیوند هیدروژنی نوعی جاذبه قوی میان مولکول های قطبی (دو قطبی) محسوب می شود. وجود پیوند

هیدروژنی بین دو مولکول را می توان جاذبه « دو قطبی - دو قطبی » هم نامید.

توجه: پیوند هیدروژنی از دلیلهای جاذبه بین مولکولی (شیرهای وان در والس) قوی تر است ولی از پیوند میان

اتم ها مانند پیوند کووالانس و یونی ضعیف تر است.

نکته: میان مولکول HF به حالت مایع پیوند هیدروژنی وجود دارد. این شیرها به اندازه ای قوی است که مولکول های

این ماده به حالت یخار نیز به صورت مجموعه های دو تایی، سه تایی و چند تایی با پیوند هیدروژنی به هم متصل اند.

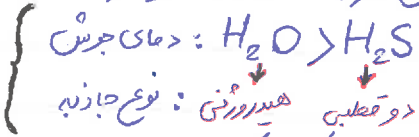
نکته: چون پیوند هیدروژنی یک نیروی بین مولکولی بسیار قوی محسوب می شود، اغلب ترکیب های دارای پیوند هیدروژنی

نقطه جوش بالاتری دارند.

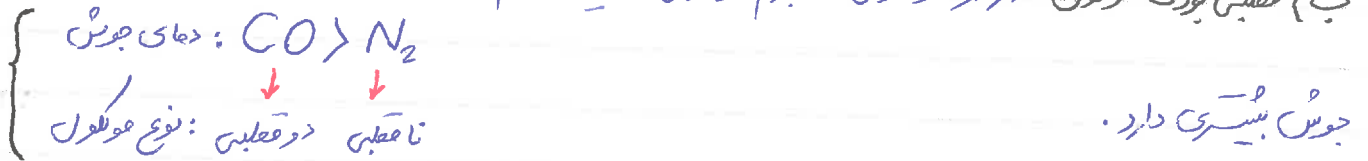
▲ چگونگی تقسیم جوش مواد مولکولی را مقایسه کنید:

با توجه به اطلاعاتی که در مورد انواع جاذبه‌های بین مولکولی داریم، به ترتیب زیر می‌توان، جاذبه‌های مؤثر بر دمای جوش مواد را مرتب کرد:

الف) پیوند هیدروژنی: در مقایسه دمای جوش اغلب ماده‌ای که پیوند هیدروژنی دارد، دمای جوش بیشتری دارد.



ب) قطبیت بودن مولکول: در دو مولکولی که جرم مولکولی نزدیک به هم دارند، ماده‌ای که مولکول‌های قطبیت دارد، تقسیم



ج) جرم و حجم مولکول: در مقایسه دمای جوش دو مولکول قطبیت و یا دو مولکول نا قطبیت، هر کدام که جرم و حجم مولکولی



بسیاری دارد، دمای جوش بیشتری هم دارد. نکته مهم: اغلب مواد که پیوند هیدروژنی دارند دمای جوش بیشتری نسبت به سایر مواد دارند و پس در مواردی که جرم مولکولی

دو ماده اختلاف زیادی دارد، جرم مولکولی و حالت فیزیکی از عامل پیوند هیدروژنی تأثیرگذارتر است. به عنوان مثال:

ید (I_2) با اینکه یک ماده نا قطبیت است ولی به دلیل جاذبه بودن و جرم و اندازه بزرگی که دارد دمای بالاتری از ماده

2 آمونیاک (NH_3) و هیدروژن فلوئورید (HF) که پیوند هیدروژنی دارند، می‌جوشد.

مثال جدول زیری ترکیب عناصر کرده اما با هیدروژن را نشان می‌دهد. با توجه به جدول زیر به سوالات پاسخ دهید:

ترکیب مولکولی	جرم مولی (g.mol)	تقسیم جوش (°C)
NH_3	۱۷	-۳۳٫۵
PH_3	۳۴	-۸۷٫۵
AsH_3	۷۸	-۶۲٫۵

الف) قطبیت یا نا قطبیت بودن مولکول‌ها را مشخص کنید.

ب) دمای جوش آن‌ها را با ذکر دلیل مقایسه کنید.

پاسخ:

الف) با توجه به قوانین گفته شده، هر سه مولکول قطبیت اند.

ج) مولکول NH_3 به دلیل داشتن اتم H متصل به N، قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکول هاست است در

نقطه نقطه جوش بستری از قبیل ترکیبات دارد. از بین PH_3 و AsH_3 ، چون جرم و حجم بیشتر از PH_3 است

در نتیجه نقطه جوش AsH_3 از PH_3 بالاتر است. (توجه: PH_3 از AsH_3 قطبیت تراست ولی اینجای جرم و حجم بیشتر بر قطبیت پیوند

مقال) جدول زیر ترکیب عناصر گروه ۱۷ با هیدروژن را نشان می دهد، با توجه به جدول به سوالات پاسخ دهید:

ترکیب مولکولی	جرم مولی (g. mol)	نقطه جوش (C)
HF	20	19
HCl	36.5	-85
HBr	81	-67

الف) قطبیت یا نا قطبیت بودن مولکول هارا مشخص کنید.

ب) دمای جوش آنها را با ذکر دلیل مقایسه کنید.

پاسخ: الف) هر سه مولکول قطبیت هستند.

ج) مولکول HF به دلیل داشتن اتم H متصل به F، قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکول هاست است در نتیجه نقطه

جوش بستری از قبیل ترکیبات دارد. از بین HCl و HBr، چون جرم و حجم بیشتر از HCl است در نتیجه جوش

HBr از HCl بیشتر است (توجه: HCl از HBr قطبیت تراست ولی اینجای جرم و حجم بیشتر بر قطبیت بودن پیوند)

نمبرین) نقطه جوش این ترکیبات هیدروژن دار گروه ۱۶ (H_2Se ، H_2S ، H_2O) بررسی و با دلیل مقایسه کنید؟

صرفاً جهت اطلاع: مولکول HF قطبیت تراست NH_3 است (چون اختلاف الکترو نفی تری در $H-F$ بیشتر از $H-N$ است)

در نتیجه نقطه جوش HF بیشتر از NH_3 است. البته اختلاف الکترو نفی تری در $H-F$ از $H-O$ بیشتر است ولی تعداد

پیوندهای هیدروژنی در H_2O بیشتر از HF است و این باعث می شود که H_2O نقطه جوش بالاتری از HF داشته باشد.

(نقطه جوش: $H_2O > HF > NH_3$)

نکته: آب، تقابل ترکیب هیدروژن دار مایع در بین گروه های ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ است و طبقه ترکیب های هیدروژن دار مانند

HF, HCl, HBr و در دمای اتاق به حالت گاز هستند.

اتانول و استون دو حلال صنعتی و آزمایشگاهی مهم

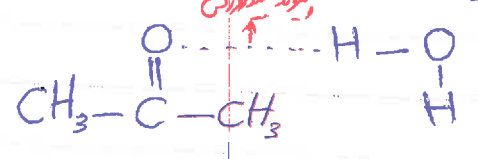
اتانول با فرمول شیمیایی (C₂H₆O) C₂H₅OH و استون هم با فرمول شیمیایی CH₃-C(=O)-CH₃

(C₃H₆O) حلال عالی الکیرین دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می روند.

در اتانول، H متصل به O وجود دارد در نتیجه می تواند بین مولکول های پیوند هیدروژنی تشکیل دهد در صورتی که استون نمی تواند بین مولکول های پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. به همین دلیل نقطه جوش اتانول از استون بیشتر است.
استون (۵۶C) > اتانول (۷۸C): نقطه جوش

در مباحث آینه خواهیم خواند که اتانول و استون به هر نسبتی در آب حل می شوند و می توان از آنها محلول پدید آورد.

جالب است بدانید استون با مولکول های خود نمی تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد ولی در صورت حل شدن در آب

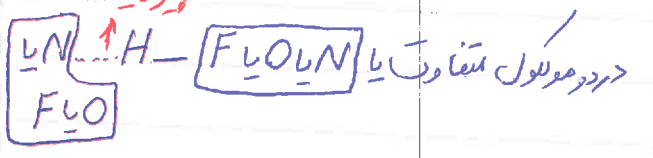


با مولکول های آب پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد.

نکته مهم: با توجه به تدریس آخر می توان به این نتیجه رسید: تشکیل پیوند هیدروژنی هم می تواند بین مواد خالص (مولکول ها مشابه) و هم بین دو مولکول ناخالص (دو مولکول متفاوت) تشکیل شود؛ منتها باید شرط تشکیل پیوند هیدروژنی برقرار باشد:

(۱) بین مواد خالص (تشکیل پیوند بین یک مولکول یا مولکول های خودی) ← داشتن H متصل به FON یا داشتن یکی از پیوندها O-H, N-H, F-H

(۲) بین مواد ناخالص (تشکیل پیوند بین دو مولکول مختلف) ← مقدار درصد H بین دو اتم FON های



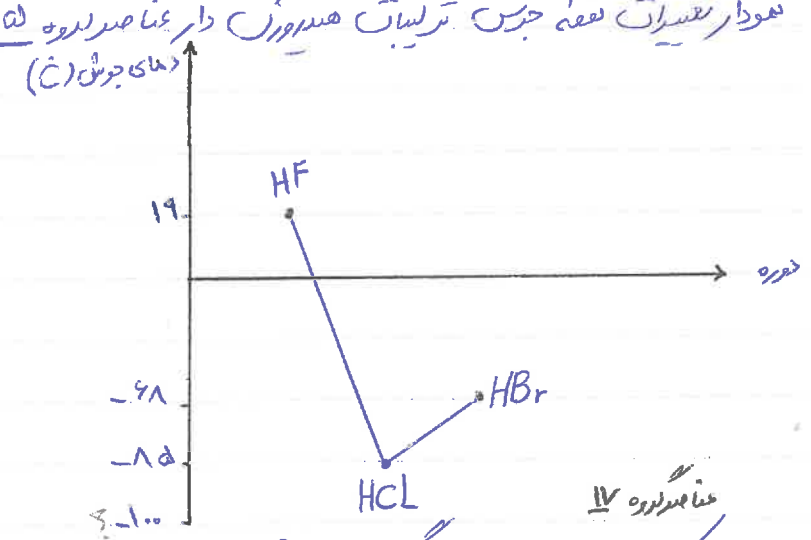
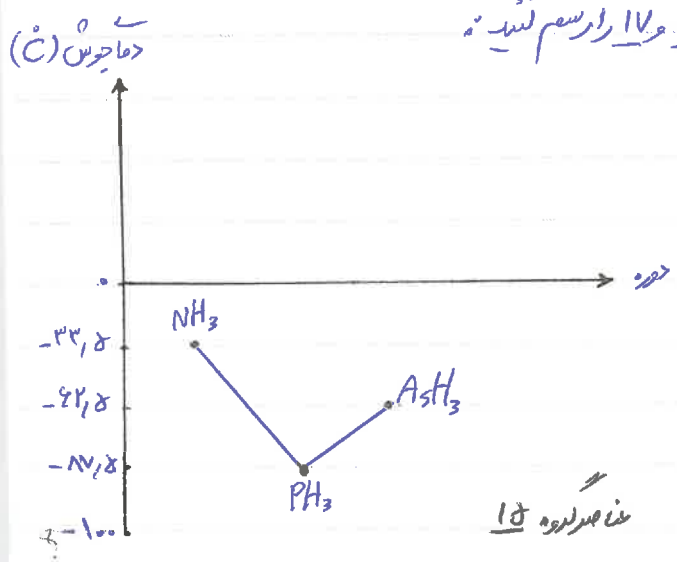
توجه: دلیل اختلال پذیری زیاد آتانول و استون در آب و اینکه به هر نسبتی در آب حل می شوند این است که هیدرومولکول توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را با مولکول های آب دارند!

نکته: الکل ها (مانند آتانول و متانول) به دلیل وجود گروه عاملی هیدروکسیل (OH) می توانند هم با مولکول های خود و هم هنگام حل شدن در آب می توانند با مولکول های آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند.

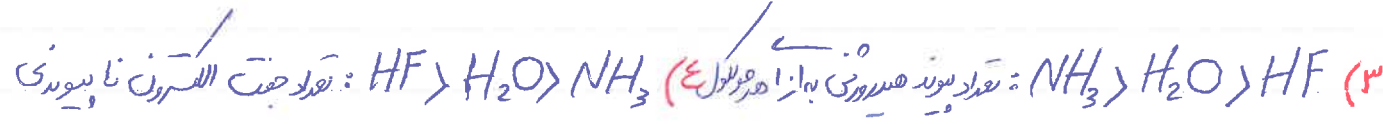
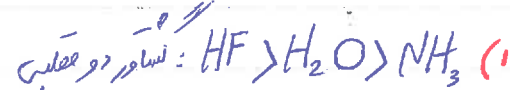
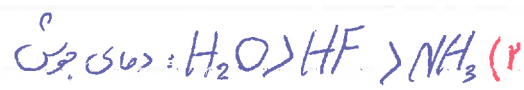
نکته: نام علمی استون، پروپانون (یادی قبیل کتون) می باشد. این مولکول کو حل پذیر است. عضو خانواده ای از ترکیب ها آکس به نام کتون هاسی باشد. نام این ترکیب ها (کتون ها) به «ون» ختم می شود.

صرفاً جهت اطلاع: ابوبکر محمد بن زکریا رازی، شمیمیان، رهامنی دان، فیلیوف، ستره شنس و پندگند ایرانی (همچون دان!) است؛ وی ترکیب های شیمیایی متعددی را تهیه کرد که از میان آن می توان به آتانول اشاره کرد.

