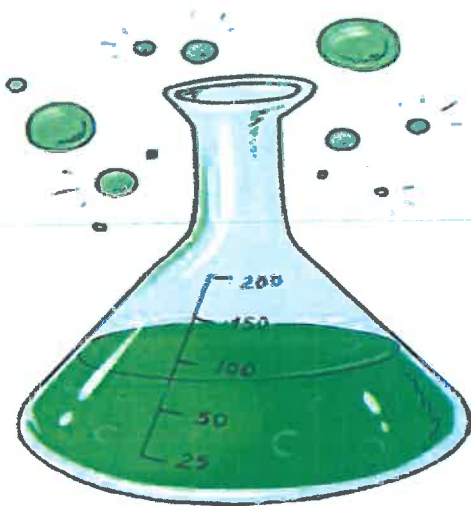


فصل سوم:

آب، آهنگ زندگی



© Enrich Your Studies • www.free-cartoon-clipart.com



سیاره مابا جوی سیراز زمین و سطح پوشیده از آب فراوان، همانند سفینه ای مجهز 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 دنیای جانوران و نیز پهنا و مرتب زینت زیستگاه بزرگ آن بزرگان به شمار می رود.

زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود. زیرا نزدیک به ۷۰٪ سطح آن را 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 اقیانوس ها پوشانده است. 1.2 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 غزه ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک های نواتلون در آن حل شده است. برآورد ها نشان می دهد که 5×10^{14} 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 تنگ 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، سنگ کره و زینت کره است.

هواکره: از مولکول های کوچک شامل H_2O و O_2 و گازهای دیگر 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 است که در وانس ها آنها در ست مولکول ها نقش اساسی دارند.
در زمین از درجه شیبی پویایی و همین بخش های نونلون آن (همین بخش که ذکر شد) باید در هر بخش بیشتر و
شیبی دارند. درون این سامانه وین این چهار بخش، پیوسته مواد نونلونی 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 شرف 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 جایجا 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 اسیس هاسی، باعث ورود گازها و مولکول در کوره و غبار 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 کوچکتری وارد آب کوره
هوا کوره یا شرف کوره می شوند. همچنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیاد از ترکیب ها کربن دار و وارد بخش های نونلون

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  است. به طور مثال: KCl ، $NaCl$

$NaBr, MgBr_2$ می توان گفت که هر دو هالوژید از منابع مواد موجود در آب دریا است؛ مگر آب رودخانه در مسیر حرکت خود موادی را از شکله جدا کرده و به صورت مخلوط به دریاها می برد یا حرکت دائمی مولکول ها آب دریا کرده 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 لیتر متوسط آب دریا)	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۴۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۹۵

نشان این جدول:

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

مدیریت حیات اخلال: شیمی طای دریا به بررسی واکنش های شیمیایی که در آب های سطحی روی می دهد توجه دارد. او با استفاده از دانش شیمی به مطالعه تولید مواد شیمیایی طبیعی از آب دریا، تأثیر آنها بر حیات اقیانوس، معادن، کانی ها و اثر فعالیت های انسانی می پردازد. شیمی طای دریا می تواند از این دانش برای مطالعه حیات در دریاها و تاثیرات آنها بر محیط زیست

▲ منابع آب دریا

میانگین عمق دریا ۳۷۵۰ متر است. دریاها دارای یک چرخه تقسیم بندی مقدار در هر صد آب موجود در آب گره

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؛ **آسیا پهناورترین** قاره با داشتن بیش از ۶۰٪ جمعیت جهان، **خشک‌ترین** قاره است. **آسیا** با داشتن

کمترین 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 نابیدای آب

آب دریاها مخلوطی گهکن (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 توانا دارند.

اغلب چینه‌ها، شنات‌ها، رودخانه‌ها، آبی‌زلال و سفاف‌دارند که شیرین و لوپرا و آب معدنی و در عین حال مثل آب دریاها
 ناخالص است و مخلوطی گهکن، حاوی مقدار کمی از یون‌های توانا 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 فلورید
(F) اضافه می کنند که وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان ها می شود.

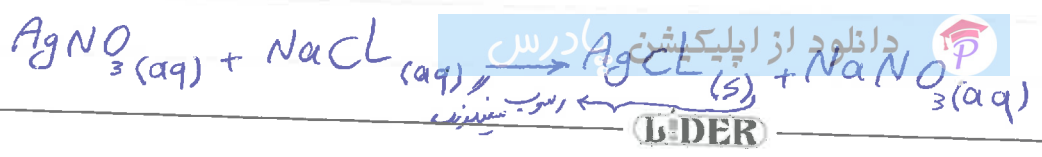
توجه: مقدار و نوع یون های موجود در آب های شربین از لحاظ به عمل دیگر متفاوت است. در برخی از آب ها اسیدی
مقدار یون های حل شده به قدری زیاد است که مزه آب طعم شیرین دهد.

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 تصفیه و فلزات آن آب مقطر نام دارد.
(هنگام تبخیر 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 تبخیر 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.

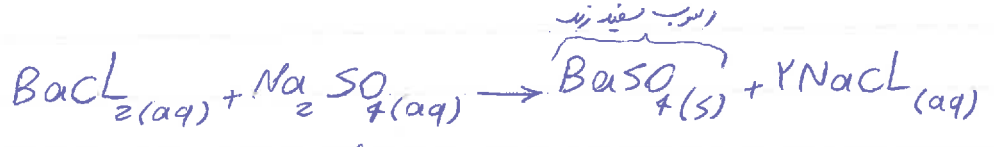
۲) شناسایی یون Ca^{2+} : اگر به محلول بی رنگ کلسیم کلرید ($CaCl_2$) که حاوی یون Ca^{2+} می باشد، مقداری محلول بی رنگ سدیم فسفات (Na_3PO_4) اضافه کنیم، یون Ca^{2+} و یون PO_4^{3-} تشکیل رسوب سفید رنگ کلسیم فسفات ($Ca_3(PO_4)_2$) می دهند. به این ترتیب می توان یون کلسیم (Ca^{2+}) را در محلول شناسایی کرد.



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 اتمهای مختلف را نشان می دهند، اتم های یون چند اتمی از طریق

چنانچه در 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

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

فلزی (دو اتم فلزی) تشکیل شده است.

اینک لیست یون های چند اتمی را در زیر می آوریم. 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 اند هم خالی از لطف نیست:

بار الکتریکی	فرمول یون	نام یون	بار الکتریکی	فرمول یون	نام یون
۱-	CH_3COO^-	استات (آاتوآت)	۱-	ClO^-	هیپو کلریت
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، مثل 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 اسی آئون می شوند! اگر در یک دسته دو اسی 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 بیس از دو اسی آئون وجود داشته باشد، از بیسوند های «هیدرو» (کمتر) یا «پر» (بیشتر) استفاده می شود تا به

ترتیب آئون دارای کمترین و بیشترین اتم هالوژن را نشان دهد. برای مثال اسی آئون های دارای اتم کلر هستند

ClO^- ← هیپوکلریت / ClO_2^- ← کلریت / ClO_3^- ← کلرات / ClO_4^- ← پرکلرات

۴) کاتیون های جدا امی تنوع بسیار کمتری نسبت به آنیون های جدا امی دارند و معروف ترین آنها NH_4^+ (آمونیوم) است
▲ فرمول یونسی و نامگذاری ترکیب های دارای یون جدا امی

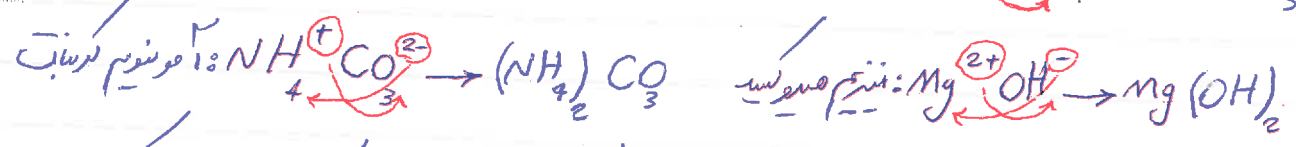
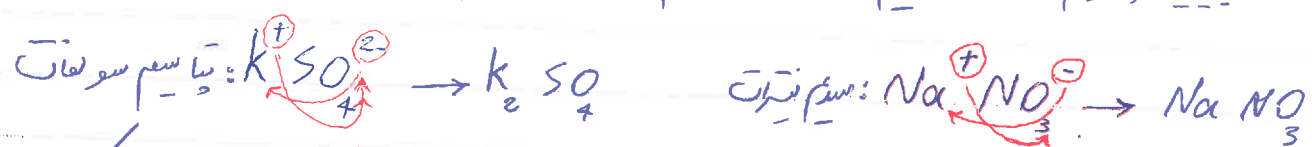
فرمول یونسی و نامگذاری ترکیب های یون دارای یون جدا امی را به با فرمول یونسی و نامگذاری ترکیب های یون دارای یون های تک امی است. برای نوشتن فرمول یونسی این ترکیب ها:

- 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 علاقت باریون ها را حذف می کنیم و زیروندها را تا جایی ممکن ساده می کنیم.

توجه: در فرمول یونسی نیازی به گذاشتن زیروند ۱ را نیست.

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



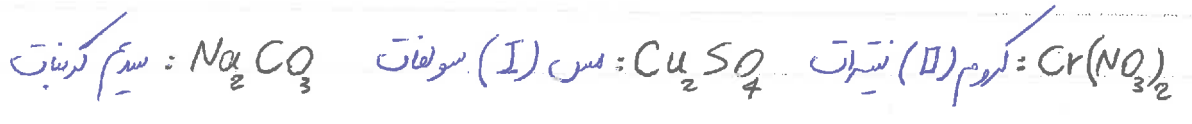
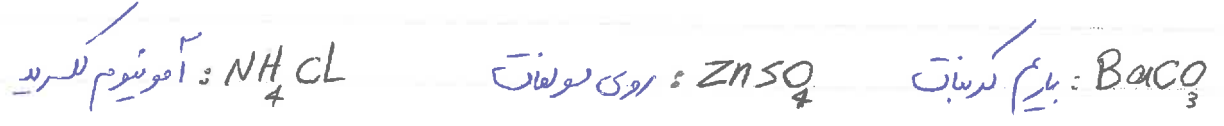
برای نامگذاری ترکیب های یون دارای یون جدا امی به مانند ترکیب های دارای یون تک امی عمل می کنیم؛ به این

صورت که ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را می نویسیم. **دانلود از آپلیکیشن یادرس** داخل برنامه 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...

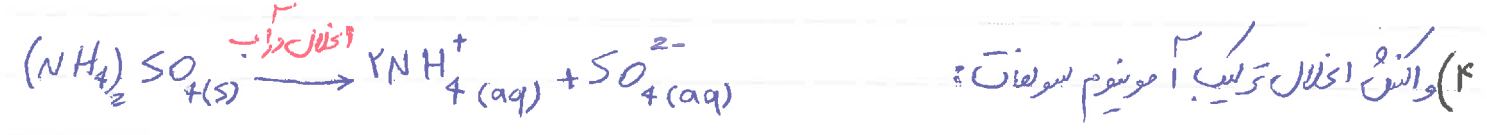
نیاز دارند.

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.

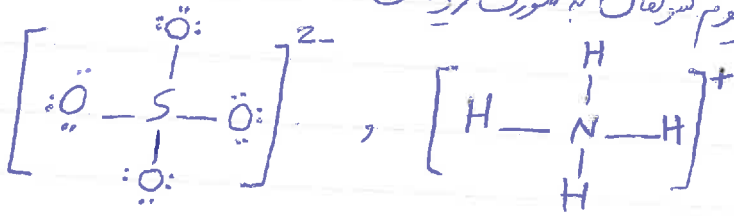
(2) هم آنیون و هم کاتیون تشکیل دهنده این ترکیب یونی، چند تایی اند؛ در نتیجه در آمونیوم سولفات هم پیوند یونی و هم پیوند کووالانسی وجود دارد.

(3) اند به دلیل 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 یون از آمونیوم سولفات با انحلال در آب، به سه معنای یون تشکیل می شود.

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



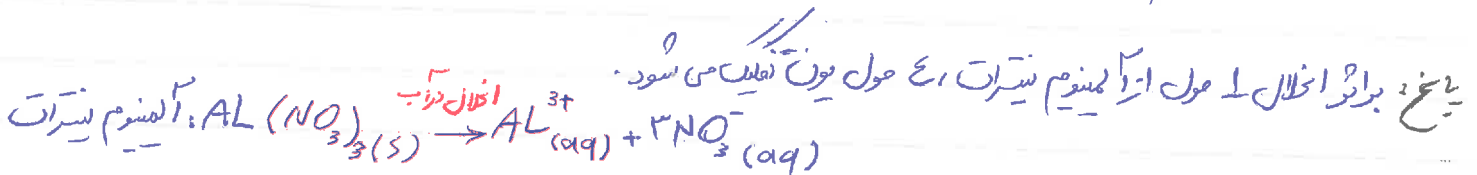
نکته: بسیاری از ترکیب های یونی در آب انحلال پذیرند و در آب به یون های سازنده خود تفکیک می شوند؛ ولی برخی ترکیب های یونی هم وجود دارند که یا انحلال پذیری کمتری دارند یا انحلال پذیری کمی دارند. برای مثال همانطور که در آزمون های شناسایی یون ها اشاره شد؛ ترکیب های یونی نقره کلرید (AgCl)، لیسیم فسفات (Ca₃(PO₄)₂) 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.

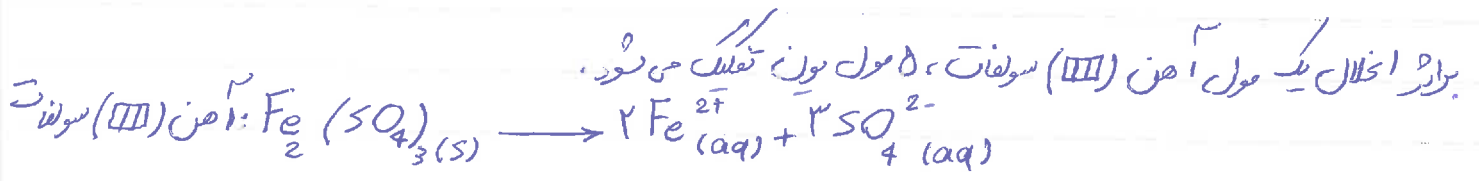
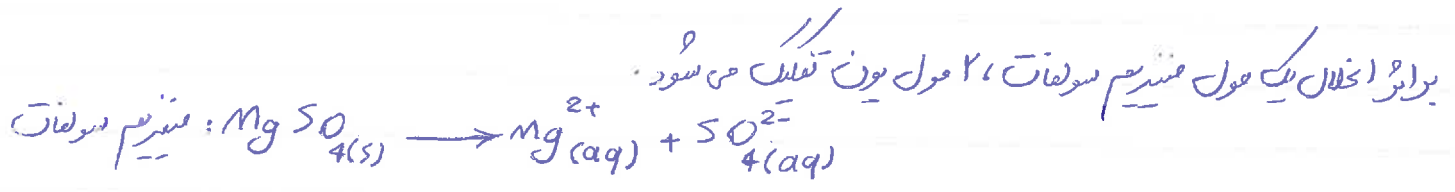
مثال: نام یا فرمول شیمیایی ترکیب های یونی زیر بنویسید:

- | | | |
|-----------------------------------|--|--|
| 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)





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 اختلاف هر واحد آن	عرفون شیمیایی	نام ترکیب	تعداد یون حاصل شده از اختلاف هر واحد آن	عرفون 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
	$(NH_4)_2CO_3$	دانلود از اپلیکیشن پادرس		$FeSO_4$	

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

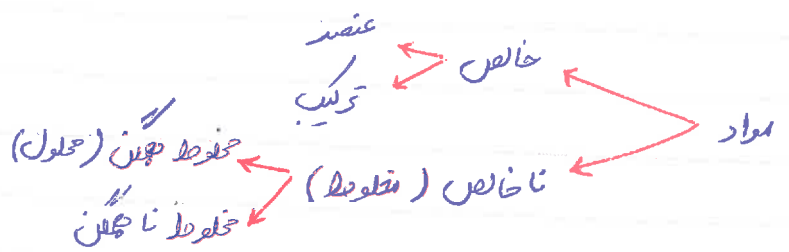
(سراسری تجربی ۹۶ - تغییر اندک)

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 درباره 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

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

مخلوط ^{گفتن} (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 طور 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)

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

توجه: در محلول آبی قندخ (اسکن گلوکز) حالت فیزیکی در سرتاسر آن جامع 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 ^{تقریب} داریم و یون های بسیار کم در آن وجود دارند و ۱۰٪ از مولکول های H_2O درست نشده !)

مخلوط ناگفتن : مخلوطی که ذرات سازنده آن به طور یکنواخت در یکدیگر خشن نشده اند . مخلوط های ناگفتن 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

یا ناوری : در علوم هضم ^{تقریب} آن موخند که هر محلولی در دراز ^{تقریب} حلیک ^{تقریب} حاصل ^{تقریب} رسوده تسلیل 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 جایی که کم زنگ و یا سرم فیزیولوژی و اگر مقدار حل شونده

(ها) در واحد حجم زیاد باشد به آن در محلول غلیظ گفته می شود. مانند جایی که پر زنگ یا مایع غلیظ یا مایع غلیظ است.

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 ۱۰۰۰ گرم آب دریای مرده (بحر الميت)، در حدود ۲۷۰ گرم حل شونده (انواع نمک ها) در هر ۱۰۰۰ 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 (۳۴۵) دریا مدیترانه (۳۱۹) دریا سیخ (۳۱) دریا مرده (۲۷) مقدار نمک در ۱۰۰۰ گرم محلول آب دریا

صرفاً جهت اطلاع: دریاچه ارومیه در صحن دریاچه شور دنیا است که در هر ۱۰۰۰ گرم از آن، بیش از ۲۰۰۰ 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 صورت عمده شامل Ca^{2+} ، 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 دریاها می‌باشد. به همین علت آن را می‌توان منبع غنی برای تولید نمک خوراکی دانست. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که متاسفانه این حوزه آبی دچار خشکی شده است و اگر این روند ادامه یابد، خسارت‌ها جبران ناپذیری خواهد بود. بزبانی بوم‌شناسی خواهد بود.

غلظت: شیمی دان ها غلظت یک محلول را برابر با مقدار حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می‌کنند. آنها در آزمایشگاه با محلول‌های 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 محلول‌ها به روش‌های نوناغی بیان می‌کنند 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.