مثال ۹
 نمودار تغییرات نقطه جوش ترکیبات هیدروژن دار عناصر گروه ۱۵ و ۱۷ را رسم کنید.
 (دمای جوش (C) در محور عمودی و نقطه در محور افقی)

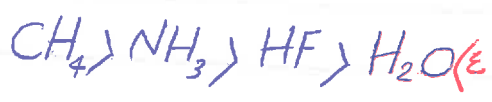
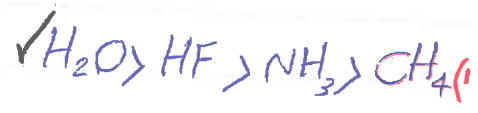
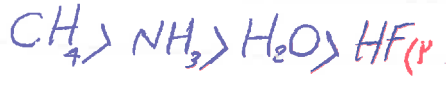


تعمیر: کدام مقایسه با توجه به ویژگی اشاره شده، نادرست است؟



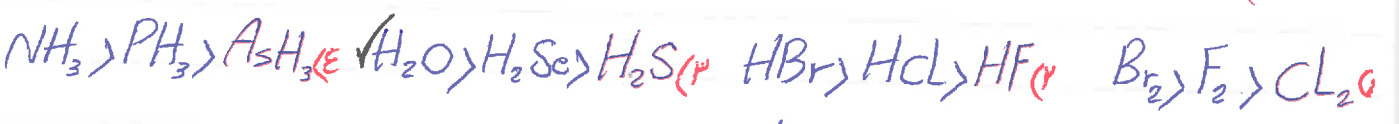
(سراسری ریاضی ۸۵)

نسبت تقویم کدام مقایسه درباره تقفه جوش ترکیب های پیشنهاد شده درست است؟



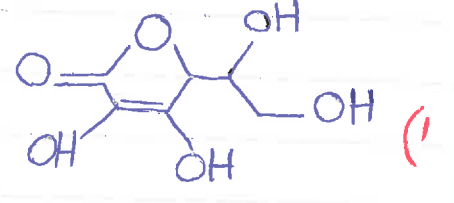
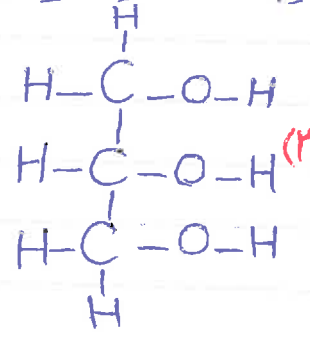
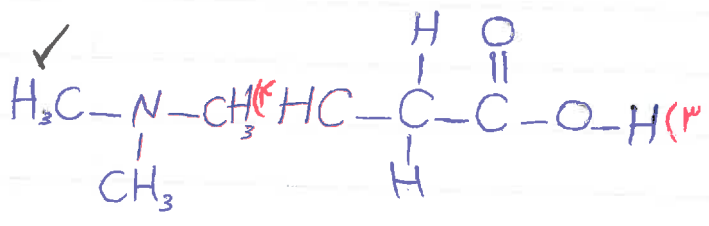
(فراچون تجربی ۸۹)

نسبت تقویم کدام مقایسه درباره ی تقفه جوش سه ترکیب پیشنهاد شده ، درست است ؟



(سراسری ریاضی ۹۶ با تفسیر اندک)

نسبت تقویم بین مولکول های کلام ترکیب ، امکان تشکیل پیوند هیدروژنی وجود ندارد؟



نسبت تقویم با توجه به ساختار ترکیب روپرو (دیتامین C) چه تعداد جفت الکترون نامیونی بر روی آن قرار دارد و تقفه ذوب آن نسبت به استون چگونه است؟ (به جز H تقفه امه ها را قاعده هسیتی بر روی می کنند)

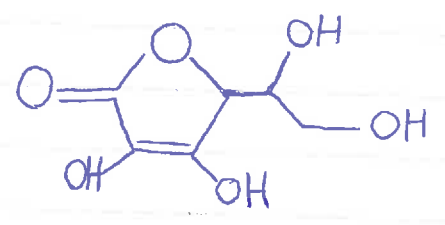
(سراسری تجربی ۹۶ با تفسیر اندک)

۱۲ - پائین تر (۲)

۱۲ - بالاتر (۱)

۱۰ - پائین تر (۴)

۱۰ - بالاتر (۳)



پیوند های هیدروژنی در حالت های مختلف لوانون آب

قبل از تقسیم نه در آب ، تنها ماده ای است که به هر سه حالت جامد ، مایع ، گاز (بخار) در طبیعت یافت می شود.

از طرف دیگر خواندیم که آب (H_2O) به دلیل داشتن H متصل به O ، قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکول ها خود است.

وجود پیوند هیدروژنی قوی بین مولکول های آب باعث شده تا دمای جوش ، ذوب ، ظرفیت گرمایی ، نسبی سطحی و ...

آب بالا باشد. تعداد پیوند هیدروژنی در مایعات مختلف در آب متفاوت است. هر چه دما بالا تر باشد تعداد پیوند هیدروژنی

کاهش می یابد. در سنجیده در حالت جامد، بیشترین پیوند هیدروژنی وجود دارد.

بخار آب (بخار): تعداد پیوند هیدروژنی

می توان پیوند هیدروژنی را در هر سه حالت گاز (بخار)، مایع و یخ بررسی نمود:

الف) در حالت گاز (بخار): مولکول های H_2O در حالت بخار جدا از هم هستند، لویی پیوندهای هیدروژنی میان آنها

وجود ندارد. در این حالت مولکول های آب، آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می یابند.

مهمت اطلاع: اغلب در حالت بخار پیوند هیدروژنی بین مولکول های آب وجود ندارد؛ ولی در مولکول ها

HF حتی در حالت بخار نیز بین مولکول های HF پیوند هیدروژنی وجود دارد؛ به طوری که در حالت گاز نیز در هر چند

مولکول HF با پیوند هیدروژنی در کنار هم قرار گرفته اند.

ب) در حالت مایع: در این حالت فاصله بین مولکول های H_2O در مقایسه با حالت گاز بسیار کمتر است. در حالت مایع با اینکه بین

مولکول های H_2O دارای تعداد بسیار زیادی پیوند هیدروژنی قوی هستند ولی مولکول ها دوری هم می لغزند و جای جایی می شوند

ج) در حالت جامد (یخ): برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در یخ مولکول های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار

دارند. در واقع در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن با پیوند استرالی (کووالانسی) و با دو اتم هیدروژن دیگر با

پیوند هیدروژنی متصل است.

توجه: البته ساختار مولکول آب نگاه کنیم $(H-O-H)$ متوجه می شویم که هر اتم هیدروژن و هر اتم اکسیژن با پیوندی

می تواند عامل ایجاد یک پیوند هیدروژنی باشد که این خود باعث می شود که در بهترین شرایط همان حالت یخ، هر مولکول

با مولکول های همسایه ایجاد کند. این تعداد پیوند هیدروژنی بین مولکول ها باعث ثابت شدن نسبی مکان مولکول شده

و هم چنین باعث شده است که ساختار یخ در مقایسه با آب و بخار منظم تر شود.

نکته: در اثر وجود پیوند هیدروژنی میان مولکول های آب به حالت یخ، حلقه های شش ضلعی که در رأس آنها اتم اکسیژن آب قرار دارد، در ساختار یخ ایجاد می شود. از کنار هم قرار گرفتن این شش ضلعی، شبکه بزرگی هائند ساخته عمل با همگامی خالی در سه بعد پیدا می آید. در نتیجه حجم یخ در مقایسه با آب مایع هم جرم آن بیشتر می شود.

سوال) با نوشتن دلیل، چگالی آب و یخ را در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار 1 atm مقایسه کنید؟

پایه اغلب مایعات به هنگام انجماد کاهش حجم پیدا می کنند ولی آب به هنگام انجماد افزایش حجم پیدا می کند، به این دلیل که در حالت مایع مولکول های آب به دلیل داشتن انرژی جنبش بیشتر، تعداد پیوند هیدروژنی آن از حالت جامد (ع پیوند اضافی هر مولکول) کمتر است بنا بر این فضای خالی بین مولکول ها هم در حالت مایع کمتر خواهد بود. به تبع آن حجم آن هم کمتر خواهد شد. ولی در فرایند انجماد و تشکیل یخ، تعداد پیوندهای هیدروژنی میان مولکول های H_2O افزایش یافته و در نتیجه فضای خالی بین مولکول ها زیاد می شود و در نتیجه حجم آب به هنگام یخ زدن افزایش می یابد. در نتیجه رابطه چگالی موجب کاهش می شود در حالت یخ به دلیل افزایش حجم، چگالی یخ کمتر از آب مایع خواهد بود.

$$\text{چگالی} \downarrow = \frac{\text{جرم (ثابت)}}{\text{حجم} \uparrow} \xrightarrow{\text{در انجماد آب}}$$

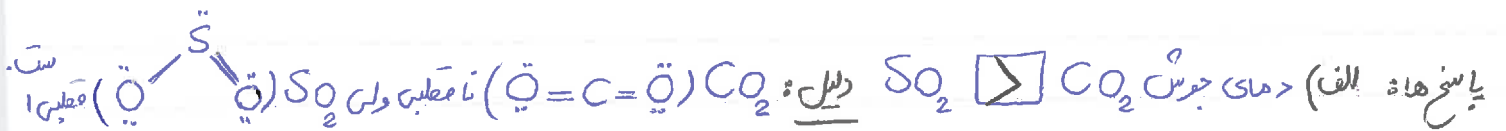
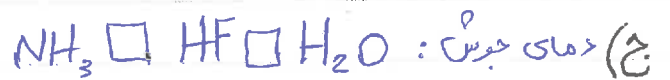
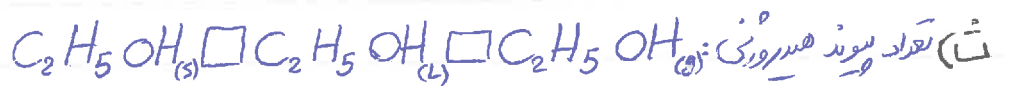
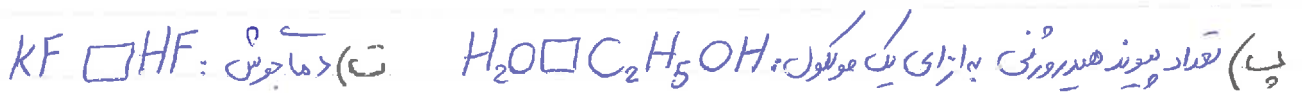
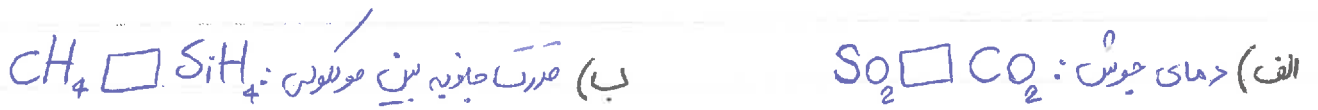
صرفاً جهت اطلاع: با کاهش دمای آب مایع تا 4°C ، حجم آب مایع کم شده و چگالی آن افزایش می یابد و با کاهش دما از 4°C به 0°C ، حجم بیشتر شده و چگالی کاهش می یابد. دلیل افزایش حجم و کاهش چگالی در کاهش دما از 4°C به 0°C درجه سلسیوس، افزایش تعداد پیوند هیدروژنی بین مولکول ها در این قاعده دمای می باشد. (آب در دمای 4°C ، کمترین حجم و کمترین فضای خالی و بیشترین چگالی را دارد!)

مثال) چرا دیواره یاخته ها (سلول ها) در بافت لگم بر اثر نخ زدن تخریب می شود؟

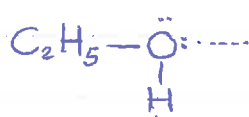
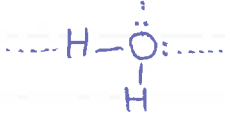
پاشی نخ نسبت به آب (با جرم کم) حجم سبزی دارد بنابراین نخ زدن آب موجود در دیواره یاخته ها (سلول ها) و افزایش حجم آن موجب تخریب (ترکین) سلول می شود.

صرفاً جهت اطلاع: ابرها را می توان مخلوط بسیار رقیقی از بخار آب و آب مایع در نظر گرفت. آب موجود در ابرها به طور عمده به صورت ریز قطره هاست. برآورد می شود که حدود 1.5×10^{11} ریز قطره در سرایه مناسب می تواند یک قطره باران را برسد؛ با این توصیف جغالی ابرها بسیار کم است و هوا بیجاها به آسانی از آنها نذر می کند.

مثال) موارد زیر را با دلیل کوتاه مقایسه کنید:



مولکول اتانول حداکثر دو پیوند هیدروژنی تشکیل می دهد و در دمای برابر تعداد پیوند هیدروژنی در آب از اتانول بیشتر است. در نتیجه



دمای جوش آب از اتانول بیشتر است.

آب از ۴ جهت پیوند هیدروژنی می دهد.

اتانول از ۲ جهت پیوند هیدروژنی می دهد.

ت) دمای جوش HF > KF دلیل: KF ترکیب یونی است و به خاطر جاذبه شدید یون ها، ذوب و تبخیر

آنها نیاز به انرژی بسیار بیشتری از HF که یک ترکیب مولکولی است دارد.

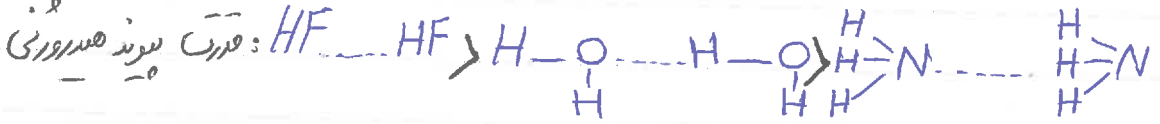
لازمه: ترکیب های یونی دمای جوش بالاتری نسبت به ترکیب های مولکولی دارند.



دلیل: با افزایش دما حرکت مولکول ها افزایش یافته و از تعداد پیوند هیدروژنی کاسته می شود.

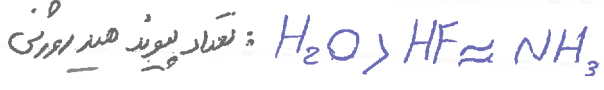
ج) دمای جوش: $H_2O < HF < NH_3$ دلیل: برای مقایسه دمای جوش این سه ماده باید در مفهوم

« قدرت پیوند هیدروژنی » و « تعداد پیوند هیدروژنی » را بین آنها مقایسه کرد.



آب با وجود اینکه قدرت پیوند هیدروژنی پایین تری از HF دارد ولی تعداد پیوند هیدروژنی بیشتری داشته در نتیجه دمای جوش

آن نسبت به HF بیشتر است. HF هم به دلیل داشتن پیوند هیدروژنی قوی تر دمای جوش بیشتری نسبت به NH_3 دارد.



۳. آب و دیگر حلال ها

۱. یادآوری: محلول: مخلوطی همگنی است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سراسر آن یکسان و یکنواخت است. محلول از دو

جزء حلال و حل شونده تشکیل شده است. ماده ای که سفار مول های بیشتری دارد حلال در نظر گرفته می شود.

آب یک حلال قطبی است و مولکول های در آب در حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است؛ زیرا می تواند بسیاری

از ترکیب های یونی و مولکولی را در خود حل کند.

۲. توجه: این که چرا از واژه « بسیاری » استفاده کردیم به این دلیل است که در محیط انحلال پذیری خواندیم که برخی ترکیب های

یونی مانند: نقره کلرید (AgCl)، کلسیم فسفات (Ca₃(PO₄)₂) و باریوم سولفات (BaSO₄) در آب نامحلول اند. هم چنین کفر جلودر خواهیم خواند که ترکیب های نامحلول در آب حل نمی شوند.

* انواع محلول ها: محلول ها در دسته اند: ۱) محلول های آبی (aq) ۲) محلول های غیر آبی (sol)
 ▲ محلول های آبی:

محلول هایی که حلال آنها در آب باشد را محلول آبی می گویند مانند محلول نمک در آب یا شکر در آب.
 نکته: آب و محلول های آبی ارزش غذایی جادار آن نقش کلیدی و حیاتی دارند؛ به خصوص اغلب محلول های موجود در بدن انسان محلول های آبی هستند. محلول هایی که بستر و اکسژن های شیمیایی درون بدن از جمله گوارش غذا، کنترل دمای بدن نقش، جلوگیری از خشکی پوست و در آنها انجام می شود.

توجه: بخش عمده جرم بدن را آب تشکیل می دهد. بیش از نیمی از این آب در درون یا خفته ها (سلول ها) و باقی آن در فایع های بیرون سلول جریان دارد. آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول ها و دفع آنها به گردش خون نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد. هر فرد بالغ روزانه به طور میانگین ۲ تا ۳ لیتر آب را به صورت ادرار، تعریق پوستی، بخار آب در بازدم و... از دست می دهد. اگر این مقدار آب با خوردن مواد غذایی، میوه ها و نوشیدنی ها جبران نشود، بدن دچار کم آبی خواهد شد.

▲ محلول های غیر آبی

به محلول هایی که حلال آنها، حلال غیر آبی (ال) باشد، «محلول غیر آبی» گفته می شود؛ مانند بهترین خودرو یا محلول ید در هگزان.

توجه: بهترین مخلوطی هگزان (محلول) از چند هیدروکربن متفاوت با ۱۲ تا ۱۴ کربن است که به طور میانگین آن را با

فرمول C_8H_{18} (اتان) در نظر می‌گیرند. حلال‌های غیرآب (آلر) زیادی وجود دارد ولی در کتاب درسی به سه مورد اشاره شده که هر کدام را جداگانه و مختصراً توضیح می‌دهیم:

۱) اتانول: فرمول مولکولی اتانول C_2H_5OH (C_2H_6O) است. اتانول به عنوان حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی، بهداشتی استفاده می‌شود.

نکته: اتانول، حلال قطبی ($H > O$) است که به هر نسبتی در آب حلال می‌شود؛ پس نمی‌توان از آن محلول سیر شده تهیه کرد. اتانول به این دلیل به خوبی در آب حل می‌شود که چون دارای گروه هیدروکسیل ($-OH$) است می‌تواند با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار کند.

۲) استون: استون (پروپانون یا دی‌متیل‌کتون) با فرمول $CH_3-C(=O)-CH_3$ (C_3H_6O) حلال مناسبی برای چسب‌ها، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها می‌باشد.

نکته: استون حلالی قطبی ($O > C$) به مانند اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود و نمی‌توان از آن محلول سیر شده تهیه کرد. همان‌طور که نفیم استون با مولکول‌های خود نمی‌تواند پیوند هیدروژنی داشته باشد ولی هنگام حل شدن در آب با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند.

۳) هگزان: هگزان با فرمول مولکولی C_6H_{14} یک ترکیب نامقطبی ($C > H$) و در آب نامحلول است. این حلال مواد نامقطبی مانند (I_2) ، بنزین و... را در خود حل می‌کند و به عنوان رقیق کننده رنگ (تینر) کاربرد دارد.

نکته: لاک‌ها و دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها نامحلول در خود هستند (به جز در حدود صفر است) ($C > O$) بنا بر این اغلب هیدروکربن‌ها نامقطبی هستند.

کدام مواد با یکدیگر مخلوط می سازند؟

یادداشتیم که برخی مواد در یکدیگر حل می شوند و تشکیل مخلوط می دهند. در این قسمت می خواهیم بدون انجام آزمایش

اختلال پذیری یک ماده در یک حلال و تشکیل مخلوط را بدون آزمایش تست کنیم.

یادآوری: کسر میل انواع نیروی جاذبه بین مولکول ها را یادداشتیم:

نیروی دو قطبی - دو قطبی

نیروی دو قطبی القایی - دو قطبی القایی (لوندون)

نیروی وان در والس

پیوند هیدروژنی

نیروی جاذبه بین مولکولی

مختصاً هر یک از این نیروهای بین مولکولی را توضیح می دهیم:

نیروی دو قطبی - دو قطبی: نیروی وان در والس نسبتاً قوی که بین مولکول های قطبی (دو قطبی) وجود

دارد. مانند: O_3 , HF , H_2S و...

نیروی دو قطبی القایی - دو قطبی القایی (لوندون): نوعی نیروی وان در والس نسبتاً ضعیف که بین مولکول ها

ناقطبی وجود دارد. مانند: CH_4 , CO_2 , I_2 و...

پیوند هیدروژنی: نوعی نیروی جاذبه قوی (قوی تر از نیروهای وان در والس) که بین مولکول های قطبی که دارای

اتم هیدروژن (H) متصل به یکی از اتم های الکترو منفی فلور (F)، اکسیژن (O)، یا نیتروژن (N)

وجود دارد. مانند: آب (H_2O)، آمونیاک (NH_3)، اتانول (C_2H_5OH)، هیدروژن فلوراید (HF)، ساکارز

($C_{12}H_{22}O_{11}$) و...

نویسندگان مهم اختلال

۱) آب، شکر و سایر مواد خود حل می کند: موادی در یکدیگر حل می شوند که به هم شبیه باشند؛ منظور از شباهت، شباهت

شیره‌های بین ذره‌ای حلال و حل شونده است.

(۲) میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شونده خالص \Rightarrow (جاذبه‌های حل شونده - حلال در محلول)

یک دلیل مهم دیگر برای حل شدن مواد در یکدیگر رسیدن به جاذبه‌های بین ذره‌ای قوی‌تر بین حلال و حل

شونده است؛ یعنی اگر جاذبه در حلال - حل شونده در محلول از میانگین جاذبه در حلال خالص و حل شونده

خالص بیشتر باشد، می‌توان پس بینی کرد که دو ماده در هم محلول هستند.

به عبارت دیگر پس بینی انحلال مواد در یکدیگر بر اساس مقایسه ۳ نوع جاذبه یا نیروی بین ذره‌ای انجام می‌شود:

- | | | |
|--|---|---|
| \Leftarrow دو سی (آب) غلبه کند، مواد حل می‌شوند
در غیر این صورت، غیر حل نمی‌شوند! | } | (آ) جاذبه ذرات حلال (قبل از مخلوط کردن) |
| | | (ب) جاذبه ذرات حل شونده (قبل از مخلوط کردن) |
| | | (ج) جاذبه ذرات حلال و حل شونده (پس از مخلوط کردن) |

بر اساس این دو سره می‌توان گفت احتمال حل شدن موارد زیر در هم زیاد است:

(۱) مواد قطبی در حلال های قطبی حل می‌شوند. نوع جاذبه در این محلول‌ها از نوع دو قطبی - دو قطبی است؛

مانند: انحلال H_2S در آب، انحلال کلروفرم ($CHCl_3$) در متانول (CH_3OH)

(۲) مواد نا قطبی در حلال های نا قطبی حل می‌شوند. نوع جاذبه در این محلول‌ها از نوع دو قطبی القایی - دو قطبی

القایی است؛ مانند: انحلال I_2 در هلذان (C_6H_6)، انحلال روغن در تفت و...

(۳) اغلب ترکیب های یونی در آب (حلال قطبی) حل می‌شوند. ~~بنا بر این دلیل است که در این ترکیب های یونی مانند:~~

~~نوع جاذبه در این محلول‌ها از نوع یون - دو قطبی است؛ مانند: انحلال KNO_3 در آب، انحلال~~

$NaCl$ در آب، انحلال $CaCl_2$ در آب

توجه: اینها جزا تقسیم اغلب ترکیب های یونی در آب حل می شوند به این دلیل که می دانیم برخی ترکیب های

یونی مانند: $Ca_3(PO_4)_2$ و $AgCl$ ، $BaSO_4$ در آب نامحلول اند و حل نمی شوند. سال های آینده هم با برخی

دیگر از ترکیب های یونی که در آب نامحلول اند مانند: $Fe(OH)_2$ و $Fe(OH)_3$ سیر آشنا خواهید شد.

نکته: ترکیب های یونی از یون های مثبت و منفی تشکیل شده اند و حلال های قطبی مانند آب نیز دارای قطب ها

مثبت (هیدروژن) و قطب های منفی (اکسیژن) هستند. در نتیجه می توان گفت که ترکیب های یونی به حلال های قطبی

نسبت برهنگند تا حلال های ناقطبی!

(ع) موادی که با حلال پیوند هیدروژنی می دهند در هم حل می شوند. نوع جاذبه در این محلول ها از نوع هیدروژنی است؛

مانند: انحلال NH_3 در آب، اتانول (C_2H_5OH) در آب، گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) در آب و اسون در آب!

توجه: حال می توانیم انواع نیروی بین ذره ای را در حلال و حل شونده خلاصه کنیم:

- (۱) نیروی دو قطبی - دو قطبی
 - (۲) نیروی دو قطبی القایی - دو قطبی القایی
 - (۳) نیروی یون - دو قطبی
 - (۴) پیوند هیدروژنی
 - (۵) نیروی دو قطبی - دو قطبی القایی
 - (۶) نیروی یون - دو قطبی القایی
- انواع نیروی بین ذره ای حلال و حل شونده

نکته: یا توجه به مطالب گفته شده می توان به این نتیجه رسید:

(۱) مواد ناقطبی در حلال های قطبی مانند آب حل نمی شوند (مخلوط تا همزن) و جاذبه بسیار ضعیف در قطبی -

در مصلی القایی « را ایجاد می کنند مانند: انحلال سد در آب

۲) مواردی در حلال های ناقصی حل نمی شوند (مخلوط ناگهنگ) و جاذبه بسیار ضعیف « یون - در مصلی القایی «

را ایجاد می کنند. مانند: انحلال NaCl در هلدان

توجه: به دور نیروی جاذبه بین ذره ای در دو مصلی - دو مصلی القایی « و « یون - در مصلی القایی « در کتاب درسی

اساره شده و پس دانش آن باعث بوجود کسیت یا دلیری می شود.

مثال: انحلال یا عدم انحلال هریک از موارد زیر را با ذکر دلیل بررسی کنید:

الف) آمونول در آب ب) هلدان در آب ج) KNO_3 در هلدان د) بسترن

پاسخ الف) از آنجا که هم بین مولکول های آب خاص و هم بین مولکول های آمونول خاص به دلیل وجود H

مصل به O، پیوند هیدروژنی وجود دارد، در نتیجه بعد از اضافه کردن آب و آمونول به یکدیگر، برخی از پیوندهای

هیدروژنی مولکول های آب و هم چنین برخی از پیوندهای هیدروژنی آمونول شکسته شده و پیوند هیدروژنی جدیدی بین

مولکول های آب و آمونول ایجاد می شود که این پیوند هیدروژنی جدید از پیوند های هیدروژنی اولیه میان مولکول ها

آب خاص و آمونول خاص، قوی تر است یعنی:

چنانچین نیروی جاذبه ی میان مولکول های آب خاص و آمونول خاص از نیروی جاذبه بین مولکول ها در محلول آمونول در آب

پاسخ ب) هلدان یک مولکول ناقصی است و آب مولکولی مصلی که دارای پیوند هیدروژنی است. وقتی این دو ماده

به هم اختوره می شوند، نیروی جاذبه بین هلدان و آب (دو مصلی - دو مصلی القایی) به اندازه ای ضعیف است که بتواند

به پیوند هیدروژنی قوی بین مولکول های آب غلبه کند، در نتیجه این دو ماده در یکدیگر نا محلول اند.

توجه: در مخلوط های ناگهنگ به حالت مایع مانند آب و هلدان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل

می شوند اما قابل چشم پوشی است.

پاشخ (ج) KNO_3 یک ترکیب یونی است و دارای پیوند قوی یونی در حالی که هگزان یک مولکول نامقرب و دارای نیرو

بین مولکول در مقبب القایی است. وقتی بیاسم نترات و هگزان با هم آمیخته می شوند، نیروی جاذبه بین یون ها

و مولکول های هگزان (یون - دو مقبب القایی) به اندازه ای نیست که بتواند بر پیوند یونی بین ترکیب یونی KNO_3

غلبه کند؛ در نتیجه یک مخلوط نامیکن تشکیل می شود.