۱) 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 می‌آید. حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق کنیم، محلولی بسیار کم رنگ پدید می‌آید که لوی رنگ ندارد. ظاهری رنگ این محلول نشان می‌دهد که محلول بسیار رقیق بوده و مقدار حل شونده در آن بسیار کم است (شکل ۱۱-۲). برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق، معمولاً از «قسمت در میلیون» (PPM) استفاده می‌شود:

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

در اینجا PPM، در صورتی که محلول بسیار رقیق است، نوع یکسانی اندازه گیری جرم (گرم، کیلوگرم، میلی‌گرم و...) دارد.

استفاده شود؛ در نتیجه PPM یکا ندارد. از PPM برای بیان غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی آب دریا، برون‌جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا استفاده می‌شود.

در آب این اوردخانه 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 هنگام پیزی است نه غلظت اکسیژن محلول در آن بیشتر از ۵ PPm بود. با انجام

حسابه مشخص کنید که ۹ kg آب حاوی ۶,۷۵ mg اکسیژن محلول، برای اذیت زندی ماهی ها مناسب است؟

(کمترین مقادیر اکسیژن مورد نیاز)

$$PPm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{6,75 \times 10^{-3} g}{9 \times 10^3 g} \times 10^6 = 0,75 PPm$$

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 لرم 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 ۱ لیتر آب)

$$? g NH_4^+ = 7 mg NH_4 OH \times \frac{1 g NH_4 OH}{100 mg NH_4 OH} \times \frac{1 mol NH_4 OH}{35 g NH_4 OH} \times \frac{1 mol NH_4^+}{1 mol NH_4 OH} \times \frac{18 g NH_4^+}{1 mol NH_4^+} = 3,6 \times 10^{-3} g NH_4^+$$

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

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

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

مقدار (از) لرم از خون یک سفار 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 بویایی این کوسه ها به صراط چند PPm خون حساس است؟ (حجم یک لیتر آب در مایه یک لیتر لرم در نظر بگیرید)

$$1 \text{ لرم} = \text{جرم ماده حل شونده (فونز)} = 4 \times 10^{11} \text{ kg} = \text{جرم آب} = \text{حجم آب}$$

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

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

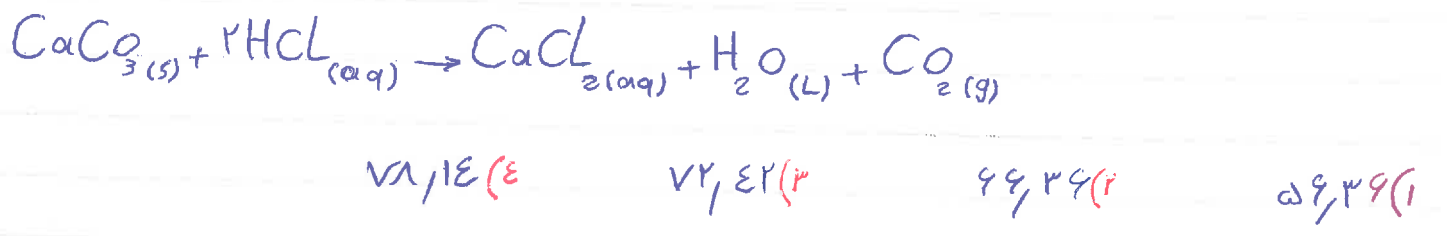
Mg^{2+} چند PPM است؟ ($\text{Mg}=24 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$) (چگالی محلول بزرگ است) $1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ است)

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) $12,2 \times 10^{-4}$
 - ۴) $15,6 \times 10^{-4}$

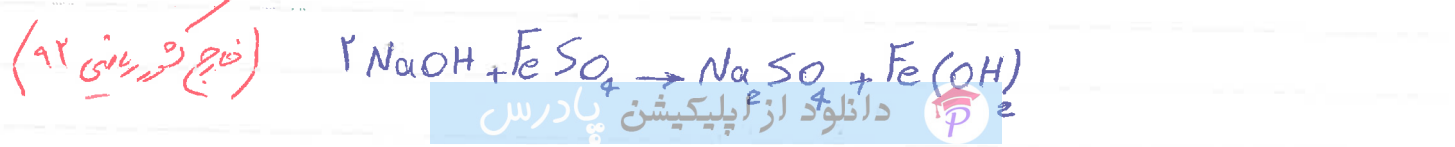
تست کنگور) اگر ۱۰۰ mL از محلول HCl با چگالی $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$ ۱،۱۰ با ۱۰ صلیب گرم کلسیم کربنات (CaCO_3) واکنش دهد،

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)



تست کنگور) اگر 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؟ ($\text{H}=1, \text{O}=16, \text{Na}=23, \text{S}=32, \text{Fe}=56 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$)



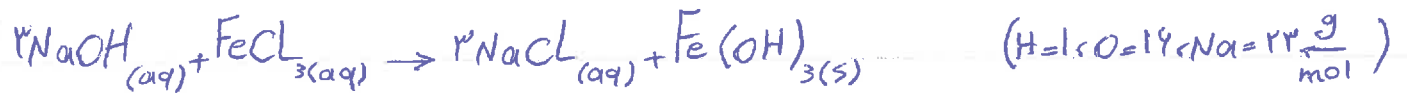
۱۹۱۳ (۴) ۱۵۱۶ (۳) ۷۹۱۲ (۲) ۶۱۱۴ (۱)

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) $(Ca=40, Cl=35,5 \frac{g}{mol})$ (محالین 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) مایع محلول سدیم هیدروکسید با غلظت ۱۲۰ PPM، با چند حول آهن (III) لکریه، به صورت زیر واکنش می دهد؟



(فازخ سدیم هیدروکسید تجربی ۹۳) 1×10^{-3} (۱) 4×10^{-3} (۲) 1×10^{-5} (۳) 2×10^{-5} (۴)

تست نگر (تست نگر) نمونه آب معدنی ۱۰۰ PPM یون سدیم وجود دارد، لکریه از این آب معدنی مقدار ۰.۰۴ حول

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

(فازخ سدیم لکریه تجربی ۹۴) ۱) صفر ۲) ۲,۵ ۳) ۱۲,۵ ۴) ۲۷,۵

تست نگر (تست نگر) یک مایع تصفیه آب آت مینی، فرضیت جذب درآند ۳ حول یون نیترات از آب دارد. با استفاده از این مایع

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

بگیرید) $(N=14, O=16 \frac{g}{m})$ (فازخ سدیم لکریه تجربی ۹۴)

- ۱) ۱۱۹۰
- ۲) ۱۹۰
- ۳) ۱۰۰
- ۴) ۴۰۰

تست نگر (تست نگر) یک نمونه سوخت دارای ۹۶ PPM لوردر است. سوختن هر تن از آن چند گرم سولفوریک اسید (H_2SO_4)

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

(فازخ سدیم لکریه تجربی ۹۴) ۱) ۲۹۴ ۲) ۲۴۰ ۳) ۲۹۴ ۴) ۲۴۰

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

شمین دلیل درصد جرمی یك ندارد.

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

محلول است.

سوال مقهور از عبارت در محلول استریندیم کبرید ۹۰۰ در صد برای تست رسوب دهان چیست؟

این عبارت نشان می دهد که در هر ۱۰۰ گرم محلول مقدار ۹۰۰ گرم سیم کبرید و ۹۹۹ گرم آب وجود دارد.

توجه: 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 معلوم باشد، ما قادریم که می توانیم با ضرب کردن آن در عدد ۱۰۰۰۰ 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))

$$28175 \text{ mL آناتول} \times \frac{1.1 \text{ g آناتول}}{1 \text{ mL آناتول}} = 31 \text{ g آناتول} \qquad 1.5 \text{ mol } H_2O \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 27 \text{ g } H_2O$$

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

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

مثال ۳
جرم حل آب ها موجود روی زمین در حدود 5×10^{18} 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 ۹۰)

$$3.5 = \frac{\text{انواع نمک}}{5 \times 10^{18} \text{ ton}} \times 100 \Rightarrow \text{انواع نمک} = 1.75 \times 10^{17} \text{ ton}$$

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

$$\text{در صد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 \Rightarrow 50 = \frac{NaHCO_3}{150} \times 100 \Rightarrow 75 \text{ g } NaHCO_3$$

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

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 را با ۱ PPM بار، 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 $\frac{1 g}{mL}$

$1 m^3 = 1000 L = 1000 kg = 700 m^3 = 700 \times 10^3 kg$ است!

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

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

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

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

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

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 ۱.۲۵ با ۱۰۰۰ لیتر می توان تهیه کرد؟

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

تمرین ۲) در ۱۰ میلی لیتر از محلول ۱۰ درصد جرمی سدیم کربنات (Na_2CO_3) با چگالی $\frac{1.06 \text{ g}}{\text{mL}}$ مقدار CO_2 مولی Na^+ وجود دارد؟ ($C=12, O=16, Na=23 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$)

تست المپاد) ۲.۵ میلی لیتر از یک محلول ۵۰ درصد جرمی $NaOH$ با چگالی $\frac{1.54 \text{ g}}{\text{mL}}$ با آب رقیق کرده به حجم نهایی ۷۵۰ میلی لیتر می رسانیم. 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!)

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

تست ننگ) اگر ۴۰۰ میلی گرم CCl_4 در ۲۱ میلی لیتر CCl_4 حل شود، در صد جرمی CCl_4 در محلول حاصل کدام است؟ (چگالی CCl_4 برابر $\frac{1.99 \text{ g}}{\text{mL}}$ در نظر بگیرید)

- ۸ (۱)
- ۶ (۲)
- ۲ (۳)
- ۴ (۴)

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 بکار برده شود، در ۲۵ گرم از این نمونه محلول سدیم هیدروکسید، چند گرم از آن وجود دارد؟

- ۲۰ (۱)
- ۲۵ (۲)
- ۲۰ (۳)
- ۲۵ (۴)

تست ننگ) در ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۴۰ درصد جرمی سولفوریک اسید با چگالی $\frac{1.25 \text{ g}}{\text{mL}}$ ، چند گرم از این اسید وجود دارد؟

- ۲۵ (۱)
- ۳۰ (۲)
- ۳۵ (۳)
- ۴۰ (۴)

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 همان فلز خالص را بکار بردیم در صد جرمی از 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

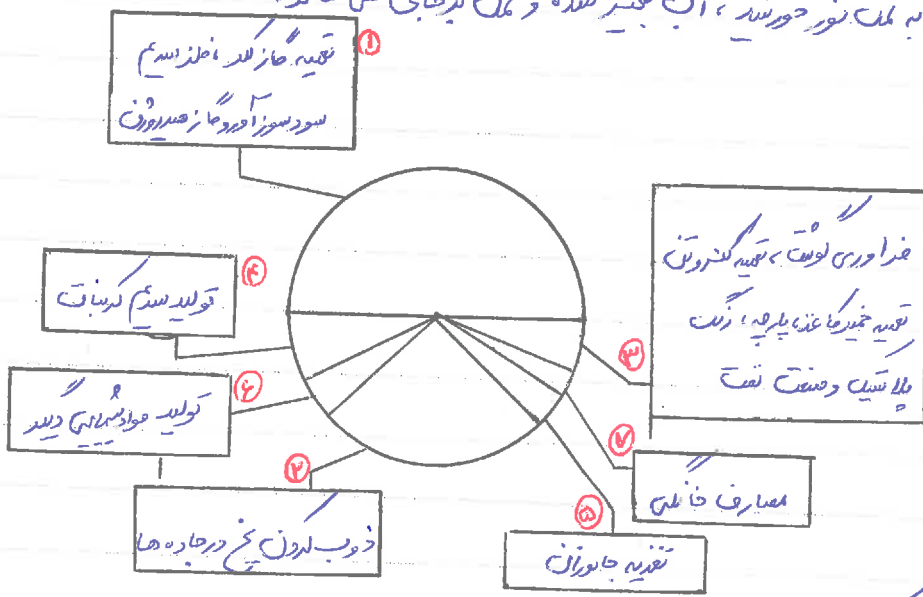
شده است، با توجه به نمودار مشخص است که

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



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

تغییر آب دریاچه چین به جی‌جی‌جی است. مالت این صخره حدود ۲۵۰ کیلوگرم سدیم است. برآورد شده است که در این

صخره ۲۵۰۰۰۰۰۰ تن نمک وجود دارد که سالانه ۲۵۰۰۰ تن نمک از آن استخراج می‌شود.

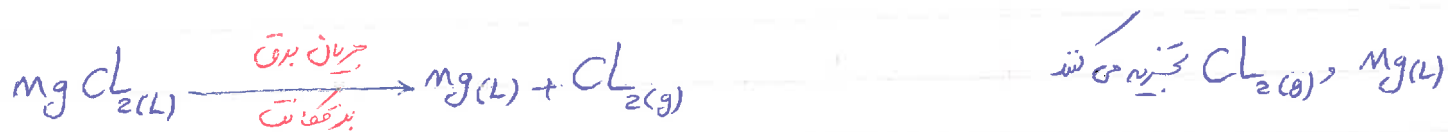
۲) فلز منیزیم: یکی از منابع تهیه فلز منیزیم آب دریاست. منیزیم در آب دریا به صورت کاتیون $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد، که طی مراحل

زیر جدولی می‌شود:

(I) منیزیم (Mg) 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 خواهید خواند. در اینجا یاد خواهیم

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 برای این فرایند عبور جریان برق (برق‌گذاشت) از منیزیم کلرید مذاب یا سدیم کلرید مذاب، به ترتیب فلز منیزیم طایع $(Mg(l))$



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 سوی دیگر مبنای محاسبه های کمی در شیمی 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 (مولیته) 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 آره لیتر این محلول آره مول و در آره لیتر آن، آره مول سدیم هیدروکسید حل شده وجود دارد.

نکته: با افزودن مقداری حل نموده به یک محلول در حجم ثابت، غلظت محلول اقدراسی 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 مول (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 منفری 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 مول 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؟

$$M = \frac{n}{V} \implies 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = \frac{n}{0.25 \text{ L}} \implies n = 0.125 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

مول اول (برای فرمول)

$$\text{مول دوم (از این کسر تبدیل)} \quad 0.125 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 = 0.25 \text{ L H}_2\text{SO}_4 \times \frac{0.5 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L H}_2\text{SO}_4}$$

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!

$$\text{دومین کسر تبدیل!} \quad 0.125 \text{ mol HNO}_3 = 1 \text{ m}^3 \text{ محلول} \times \frac{1000 \text{ L محلول}}{1 \text{ m}^3 \text{ محلول}} \times \frac{2 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{63 \text{ g HNO}_3}{1 \text{ mol HNO}_3} = 1.25 \times 10^5 \text{ g HNO}_3$$

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}})

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

$$5g NaOH = 0.1 mol NaOH \times \frac{50g NaOH}{1 mol NaOH} = 5g NaOH$$

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

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

برای اندازه گیری قند خون در رگ (dL) [1 dm = 1 m] از خون نمن حاصل می دهد.

مثال ۵) قند خون شخصی میانگین ۱۰۰ mg/dL را دارد. این دستگاه عدد ۱۹۵ را نشان می دهد. غلظت

$$\text{مولی (مولار)} \text{ لگولوتی در خون این شخص چیست؟ (100 mL = 1 dL) (H=1, C=12, O=16 \frac{g}{mol})$$

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

$$95 mg C_6H_{12}O_6 \times \frac{1g C_6H_{12}O_6}{1000 mg C_6H_{12}O_6} \times \frac{1 mol C_6H_{12}O_6}{180g C_6H_{12}O_6} = 5.28 \times 10^{-4} mol$$

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow M = \frac{5.28 \times 10^{-4} mol}{0.1 L} = 5.28 \times 10^{-3} \frac{mol}{L}$$

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

مثال ۶) غلظت محلول ۵۰ درصد جرمی سولفوریک اسید (H2SO4) که چگالی آن 1.25 \frac{g}{mL} است، برای تهیه ۱ لیتر محلول ۰.۱ مولی است؟

(جرم مولی H2SO4 برابر 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

$$\left\{ \begin{array}{l} 100g \text{ محلول} \rightarrow 100g \times \frac{1 mL}{1.25g} \times \frac{1L}{1000 mL} = 80 mL \\ 50g H_2SO_4 \rightarrow 50g H_2SO_4 \times \frac{1 mol H_2SO_4}{98g H_2SO_4} = 0.51 mol \end{array} \right. \quad M = \frac{n}{V} = \frac{0.51 mol}{80 mL} = 6.375 \frac{mol}{L}$$

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

۱۰۰ درصد جرمی → ۱۰۰۰ mg/dL → ۱۰۰۰ mg/dL × ۱۰⁻³ = ۱۰۰۰ mg/L → ۱۰۰۰ mg/L × ۱۰⁻³ = ۱۰⁻³ mol/L

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

حال مثال را با استفاده از این فرمول حل می‌کنیم:

$$m = \frac{10 \times 40 \times 120}{98} = 5,1 \frac{\text{mol}}{L} \Rightarrow M = 5,1 \frac{\text{mol}}{L}$$

مثال ۷) به ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۳ مولار فسفریک اسید (H_3PO_4)، ۴۰۰ میلی لیتر فسفات سدیم اضافه می‌کنیم، غلظت محلول نهایی ۳,۷۵ مولار است، غلظت محلول اضافه شده را حساب کنید؟

$$\begin{cases} V = V_1 + V_2 = 200 + 400 = 600 \text{ mL} = 0,6 \text{ L} \\ n = M_1 \times V_1 = 3,1 \frac{\text{mol}}{L} \times 0,6 \text{ L} = 1,8 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\begin{cases} n = 3 \frac{\text{mol}}{L} \times 0,2 \text{ L} = 0,6 \text{ mol} \\ M = 3,1 - 0,6 = 2,5 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow M_{\text{ناتویه}} = \frac{n_{\text{ناتویه}}}{V_{\text{ناتویه}}} = \frac{1,8 \text{ mol}}{0,6 \text{ L}} = 3,1 \frac{\text{mol}}{L}$$

* 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:

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

توجه! در رابطه روبه رویان حجم (V) برای همه محلول‌ها باید یکسان باشد.