پاشخ (د) باید جالب باشد که بدانید بهترین یک مخلوط است. بهترین مخلوط ممکن از چند هیدروکربن متفاوت با ۱۲ تا

۱۲ کربن است و به طور میانگین فرمول مولکولی بهترین را می توان C_8H_{18} در نظر گرفت.

توجه: به هیدروکربن ها (ترکیباتی که از C و H تشکیل شده اند) در آب حل نمی شوند و در مقبب

ترکیبات نامقربب هاستد روغن و دیگر هیدروکربن های مایع حل می شوند. با اقتراض جرم هیدروکربن ها، میزان نامقربب

شدن آنها اقتراض و انحلال آنها در آب کاهش می یابد.

تفکیک یون در فرآیند انحلال (نوع حل شدن مواد در حلال ها)

مواد در حل به سه شکل می توانند حل شوند: (۱) انحلال مولکولی (۲) انحلال یونی (۳) انحلال مولکولی-یونی

(۱) انحلال مولکولی: در این نوع انحلال، مولکول های حل شونده از یکدیگر جدا شده و با حقیقاً ماهیانه خود، لایه لای مولکول ها

حلال بخش می شوند. مانند انحلال سدیم هگزان، استون در آب، اتانول در آب، شکر در آب و...

برای مثال اگر به انحلال اتانول در آب توجه کنید، پس از انحلال مولکول های حل شونده اتانول در حلال آب، مولکول ها

اتانول به چند دلیلی تبدیل نمی شوند در حالی که پس از حل شدن در انحلال های یونی خواصم خواهند که در این نوع انحلال، ترکیب

یون‌ها به یون‌های سازنده آن تبدیل می‌شوند و در نتیجه ترکیب یونی اولیه وجود خارجی ندارد.

(۲) انحلال یونی: در این نوع انحلال، ماده حل‌شونده در آب، ساختاری خود را حفظ کرده و یون‌های سازنده آن به یون‌های آب پیوسته می‌شوند. بسیاری از نمک‌ها در آب حل می‌شوند و یون‌های قوی و یازهای قوی در آب تبدیل شده و به صورت یون انحلال می‌یابند.

(۱) اسیدهای قوی: چهار تن از $HNO_3, H_2SO_4, HCl, HBr, HI$ در محلول اسیدها و بازها در

فصل اول شیمی سال دوازدهم مفصل بحث خواهیم کرد.

(۲) بازهای قوی: به هیدروکسید فلزات گروه اول و دوم باز قوی گفته می‌شود مانند: $NaOH$,



(۳) نمک: اگر به جای هیدروژن اسید یک فلز یا آمونیوم (NH_4^+) قرار گیرد به ترکیب حاصل نمک گفته می‌شود.

نمک‌ها ترکیب یونی هستند و پس از آن گفتم تمام ترکیبات یونی نمک هستند زیرا بازها و اسید فلزات ترکیب یونی هستند و پس از آن گفتم نمک هستند.

توجه!

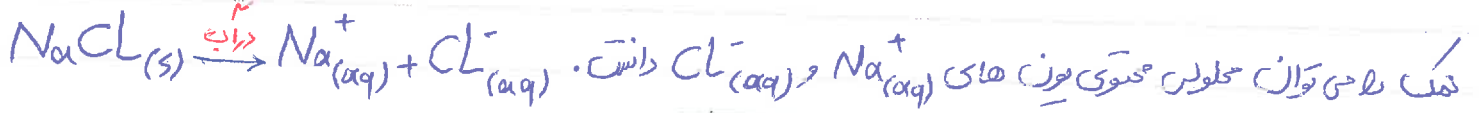
برای نمونه به فرایند انحلال سدیم کلرید در آب توجه کنید. سدیم کلرید یک ترکیب یونی با یون‌های متعین است که در آن

یون‌های Na^+ و Cl^- با آرایش متعین در سبب جلی گرفته اند. هنگامی که یون‌ها در آب قرار می‌گیرد،

مولکول‌های متعین آب از سبب متعین (پولار) با یون Cl^- جاذبه یون-دوقطبی

برقرار می‌کنند. این جاذبه به قدری قوی است که بتواند یون‌های Na^+ و Cl^- از بلور خارج کرده و در آب به شکل

یون‌های آب پیوسته درآورد. این یون‌های آب پیوسته در سبب نام مخلوط پراکنده خواهند شد، به صورت محلول آب



✓ نکته مهم: با وجود اینکه جاذبه یون - دو قطبی بسیار قوی است. ولی الزاماً تمام ترکیب های یونی در آب حل نمی شوند.

سرها اختلال ترکیب یونی در آب به صورت زیر است:

میانگین یونید یونی و یونیدهای هیدروژن Δ نیروی جاذبه یون - دو قطبی در محلول

۳) اختلال مولکولی - یونی: برخی مواد مانند اسیدهای ضعیف و بازهای ضعیف همزمان به صورت مولکولی و یونی در آب

حل می شوند. در این حالت بخش عمده به صورت مولکولی و بخش کمی از حل شونده به صورت یونی در آب حل می شود.

اسیدهای ضعیف: مانند: HF (هیدروفلوئوریک اسید) - H_3PO_4 (فسفیک اسید) - CH_3COOH (استیک اسید)

! توجه: اسید - HNO_2 (نیترواسید)

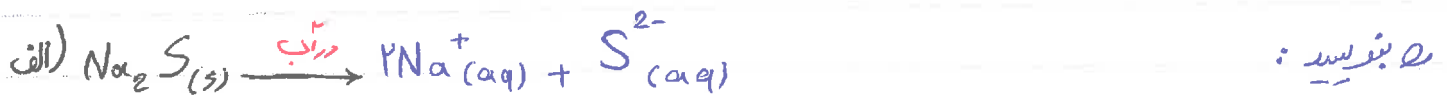
بازهای ضعیف: مانند NH_3 (آمونیاک)

برای مثال اند ۱۰۰ عدد مولکول HF در آب حل کنیم، حدود ۹۲ عدد آن به صورت مولکولی و ۸ عدد آن در آب

به صورت یون های $H^+(aq)$ و $F^-(aq)$ حل خواهند شد. به عبارت دیگر وقتی که یک ماده مانند HF در آب حل

می شود، همزمان در آب مولکول HF و یون های H^+ و F^- وجود دارد.

مثال) معادله تفکیک یونی و آب نوشته شدن یون های ترکیب های: سدیم سولفید، آلومینیم نیترات و باریم کلرید



مثال) با توجه به اینکه نیتریم سولفات و باریم سولفات در دمای ۲۵C به ترتیب محلول و نامحلول در آب هستند، یادلیل

در هر مربع علامت < یا > قرار دهید.

(۳) میانگین قدرت پیوند یونی در $MgSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب Δ نیروی جاذبه یون - دو قطبی در محلول
 دلیل: چون جاذبه یون - دو قطبی بین مولکول های آب و یون های $MgSO_4$ به اندازه ای قوی است که بتواند سببه
 بلور $MgSO_4$ را به هم رنجیده و در آب حل کند.

(ب) میانگین قدرت پیوند یونی در $BaSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب Δ نیروی جاذبه یون - دو قطبی در محلول
 دلیل: جاذبه یون - دو قطبی بین مولکول های آب و یون های $BaSO_4$ به اندازه ای قوی نیست که بتواند سببه بلور $BaSO_4$
 را به هم رنجیده و در آب حل کند.
 قویترین جدول زیر را کامل کنید:

محل	نوع حل شدن	نوع جاذبه بین حلال و حل شونده
آماقون در آب		
$CaCl_2$ در آب		
HF در آب		
ید در هگزان		

قویترین در چه تعداد از مخلوط های زیر جاذبه میان مولکول های حلال با حل شونده از میانگین نیروی جاذبه میان مولکول ها
 حلال خالص و حل شونده خالص بیشتر است؟

- استون با آب
- کلسیم سولفات در آب
- نقره کلرید در آب
- باریم سولفات در آب
- هگزان در بنزن
- سدیم تریان در آب
- هگزان در آب
- سولفور در آب

همین) در کدام محلول تعداد یون بیشتری وجود دارد؟ ($N=14, O=16, Al=27, S=32 \frac{g}{mol}$)

(۱) $3,62 \text{ گرم آهن(II) سولفات در مقدار خاصی آب}$ (۲) $4,26 \text{ گرم آهن(II) سولفات در مقدار خاصی آب}$

(۳) $200 \text{ میلی لیتر محلول اوره مولار نیمه کربنات}$ (۴) $25 \text{ گرم آهن(II) سولفات در مقدار خاصی آب}$

است فلور) نوع برهم نشین بین مولکول های دی کلرو متان (CH_2Cl_2) و پنتان (C_5H_{12}) با نوع برهم نشین می باشد

مولکول های کدام دو ترکیب مشابه است؟ (خارج کشور با نمره ۹۷ تغییر اندک)

(۱) استون - آب (۲) آب - متانول (۳) متانول - بنزن (۴) نفت - هگزان

۳ آیا گازها هم در آب حل می شوند؟

اختلال پذیری گازها در مقایسه با مواد جامد و مایع در آب بسیار کم است اما همین مقدار بسیار کم برای زندگی آبزیان تعیین کننده

حیاتی دارد. به عنوان مثال مقدار کمی گاز O_2 در آب حل می شود و ماهی ها با عمیق دران آب از ذرات آب پس خودشان مولکول حل شده در آب را جذب می کنند.

عوامل موثر بر اختلال گازها

سه عامل مهم که در اختلال پذیری گازها در آب تأثیر دارند، عبارتند از: (۱) ماهیت گاز (نوع گاز) (۲) فشار (۳) دما

(۱) ماهیت گاز (نوع گاز) گازهاهایی که مولکول آنها جاذبه قوی تری با مولکول های آب ایجاد می کنند، اختلال پذیری

بسیاری در آب دارند. به عنوان مثال مولکول های ماری سفید هیدروژن هالید (مانند HBr , HCl , HF)

و HI) هنگام انحلال در آب، یونیده شده و به یون های سازنده خود تفکیک می شوند و بین این یون ها و مولکول ها

آب جاذبه قوی تر یون - دو قطبی ایجاد می شود و باعث انحلال پذیری زیاد این نوع گازها می شود.

توجه: در فصل اول سال دوازدهم خواهید خواند که هیدروژن هالیدها جزو اسیدها هستند و در آب به میزان کم (HF) و با

زیاد (HI , HBr , HCl) یونیده می شوند.

گازهایی که مولکول های آنها می توانند با مولکول های آب پیوند هیدروژنی برقرار کنند، در آب خوب حل می شوند.

برای مثال انحلال گاز آمونیاک (NH_3) از مولکول کربن دی اکسید بیشتر است چون NH_3 برخلاف CO_2 می تواند با مولکول ها

آب پیوند هیدروژنی برقرار کند. $NH_3 > CO_2$: انحلال پذیری (ناقطبی) (قطبی و دارای پیوند هیدروژنی)

✓ معمولاً انحلال پذیری گازهایی با مولکول قطبی از گازهای ناقطبی بیشتر است. زیرا جاذبه بین مولکول های قطبی با آب

(دو قطبی - دو قطبی) قوی تر از جاذبه بین مولکول های ناقطبی با آب (دو قطبی - ناقطبی) است.

برای مثال انحلال پذیری NO از O_2 بیشتر است چون NO قطبی است و O_2 ناقطبی. $NO > O_2$: انحلال پذیری (ناقطبی) (قطبی)

✓ در بین مولکول های ناقطبی، هر چه مولکول ناقطبی اندازه و حجم مولکول آنها بزرگتر باشد، جاذبه قوی تری با مولکول

های آب ایجاد کرده و انحلال پذیری آنها در آب بیشتر است.

برای مثال انحلال پذیری O_2 از N_2 بیشتر است چون: $O_2 > N_2$: اندازه و حجم $O_2 > N_2$: انحلال پذیری

✓ گازهایی که با آب و اکسیژن سمی می‌دهند (مانند اغلب اسیدهای نافلزی) بیشتر در آب حل می‌شوند.

به عنوان مثال CO_2 در آب بیشتر حل می‌شود؛ زیرا CO_2 با آب و اکسیژن سمی می‌دهد که نیک اسید که یک اسید ضعیف است را تولید می‌کند.



توجه: همان گونه که قسم اغلب اسیدهای نافلزی مانند CO_2 ، SO_2 ، SO_3 به دلیل واکسن سمی با آب در آن

بیشتر حل می‌شوند ولی برخی اسیدهای نافلزی مانند CO ، NO ، N_2O هنگام انحلال در آب، با آن واکسن نمی‌دهند و

انحلال پذیری خیلی کمی در آب دارند.

نکته: با توجه به نمودار منحنی ۱۲۳ کتاب درسی انحلال پذیری گاز NO که مولکول‌های قطبی دارد از O_2 و N_2 که مولکول‌های

ناقطبی هستند بیشتر است، O_2 هم به دلیل داشتن جرم بیشتر انحلال پذیری بیشتری از N_2 دارد.

انحلال پذیری: $NO > O_2 > N_2$
(جرم و حجم کمتر) (جرم و حجم بیشتر) (قطبی)

خلاصه: می‌توان انحلال پذیری چهار نوع گاز متفاوت CO_2 ، NO ، O_2 و N_2 را که در کتاب روی آنها تأکید شده را به صورت

زیر مقایسه کرد: $CO_2 > NO > O_2 > N_2$
(ناقطبی با جرم مولی کمتر) (ناقطبی با جرم مولی بیشتر) (قطبی) (ناقطبی ولی با آب واکسن می‌دهد)

(۲) فشار

این فشار بر انحلال پذیری گازها تخمین بار توسط ویلیام هنری بررسی شد و به همین دلیل به قانون هنری معروف شد.

قانون هنری، طبق این قانون در دمای ثابت، با افزایش فشار، انحلال پذیری گازها به صورت خطی افزایش

می باید؟ به عبارت دیگر اختلاف پذیری گازها با فشار نسبت مستقیم دارد.

فردار زیر تاثیر اقلرئس فشار بر اقلرئس اختلاف فیزئق سه گاز N_2 ، O_2 ، NO را نشان می دهد. اگر به فردار توجه

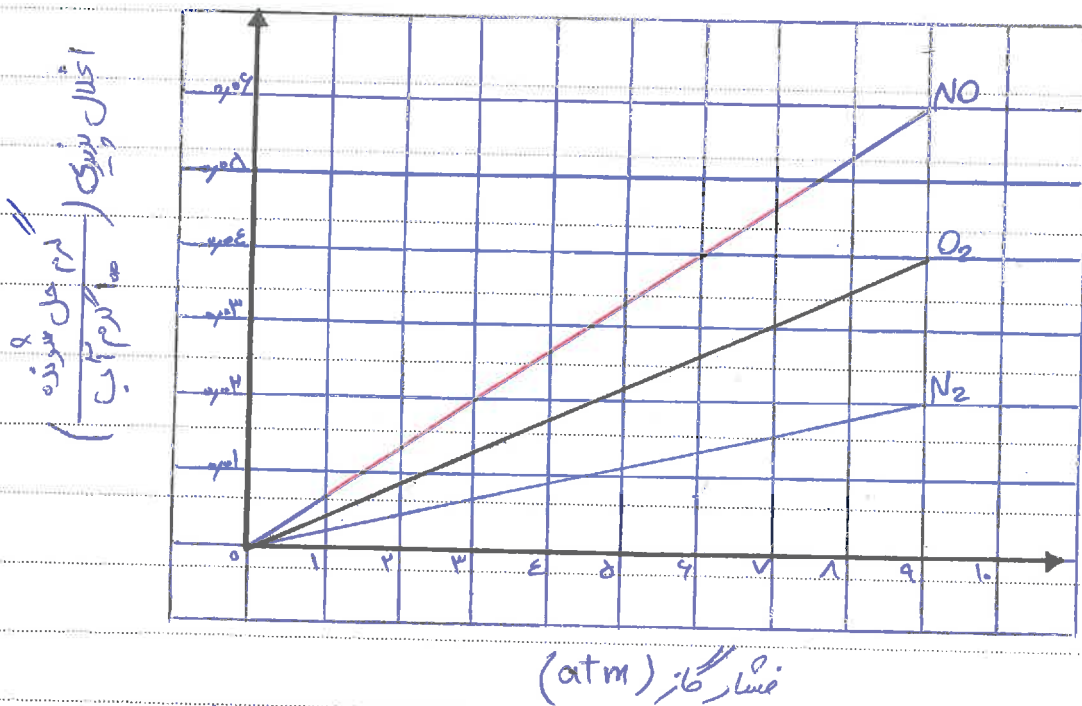
کنئد متوجه خواهید شنئد اختلاف پذیری گازها با اقلرئس فشار، به صورت خطی و با شیب ثابت اقلرئس می باید. برای مثال

می توان گفت با ۲ برابر شنئن فشار اختلاف پذیری گاز هم ۲ برابر خواهد شنئد.

نکته: می توان برای اختلاف پذیری این ۳ گاز و بعضی گازهای دیگر که فردار اختلاف پذیری بر حسب ضرار آنها به صورت

خطی است، معادله زیر را به دست آورئد. $y = ax + b \Rightarrow S = m \cdot P$

در معادله بالا $S \leftarrow$ اختلاف پذیری، $m \leftarrow$ شیب خط، و $P \leftarrow$ فشار است.



توجه: با توجه به فردار، اختلاف پذیری هم گازها در صفر اتمسفر برابر با صفر است؛ زیرا طوری که فشار آن صفر

باشد به معنای عدم وجود آن گاز است. در واقع می توان گفت عرض از مبدأ معادله اختلاف پذیری بر حسب فشار هم

به همین دلیل در رابطه بالا صفر قرار داده شد.

نکته: هر چه اندازه و حجم مولکول گاز بزرگتر و جاذبه بین مولکول آن با آب قوی تر باشد، با افتراض فشار مقدار بیشتری از آن را می توان در آب حل کرد.

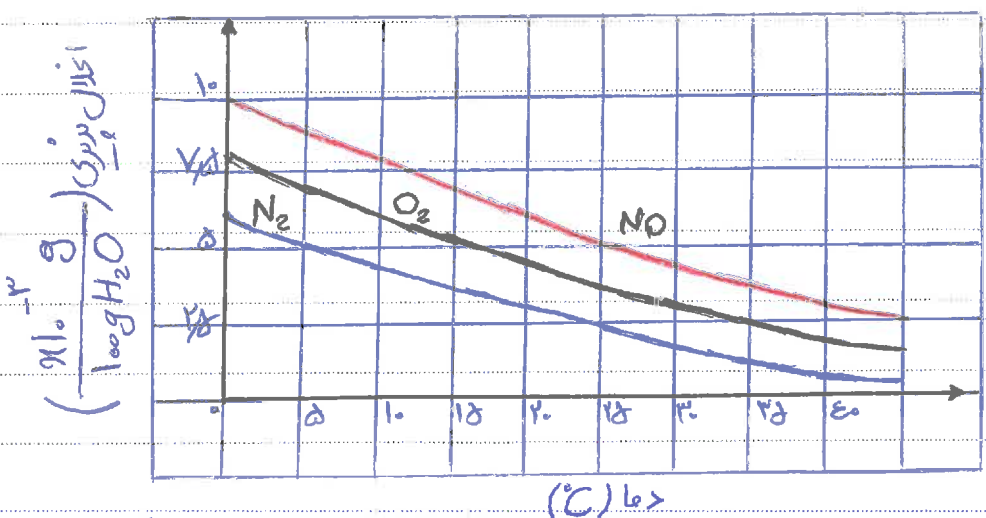
دما (3)

در فشار ثابت، با افتراض دما انحلال پذیری گازها در آب کاهش می یابد؟ به عبارت دیگر انحلال پذیری گازها با دما رابطه عکس دارد.

نکته: نفوذات مقابل انحلال پذیری سه گاز N_2 ، O_2 ، NO را در دماهای مختلف نشان می دهد. طبق نمودار واضح است که

با افتراض دما انحلال پذیری این سه گاز کاهش یافته است، بنابراین سبب منحنی انحلال پذیری آنها مقعر است و

انحلال پذیری آنها بر ماره محسوب می شود. در نتیجه گازها در دمای پایین تر بهتر در آب حل می شوند.



توجه: ماهی ها در هوای گرم به سطح آب می آیند؛ به این دلیل که در آب گرم میزان O_2 محلول در آب کاهش می یابد.

خلاصه: انحلال پذیری گازها با فشار رابطه مستقیم و با دما رابطه عکس دارد.

▲ تأثیر فلک حل شده بر انحلال پذیری گازها

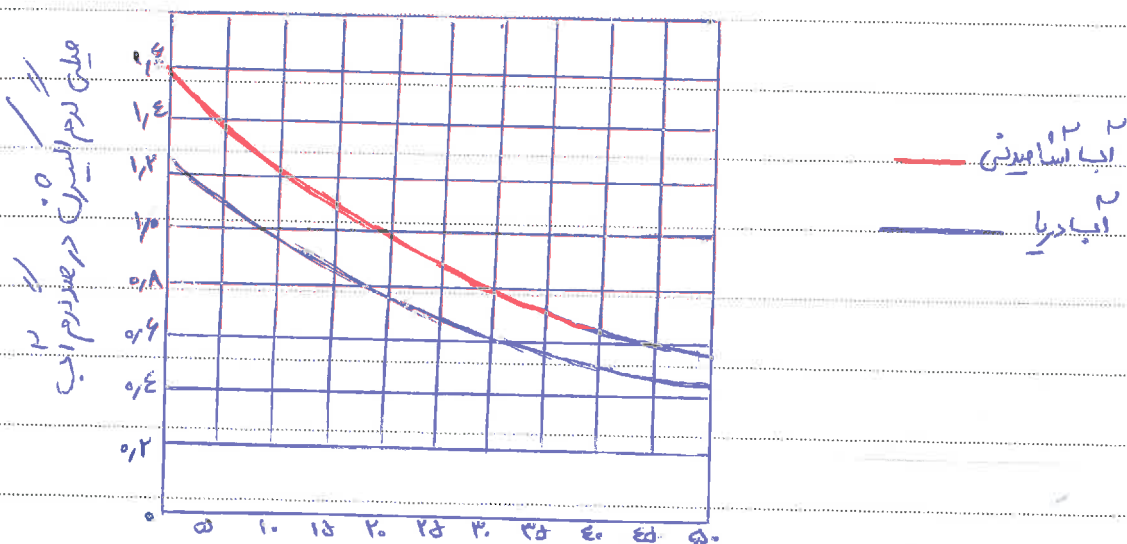
در بخش آخر دربارش ^۱شده در صفحه ۱۲۱ کتاب درسی از شما خواسته شده تا آزمایشی طراحی کنید که در آن تأثیر مقدار

فلک موجود در آب را بر انحلال پذیری گازها بررسی کنید. برای این منظور به این سوال می‌توانیم از نمودار سوال ۵ در

تقریباً دوره‌ای انتهایی فعل استفاده کنیم. در این نمودار انحلال پذیری گاز ^۱سیرین در آب ^۲آب سرد و آب ^۳آب سرد در انسان

داده شده است. از روی نمودار واضح است که در یک دما و فشار معین انحلال پذیری گاز ^۱سیرین در آب ^۳آب سرد از آب ^۲

^۳آب سرد است. برای این انحلال پذیری کمتر می‌توان دو دلیل آورد:



دما (C)

الف) بین یون های فلک حل شده در آب و مولکول های آب نیروی جاذبه قوی تر یون - دو قطبی به برقرار است؟ در

نیمه مایل مولکول های قطبی آب به برقراری جاذبه با مولکول های ناقصی ^۱سیرین کم است. و در نتیجه انحلال پذیری ^۲

در آب دریا کم است.

ب) وجود ناخالصی (فلک های حل شده) در آب دریا موجب کاهش تعداد مولکول های آب در واحد حجم شده و

به همین دلیل میزان اختلال گاز در آب کاهش می یابد.

نکته: با توجه به نصاب گفته شده می توان نتیجه گرفت که اختلال پذیری یک گاز علاوه بر دما، فشار و ماهیت گاز به مقدار دیگر حل

شونده های موجود در محلول هم بستگی دارد؛ یعنی با افزایش میزان حل شونده ها در آب، اختلال پذیری گازها در آن خاص

می یابد.

مسئله: با وجود اینکه ساسور دو قطبی (پلار) CO_2 برخلاف NO بیابار همفراسی است، میزان اختلال پذیری آن در هر دو مایه بیشتر

از NO است، علت را توضیح دهید.

پاسخ: می توان برای این موضوع سه دلیل آورد: (۱) CO_2 با آب واکنش شیمیایی می دهد (تسلیل بر نیل اسید H_2CO_3).

(۲) اندازه و جرم CO_2 نسبت به NO بیشتر است. (۳) قطبیت مولکول NO بسیار ناچیز بوده و ساسور دو قطبی کم تر دارد، ولی مهم ترین

دلیل همان دلیل اول می باشد که قبلاً هم به آن اشاره کرده بودیم.

تمرین: تا سردها بر اختلال پذیری کدام ماده شیمیایی تأثیر دارد؟ اختلال پذیری گاز NO نسبت به؟



تمرین: در دمای $25^\circ C$ مقدار ۸ گرم گاز CH_4 در ۱۰ گرم آب موجود است. اگر دمای آب را به درجه سلسیوس اقلتر

دهیم چند گرم از این گاز از آب خارج می شود تا محلول سیر شده از این گاز حاصل شود؟ (اختلال پذیری گاز CH_4 در دمای $25^\circ C$ و

$5^\circ C$ به ترتیب برابر ۰.۰۰۰۰۰۰۰۰ و ۰.۰۰۰۰۰۰۰۰۰ است) (۱) ۰.۰۰۰۰۰۰ (۲) ۰.۰۰۰۰۰۰ (۳) ۰.۰۰۰۰۰۰ (۴) ۰.۰۰۰۰۰۰

تدریس) در فشار ۱۸ اتمسفر و دمای معین مقدار ۲ گرم گاز NO_2 در ۱۰۰ لیتر آب به صورت محلول پدید می آید،

در فشار ۵۰ لیتر را حاصل می دهیم، چه مقدار از گاز NO_2 از ۲ لیتر آب خارج می شود؟ ($NO_2 = 46 \text{ g.mol}^{-1}$)

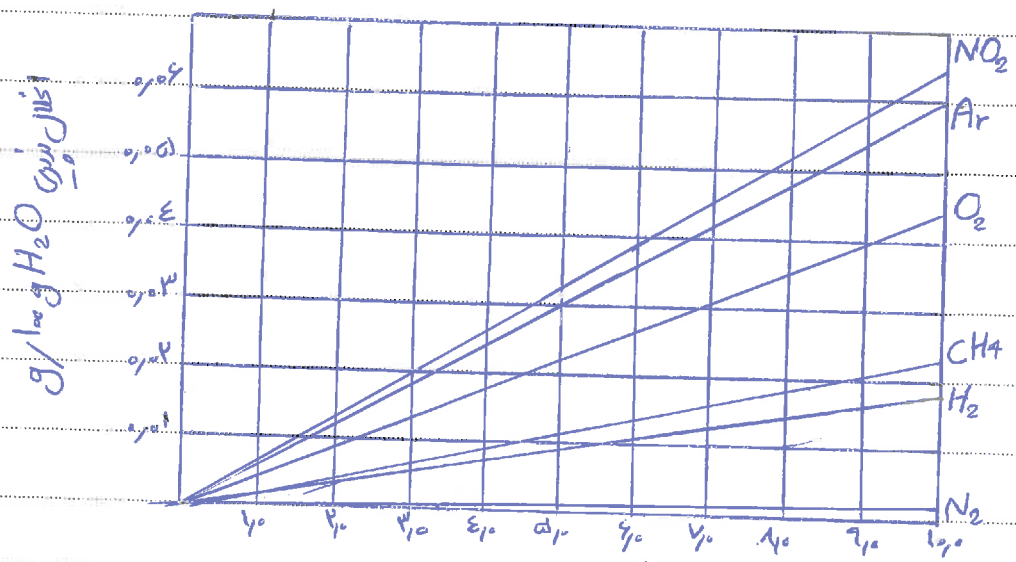
- (۱) ۶۰ درصد (۲) ۰۰۴۸ گرم (۳) ۵۲ گرم (۴) ۱۰۰ مول

تست نفوذ) انحلال پذیری گازها در آب با ... فشار ... و با ... دما ... می یابد. (خارج از تدریس) (۸۷)

(۱) افزایش - افزایش - کاهش ✓ (۲) افزایش - کاهش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش - افزایش (۴) کاهش - افزایش - کاهش

تست نفوذ) با توجه به نفوذپذیری و کلام بیان نادرست است؟ (نفوذ پذیری) (۹۰)



(۱) به قانون هنری انحلال پذیری گازها در آب مربوط است. (۲) افزایش فشار کمترین تأثیر را بر انحلال پذیری گازها در آب دارد.