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

$$M = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{(200 \times 3) + (400 \times M_2)}{200 + 400} = 3,1 \frac{\text{mol}}{L} \Rightarrow M_2 = 3,75 \frac{\text{mol}}{L}$$

مثال ۸) غلظت محلول ۱۰۰ ppm از سدیم و هیدروکسید، چند مولار (مول بر لیتر) است؟ (حالت محلول)

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

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

$$\left. \begin{aligned} ? \text{ mol NaOH} &= 1 \times 10^{-3} \text{ g NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol NaOH} \\ ? \text{ L محلول} &= 100 \text{ g محلول} \times \frac{1 \text{ mL محلول}}{1,2 \text{ g محلول}} \times \frac{1 \text{ L محلول}}{1000 \text{ mL محلول}} = 0,083 \text{ L} \end{aligned} \right\} \Rightarrow M = \frac{n}{V} = \frac{2,5 \times 10^{-5} \text{ mol}}{0,083 \text{ L}} = 3,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

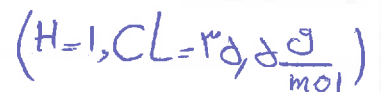
تمرین ۱) در ۳۰۰ mL محلول نسیب سولفات (CaSO_4) با چگالی $\frac{2 \text{ g}}{\text{L}}$ =

الف) چند گرم از این محلول وجود دارد؟

ب) مولاریته محلول حاصل را به دست آورید؟

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

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



تمرین ۴) ۵۰۰ mL محلول ۲ مولاریته نسیب هیدروکلریک با ۱۰۰ mL محلول ۵ مولار آن مخلوط و همزن می‌نیم. غلظت

مولار محلول جدید را به دست آورید؟

تمرین 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٪ در صد جرمی 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 ۲۰۰ mL به محلول حدوداً ۳ مول این اسید تبدیل شود؟

(فناج شوخی رمانی ۹۱)

۲۰۰ mL به محلول حدوداً ۳ مول این اسید تبدیل شود؟

- ۹,۱ (۱)
- ۷,۴ (۲)
- ۸,۳ (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 ۱,۱۲)

(فناج شوخی ۹۱)

$$1,12 \frac{g}{mL} \text{ در نظر بگیرید } (H=1, O=16, S=32 \frac{g}{mol})$$

۶۲۵۰ (۴)

۶۲۲۵ (۳)

۳۲۱۵ (۲)

۳۱۲۵ (۱)

کدام تست نفوذ؟ با ۱۰ 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)

کدام تست نفوذ؟ 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)

کدام تست نفوذ؟ 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 $\frac{118}{ml}$ لازم است؟ $(H=1, O=16, S=32 \frac{g}{mol})$

۱۰ (۴)

۵ (۳)

۷,۵ (۲)

۱۱,۵ (۱)

کدام تست نفوذ؟ 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)

کدام تست نفوذ؟ اگر غلظت یون سدیم در یک نمونه آب دریا برابر ۱۰۰۰ ppm است. اگر چگالی این نمونه آب برابر $\frac{1050}{ml}$

(سراسری ریاضی ۹۷)

$(Na=23 \frac{g}{mol})$

چند مول است؟

۰,۶۵ (۴)

۰,۴۸ (۳)

۰,۳۶ (۲)

۰,۲۳ (۱)

توجه: محاسبات 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 شغای های شیمی می باشد. لطفاً در حین مطالعه 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 دوروش 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 از مولکول سدیم هیدروکسید

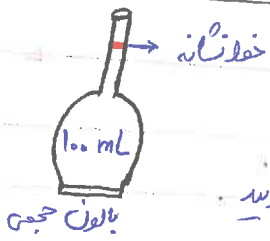
ب) انجام محاسبات لازم برای برداشتن مقدار مشخصی از ماده اولیه؛ NaOH به شکل جامد وجود دارد اگر فرض کنیم درجه خلوص آن ۱۰۰٪ باشد باید محاسبه کنیم که چند گرم از آن برای تهیه ۱۰۰ mL محلول ۱ M از مولکول لازم است.

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

گرم تبدیل غلظت مولی

ج) انتقال به بالون حجمی؛ مقدار ۴ گرم سدیم هیدروکسید خالص 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



نگاه به حجم مورد نظر (یعنی ۱۰۰ mL) می‌کنیم.

الکون ما ۱۰۰ mL محلول از مولار NaOH تهیه کرده‌ایم که به آن محلول استاندارد هم می‌گویند.

توجه: محلول استاندارد به محلولی گفته می‌شود 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 محلول‌ها):

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 می‌خواهیم یک محلول غلیظ را با افزودن آب رقیق کنیم باید بدانیم که تعداد مول حل شونده تعیین

میشود 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 عددی می‌تواند باشد ولی واحد هر دو باید یکسان باشد (هر دو mL یا L).

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 برآوردن حجم معینی از مایع غلیظ: یا استفاده از فرمول $(M_1 V_1 = M_2 V_2)$ یا روش

که تبدیل می‌توانیم حجم معینی را که باید از محلول غلیظ داشت را محاسبه کرد:

دانلود از اپلیکیشن **پد** $2V_1 = 100 \times 2 \Rightarrow V_1 = 100 \text{ mL}$

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 عموماً 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.

۳. 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 نظر می 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 دمای معین حل می شود به اختلال

پدیری آن ماده می گویند. 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 $25^{\circ}C$ برابر 36 گرم است به چیست؟

پایه: متغیر این است که در دمای $25^{\circ}C$ حداکثر 36 گرم از $NaCl$ می توان در 100 گرم آب حل کرد 36 گرم محلول سیر شده از آن ساخته.

محلول های موجود در آزمایشگاه و پیرامون ما می تواند در بسیاری از سده و صنعت زیر مقدار دانسته باشد:

۱) محلول سیر شده: محلولی است که در دمای معین بیشترین مقدار حل شونده در آن موجود است در آن دما، مقدار بسیاری 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 92 گرم سدیم نیترات ($NaNO_3$) در دمای $25^{\circ}C$ در 100 گرم آب حل کنیم، 192 گرم محلول سیر شده خواهیم داشت و اگر به عنوان مثال 10 گرم دیگر به محلول سیر شده اضافه کنیم، همه 10 گرم رسوب خواهد کرد.

۲) محلول سیر نشده: محلولی است که در دمای معین می توان مقدار بسیاری 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 92 گرم سدیم نیترات ($NaNO_3$) برای مثال 10 گرم $NaNO_3$ همه 10 گرم آب حل کنیم، محلول ایجاد شده، سیر شده است و هنوز 12 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

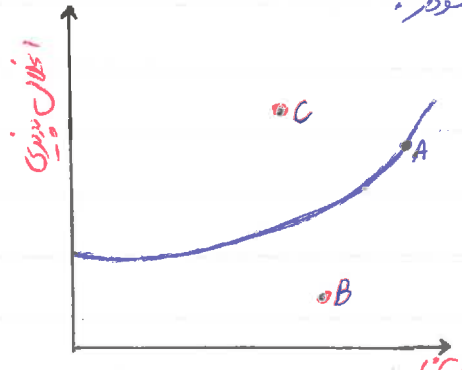


مثال ۴) اگر مقدار بیشتری از ۹۲ گرم سدیم نیترات (NaNO_3) در دهی ۲۵°C در ۱۰۰ گرم آب وجود داشته باشد

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 شکل 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 به سردی کنند تا به دما

عودت تقریباً به مقدار سیری حل شونده در محلول باقی بماند. در صورتاً جهت اصلاح زیر میزنیم محلول فرا سیر شده

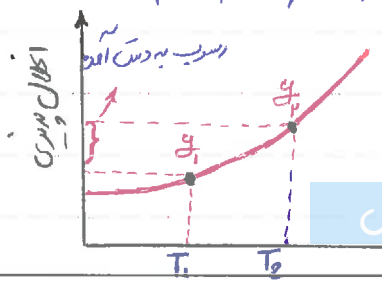
توضیح داده می شود، فقط بدانید چون مطلب مورد نظر در کتاب درسی اشاره نشده پس در امتحانات بهای و نظیر آن

سوال ملاحظه خواهد شد!

در صورتاً 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 به به سرعت تا دهی پائین 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

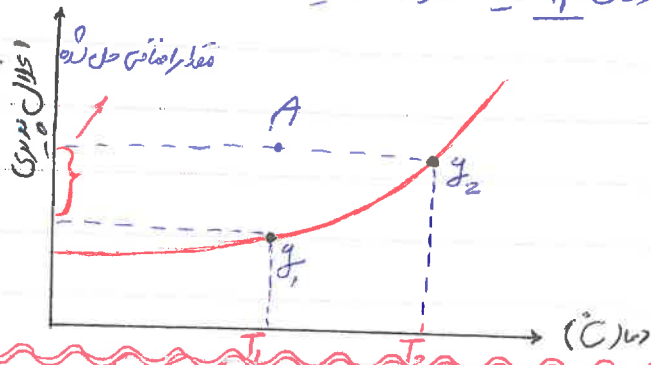


سبب خواهد شد.

(۲) اگر با هم در دمای T_2 محلول سیر 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 سیر شده است.



نکته: محلول فرا سیر 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 سیر 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 سیر شده به دست آوریم اگر به محلول فرا سیر شده حاصل مقدار ۱۰ گرم دیگر از سدیم سیرات را اضافه کنیم این ۱۰۰ 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 سیر شده ناپایدار است.

نکته: برای تشکیل این محلول سیر شده است یا سیر نشده یا فرا سیر شده، کافیت مقدار که از ماده حل شونده به محلول صورت پذیرد اضافه کنیم که در این صورت ۳ اتفاق می تواند بیفتد:

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

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

ج) اگر مقدار بیشتری از مقدار که حاصل از رسوب شد به محلول رسوب کند ← محلول فرا سیر 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 بقیه 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: مسکه

$(C_{12}H_{22}O_{11})$ ، سدیم نیترات $(NaNO_3)$ ، سدیم 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 \ll و \lll
 - ۳) مواد نامحلول ← و \lll و \lll انحلال پذیری
- خلاصه:

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 شفا می یابد می آید. مقدار این نمک از اختلال پدیری آن در ۳۷٪ و در خوناب (پلاسمای خون) بیشتر است.

مثال ۱) اگر ۱۹۰ گرم سدیم نیترات در دمای ۲۵°C درون ۲۰۰ گرم آب پدیریم و برای چند دقیقه محلول را به هم بزنیم: (اختلال پدیری 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 پدیری سدیم نیترات برابر ۹۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس می توان نوشت:

$$\text{در تریب مقدار } ۱۸۴ \text{ گرم از } ۱۹۰ \text{ گرم } \text{NaNO}_3 = ۲۰۰ \text{ گرم آب} \times \frac{۹۲ \text{ گرم } \text{NaNO}_3}{۱۰۰ \text{ گرم آب}} = ۱۸۴ \text{ گرم } \text{NaNO}_3$$

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

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 پدیری آنها تقریباً یا بیشتر؟ چرا؟

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

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

در افراد سالم: مقدار نمک موجود در ادرار \leq انحلال 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 انحلال

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

در افراد بیمار: مقدار نمک موجود در ادرار $<$ انحلال 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 انحلال پذیری ترکیب های یونی

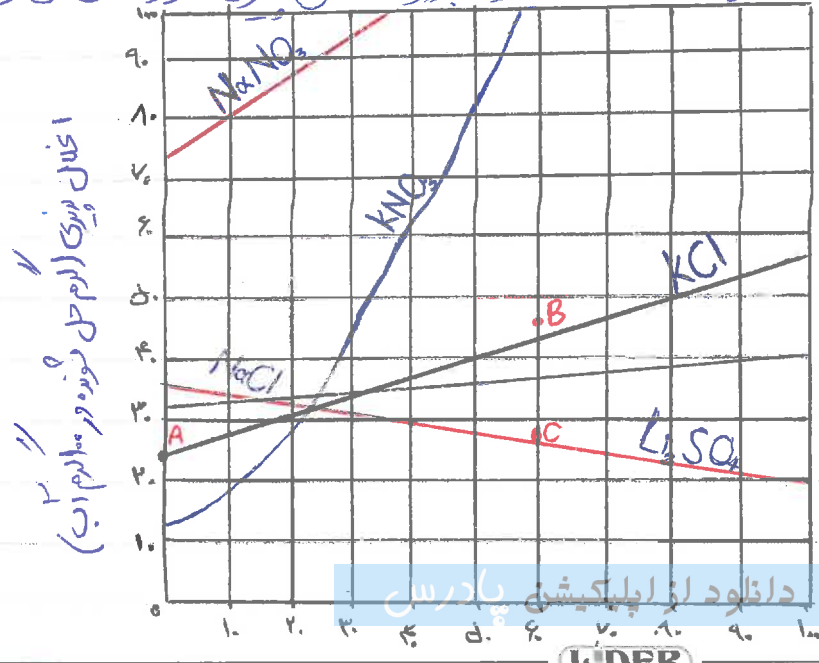
همانطور که در تعریف انحلال پذیری اشاره کردم، میزان انحلال پذیری برای مواد مختلف در دماهای معین و ثابت بررسی شد

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

وابستگی انحلال پذیری به دما می توان با رسم نمودار «انحلال 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 انحلال پذیری مواد مختلف می تواند به این

از حالت های زیر باشد:

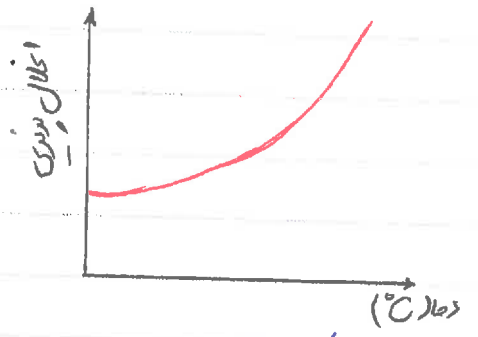


۱) افزایش دما - افزایش انحلال پذیری: اغلب ترکیب های یونی با افزایش دما، بیشتر در آب حل شده و انحلال پذیری

آنها افزایش می یابد؛ مانند KCl ، KNO_3 ، $NaNO_3$. 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 درجه (انرژی)

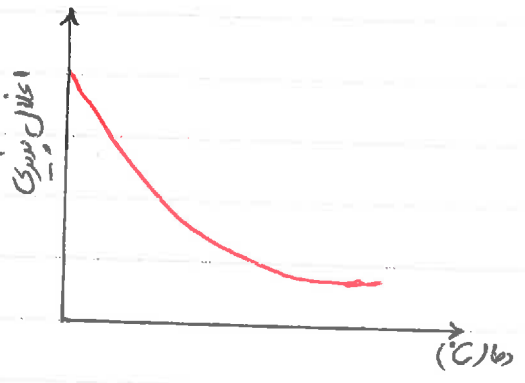


نیاز فلز یا املاحاً در حالت است؛ بنابراین انحلال پذیری

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.

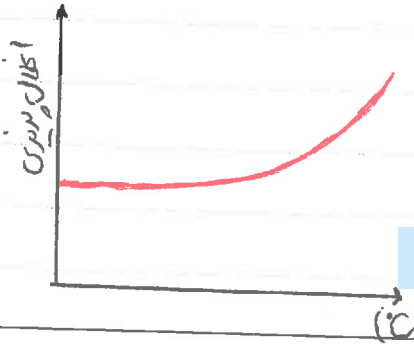
توجه: ضمنی انحلال پذیری نزولی نشان دهنده این است که

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 نهم آن کتاب در ریاضت «سنتیک» و خواصم خوانند.

د: افزایش دما باعث افزایش سرعت واکنش ها می شود. بنابراین افزایش دما به دانلود از اپلیکیشن یادرس

برای مواد دارای انحلال پذیری معدودی وجه برای مواد دارای انحلال پذیری نترولی، باعث افترا این سرعت انحلال ماده می شود. در انحلال NaCl هم هر چند افترا این دما بر 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 معدودی
- ب) KCl = خطی و معدودی
- ج) KNO_3 = منفشی و معدودی (سبب زیاد)
- د) Li_2SO_4 = خطی و نترولی -
- ه) $NaCl$ = خطی و مستقیم (معدودی با سبب ضعیف کم)

نکته: در هر وجه 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 منفشی «انحلال پذیری دما» برای KNO_3 از قبیه نمک های موجود در نمودار بیشتر است

می توانیم نتیجه گرفت که: تأثیر دمای انحلال پذیری KNO_3 از قبیه نمک های موجود در نمودار بیشتر است.

ب) چون سبب مستقیم «انحلال پذیری دما» برای $NaCl$ از قبیه نمک های موجود در نمودار کمتر است، می توانیم نتیجه گرفت که:

تأثیر دمای انحلال پذیری $NaCl$ از قبیه 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 لیتیم سولفات در دمای $10^{\circ}C$ چند گرم است؟ در چه دمای انحلال پذیری آن برابر با $28g$ است؟

ب) هر یک از نقطه های B و C نسبت به منفشی انحلال پذیری KCl نشان دهنده چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.

ج) نقطه A روی نمودار انحلال پذیری KCl عرض از عمود آن نام دارد. این نقطه نشان دهنده چیست؟ توضیح دهید.

الف) با توجه به نمودار می توان گفت انحلال پذیری لیتیم سولفات در دمای $10^{\circ}C$ برابر $23g$ است. نمک در $100g$ آب است.

و هم چنین در دهای ۵۰٪ اختلاط پیری نسبت سولفات برابر ۲۸٪ می باشد

فقط C یک محلول سیر شده است - چون زیر نمودار اختلاط پیری KCL قرار دارد.
فقط B یک محلول سیر شده است - چون بالای نمودار اختلاط پیری KCL قرار دارد.

چم فقط A زن دهنده اختلاط پیری 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: اختلاط پیری ۵۰٪ سولفات پیری در دهای ۵۰٪ است. در ۵۰٪ محلول سیر شده ۵۰٪ سولفات پیری در این دهی، چند گرم

KCL حل شده است؟

پایین: اختلاط پیری ۵۰٪ یعنی در ۱۰۰٪ آب، ۵۰٪ سولفات پیری حل شده و حجم محلول ۱۴۰٪ است در نتیجه می توان نوشت:

$$KCL = 50 \text{ g} \times \frac{50 \text{ g KCL}}{140 \text{ g}} = 14,28 \text{ g KCL}$$

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

(سولفات پیری ۸۷٪)

اختلاط پیری این نمک بر حسب گرم در ۱۰۰٪ آب چه مقدار خواهد بود؟

پایین: اگر به تعریف اختلاط پیری توجه کنیم باید حجم محلول به دست آید:

$$H_2O = 25 \text{ g} = \text{حجم محلول} \Rightarrow 25 \text{ g} + 3,5 \text{ g} = \text{حجم محلول} \Rightarrow 28,5 \text{ g} = \text{حجم محلول}$$

$$KNO_3 = 100 \text{ g} \times \frac{25 \text{ g KNO}_3}{28,5 \text{ g H}_2O} = 14,28 \text{ g KNO}_3$$

البته قسمت مربوط به سولفات پیری را می توان با نسبت حجمی کرد و پس نسبت مناسب فقط برای سولفات پیری و در اتمی نات مناسبی

$$\begin{matrix} 28,5 \text{ گرم آب} & 28,5 \text{ گرم KNO}_3 \\ 100 & x \end{matrix} \Rightarrow x = \frac{100 \times 28,5}{28} = 14,28 \text{ g KNO}_3$$

منوع می باشد

مسئله ۳: با حل کردن ۳ مول نیترات پتاسیم (KNO_3) در ۵۰۰ گرم آب در دمای ۲۰°C یک محلول سیر شده بوجود می آید.