(۳) تأثیر فشار گاز بر انحلال پذیری آن در دمای ثابت نشان می دهد.

(۴) در فشار ۵۰ atm و ۷۰ لیتر در ۱۰۰ گرم آب حل می شود. $Ar = 40 \text{ g.mol}^{-1}$ ✓

نسبت فنلور) با توجه به داده های جدول زیر که انحلال پذیری چند گاز را در دماهای مختلف و بر حسب گرم در صد لیتر آب

(خارج نمره تجربی ۹۱ - فنلور اندک)

در فیکان نشان می دهد کدام بیان درست است؟

گاز	دما (C)	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	%
CO ₂	۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸	
H ₂ S	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۵	
CL ₂	۰/۷۳	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۳۳	

۱) انحلال پذیری گاز CO₂ از انحلال پذیری گاز Cl₂ بیشتر است.

۲) در دمای ۵۰C محلولی شامل ۷۲ گرم گاز CO₂ در صد لیتر آب سرد شده است.

۳) در دمای ۵۰C محلولی شامل ۲۲ گرم گاز H₂S در صد لیتر آب سرد شده است.

۴) بیشترین مقدار گاز Cl₂ که در صد لیتر آب در هر دما می توان حل کرد برابر ۷۳ گرم است.

نسبت فنلور) با توجه به داده های جدول زیر، اگر یک تن آب از دمای فنلور در چه دمای دیگری سرد شود

در شرایط STP به تقریب چند لیتر گاز اکسیژن از آن آزاد می شود؟ (O = ۱۶ g.mol⁻¹) (خارج نمره تجربی ۹۲)

دما (C)	انحلال پذیری O ₂ (mg.kg ⁻¹)
۰/۵	۱۴/۵
۲/۵	۹/۵۷
۴/۵	۶/۵

۱) ۴/۵
۲) ۵/۲
۳) ۱۰/۲
۴) ۱۱/۲

نسبت فنلور) با بررسی داده های جدول زیر، می توان دریافت که: (CL = ۳۵, S = ۳۲, H = ۱: g.mol⁻¹)

انحلال پذیری سه گاز در چند دما بر حسب H₂O ۱۰۰g / ۱۰۰g در فشار ۱atm

۱) محلول ۵۰C به مول گاز Cl₂ در صد لیتر آب در دمای ۵۰C، سرد شده است.

گاز	دما (C)	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	%
CO ₂	۰/۱۶۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۸	
H ₂ S	۰/۳۸	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۵	
CL ₂	۰/۷۳	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۳۳	

۲) انحلال پذیری این گازها در دماهای داده شده به صورت

H₂S > Cl₂ > CO₂ است.

(خارج نمره تجربی ۹۳)

۳) محلول ۵۰C به مول گاز H₂S در صد لیتر آب در دمای ۵۰C سرد شده است.

۴) ناسید افزایش دما بر نسبت غلظت مولار گاز CO_2 در C ۲۰ نسبت به C ۴۰ در معایسه با دما در حد استاندارد است.

نسبت CO_2 با افزایش دمای ۲ کیلوگرم آب سرد شده از گاز کربن C ۲۰ تا C ۳۰، چند لیتر گاز سرد در شرایط STP

آزاد می شود و چند گرم کربن در محلول باقی می ماند؟ (اختلال پذیری کربن در آب سرد در دماهای C ۲۰ و C ۳۰ به تقریب برابر

۷۳ و ۳۷۵ گرم در هر م^۳ آب است؟ (1 mol, 22.4 L) (خارج سوالی ۹۴)

- ۱) $2,75 - 2,24$
- ۲) $7,5 - 2,24$
- ۳) $3,75 - 4,41$
- ۴) $7,5 - 4,41$

چهار نوع رسانایی الکتریکی محلول ها =

دو نوع رسانایی الکتریکی وجود دارد:

۱) رسانایی الکتریکی: در این نوع رساناها، جریان الکتریکی بوسیله حرکت یون ها ایجاد می شود. مانند فلزها

گرافیت (مغز مداد)

! توجه: جالب است که گرافیت به عنوان یک نافلز (بلکه از آلوتروپ های کربن) مانند فلزها خاصیت رسانایی دارد!

۲) رسانایی یونی: در این نوع رساناها، جریان الکتریکی بوسیله حرکت و جابجایی یون ها ایجاد می شود. مانند محلول ها

الکترولیت و نمک های مناب. رسانایی یونی هنگامی انجام می شود که یون ها بتوانند از تقه ای به تقه دیگر جابجا شوند

زیرا در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جابه جایی می شوند.

! توجه: وجود یون های نامحرم و البته متحرک که بتوانند آزادانه حرکت کنند از شروط رسانایی یک محلول می باشد. هر چه

تعادل یون های موجود در یک محلول بیستریا سد، رسانایی الکتریکی محلول بیستریا خواهد بود.

سوال: جیونگی عبور جریان برق را از محلول سدیم کلرید (NaCl) توضیح دهید؟

پاشخ در محلول سدیم کلرید: یون های Na^+ و Cl^- یا جنبش های آزادانه و ناقص در سرتاسر محلول پراکنده اند.

هنگامی که این یون ها در یک مدار الکتریکی قرار گیرند به سوی قطب های نامفنام حرکت می کنند. به طوریکه یون های Na^+

به سوی قطب منفی و یون های Cl^- به سوی قطب مثبت حرکت می کنند و بدین ترتیب جریان برق در مدار برقرار

می شود. جابه جایی یون ها نشان دهنده جابه جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است.

تذکره: رسانایی الکتریکی فلزها کاملاً فیزیکی ولی رسانایی یونی در محلول ها یا به عبارت دیگر عبور جریان برق از محلول

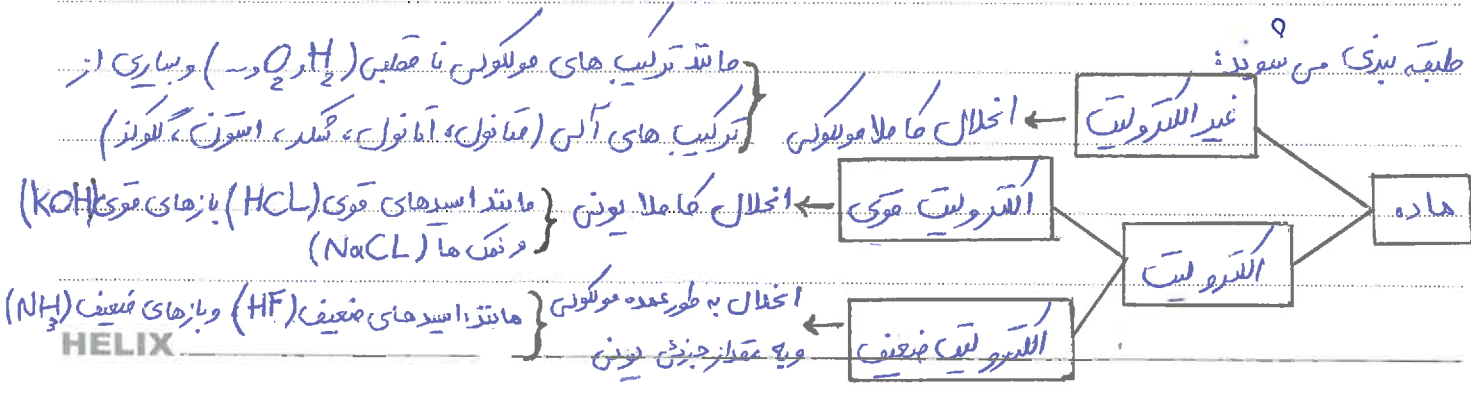
یک ترکیب یونی (موسوم به فرایند برقصافت) یک فرایند کاملاً شیمیایی و محلول الکتریکی (محلولی که برقصافت می شود)

در چار تغییر شیمیایی می شود.

توجه: با فرایند برقصافت در فصل دوم سیمی سال دوازدهم به طور کامل آشنا خواهید شد.

نوع محلول ها بر اساس رسانایی الکتریکی

مواد با توجه به نوع انحلال و هم چنین تولید یا عدم تولید یون به صورت نمودار زیر به دو دسته «الکتریکی» و «غیر الکتریکی»



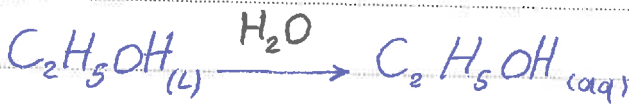
توجه: در فصل اول سیمی دو ماده هم با اسیدها و بازها به طور کامل آشنا خواهید شد.

مواد غیر الکترولیت: موادی که به صورت کامل در محلول حل شده و بر اثر انحلال یون تولید نمی کنند. به محلول این مواد

در محلول غیر الکترولیت هم گویند. محلول های غیر الکترولیت رسانای جریان برق نیستند.

اغلب (نه همه!) ترکیب های آلی مانند متانول، اتانول، استون، گلیسر (ساکارین)، گلوکز و هم چنین محلول ترکیب ها

ناقطبی در ناقطبی (در در هگزان) غیر الکترولیت هستند. به عنوان مثال انحلال اتانول در آب را ببینید:



مواد الکترولیت: موادی که بر اثر انحلال، به طور کامل یا به مقدار کم، تفکیک یا یونیده می شوند و یون ایجاد می کنند. به

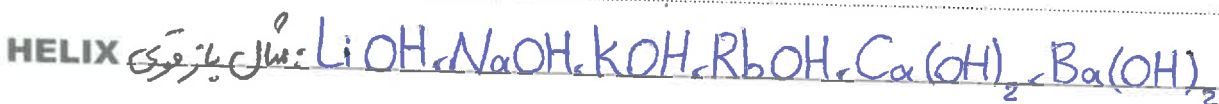
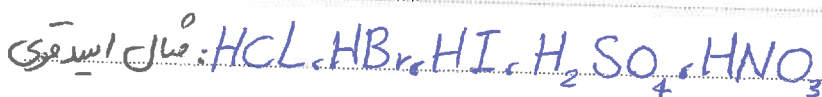
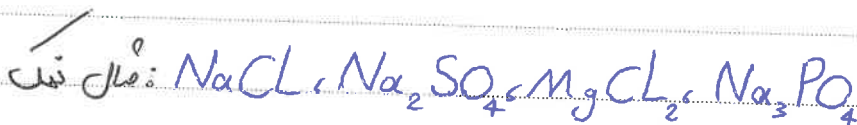
محلول حاصل از مواد الکترولیت، در محلول الکترولیت گفته می شود. نمک ها، بازها و اسیدها همگی الکترولیت هستند.

مواد الکترولیت در حالت مذاب یا محلول رسانای الکتریکی هستند.

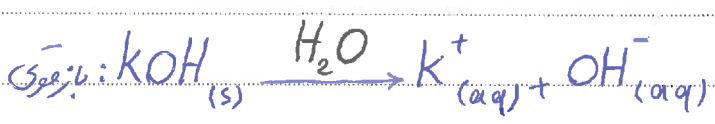
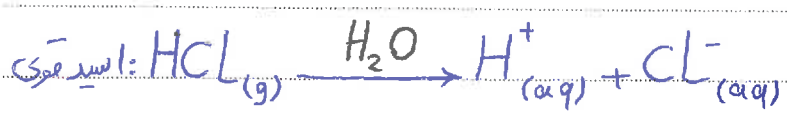
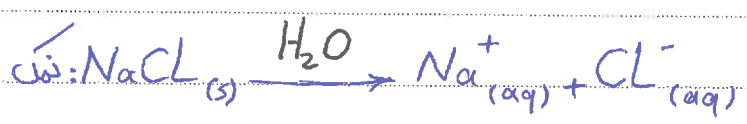
مواد الکترولیت خودشان به دو دسته تقسیم می شوند: الکترولیت های قوی و الکترولیت های ضعیف

الکترولیت قوی: نوعی الکترولیت که هنگام انحلال به طور کامل یا به طور عمده تفکیک یا یونیده می شوند. اغلب محلول

الکترولیت قوی، رسانای خوب جریان برق هستند. نمک ها، اسیدهای قوی و بازهای قوی جز الکترولیت ها قوی هستند.



فرایند انحلال الکترولیت های قوی به صورت زیر است:

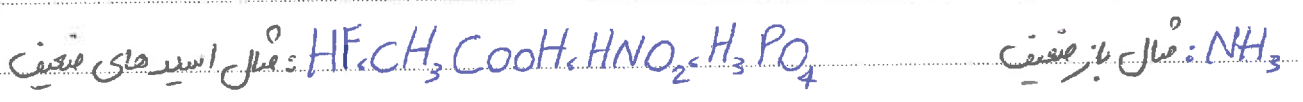


الکترولیت ضعیف: الکترولیت هایی که به هنگام انحلال به طور عمده به صورت مولکول حل شده و به طور جزئی یونیده

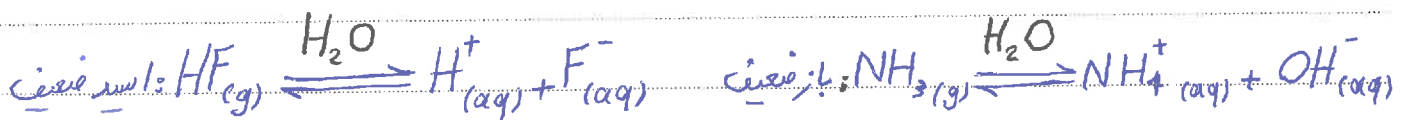
یا تفکیک می شوند. در محلول های الکترولیت ضعیف، تعداد (غلظت) مولکول های یونیده نسره بسیار بیشتر از تعداد (غلظت)

یون های ایجاد شده است. الکترولیت های ضعیف به دلیل تولید کم یون، رسانای ضعیف جریان برق هستند.

اسیدهای ضعیف و بازهای ضعیف جزو الکترولیت های ضعیف به شمار می روند.



فرایند انحلال الکترولیت های ضعیف به صورت زیر است:



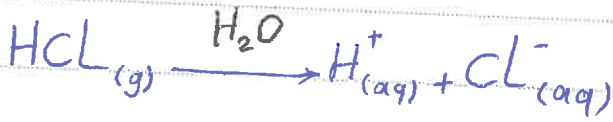
توجه: همانطور که می بینید فرایند انحلال اسیدها و بازهای ضعیف برخلاف اسیدها و بازهای قوی به صورت برگشت پذیر (موقر)ه

نشان داده شده است. دلیل این موضوع را در فصل اول سیمه دوازدهم خواهید دانست.

توجه: برای اینکه تفاوت دو واژه « یونش » و « تفکیک یونی » بدانید هر کدام را جابجانه با ذکر مثال توضیح می دهیم:

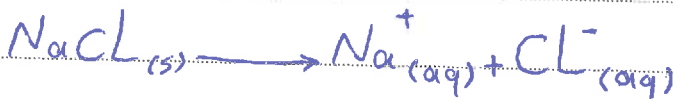
یونش: برای ترسیب مولکولی به کار می رود که در ساختار آنها کاتیون و آنیون وجود ندارد. برای HELIX

مثال HCl که یک ترکیب مولکولی است در طی فرایند یونش به صورت زیر به یون های مثبت و منفی تبدیل می شوند



تفکیک یونی: برای ترکیبات یونی که از کاتیون و آنیون تشکیل شده اند به کار می رود و در طی فرایند تفکیک یونی به

صورت زیر به یون های مثبت و منفی تبدیل می شوند برای مثال NaCl جامد نوشته شد:



همانطور که می بیند فرایند انحلال اسیدها و بازهای ضعیف برخلاف اسیدها و بازهای قوی، رسانای خوب جریان برق

هستند؟ برای اینکه بفهمید چرا همه الکترولیت های قوی رسانای خوب جریان برق نیستند، تصور شما را به قلب مهم زیر جلب می کنیم:

نکته مهم: برای اینکه یک محلول رسانای خوب و قوی جریان برق باشد، دو شرط لازم است:

الف) حل شونده الکترولیت قوی باشد.

ب) حل شونده خوب حل شود و انحلال پذیری خوبی در آب داشته باشد.

برای مثال نقره کلرید (AgCl)، باریم سولفات (BaSO₄)، کلسیم فسفات (Ca₃(PO₄)₂) به میزان کمی در

آب حل می شوند اما همان مقدار ناچیز حل شده به صورت کامل به یون تفکیک می شوند در نتیجه الکترولیت قوی هستند

اما چون در آب مقدار یون کمی تولید می کنند محلول آنها رسانای قوی جریان برق نمی باشد.

توجه: الکترولیت های قوی محلولشان نیز الکترولیت قوی است اما همیشه رسانای خوب برای جریان برق نیستند.

حرواقع باید انحلال پذیری خوبی داشته و به میزان کافی یون تولید کنند. به قول ضرب المثل معروف HELIX

که میله، هرگز درین گداز هست. (هر محلول رسانایی الکترولیت قوی است) اما هرگز درین گداز نیست (هر الکترولیت

قوی رسانای خوبی نیست!)

نکته: هر ترکیب یونی در حالت مذاب (نه محلول) رسانای قوی جریان برق هستند چون دارای یون متحرک زیادی در

واحد حجم است، اگرچه ممکن است در حالت محلول در آب به خاطر اختلال پذیری کم، رسانای ضعیف جریان برق باشند.

برای مثال نقره کلرید (AgCl) و یاباریم سولفات ($BaSO_4$) در حالت مذاب رسانای قوی جریان برق هستند ولی

همان طور که اشاره شد هنگام اختلال در آب با وجود آنکه جزو الکترولیت های قوی هستند ولی به دلیل اختلال پذیری کم و

تولید کم یون، رسانای ضعیف جریان برق می باشند.

نکته: میزان رسانایی محلول ها در دمای ثابت به عوامل زیر بستگی دارد:

(۱) هرچه تعداد یون های الکترولیت بیشتر، رسانایی هم بیشتر!

(۲) هرچه بار یون های الکترولیت بیشتر، رسانایی هم بیشتر!

(۳) هرچه اختلال پذیری ماده الکترولیت بیشتر، رسانایی هم بیشتر!

(۴) هرچه غلظت مولی الکترولیت بیشتر، رسانایی هم بیشتر!

(۵) هرچه درجه تفکیک الکترولیت بیشتر، رسانایی هم بیشتر! (با درجه تفکیک در فصل اول شیمی دوازدهم آشنا خواهید شد.)

مثال: رسانایی الکتریکی محلول از مولکول های اتانول (C_2H_5OH) و پتاسیم هیدروکسید (KOH)

و هیدروفلوریک اسید (HF) را با هم مقایسه کنید و بررسی کنید کدام یک از این محلول ها لایت **HELIX**

متصل به مدار روشن، نیفه روشن یا خاموش خواهند کرد؟

پاسخ: اما نول؛ چون غیر الکترو لیت و یون تولید نمی کند در نتیجه محلول حاصل از آن رسانای جریان برق نیست

و لامپ متصل به مدار خاموش خواهد بود. KOH: چون الکترو لیت قوی بوده و به خوبی در آب حل می شود و یون ها

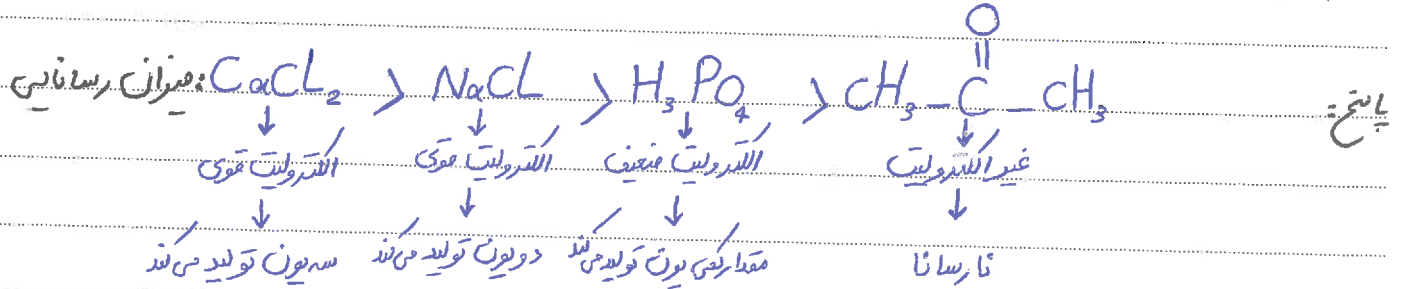
زیادی در آب تولید می کند در نتیجه رسانای خوب جریان برق بوده و لامپ متصل به مدار روشن خواهد بود

HF: چون الکترو لیت ضعیف است و یون های کمی تولید می کند در نتیجه رسانای ضعیف جریان برق بوده و لامپ متصل

به مدار نیفه روشن خواهد بود. میزان رسانایی: $KOH > HF > C_2H_5OH$

میزان رسانایی محلول های ابره مولار مواد زیر را در دمای برابر مقایسه کنید.

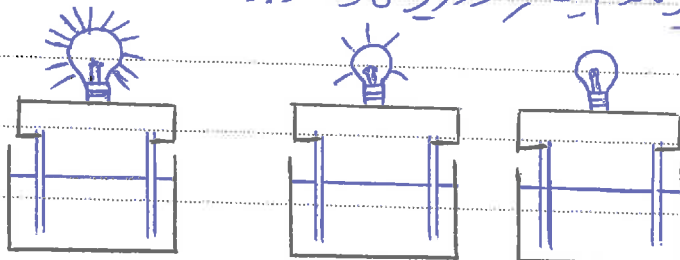
کلسیم کلرید - استون - فسفریک اسید (H_3PO_4) - سیم کلرید



توجه: برای چند محلول الکترو لیت قوی، هر چه حاصل عبارت زیر بیشتر باشد، رسانایی آن بیشتر است:

$$[غلظت مولی محلول] \times [تعداد یون های حاصل از یونش]$$

تمرین: داخل هر یک از ظرف های زیر، کدام یک از مواد زیر می تواند وجود داشته باشد؟



استون - HF - NH_3 - HNO_3 - NaOH - آمون - H_2SO_4 - KNO_3 - HBr - NH_4Cl

تدریس) کدام مقایسه در مورد رسانایی الکتریکی محلول هادریست است؟

۱) محلول ۱ مولار HF < محلول ۱ مولار KF

۲) محلول ۱ مولار استون < محلول ۱ مولار سولفوریک

۳) محلول ۱ مولار KOH < محلول ۱ مولار آمون

۴) محلول ۱ مولار نیتریک < محلول ۱ مولار سولفوریک

▲ میوند با تدریس (نفس الکتریکی هادریست استون)

بین آنان ساکن پیوسته و معادلی از یاخته ها (سلول ها) یافت ها و معادلی است که حرارتی یا تقصی باور

تکونتی، پیام های عصبی، احساسات و حرکات مارا کنترل می کنند. این هفتای رخ می دهد که محیطی طبیعی مناسبی

برای ایجاد و برقراری جریان الکتریکی فراهم شود؛ محیطی که یک محلول آبی محوی یون های لوئالون مانند Cl^- ، K^+

Na^+ و ... است. پس از انجام یک فعالیت بدنی شلین یا پس از مدت طولانی، احساس خستگی دست می دهد

ناشی از کاهش چشمگیری یون هادریست های بدن است. از این رو نوشیدن الکتریکی هادریست های که کاهش این

یون هادریست می تواند خصوصاً هنگام فعالیت های بدنی در موقع ورزش، سدیاً توصیه می شود.

صرفاً جهت اطلاع: از دیگر یون های سازنده الکتریکی های بدن Ca^{2+} و Mg^{2+} هستند. در صد آنها در پلاسمای خون

(خوناب) و نفس هر یک در بدن به صورت زیر است:

Mg^{2+} : ۵٪ آن در ساختار استخوان ها وجود دارد و نقش Ca^{2+} را در افزایش در ماهیچه ها و کنترل عصبی را بر عهده دارد.

Ca^{2+} : ۹۰٪ آن در استخوان ها به صورت کلسیم فسفات $(Ca_3(PO_4)_2)$ و کلسیم کربنات $(CaCO_3)$ وجود دارد و نقش

سازنده استخوان و تعادل مایع را بر عهده دارد.

Cl^- : یون اصلی در مایع بیرون سلولی است و به عنوان عضو اصلی Na^+ در مایع بیرون سلولی وجود دارد.

کاتیون: یکی از مهم ترین یون ها در استخوان ها یون K^+ است؛ به طوری که نیاز روزانه هر فرد بالغ

به یون K^+ دو برابر یون Na^+ است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون K^+ است، کمبود آن به ندرت احساس

می شود. وجود یون K^+ برای تنظیم عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است؛ به طوری که انتقال پیام ها عصبی

در عصب ها بدون وجود این یون امکان پذیر نیست. در واقع اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام های عصبی

(در فضای سیناپس!) می شود. مایع در موارد شدید، این اختلالات منجر به مرگ می شود.

صرفاً جهت اطلاع: مایه های سیاه مناطق گرمسیری با تریپتوفان زهری که کانال های Na^+ را در سلول های

عصبی مسدود می کند، شمار خود را از برای در می آورند.

۲. بردیای آب در زندگی

ماست بردیای لریز دی ال سیه برای هر فرد بردیای آب نیز تعریف می شود. «بردیای آب نشان می دهد که هر فرد چه مقدار

از آب قابل استفاده در دسترس مصرف می کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می شود.» به طوری که مصرف

آب توسط هر فرد به حدود سه تقسیم می شود:

الف) آب مصرفی در فعالیت های روزانه مانند نوشیدن، شستن، تلافی و... که قابل مشاهده و اندازه گیری هستند.

ب) آبی که در منابع لونا لون برای تولید هر وسیله، کالا یا فرآورده مصرف می شود و مستقیماً قابل مشاهده و اندازه گیری نیست (آب مجازی!).

برای مثال برای تولید هر یک از موارد زیر میزان آب مصرفی (آب مجازی) به صورت زیر است:

یک لیتر آب گرم لوله کشی	یک لیتر آب گرم شستن	یک لیتر آب گرم شستن	یک لیتر آب گرم شستن	یک لیتر آب گرم شستن
(۱۸۰ L)	(۱۸۳۰ L)	(۲۴۰۰ L)	(۲۷۰۰ L)	(۱۶۶۰۰ L)

نکته: در میان منابع، صنعت کشاورزی، بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است.

توجه: هر چه ردیابی آب ایجاد شده، سئین تر باشد، منابع آب شیرین تر مصرف می شود و نزدیکتر به پایان می رسند.

برآوردها نشان می دهد که میانگین ردیابی آب برای هر فرد در یک سال در حدود ۷۰۰۰۰ لیتر است.