اختلال پذیری نیترات پتاسیم در این دما به دست آورید؟ ($K=۳۹, O=۱۶, N=۱۴ \frac{g}{mol}$)

$$g KNO_3 = 0.3 \text{ mol } KNO_3 \times \frac{101 \text{ g } KNO_3}{1 \text{ mol } KNO_3} = 30.3 \text{ g } KNO_3$$

$$g KNO_3 = 100 \text{ g } H_2O \times \frac{30.3 \text{ g } KNO_3}{50 \text{ g } H_2O} = 60.6 \text{ g } KNO_3$$

مسئله ۴: اگر در دمای مشخص مقدار ۲۰۰ گرم نیترات پتاسیم در ۱۰۰ گرم محلول سیر شده آن حل شده باشد، اختلال پذیری نیترات پتاسیم

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

$$g CaCl_2 = 0.2 \text{ mol } CaCl_2 \times \frac{111 \text{ g } CaCl_2}{1 \text{ mol } CaCl_2} = 22.2 \text{ g } CaCl_2$$

$$H_2O = 62.8 \text{ g} = \text{جرم محلول (آب)} + 22.2 \text{ g} = \text{جرم محلول} + \text{جرم حل شونده} \Rightarrow 185 \text{ g}$$

$$g CaCl_2 = 100 \text{ g } H_2O \times \frac{22.2 \text{ g } CaCl_2}{62.8 \text{ g } H_2O} = 35.3 \text{ g } CaCl_2$$

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

محلول نقره نیترات حاصله چند گرم نقره پتاسیم را رسوب می کند؟ ($Cl=۳۵.۵, K=۳۹, Ag=۱۰۸ \frac{g}{mol}$)

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

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

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



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

توجه: همانطور که دیدیم تغییرات دما در اختلال پذیری نیترات پتاسیم در این دما تاثیر زیادی ندارد.

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، ضغافتی 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

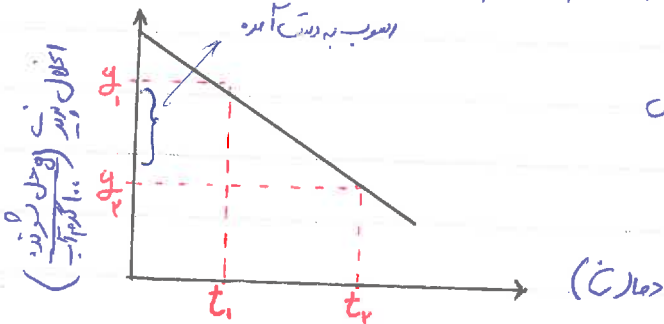
$$H_2O \text{ } 100g + \text{جرم حل شونده} = \text{جرم محلول}$$

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

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

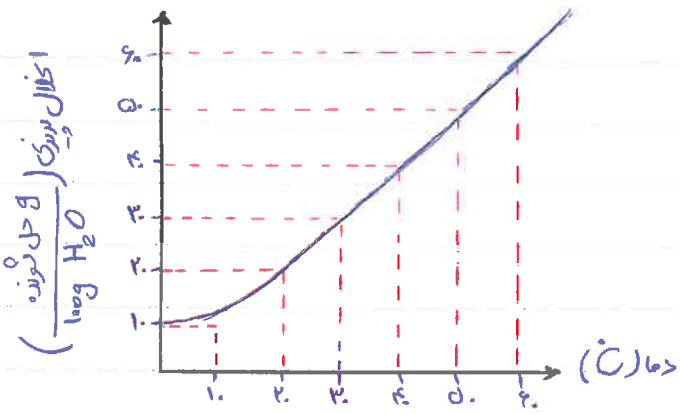
به اندازه تفاوت اختلاف پذیری ماده مورد نظر در دو دمای t_1 و t_2 ($t_2 - t_1$) به حسب گرم رسوب تشکیل خواهد شد.



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



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:

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

در تیر 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 از دمای ۴۰ به ۲۰ سرد کنیم مقدار ۲۰g نمک A رسوب خواهد کرد حال طبق صورت سؤال، اگر بخواهیم ۱۰g محلول نمک A بخواهیم از ۴۰ به ۲۰ سرد کنیم مقدار رسوب به دست

آمده را به صورت زیر به دست می آوریم:

$$\text{رسوب } 10\text{g} = 140\text{g} \times \frac{\text{رسوب } 20\text{g}}{\text{محلول } 140\text{g}} = 10\text{g} \times \frac{20}{140} = 1.43\text{g}$$

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 نظرمان تهیه کنیم (t_1) و پس دمای محلول را تا دمای پائین (t_2) کاهش دهیم (t_1)، به اندازه

تفاوت انحلال پذیری ماده در دمای t_1 و t_2 ($S_2 - S_1$) بر حسب گرم رسوب سبک 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 عمل

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

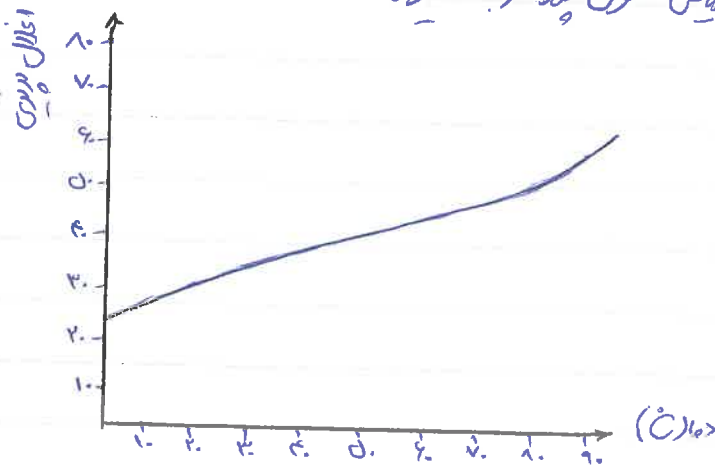
سریع به جواب دست پیدا کرده

در این رابطه: S_2 انحلال پذیری دمای پائین و S_1 انحلال پذیری دمای پائین تر و 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 دهای ۸۰٪ تا دهای ۱۰٪ سرد می‌کنیم. با بزرگن یک فنریه به قارف حاوی آن

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



پایه: در دهای ۸۰٪ مطابق با نمودار به ازای هر

۱۰۰ گرم آب دارای ۷۰ گرم حل‌شونده هستیم که در این ده

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

محلول را از دهای ۸۰٪ به دهای پایین‌تر سرد کنیم مقدار ۷۰

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

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

با توجه به رسوب ۷۰ اگر می‌توانیم محاسبه کنیم جرم محلول در دهای نهایی و $(100 - 70) = 30$ بوده است. یعنی ۳۰ گرم حل

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

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

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

حال اگر به نمودار رفت کنیم متوجه می‌شویم که ۳۰٪، انحلال پتتری مربوط به دهای ۳۰٪ سلسون می‌دهد.

تمرین ۱: در ۱۰۰ گرم محلول سیر شده پتاسیم کربنات در دهای ۷۰٪، مقدار K_2CO_3 ۱۴۶ وجود دارد. در این ده

انحلال پتتری پتاسیم کربنات چقدر است؟ دانلود از اپلیکیشن پادرس

تمرین ۲: چنانچه قابلیت حل شدن نسیم نترات در دهی معین برابر ۹ باشد، در این دهی، حداکثر 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 دهی معین برابر با ۶ است. برای تهیه کردن ۵۵ از محلول سیر شده NaOH

در این دهی چقدر صلیب سیر محلول ۲ مولار نیوفونیک اسید نیاز است؟ $(H=1, O=16, Na=23 \frac{g}{mol})$

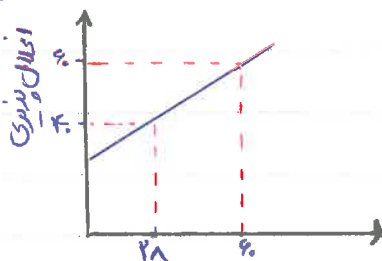
تمرین ۴: انحلال پذیری نیاسیم لکریه در دهی ۴۵ و ۹۰ به ترتیب، ۴۰ و ۱۵۵ است. اگر ۲۰۰ محلول سیر شده

KCl در دهی ۹۰ را با دهی ۴۵ سرد کنیم، حداکثر چند گرم KCl رسوب خواهد کرد؟

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

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

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



تقریب، چند گرم از ماده حل شده از محلول جامد می شود؟ (سراسری تجربی ۱۹)

۱۲ (۱) ۲۵ (۲) ۱۵ (۳) دانلود از اپلیکیشن پادرس (دهی C)

فازج زو مجربین (۹۲)

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

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

(۱) اخالل بنزری ۲۱۵ گرام نیتروژن در آب، بر خلاف سه ماده دیگر داده است.

(۲) سب نمودار اخالل بنزری ۲۱۵ گرام نیتروژن در آب در ۲۰°C، سبتر است.

(۳) محلول ۱۵۰ گرم سرب (II) نیتروژن در ۲۵۰ گرم آب در ۲۰°C، سبتر شده است.

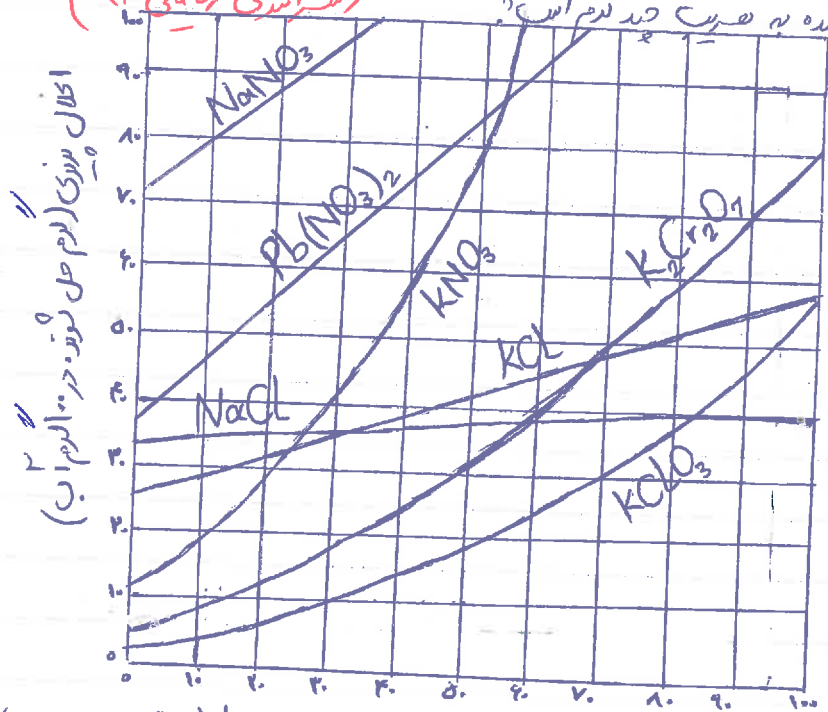
(۴) در ۵۰ گرم محلول سبتر شده ۲۱۵ گرام نیتروژن در ۲۰°C، ۷۰ گرم از آن وجود دارد.

ک تست نلند اگر با توجه به شکل مقابل، محلول با مشخصات A از چهار ترکیب داده شده در زیر، در ۴۰°C فراف جیاخانه

هر یک طاری ۱۰۰ گرم آب، در دمای ۷۰°C تهیه شود پس در محلول ۲۰°C حاصل داده شود، در ظرف محوی کدام ماده سبتر

سراسری با نیمی (۹۳)

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



(۱) ۲۸ گرام سبتر

(۲) ۱۵۰ گرام نیتروژن، صفر

(۳) ۲۱۵ گرام دی نیتروژن، ۴۸

(۴) سرب (II) نیتروژن، ۵

دما (C)

ک تست نلند با توجه به نمودار زیر (نمودار اخالل بنزری قسمت قبل) محلول سبتر شده ای از $K_2Cr_2O_7$ ($M = 294 \frac{g}{mol}$)

در ۵۰۰ گرم آب در دمای 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 مجربین (۹۱)

چند گرم از این مقدار رسوب می کند؟ (از تغییر حجم چشم پوشی شود و محال آب $\frac{g}{ml}$ است)

- (۱) ۵-۲۵
- (۲) ۲۰-۵۸
- (۳) ۲۵-۴۵
- (۴) ۲۰-۲۸

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

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

ترتیب صحیح محلول های به دست آمده کدام است؟ (از تغییر 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 ۳۲°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) ($CaSO_4 = 13\% Ca = \frac{40}{136} g/mol$)

- ۱) ۱.۵ ۲) ۱.۷ ۳) ۱.۸ ۴) ۱.۹

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 $\frac{1g}{ml}$ 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 فرایند 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 ۷۰ و ۱۴ گرم در ۱۰۰ گرم آب است)

- ۱) ۱۲.۳-۹۰ ۲) ۲۰-۹۰ ۳) ۱۲.۳-۹۰ ۴) ۲۰-۹۰

کدام تست نفوس) با توجه به داده ها جدول زیر از بین تن آب ازدهای سفید درجه سلیس تا دهای خامه گرم شود، در شرایطی

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

۴۰	۲۰	۰	دهای آب (C)
۶/۵	۹/۰۷	۱۴/۵	اختلال پیتری $(\frac{mg}{kg}) O_2$

- ۱) ۴/۵
- ۲) ۵/۶
- ۳) ۱۰/۲
- ۴) ۱۱/۲

کدام تست نفوس) اختلال پیتری ۱- هلدانول ($C_6H_{13}OH$) دردهای معین برابر واد% در ۱۰۰g آب است. غلظت مولار

محلول سرد شده آن در این دهال $(d=1 \frac{g}{mL})$ 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 نفتی یا جرم مولی ۸۰ گرم و چگالی $1.2 \frac{g}{mL}$ دردهای معین، تهیه شده است. اگر غلظت مولار آن

در همان دهال برابر $2.5 \frac{mol}{L}$ باشد، اختلال پیتری آن دردهای آزماش، چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟

- ۱) ۳۰
- ۲) ۲۴
- ۳) ۲۰
- ۴) ۱۶

کدام تست نفوس) اختلال پیتری آمونیاک در آب دردهای معین، برابر ۴.۷ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. محلول سرد شده آن در این

دهال در آب، به تقریب چند مول است؟ (چگالی محلول $0.9 \frac{g}{mL}$ فرض شود) (H=۱، N=۱۴ $\frac{g}{mol}$)

- ۱) ۱۴
- ۲) ۱۵
- ۳) ۱۶.۹۳
- ۴) ۱۷.۲۶

کدام تست نفوس) اختلال پیتری بیاسیم فسفات دردهای $42^{\circ}C$ برابر ۹۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. به تقریب چند مول از این نمک

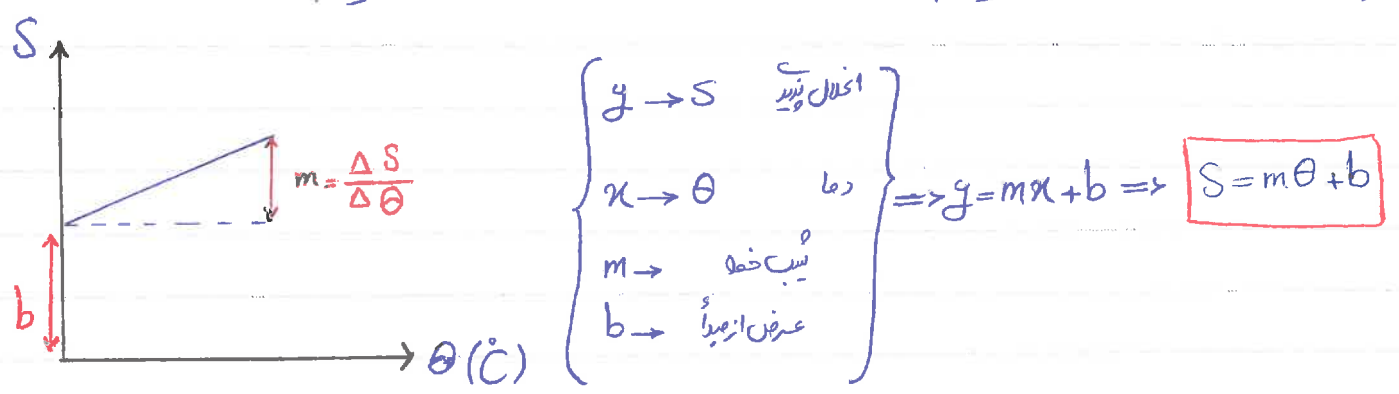
را باید در ۲ لیتر آب حل کرد تا محلول سرد شده آن در این دهال به دست آید؟ (چگالی آب برابر $1 \frac{g}{mL}$ است) (سراسری رافنی ۹۷)

- ۱) ۶۰.۴
- ۲) ۱۲۰.۸
- 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 ۰ درجه سانتیگراد است.

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

θ (C)	۰	۱۰	۲۰	۳۰
S (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 تعیین کنید.

$$S = m\theta + b$$

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

$$m = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1} \rightarrow \text{دماهای ۱۰ و ۲۰ را برای تعیین شیب انتخاب می کنیم}$$

$$m = \frac{11 - 10}{20 - 10} = \frac{1}{10} = 0.1 \Rightarrow \begin{cases} m = 0.1 \\ b = 7.2 \end{cases} \Rightarrow S = 0.1\theta + 7.2$$

ب) $NaNO_3$ برای $70^\circ C$ انحلال پذیرد. $S = 0.1\theta + 7.2 \xrightarrow{\theta=70} S = 0.1 \times 70 + 7.2 = 14.1g$

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؟

پایه الف) تا چند دما با انحلال پذیری $NaNO_3$ بیش از KCl است، زیرا به ازای هر درجه سانتی گراد، ۰.۲ گرم بر انحلال

پذیری $NaNO_3$ فقط ۰.۱ گرم بر 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

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

هزینه ۱. از جاسین نان می دهیم انحلال پذیری Li_2SO_4 در دماهای Li_2SO_4 نوبالون 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 گرم چند گرم Li_2SO_4 را می توان در ۱۰۰ گرم آب حل کرد تا محلول سیر شده ای (زنان به دست آید).

$\theta (^\circ C)$	۰	۲۰	۴۰	۷۰	۱۰۰
$S \left(\frac{g Li_2SO_4}{100g H_2O} \right)$	۳۶	۲۳	۳۰	۲۵/۵	۲۰

حترین ماده در معادله انحلال پذیری SO_4 بنا به صورت $39 + 150 = S$ بارده

الف) در هر جری این نفک در دمای $30^\circ C$ را به دست آورده؟

ب) غلظت یون SO_4 در محلول سید شده این ماده در دمای $30^\circ C$ بر حسب PPM به تقریب چه عددی خواهد شد؟ $(\frac{9}{4} SO_4 = 112 \frac{g}{mol})$

توجه! مسائل مربوطه به استوکیومتری در حالت محلول را در جزوه یادهم (فصل اول) به روش سریع تکنوری بررسی خواهند پس تا نوشتن جزوه یادهم سید کنید!

توجه! در نظر آب خوردن موش ها در میدان الکتریکی 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 چاله آن در حالت جامد کمتر از حالت مایع است.
- ۴) آب دارای نقطه جوش بالا و غیر عادی است. آب در مقایسه 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 خوانندیم: «باریدہ آب یا تو در سون یک گانہ پلاستی باردار شدہ بہ وسیلہ موہای خشک، متصرف 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، نفس یقین کنندہ ای در خواص آن دارد.

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

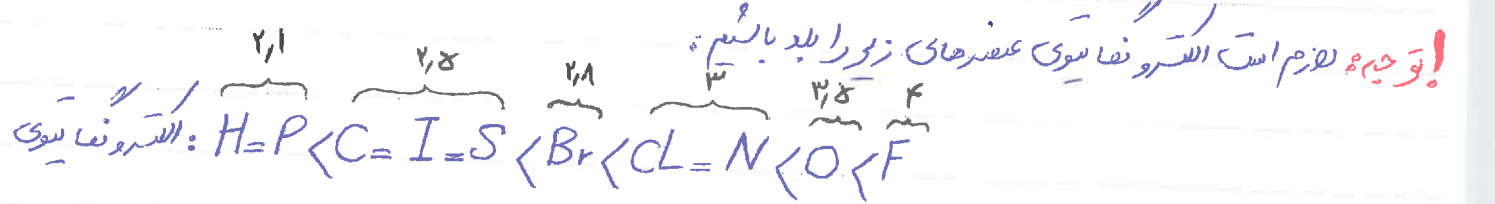
▲ انواع پیوند کووالانسی:

ہما نظر کہ یاد کردیم: در پیوند کووالانسی، پیوندی است کہ از اشتراک لذات الکترون‌ها بین اتم‌ها تسلیل می‌شود. برای درک مفهوم انواع پیوند کووالانسی باید با معنوی بہ اسم «الکترونفا توی» آشنا شویم.

الکترونفا توی: بہ توانایی نسبی اتم‌ها در کشیدن جفت الکترون اشتراکی در پیوند کووالانسی بہ سمت خود، الکترونفا توی می‌گویند. ہر جقدر الکترونفا توی یک اتم بیشتر باشد، آن اتم الکترون‌های پیوندی را بیشتر بہ سمت خود می‌کشد.

الکترونفا توی بہ صورت نسبی اندازہ گیری می‌شود و بالا ترین عدد آن، عدد ۴ برای فلورنور (الکترونفا تویترین عنصر) و کمترین عدد آن، عدد ۱ است برای سدیم و فرانسیم (دارای کمترین الکترونفا توی یا الکترونفا تویترین عنصر).

در حالت لای الکترونفا توی در یک دورہ از چو بہ راست امتداس در یک گروہ از بالا بہ پائین، حاصل 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 ہردو دارای قدرت کشندی برابر (الکترونفا توی برابر) باشند، در این حالت الکترون‌های اشتراکی 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 یلیمان نبوده و هر یک دارای قدرت کشندگی نام برابر (الکترو

نفاتی نام برابر) باشند، اتمی که قدرت کشندگی بیشتری (الکترو نفاتی بیشتر) داشته باشد، الکترون های اشتراکی را

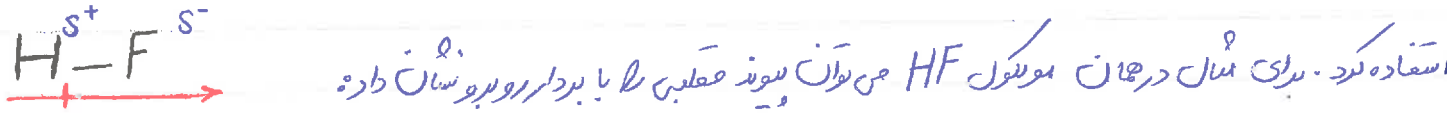
بیشتر به سمت خود جذب می کند و دارای مقدار جزئی بار منفی (S^-) و اتم دیگر دارای مقدار جزئی بار مثبت (S^+) می شود.

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؛

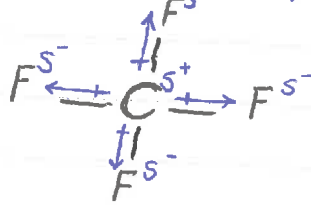
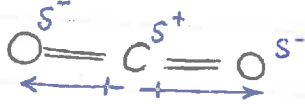
به عبارت دیگر مولکول های نا قطبی در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند. مولکول هایی مانند H_2 ، O_2 ، F_2 ،



توجه: در مولکول های دو اتمی همسان مانند O_2 و F_2 پیشین به دلیل اینکه همه پیوندهای آنها نا قطبی هستند،

مولکول قطبی ساده ولی در مولکول هایی مانند CF_4 و CO_2 با وجود داشتن پیوندهای قطبی، مولکول نا قطبی

است؟ به این دلیل که بردارهای دو قطبی همدیگر را خنثی می کنند:



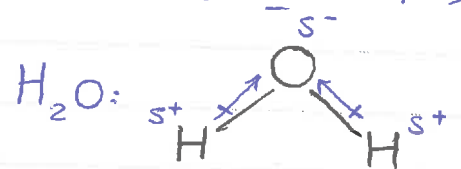
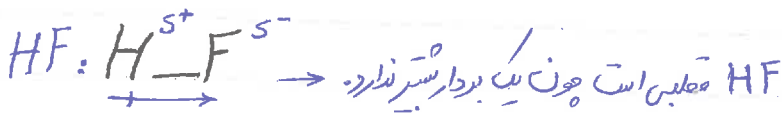
توجه! همانطور که می بینید در مولکول های CF_4 و CO_2 بردار برابر همفرست و در نتیجه نا قطبی هستند:

(نا قطبی $\rightarrow 0 =$ برابرند)

(۲) مولکول های قطبی: مولکول هایی که الکترون ها در آنها به صورت یکنواخت پخش نشده اند و در تقه ای از مولکول

بسیار (قطب منفی) و در تقه ای دیگر کمتر (قطب مثبت) است؛ به عبارت دیگر در مولکول های قطبی برابرند بردارها

دو قطبی همفرست. برای مثال مولکول های H_2O و HF قطبی هستند.



برای H_2O $\neq 0$ مولکول H_2O قطبی است.

به مولکول هایی مانند آب که به دلیل داشتن سرهای مثبت و منفی در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند، مولکول های

دو قطبی یا قطبی می گویند. مولکول های قطبی وقتی در یک میدان الکتریکی قرار می گیرند، مولکول ها به گونه ای قرار

می گیرند که سر مثبتشان به سمت صفحه با بار منفی و سر منفی شان به سمت صفحه با بار مثبت باشد. بنابراین همه مولکول ها

می چرخند و هم جهت می شوند به همین دلیل می گویند که مولکول های قطبی در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند.

▲ روش تشخیص مولکول های قطبی و نا قطبی:

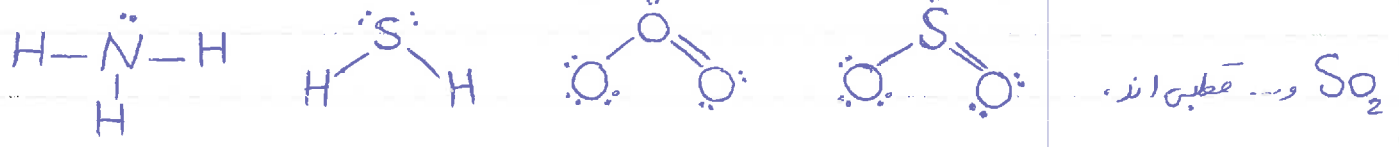
برای اینکه مولکول های قطبی و نا قطبی را بدون نیاز به رسم بردار برابر بسازیم دو قطبی تشخیص دهیم به ناه

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) اتم گروه های متصل به اتم مرکزی یکسان نباشد، مولکول قطبی است: CH_3Cl, CH_2F_2, HCN و ...

مولکول های نا قطبی:

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

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

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

(۳) اغلب مولکول هایی 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.

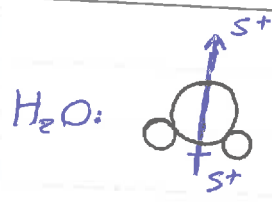
نکته: میزان قطبیت در مولکول های قطبی متفاوت است. این ویژگی با اندازه گیری یعنی به نام "گسترده و قطبیت"

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

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

قطبیت مولکول های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با ۱.۸۵D و ۰.۶۷D است و این اعداد نشان می دهد که میزان

قطبیت مولکول های آب ^۲ تولید برابری مولکول های هیدروژن سولفید است.



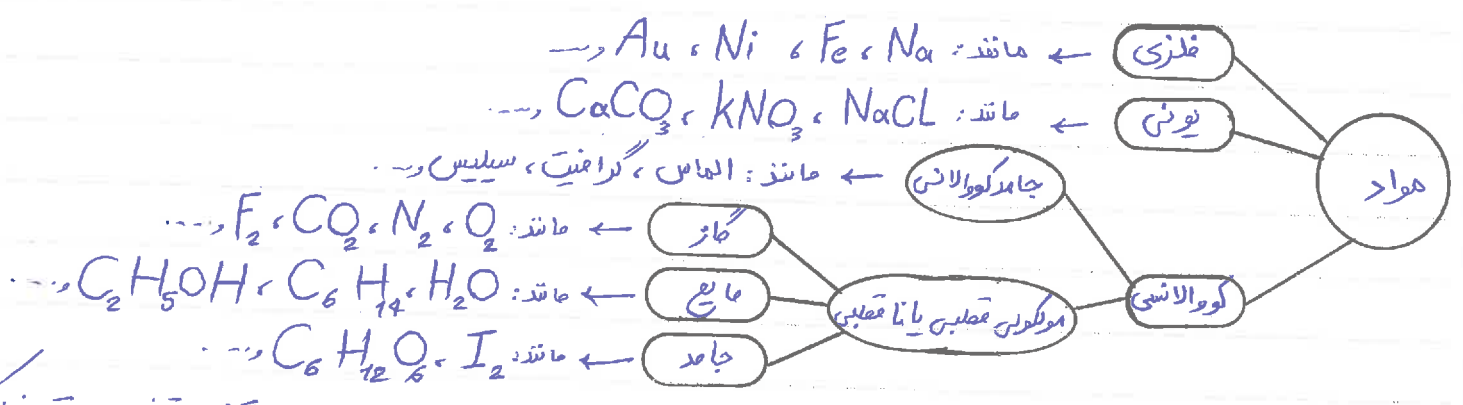
لذا در دو قطب ط را می توان به صورت یک فلش بر روی مولکول مطلب نشان داد.
توجه: لستاور دو قطب مولکول های نا قطب مانند O₂ برابر صفر است (μ(O₂) = 0 D)

▲ فیروهای بین مولکولی و قطب جوش موارد:

قبل از آنکه به تقسیم بندی انواع نیروهای بین اتم و بین مولکول بپردازیم لازم است با نمودار زیر و چند نوع تعریف بیشتر

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.

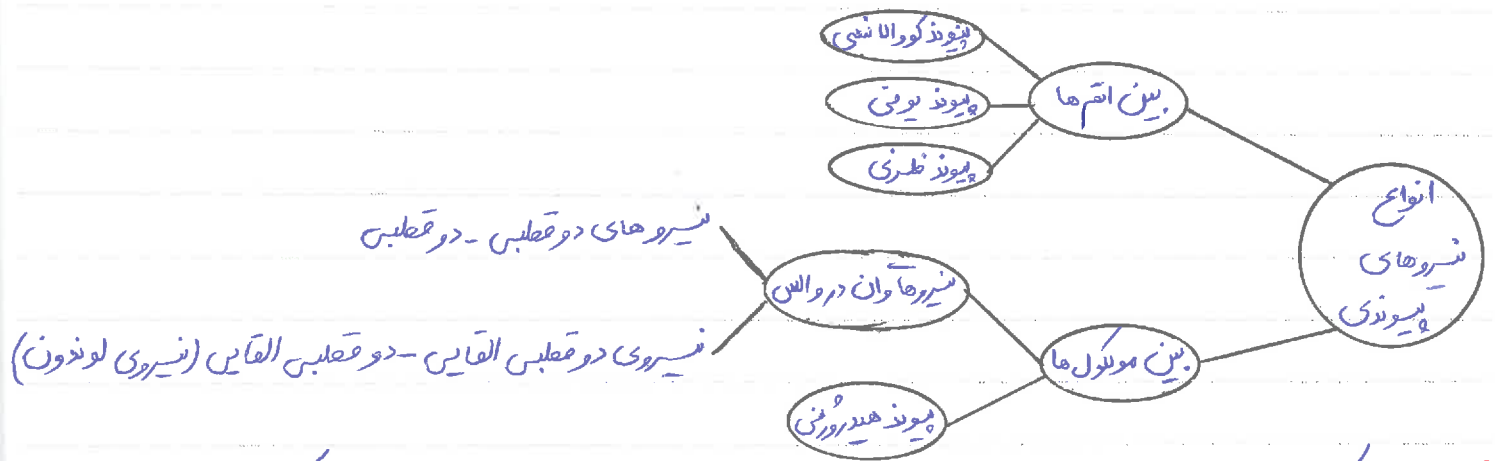
ترکیب مولکولی: به ترکیب های مانند O₂, CO₂, CH₄ و... که از مولکول های مجزا تشکیل شده اند، ترکیب مولکولی گفته می شود.

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 پیوند کووالانسی به هم متصل هستند و مولکول ها هم پیوند 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) حتماً به میان نیاید و فقط محض اساسی‌ترین سرفا دانش آموزان

در فودار^۲ از دیدم و از توضیحات بیشتر راجع به آنها پرهیز می‌کنم.

نکته: همانطور که در فودار^۲ ملاحظه کردید در به چیز پیوندهای هیدروژنی، به نیروهای جاذبه بین مولکولی، 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 شش‌فرد) 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) تا سه قطبیت مولکول: هر چه مولکول قطبیت^۸ تر باشد، میزان بار جزئی مثبت^۹ (K^+) و منفی آن^۹ (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 کوانتوم مولکولی های سازنده آن هم سخت شده و در نتیجه تقه جوش بالاتری دارد.

توجه: حواستون باشم که برای ذوب کردن و جوشاندن مواد مولکولی باید $HCl > F_2$: قدرت نیروی بین مولکولی
 $HCl > F_2$: تقه جوش

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

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) تأثیر 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) می آید

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 (دما)	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 هستند و با توجه به اینکه جرم مولی آب

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

گستره دو قطبیتی (مکمل) 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 عنصر الکترونگاتیو فلور (F)، اکسیژن (O) و نیتروژن (N) است (اصطلاحاً عناصر FON) در مجاورت یک اتم هین سه عنصر (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:

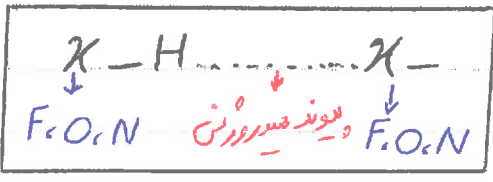
۱) مولکول، اتم هیدروژن (H) داشته باشد.

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 از سه عنصر الکترونگاتیو F یا O یا N وصل باشد، این

عناصر (FON) به دلیل الکترونگاتیوی بالا، الکترون های پیوندی را سلباً 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 صبت از یک مولکول با این اتم های F یا O یا N بدرا منفی از مولکول مجاور، جاذبه ای قوی به نام « پیوند

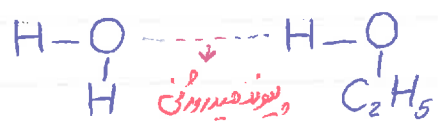
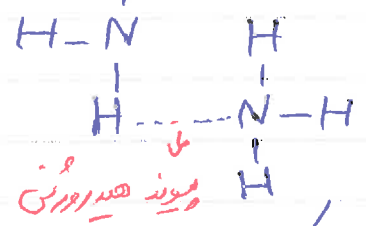
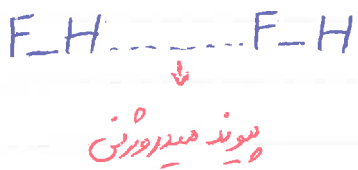
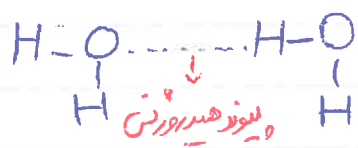


هیدروژنی « بوجود می آید.

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 (دوقطبی) محسوب می شود. وجود پیوند

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

توجه: پیوند هیدروژنی از دلیلهای جاذبه بین مولکولی (شیرهای وان دروالس) 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 پیکار نیز به صورت مجموعه های دوتایی، سه تایی و چند تایی با پیوند هیدروژنی به هم متصل اند.

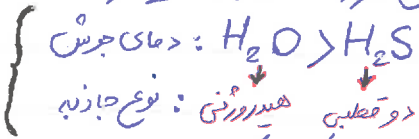
نکته: چون پیوند هیدروژنی یک نیروی بین مولکولی بسیار قوی محسوب می شود، اغلب ترکیب های دارای پیوند هیدروژنی

نقطه جوش بالاتری دارند.