صرفاً جهت اطلاع: ردیابی آب در جهان برای یک سال در حدود 7×10^{15} لیتر است. این ردیابی کوره های مانند چین

و هند به دلیل جمعیت زیاد و در کوره های توسعه یافته به دلیل حجم فعالیت های منابع لونا لون سئین تر و بیشتر است.

تقریباً همه آب های مصرفی در منابع لونا لون (کشاورزی - شیمی - ساخت و ساز - دانشگاه و...) از آب های سطحی

(رود - دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب های زیرزمینی (چسب - قنات - چاه عمیق) که از منابع آب شیرین هستند، تأمین

می شود. آب آبی می توان از تصفیه آب پودرهای دریایی یا چاه عمیق کرد. این ویرینی نشان می دهند که آب

آبی می تواند با آب مصرفی در دیگر منابع متفاوت است؛ به طوری که ممکن است آبی برای گسترش و توسعه مناسب باشد

اما آب صدفی نباید هر چند که آب دریاها و آبیانوس ها، منبع بسیار ندری برای تهیه آب به شمار می آیند، اما

به اندازه ای سوره شده باید قبل از مصرف، نعل زدایی و تصفیه شوند.

توجه: آب های گل آلودی که در جوی ها و نهرها جاری هستند از یک چسبه، صفت یا چاه آب به صورت زلال و شفاف

بیرون می آیند.

▲ بیده اسفز (نذر فلزی)

اسفز فرایندی است که در آن مولکول های آب به طور خود به خود با عبور از یک غسای نیه تراوا از سخت محلول رقیق تر

به سخت محلول غلیظا، آتسار می یابند.

غسای نیه تراوا: در بیده اسفز حبه رقیق و حبه غلیظا یا یک دیواره جامی شوند که این دیواره روزنه های دارد که

فقا اجازه عبور به برخی از ذره ها و مولکول های کوچک مانند آب و یون ها را می دهند و از ذره مولکول های درشت

جلوگیری می کند. این دیواره ها غسای نیه تراوا نامیده می شوند. دیواره سلول ها (یاخته ها) در گیاهان یک غسای نیه تراوا است.

توجه: هفتا میوه های خشک مانند زردآلوی خشک یا آلوئی خشک را در آب قرار دهیم طی فرایند اسفز مولکول های آب

به طور خود به خود از حبه رقیق یا (هان آب) به حبه غلیظا (یا هان بافت میوه) حرکت کرده و در نتیجه میوه آبدار

و مقوم می شود. در این فرایند برخی نعل ها و ویامین ها از بافت میوه به آب راه می یابند. یا اگر یک خیار را در

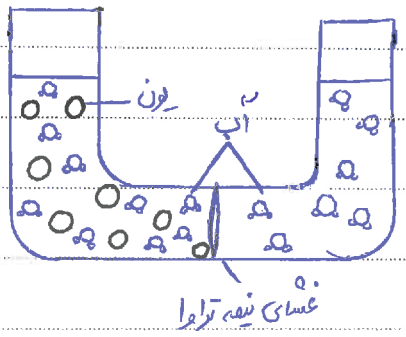
آب شور قرار دهیم بر اثر فرایند اسفز مولکول های آب از سخت رقیق (بافت میوه) به سخت حبه غلیظا

(آب شور) حرکت کرده و در نتیجه خیار چوبه می گردد.

مسئله (۱) مطابق شکل زیر، حجم های برابر از آب دریا و آب مقطر به وسیله یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده اند.

۱) اگر از این غشای یون های سدیم و کلرید نتوانند بگذرند، با گذشت زمان چه رخ می دهد؟

ب) آیا با این روش می توان آب دریا را نفک زدایی و آب شیرین تهیه کرد؟



پاسخ: ۱) مولکول های آب در هر دو جهت از روزنه های غشای عبور می کنند؛

ولی تعداد مولکول های آب که از آب مقطر (محیط رقیق) وارد آب دریا

(محیط غلیظ) می شوند، قطعاً بیشتر است. بسیاری از مولکول های آب درون آب دریا، در یون ها را احاطه کرده

و مجموعه یون های آب پیوسته را ایجاد می کنند که تمایلی به عبور از غشای ندارند. در نتیجه سطح آب مقطر کاهش یافته

و سطح آب دریا افزایش می یابد.

توجه: با ادامه فرایند حرکت مولکول های آب در دو جهت مخالف، سرانجام زمانی فرا می رسد که سرعت حرکت

مولکول های آب در دو جهت برابر شده و غلظت در حجم محلول در دو طرف ثابت می ماند. در این فرایند زمانی که

تغایر آب به عبور از غشای با فشاری که سبب مانع وارد می کند برابر شود، اسمز از نظر مالتو سلولی متوقف می شود.

(با واکنش های تعادلی در فصل اول سیم نواز دهم آشنا خواهید شد.)

پاسخ ب) از این فرایند (اسمز) نمی توان برای نقد زدایی آب دریا استفاده کرد؛ زیرا به جای اینکه آب از طرف آب دریا

به سمت آب مقطر برود، حالت برعکس آن اتفاق می افتد. برای حل این مشکل باید با استفاده از فشاری این جهت را

عکس کنیم که در اسمز معلول این فرایند را بیشتر توضیح خواهیم داد.

▲ آموزش های تخصصی آب

برای تخصصی و خاص سازی آبهای طبیعی و آلوده از سدروسز زیر می توان استفاده کرد:

- (۱) اسمز معکوس
- (۲) تقطیر
- (۳) استفاده از منافذ ها

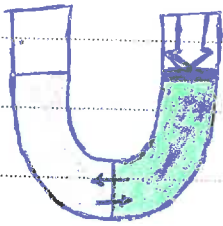
(۱) اسمز معکوس

بر اساس شکل مقابل اگر به پیستون نیرو وارد کنیم، در اثر ایجاد فشار (فشاری بیشتر از فشار اسمزی) به صورت

غیر خود به خودی مولکول های آب برخلاف جریان طبیعی مولکول آب در پدیده اسمز از رقیق به غلیظا، به جهت

جریان مولکول های آب تغییر می کند و مولکول های آب از محیط غلیظا به محیط رقیق رانده می شوند. چون در این

پدیده جهت حرکت مولکول های آب برخلاف پدیده اسمز است به آن اسمز معکوس می گویند.

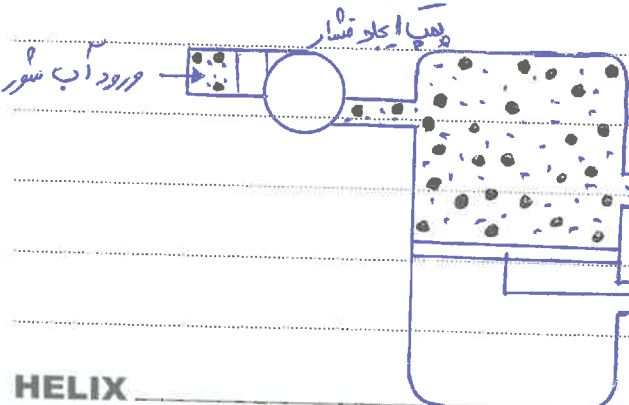


خلاصه: (۱) اسمز (طبیعی): حرکت مولکول آب از محیط رقیق به محیط غلیظا

(۲) اسمز معکوس: حرکت مولکول آب تحت اثر فشار از محیط غلیظا به رقیق

نکته: در اسمز معکوس با ایجاد فشار توسط پمپ ایجاد فشار (فشاری بیشتر از فشار اسمز)، مولکول های آب از

حسب غلیظا (آب شور) خارج و با عبور از غشای نیمه تراوا به سمت قسمت رقیق (آب خالص) حرکت می کنند در



نتیجه آب شیرین در این قسمت جمع آوری می شود

خروج محلول غلیظا

غشای نیمه تراوا

خروج آب شیرین

لائحه: در روش اسفنج معکوس آلاینده ها، ناظرها، فلزهای سمی، حشره کش ها و آفت کش ها و ترکیب های

آلی و فرار از آب جدا می شوند و مواد یا قهقهانده میکروپ ها هستند که برای از بین بردن میکروپ ها می توان از

کدر که یک میکروپ کش عمومی است استفاده کرد.

لائحه: مقایسه اسفنج (طبیعی) یا اسفنج معکوس:

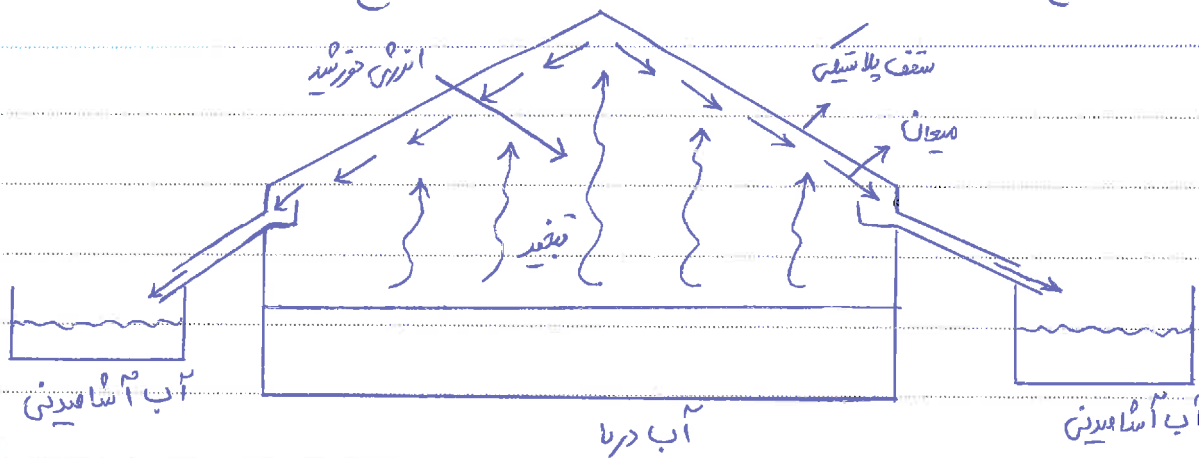
- | | | |
|--------------------------------------|--|-------|
| (۱) غیر خود به خودی و با اعمال فشار | (۱) خود به خودی و بدون اعمال فشار | اسفنج |
| (۲) مناسب برای تصفیه آب | (۲) نامناسب برای تصفیه آب | |
| (۳) افزایش غلظت حبه ها غلیظا | (۳) کاهش غلظت محلول غلیظا | |
| (۴) افزایش حجم وار تفاع محلول رقیق | (۴) کاهش حجم وار تفاع محلول رقیق | |
| (۵) کاهش حجم وار تفاع محلول غلیظا | (۵) افزایش حجم وار تفاع محلول غلیظا | |
| (۶) انتقال آب از محلول غلیظا به رقیق | (۶) انتقال آب از محیط رقیق به حبه ها غلیظا | |

۲) تعطیل

کسطنزیر روش فرایند تعطیل را نشان می دهد. در این روش آب دریا که دارای ناخالصی است در حبه یا تابه

نور خورشید بتغیر می شود و در نتیجه سقف پلاستیکی متراکم و طی فرایند میعان تبدیل به آب مایع می شود. در دو طرف،

ظروف جداگانه جمع آوری آب شیرین قرار داده شده تا آب شیرین حاصل جمع آوری شود.



یونجه: در دروس تقطیر که طی آنجا م در فرایند فیزیکی (تقطیر و معاین) انجام می شود، ترسباتی با تعلق جوش

کند از آب مانند ترسبات آلی فرار داشته باشد، نمی توان آنها را از آب جدا کرد زیرا این مایعات قبل از آب

تقطیر شده و معاین انجام می شود و در داخل آب بخاری (آب سیرین) وجود خواهد داشت و جدا خواهد شد.

لائله: در دروس تقطیر آلاینده ها، ناقلرها، نظریه های سعی، حسره لس ها و آفت لس ها از آب جدا می شود

و مواد باقی مانده شامل ترسبات های آلی فرار و میکروب ها هستند که برای از بین بردن میکروب های توان از نظر

که یک میکروب لس قوی است، استفاده کرد.

۳) استفاده از مایعات

فرایندی است که طی آن با استفاده از مایعاتی هایی مانند مایعات کربن، سُن و ماسه، سلولز و یا مایعات پلاستیکی و

ذرات معلق و ذرات آلی و برخی آلاینده ها و رنگ و بو را از آن جدا می کنند و به تصفیه و خاص سازی آب کمک

لائله: در کتاب درسی به مایعات از نوع مایعات کربن اشاره شده است. در دروس مایعات کربن آلاینده ها، ناقلرها

نظریه های سعی حسره لس ها و آفت لس ها و ترسبات های آلی و فرار از آب جدا می شوند و مواد باقیمانده میکروب ها

هستند که برای از بین بردن میکروب ها به مانند سایر دروس های توان از میکروب زدایی قوی کدر استفاده کرد.

یونجه: با توجه به شکل منحنی ۳ کتاب درسی که مواد جدا شده جدا نشده را در سه دروس تصفیه آب (اسمز معکوس،

تقطیر و مایعات کربن) نشان می دهد، می توان فهمید که:

۱) روش اسمز معکوس و مایعات کربن نسبت به روش تقطیر آلاینده های سختی را از آب جدا کرده است.

۲) در هر سه روش تا عبور شده، آلودگی میکروبی آب بر طرف نفی شود و تنها راه اثر بین بردن آلودگی میکروبی استفاده از میکروب زدای قوی مانند کلر می باشد.

عمر قابلیت اطلاق: دستگاه های تصفیه آب به طور چشمگیری از خلطت یون های موجود در آب می مانند.

این در حالتی که وجود مقدار مناسبی از یون ها برای استخوان ها، قلب و فروری و مفید است. از این رو

کاهش بیش از اندازه یا حذف یون ها از آب توصیه نمی شود، زیرا پروتئین ها نشان می دهند افرادی که آب

کاهش یافته عمومی مقدار ناچیزی از این یون ها را می نوشند در مقایسه با دیگران، بیشتر در معرض ابتلا به بیماری ها

عربی هستند.