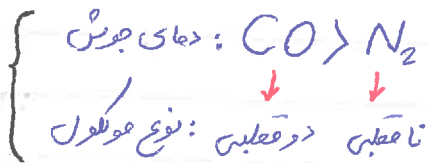
▲ چگونه نفعه جوش مواد مولکولی را مقایسه کنیم:

با توجه به اطلاعاتی که در مورد انواع جاذبه های بین مولکولی داریم، به ترتیب الیبت زیر می توان، جاذبه های مؤثر بر دمای جوش مواد را مرتب کرد:

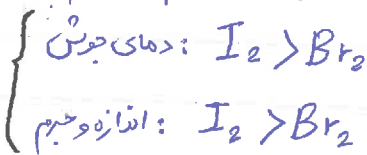
الف) پیوند هیدروژنی: در مقایسه دمای جوش اغلب ماده ای که پیوند هیدروژنی دارد، دمای جوش بیشتری دارد.



ب) قطبیت بودن مولکول: در دو مولکولی که جرم مولکولی نزدیک به هم دارند، ماده ای که مولکول های قطبی دارد، نفعه جوش بیشتری دارد.



ج) جرم و حجم مولکول: در مقایسه دمای جوش دو مولکول قطبی و یا دو مولکول نا قطبی، هر کدام که جرم و حجم مولکولی بیشتری دارد، دمای جوش بیشتری هم دارد.



کدام مهم: اغلب مواردی 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 قطبی 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، می جوشند.

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

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

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

ب) دمای جوش آن هارا با ذکر دلیل مقایسه کنید.

پاسخ:

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

ج) مولکول NH_3 به دلیل داشتن اتم H متصل به N، قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکول‌هاست 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 مؤثر می‌باشد)

مثال) جدول زیر ترکیب عناصر گروه ۱۷ با هیدروژن را نشان می‌دهد، 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 مولکول‌ها را 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 مولکول‌هاست در نتیجه نقطه

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

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

نمونه) 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 الکترونگاتیوی در H-F بیشتر از N-H است)

در نتیجه نقطه جوش HF بیشتر از NH_3 است. در نتیجه اختلاف الکترونگاتیوی H-F از H-O بیشتر است ولی تعداد

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

دانلود از اپلیکیشن  یا $(NH_3 > HF > H_2O)$ نقطه جوش

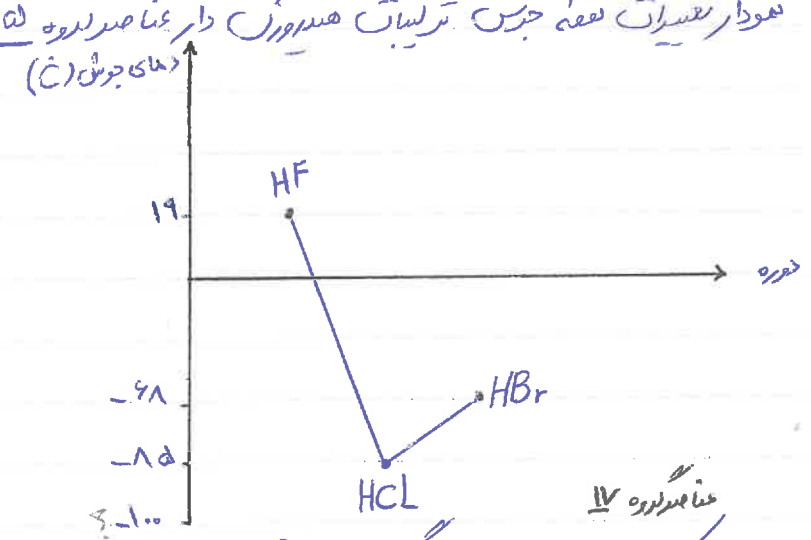
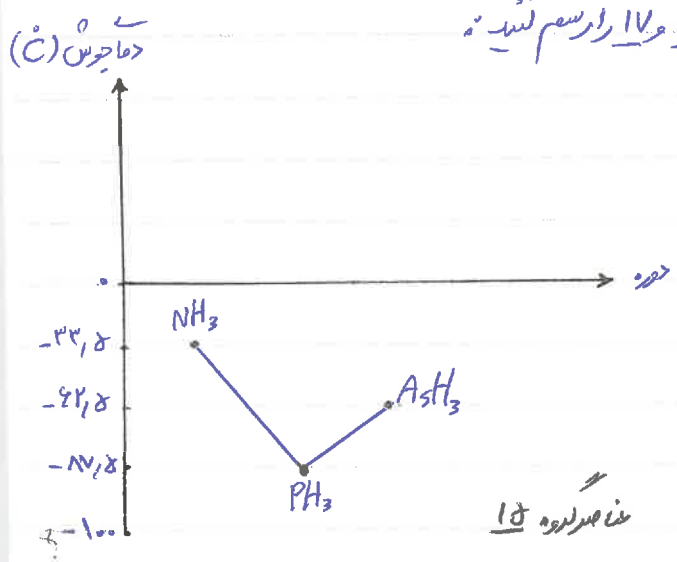
توجه: دلیل اختلال پذیری زیاد آتانول و استون در آب و اینکه به هر نسبتی در آب حل می شوند این است که هیدرومولکول توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را با مولکول های آب دارند!

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.

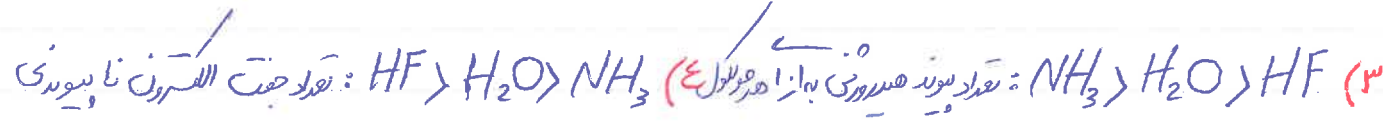
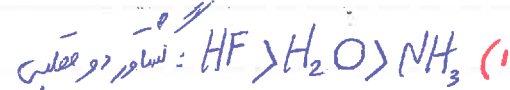
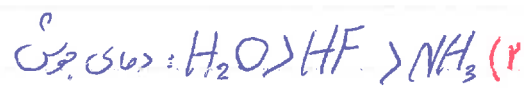
نکته: نام علمی استون، پروپانون (یادی قبیل کتون) می باشد. این مولکول کو حل پذیر است. عضو خانواده ای از ترکیب ها آکس به نام کتون هاسی باشد. نام این ترکیب ها (کتون ها) به «ون» ختم می شود.

صرفاً جهت اطلاع: ابوبکر محمد بن زکریا رازی، سمیدان، رباعی دان، فیلیوف، ستره شناس و پزشک ایرانی (هردی 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))

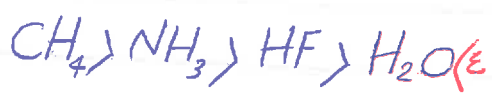
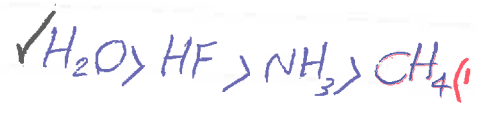
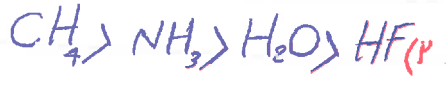


تعمیر: کدام مقایسه با توجه به ویژگی اشاره شده، نادرست است؟



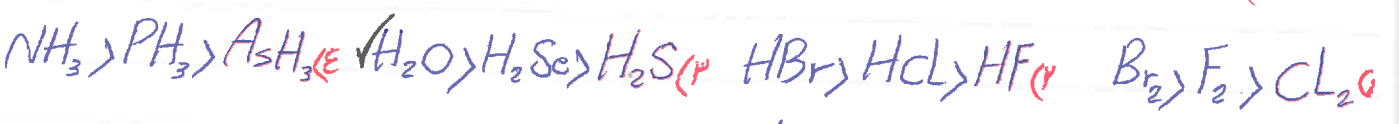
(سراسری ریاضی ۸۵)

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



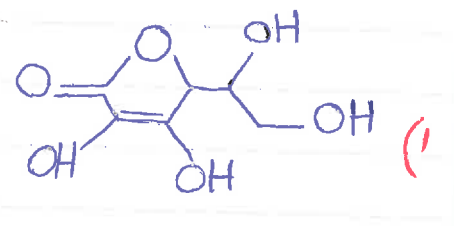
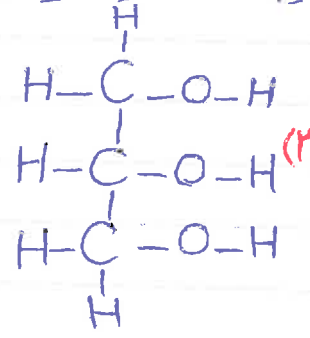
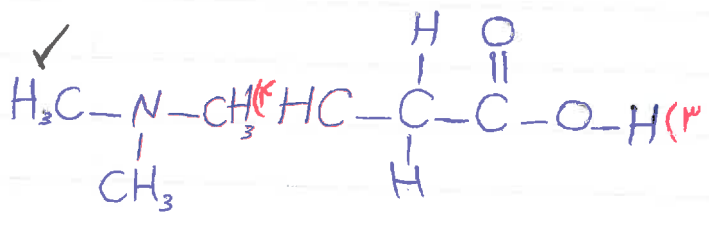
(فراچون تجربی ۸۹)

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 (وینامین C) چه مقدار 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 پیروی می کنند)

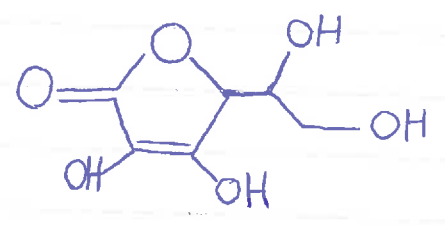
(سراسری تجربی ۹۶ با تفسیر اندک)

۱۲ - پائین تر (۲)

۱۲ - بالاتر ✓ (۱)

۱۰ - پائین تر (۴)

۱۰ - بالاتر (۳)



پیوند های هیدروژنی در حالت های مختلف لوانون آب

قبل تقسیم نه 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 مایه‌های مختلف در آب متفاوت است. هر چه در مایه‌ها تراکم تعداد پیوند هیدروژنی

کاهش می‌یابد. در سنجیده در حالت جامد، بیشترین پیوند هیدروژنی وجود دارد. بخار آب (بخار): تعداد پیوند هیدروژنی

می‌تواند پیوند هیدروژنی را در هر سه حالت (جامد، مایع و بخار) 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 می‌یابند.

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 می‌توانند و جایی می‌شوند

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 می‌شویم که هر اتم هیدروژن و هر اتم اکسیژن با پیوندی

می‌تواند عامل ایجاد یک پیوند هیدروژنی باشد که این خود باعث می‌شود 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 عسل با همگامی خالی در سه بعد پدید 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؟

پاسخ: اغلب مایعات به هنگام انجماد کاهش حجم پیدا می کنند و پس 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!)

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.

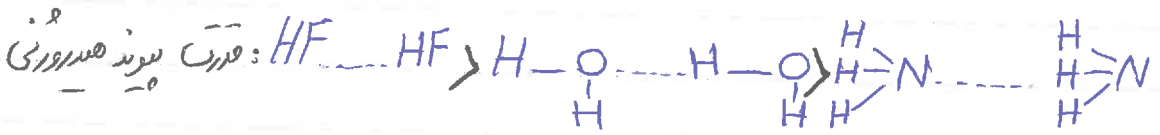
لاگتبه: ترکیب های یونی دمای جوش بالاتری نسبت به ترکیب های مولکولی دارند.

ث) تعداد پیوند هیدروژنی $C_2H_5OH_{(g)} > C_2H_5OH_{(l)} > C_2H_5OH_{(aq)}$

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

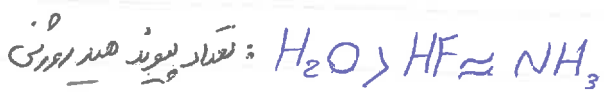
ج) دمای جوش: $H_2O < HF < NH_3$ دلیل: برای مقایسه دمای جوش این سه ماده باید در مفهوم

« 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 قطبی و رایج ترین 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 طبیعت انحلال پذیری خواندیم که برخی ترکیب های

یونی مانند: نقره کلرید (AgCl)، کلسیم فسفات (Ca₃(PO₄)₂) و باریم سولفات (BaSO₄) در آب نامحلول اند.
هم چنین کفر جلودر خواهیم خوانند که ترکیب های نامحلول در آب حل نمی شوند.

* انواع محلول ها: محلول ها دو 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 در زندگی جانداران نقش کلیدی و حیاتی دارند؛ به طوریکه اغلب محلول های موجود در بدن انسان محلول های آبی هستند. محلول هایی که بستر و انتقال دهنده مواد غذایی، کنترل دمای بدن، تقویت و 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 ۲۰ تا ۳۰ 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 (الکل) باشد، «محلول غیر آبی» گفته می شود؛ مانند بهترین خودرو یا محلول ید در هگزان.

! توجه: بهترین مخلوطی هگزان (محلول) از چند نفوذ از زرد کبک 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 ناقطبی ($C > H$) و در آب نامحلول است. این حلال مواد ناقطبی مانند (I_2) ، بنزین و... را در خود حل می‌کند و به عنوان رقیق‌کننده رنگ (تینر) کاربرد دارد.

نکته: لاک‌ها و دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها نامحلول در خود هستند (به جز در حدود صفر است) ($C > H$) بنابراین اغلب هیدروکربن‌ها ناقطبی 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 (لودزون)

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 (در قطبی) وجود

دارد. مانند: O_3 , HF , H_2S و...

نیروی دو قطبی القایی - دو قطبی القایی (لودزون): 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) سیس، سیس، رادر خود حل می کند: هادری اختلال در جدول پیش روینا که بهم

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 معادله ۳ نوع جاذبه یا نیروی بین ذره‌ای انجام می‌شود:

- | | | |
|---|---|---|
| \Leftarrow دو سی (آوب) 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 کئورفرم $(CHCl_3)$ 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 هلئزان (C_6H_{14}) ، انحلال روغن در تفت و...

~~(۳) اغلب ترکیب های یونی در آب (حلال قطبی) حل می‌شوند. به این دلیل 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 $AgCl$ ، $CaSO_4$ 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!

نتیجه: 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 CCl_4 حل پذیر میشوند (مخلوط نا همگن) و جاذبه بسیار ضعیف در قطبی -

در مقلبي القايي « را ايجاد مي کنند مانند: انحلال سد در آب

۲) موارد روني در حلال هاي ناقصي حل نمي شوند (مخلوطها ناگهني) و جاذبه بسيار ضعيف « يون - در مقلبي القايي «

را ايجاد مي کنند. مانند: انحلال NaCl در هلدان

توجه: به دوربروي جاذبه بين ذره اي در دو مقلبي - دو مقلبي القايي « و « يون - در مقلبي القايي « در کتاب درسي

اساره شده و پس دانش آن باعث بهبود نسبت باديري مي شود.

مثال: انحلال با عدم هريك از موارد زير را با ذکر دليل بررسي کنند:

الف) اتانول در آب ب) هلدان در آب ج) KNO_3 در هلدان د) بسترن

پاسخ الف) از آنجا که هم بين مولكول هاي آب خالص و هم بين مولكول هاي اتانول خالص به دليل وجود H

متصل به O، پوند هيدروژني وجود دارد، در نتيجه بعد از اضافه کردن آب و اتانول به يکديگر، برخي از پوندهاي

هيدروژني مولكول هاي آب و هم چنين برخي از پوندهاي هيدروژني اتانول شکسته شده و پوند هيدروژني جديدي بين

مولكول هاي آب و اتانول ايجاد مي شود که اين پوند هيدروژني جديد از پوند هاي هيدروژني اوليه ميان مولكول ها

آب خالص و اتانول خالص، قوي تر است يعني:

چنانچين شروي جاذبه ي ميان مولكول هاي آب خالص و اتانول خالص زير و جاذبه بين مولكول ها در محلول اتانول در

پاسخ ب) هلدان يك مولكول ناقصي است و آب مولكولي مقلبي که داراي پوند هيدروژني است. وقتي اين دو ماده

به هم اختلاط مي شوند، شروي جاذبه بين هلدان و آب (دو مقلبي - دو مقلبي القايي) به اندازه اي نيست که بتواند

بر پوند هيدروژني قوي بين مولكول هاي آب غلبه کند، در نتيجه اين دو ماده در يکديگر نا محلول اند.

توجه: در مخلوط هاي ناگهني به حالت مایع مانند آب و هلدان، اجزای مخلوطا به ميزان ناچيزي در يکديگر 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 القاب است. وقتی بیاسم نترات و هگزان با هم آمیخته می شوند، نیروی جاذبه بین یون ها

و مولکول های هگزان (یون - دو مقبب القاب) به اندازه ای نیست که بتواند بر پیوند یونی بین ترکیب یون KNO_3

غلبه کند؛ در نتیجه یک مخلوط نامیگن 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 ولی در مقبب

ترکیبات نامقربب هاستد روغن و دیگر هیدروکربن های مایع حل می شوند. با اقتراش جرم هیدروکربن ها، میزان نامقربب

شدن آنها اقتراش و انحلال آنها در آب کاهش می یابد.

تغییب یون در فرامند 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 بلد بزرگتر شده و با حفظ ماهیت خود، لایه لای مولکول ها

حلال بخش می شوند. مانند انحلال ید در هگزان، استون در آب، آتانول در آب، سکه در آب و...

برای مثال اگر به انحلال آتانول در آب توجه کنید، پس از انحلال مولکول های حل شونده آتانول در حلال آب، مولکول ها

آتانول به چند دلیلی تبدیل نمی شوند در حالی که بعضی جلودر در انحلال های یونی خواصم خواند 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 یونی تبدیل می‌شوند. بسیاری از نمک‌ها در آب حل می‌شوند. 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 می‌توان گفت تمام ترکیبات یونی نمک هستند زیرا بازها و اسید فلزات ترکیب یونی هستند و پس نمک هستند.

توجه!

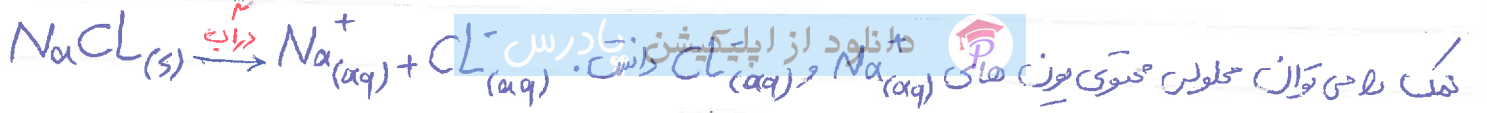
برای نمونه به فرایند انحلال سدیم کلرید در آب توجه کنید. سدیم کلرید یک ترکیب یونی با یون‌های متعین است که در آن

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 (سپین) با یون Na^+ و از سبب متعین (هیدروژن) با یون Cl^- جاذبه یونی دو قطبی

برقرار می‌کنند. این جاذبه به قدری قوی است که بتواند یون‌های Na^+ و Cl^- از بلور خارج کرده و در آب به شکل

یون‌های آب‌پیوسته درآورد. این یون‌های آب‌پیوسته در سبب نام مخلوط پراکنده خواهند شد، به صورت مخلوط آب



✓ نکته مهم: با وجود اینکه جاذبه یون - دو قطبی بسیار قوی است. ولی الزاماً تمام ترکیب های یونی در آب حل نمی شوند.

سرفه اختلال ترکیب یونی در آب به صورت زیر است:

میائین یونید یونی و یونیدهای هیدرورژن 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_3 (نیترواسید)

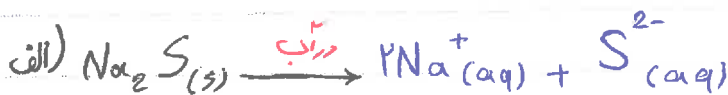
بازهای ضعیف: مانند NH_3 (آمونیاک)

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 قسمتی 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



به بنویسید:



مثال) با توجه به اینکه منتریم سولفات و باریم سولفات در دمای $25^\circ C$ به ترتیب محلول و نامحلول در آب هستند، یادلیل

(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.
نتیجه 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		

نتیجه در چه تعداد از مخلوط های زیر جاذبه میان مولکول های حلال با حل شونده از میانگین نیروی جاذبه میان مولکول های
 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 تریاتر 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) ۳,۴۲ گرم آلومینوم سولفات در مقدار خاصی آب ۲ (۲) ۴,۲۶ گرم آلومینوم نیترات در مقدار خاصی آب ۲

۲) ۲۰۰ میلی لیتر محلول اوره مولار نیمه کربنات ۲ (۴) ۲۵ ره مول آلومینوم کربنات در مقدار خاصی آب ۲

است فلور) نوع برهم نشین بین مولکول های دی کربنات (CH_2Cl_2) و پنتان (C_6H_{14}) با نوع برهم نشین می باشد

مولکول های کدام دو ترکیب مشابه است؟ (خارج کشور با نمره ۹۷ تغییر اندک)

۱) استون - آب ۲ ۲) آب - متانول ۳) اتانول - بنزن ۴) نفت - هگزان

۳) آیا گازها هم در آب حل می شوند؟ چرا

اختلال پذیری گازها در مقایسه با مواد جامد و مایع در آب بسیار کم است اما همین مقدار بسیار کم برای زندگی آبزیان تعین

حیاتی دارد. به عنوان مثال مقدار کمی گاز O_2 در آب حل می شود و ماهی ها با عمودارن آب از ذرات آب پس خودالتر

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) گازها هاین که مولکول آنها جاذبه قوی تری با مولکول های آب ایجاد می کنند، اختلال پذیری

بسیاری در آب دارند. به عنوان مثال مولکول های مازی شکل 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: $O_2 > N_2$: انحلال پذیری (ناقطبی) (ناقطبی)

✓ 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 لقمه 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.

به قانون هنری، طبق این قانون در دمای ثابت، با افزایش فشار، انحلال پذیری گازها به صورت خطی افزایش

می یابد؟ به عبارت دیگر انحلال پذیری گازها با فشار نسبت مستقیم دارد.

فردار زیر تاثیر اقلر اس فشار بر اقلر اس انحلال پذیر است. گاز NO ، O_2 ، N_2 انسان می دهد. اگر به فردار توجه

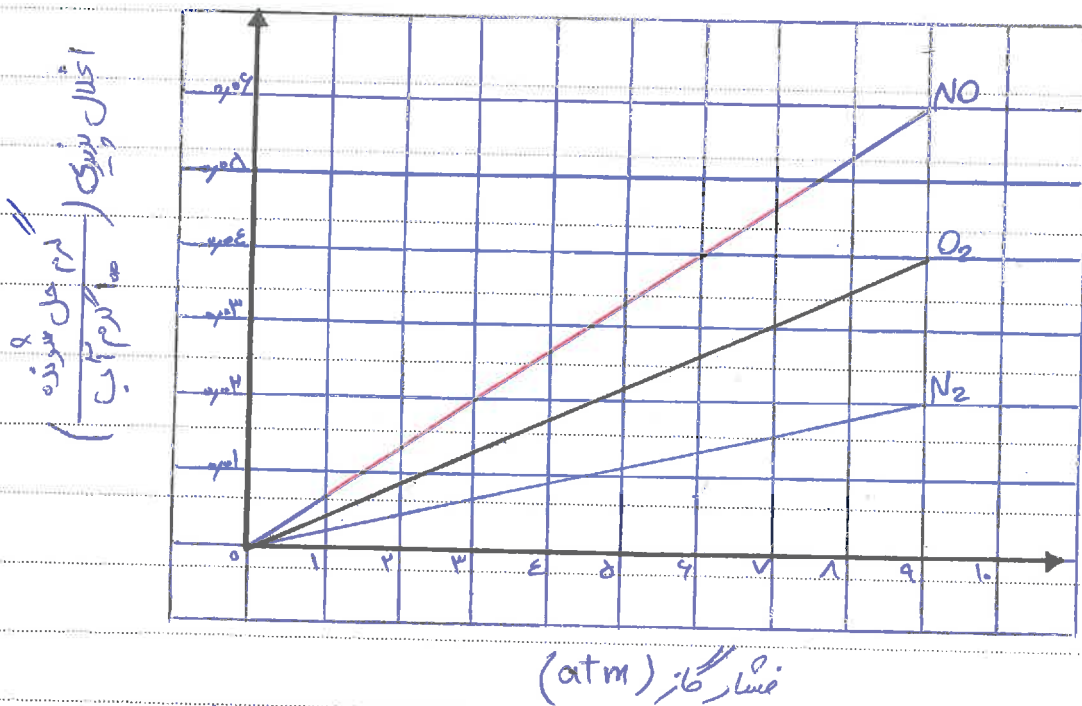
کنید متوجه خواهید شد که انحلال پذیری گازها با اقلر اس فشار، به صورت خطی و با شیب ثابت اقلر اس می یابد. برای مثال

می توان گفت با ۲ برابر شدن فشار انحلال پذیری گاز هم ۲ برابر خواهد شد.

نکته: می توان برای انحلال پذیری این ۳ گاز و برخی گازهای دیگر که فردار انحلال پذیری بر حسب ضرایب آنها به صورت

خطی است، معادله زیر را به دست آورده $y = ax + b \Rightarrow S = m \cdot P$

در معادله بالا S ← انحلال پذیری، m ← شیب خط و P ← فشار است.



توجه: با توجه به فردار انحلال پذیری هم گازها در فشار متساوی برابر با هم است؟ زیرا ضرایب آنها آن صفر

باشد به معنای عدم وجود آن گاز است. در واقع می توان گفت عرض از مبدأ معادله انحلال 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.

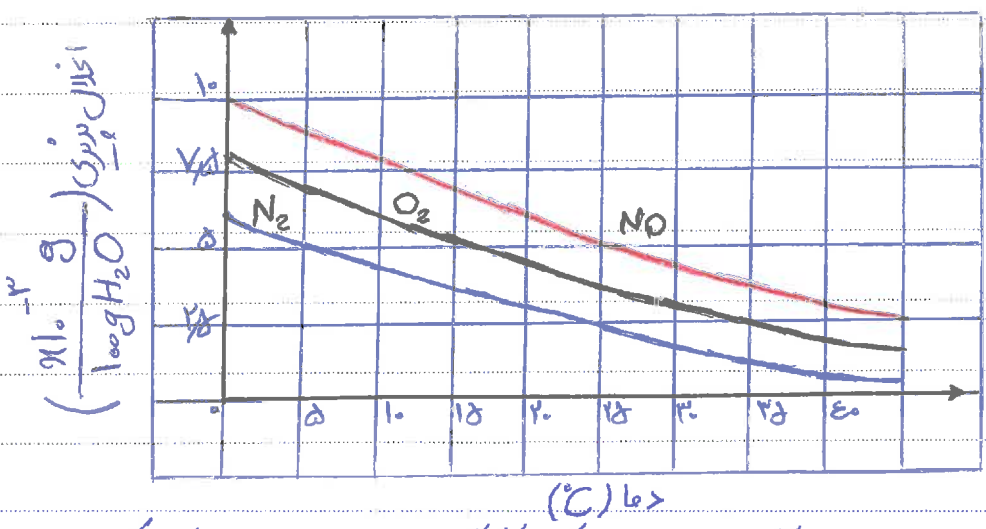
۳) دما

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

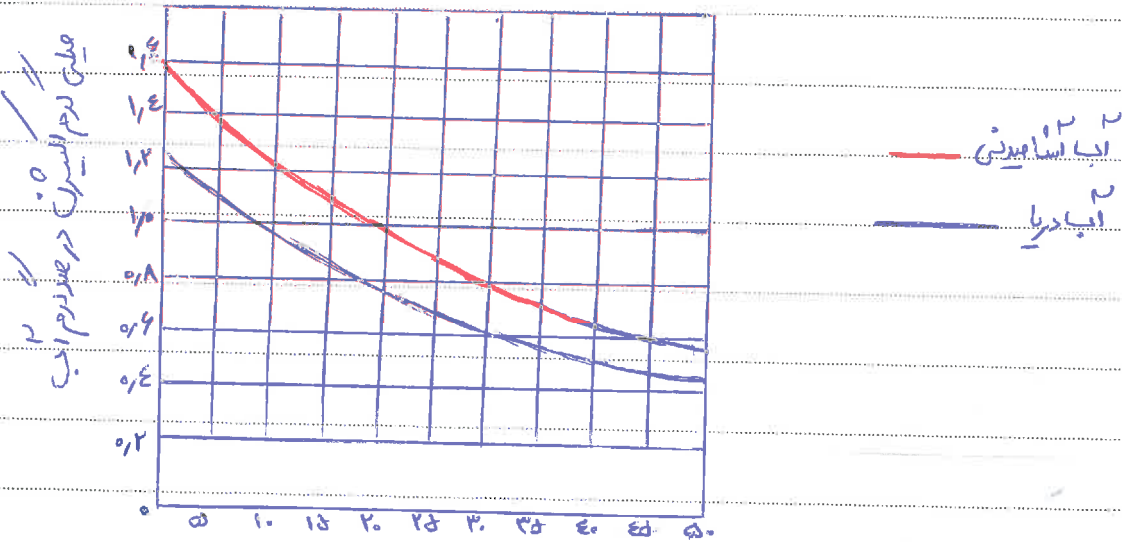
در بخش آخر دربارش ^۱نموده در صفحه ۱۲۱ کتاب درسی از شما خواسته شده تا آزمایشی طراحی کنید که در آن تأثیر مقدار

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 سیرن در آب ^۱آسا سیرن و آب دریا ^۲ دریا نشان

داده شده است. از تروی نمودار واضح است که در یک دما و فشار معین انحلال پذیری گاز سیرن در آب دریا ^۲ کمتر از آب

^۱آسا سیرن است. برای این انحلال پذیری کمتر می‌توان دو دلیل آورد:



دما (C)

الف) بین یون 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 ناقص سیرن کم است و در نتیجه انحلال پذیری ^۱آسا

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 انحلال گاز در آب کاهش می یابد

نکته: با توجه به نصاب گفته شده می توان نتیجه گرفت در انحلال 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، انحلال پذیری گازها در آن خاص

من یابید.

مسئله: با وجود اینکه استار و دو قطبی (پلار) CO_2 برخلاف NO برابر همفرست است، میزان انحلال 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 تشکیل اسید H_2CO_3).

(۲) اندازه و جرم CO_2 نسبت به NO بیشتر است. (۳) قطبیت مولکول NO بسیار ناچیز بوده و استار و دو قطبی کم دارد، ولی مهم ترین

دلیل همان دلیل اول می باشد که قبلاً هم به آن اشاره کرده بودیم.

تمرین: تا سردها بر انحلال پذیری کدام ماده شیمیایی تأثیرها بر انحلال پذیری گاز NO نیست؟



تمرین: در دمای $25^\circ C$ مقدار ۸ گرم گاز Cl_2 در ۱۰۰ گرم آب موجود است. در دمای آب را به درجه سلسیوس اقل است

دهم چند گرم از این گاز از آب خارج می شود تا محلول سیر شده از این گاز حاصل شود؟ (انحلال پذیری گاز Cl_2 در دمای $25^\circ C$ را

خواه به ترتیب برابر ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ گرم (۱) ۲، (۲) ۳، (۳) ۴، (۴) ۵

تدریس) در فشار ۱۱۸ اتمسفر و دمای معین مقدار ۲ گرم گاز NO_2 در ۱۰۰ لیتر آب به صورت محلول پدید می آید،

در فشار گاز را ۶۰٪ کاهش دهیم، چه مقدار از گاز NO_2 از آب خارج می شود؟ ($NO_2 = 46 \text{ g.mol}^{-1}$)

- ۱) ۶۰ درصد
- ۲) ۰.۵۴۱ گرم
- ۳) ۵۲ گرم
- ۴) ۰.۵۴۱ مول

تست نفوذ) انحلال پذیری گازها در آب با ... فشار ... و با ... دما ... می یابد. (خارج از تدریس ۸۷)

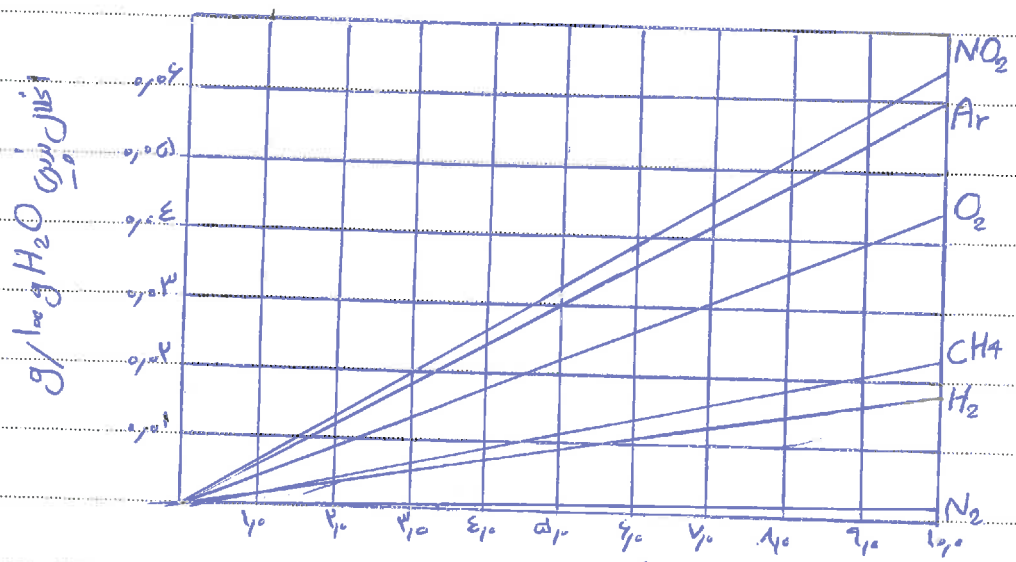
۱) افزایش - افزایش - کاهش ✓

۳) کاهش - افزایش - افزایش

۴) کاهش - افزایش - کاهش

(تغییر ریاضی ۹۰)

تست نفوذ) با توجه به نفوذپذیری و کلام بیان نادرست است؟



۱) به قانون هنری انحلال پذیری گازها در آب مربوط است. ۲) افزایش فشار کمترین تأثیر را بر انحلال پذیری گازها در آن دارد.

۳) تأثیر فشار گاز بر انحلال پذیری آن در دمای ثابت نشان می دهد.

۴) در فشار ۱۰۰ atm و دمای ۰°C در ۱۰۰ لیتر آب حل می شود. $Ar = 40 \text{ g.mol}^{-1}$ ✓

تست فلور) 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 ۹۱ - غیر 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.

تست فلور) با توجه به داده های جدول زیر، اگر یک تن آب از دمای ۲۰C در دمای ۵۰C گرم شود

در شرایط STP به تقریب چند لیتر گاز اکسیژن از آن آزاد می شود؟ (O = ۱۶ g.mol⁻¹) (خارج نمره ۹۲ -)

دما (C)	انحلال پذیری O ₂ (mg.kg ⁻¹)
۰/۵	۱۴/۵
۲/۵	۹/۵۷
۴/۵	۶/۵

۱) ۵/۲

۲) ۴/۵

۳) ۱۱/۲

۴) ۱۰/۲

تست فلور) با بررسی داده های جدول زیر، می توان دریافت که: (H = ۱, S = ۳۲, Cl = ۳۵.۵ g.mol⁻¹)

انحلال پذیری سه گاز در چند دما بر حسب H₂O ۱۰۰g / ۱۰۰g در فشار ۱ atm

۱) محلول ۵۰ گرمه مول گاز Cl₂ در صد لیتر آب در دمای ۲۰C، 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 ۹۳ -)

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 تقویری با افزایش دمای ۲ کیلوگرم آب سرد شده از گاز کلدراز C ۲۰ تا C ۳۰، چند لیتر گاز سرد در شرایط STP

آزاد می شود و چند گرم کلدردر محلول باقی می ماند؟ (اختلال پیوستگی در در آب خرد ها های C ۲۰ و C ۳۰ به تقریب برابر

۷۳ و ۳۷۵ گرم در هر م^۳ آب است؟ (CL = ۱.0 g/cm³) (خارج سوالاتی ۹۴)

۱) ۲,۷۵ - ۲,۲۴ ۲) ۷,۵ - ۲,۲۴ ۳) ۳,۷۵ - ۴,۴۱ ۴) ۴,۴۱ - ۷,۵

چهار نوع رسانایی الکتریکی محلول ها =

دو نوع رسانایی الکتریکی وجود دارد:

۱) رسانایی الکتریکی: در این نوع رساناها، جریان الکتریکی بوسیله حرکت الکترون ها ایجاد می شود. مانند فلزها

گرافیت (مغز معدن)

! توجه: جالب است که گرافیت به عنوان یک نافلز (یکی 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

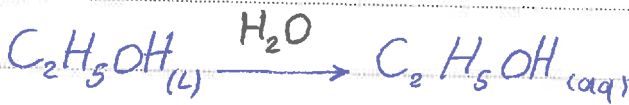
ترتیب: در فصل اول سیمی دو ماده هم با اسیدها و بازها به طور حاصل اینها خواهد شد.

مواد غیر الکترولیت: موادی که به صورت جامد مولکول 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، اسون، گلیسر (ساکارین)، گلوکز و هم چنین محلول ترکیب ها

ناقطبی در ناقطبی (در در هگزان) غیر الکترولیت هستند. به عنوان مثال اتانول در آب را بنده:



مواد الکترولیت: موادی که بر اثر انحلال، به طور حاصل یا به مقدار کم، تفکیک یا یونیده می شوند و یون ایجاد می کنند. به

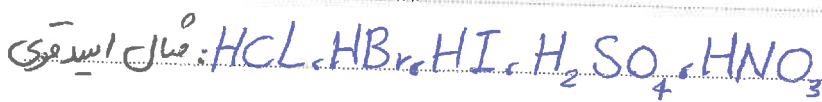
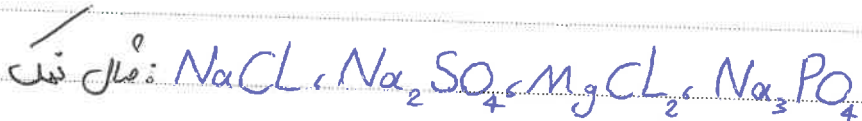
محلول حاصل از مواد الکترولیت، در محلول الکترولیت گفته می شود. نمک ها، بازها و اسیدها همگی الکترولیت هستند.

مواد الکترولیت در حالت مذاب یا محلول رسانای الکتریکی هستند.

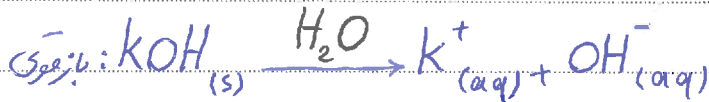
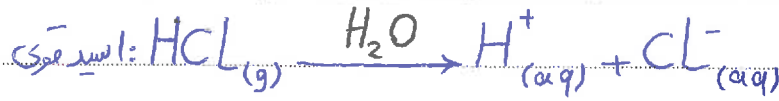
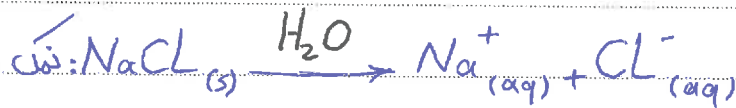
مواد الکترولیت خودشان به دو دسته تقسیم می شوند: الکترولیت های قوی و الکترولیت های ضعیف

الکترولیت قوی: نوعی الکترولیت که هنگام انحلال به طور حاصل 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:

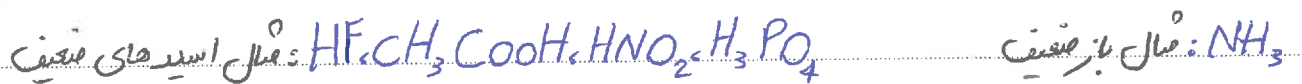


الکترولیت ضعیف: الکترولیت هایی که به هنگام انحلال به طور عمده به صورت مولکول حل شده و به طور جزئی یونیده

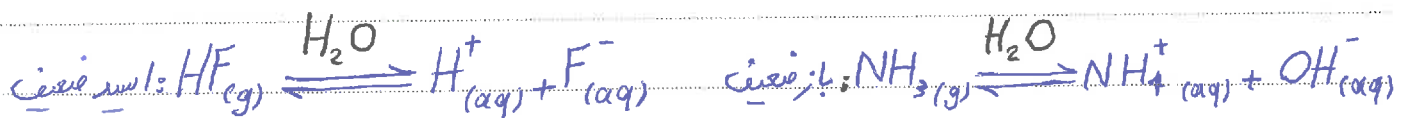
یا تفکیک می شوند. در محلول های الکترولیت ضعیف، تعداد (غلظت) مولکول های یونیده نسره بسیار بیشتر از تعداد (غلظت)

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:



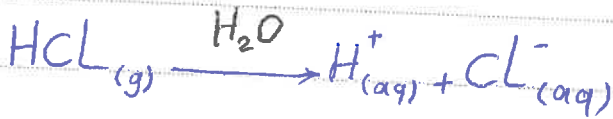
توجه: همانطور که می بینید فرایند انحلال اسیدها و بازهای ضعیف برخلاف اسیدها و بازهای قوی به صورت برگشت پذیر (عکس)

ساز 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 جابجایانه با ذکر مثال توضیح می دهیم:

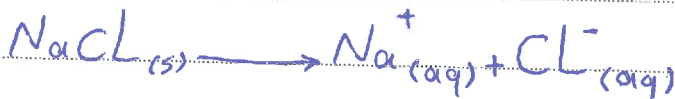
یونش: برای ترسیب مولکول به طاری بود که در آن قاتر آنها مولکول و یون وجود ندارد. برای

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 کنید به تلفن مهمن در خطی می شنید

✓ 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.

که میله، هرگز در این گداز هست. (هر محلول رسانایی الکتریکی قوی است) اما هرگز در این گداز نیست (هر الکترولیت

قوی رسانایی خوبی نیست!)

نکته: هر ترکیب یونی در حالت مذاب (نه محلول) رسانایی 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، رسانایی ضعیف جریان برق باشند.

برای مثال نقره کلرید (AgCl) و یاباریم سولفات (BaSO₄) در حالت مذاب رسانایی 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، رسانایی ضعیف جریان برق می یابند.

نکته: میزان رسانایی محلول ها در دمای ثابت به عوامل زیر بستگی دارد:

(۱) هر چه تعداد یون های الکتریکی بیشتر، رسانایی هم بیشتر!

(۲) هر چه بار یون های الکتریکی بیشتر، رسانایی هم بیشتر!

(۳) هر چه اختلال پذیری ماده الکتریکی بیشتر، رسانایی هم بیشتر!

(۴) هر چه غلظت مولی الکتریکی بیشتر، رسانایی هم بیشتر!

(۵) هر چه درجه تفکیک الکتریکی بیشتر، رسانایی هم بیشتر! (با درجه تفکیک در فصل اول سیم دارد هم استخوانی شده)

مثال: رسانایی الکتریکی محلول از مولار ترکیب های اتانول (C₂H₅OH) و پتاسیم هیدروکسید (KOH) (aq)

متصل به مدار روشن، نیفه روشن یا خاموش خواهند کرد؟

پاسخ: اتانول؛ چون غیر الکترولیت 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 الکترولیت 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 الکترولیت 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: $KOH > HF > C_2H_5OH$

میان رسانایی محلول های ابره مولار مواد زیر را در دمای برابر مقایسه کنید:

کلسیم کلرید - استون - فسفریک اسید (H_3PO_4) - سیم کلرید

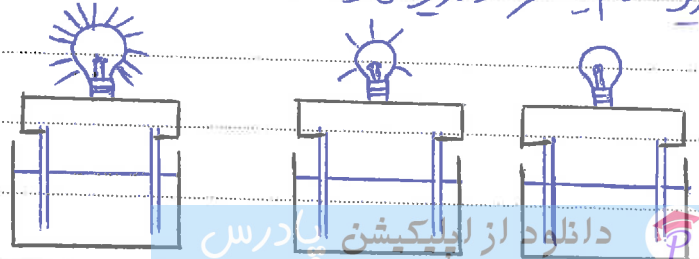
پاسخ:

$CaCl_2$	$>$	$NaCl$	$>$	H_3PO_4	$>$	$CH_3-C(=O)-CH_3$
↓		↓		↓		↓
الکترولیت قوی		الکترولیت قوی		الکترولیت ضعیف		غیر الکترولیت
↓		↓		↓		↓
سه یون تولید می کند		دو یون تولید می کند		مقادیر کمی یون تولید می کند		تا رسانا

توجه: برای چند محلول الکترولیت 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 - آمونیاک - H_2SO_4 - KNO_3 - HBr - NH_4Cl

تدریس) کدام مقایسه در مورد رسانایی الکتریکی محلول هادریت 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 آمونیاک

۴) محلول ۱ مولار سدیم کلرید < محلول ۱ مولار سدیم سولفات

▲ میوند با تدریس (نفس الکترولیت ها در بدن انسان)

بین انسان ساکنان پییده و معادلی از یاخته ها (سلول ها)، یافت ها و مایعاتی است که حرارت حفظ یا تقصی باور

نکردن، پیام های عصبی، احساسات و حرکات مارا کنترل می کنند. این هنگامی رخ می دهد که محیط بیرونی مناسبی

برای ایجاد و برقرار کردن جریان الکتریکی فراهم شود؛ محیطی که یون های Cl^- ، K^+

Na^+ و ... است. پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین یا پس از مدت طولانی، احساس خستگی دست می دهد

ناشی از کاهش چشمگیری یون ها در الکترولیت های بدن است. از این رو نوشیدن الکترولیت هایی که کاهش این

یون ها را جبران کند خصوصاً هنگام فعالیت های بدنی در موقع ورزش، سدیداً توصیه می شود.

صرفاً جهت اطلاع: از دیگر یون های سازنده الکترولیت های بدن Ca^{2+} و Mg^{2+} هستند. در صد آنها در پلاسما خون

(خوناب) و نفس هر یک در بدن به صورت زیر است:

Mg²⁺: ۵٪ آن در ساختار استخوان ها وجود دارد و نقش تعیین آمیزی در ماهیچه ها و سترک عصبی را بر عهده دارد.

Ca²⁺: ۹۰٪ آن در استخوان ها به صورت کلسیم فسفات (Ca(PO₄)) و کلسیم کربنات (CaCO₃) وجود دارد و نقش

سازنده استخوان و تعادل یون ها هیپرمی را بر عهده دارد.

Cl⁻: یون اصلی در مایع بیرون سلولی است و به عنوان عضو اصلی شیره معده و در تنظیم مایع های بدن نقش دارد.

کاتیون: یکی از مهم ترین یون ها در استرویت های بدن، یون پتاسیم (K⁺) است؛ به طوری که نیاز روزانه هر فرد بالغ

به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است. از آنجا که شیره مواد غذایی حاوی یون پتاسیم است، کمبود آن به ندرت احساس

می شود. وجود یون پتاسیم (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. گاهی در موارد شدید، این اختلالات منجر به مرگ می شود.

صرفاً جهت اطلاع: حاره های سیاه مناطق گرمسیری با تریپتوفان زهری که کانال های پتاسیم را در سلول های

عصبی مسدود می کند، شمار خود را از برای در می آورند.

بردیای آب در زندگی

همانند بردیای لیز، دی ال سی، 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 تمام به مقدار از حجم منابع آب کم می شود. به طور کلی 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 لونا برای تولید هر وسیله، کالا یا فرآورده مصرف می شود و مستقیماً قابل مشاهده و اندازه گیری نیست.

نسبت (آب مجازی!) - برای مثال برای تولید هر یک از موارد زیر میزان آب مصرفی (آب مجازی) به صورت زیر است:

- یک لیتر گوشت قرمز > یک لیتر گوشت مرغ > یک لیتر گوشت گاو > یک لیتر گوشت خوک > یک لیتر گوشت چرخ کرده
- (۱۸۰L) (۱۸۳L) (۲۴۰L) (۲۷۰L) (۱۶۶۰۰L)

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 ۷۰۰۰ 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 لونا سئین تر و بیشتر است.

تقریباً همه آب های مصرفی در منابع لونا لونا (کشاورزی - شیمی - ساخت و ساز - دانشگاه و...) از آب های سطحی

(رود - دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب های زیرزمینی (چشمه - 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 نیاید. هر چند که آب دریاها و اقیانوس ها، منبع بسیار نوبری برای تهیه آب به شمار می آیند، اما

به اندازه ای سوره شده اند باید قبل از مصرف، نعل زدایی و تصفیه شوند.

توجه: آب های گل آلودی که در جوی ها و نهر ها جاری هستند از یک حیسه، صافی یا چاه آب به صورت زلال و شفاف

بیرون می آیند.

▲ بیده اسفند (نذر فکلی)

اسفند فرآوری است که در آن مولکول های آب به طور خود به خود با عبور از یک غشای نپه تراوا از سخت محلول رقیق تر

به سخت محلول غلیظا، انحصار می یابند.

غشای نپه تراوا: در بیده اسفند حبه رقیق و حبه غلیظا یا یک دیواره جامی شوند که این دیواره روزنه های دارد که

فقط اجازه عبور به برخی از ذره ها و مولکول های کوچک مانند آب و یون ها را می دهند و از ذرات مولکول های درشت

جلوگیری می کند. این دیواره ها غشای نپه تراوا نامیده می شوند. دیواره سلول ها (یاخته ها) در گیاهان یک غشای نپه تراوا است.

توجه: هنگام میوه های خشک مانند زردآلوی خشک یا آلو خشک را در آب قرار دهیم طی فرایند اسفند مولکول های آب

به طور خود به خود از حبه رقیق یا (هوان آب) به حبه غلیظا (یا همان بافت میوه) حرکت کرده و در نتیجه میوه آبدار

و مقوم می شود. در این فرایند برخی نمک ها و ویتامین ها از بافت میوه به آب راه می یابند. یا اگر یک خیار را در

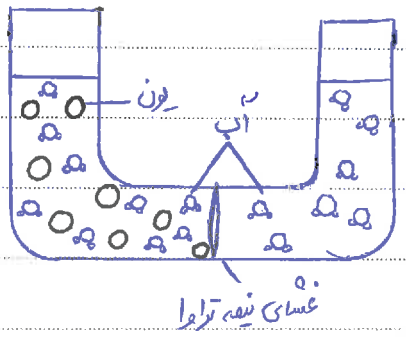
آب شور قرار دهیم بر اثر فرایند اسفند مولکول های آب از سخت رقیق (بافت میوه) به سخت حبه غلیظا



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 نفی 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 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 مجموعاً یون های آب و یون سدی 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 و حجم محلول در دو طرف ثابت می ماند. در این زمان فرایند زمانی که

توازن آب به عبور از غشای با فشاری که سبب مانع وارد می کند برابر شود، اسمز از نظر تکرار حالت 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 نفی 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

▲ 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 مفاقی ها

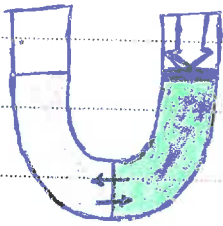
(۱) اسمز معکوس

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.

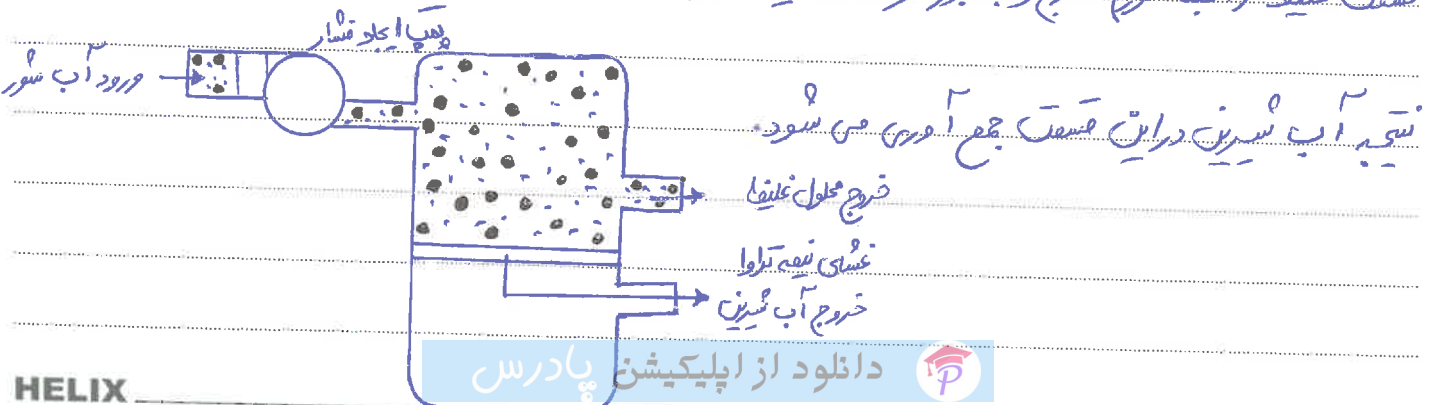


خلاصه: (۱) اسمز (طبیعی): حرکت مولکول آب از محیط رقیق به محیط غلیظا

(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 باقیمانده میکروپها هستند که برای از بین بردن میکروپ ها می توان از

کدر که یک میکروپ کش قوی است استفاده کرد.

لائحه: مقایسه اسفنج (طبیعی) یا اسفنج معکوس:

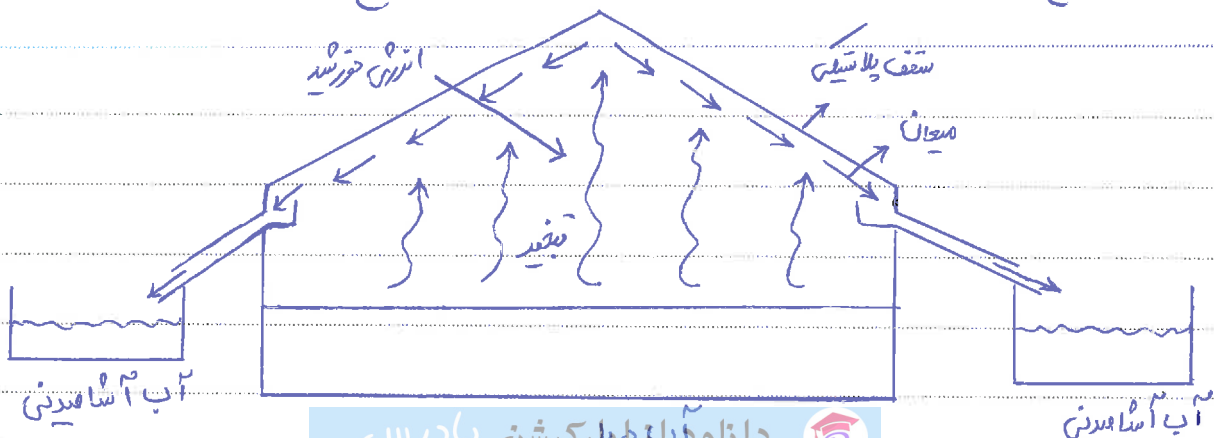
- | | | |
|-------------------------------------|---|-------|
| (۱) غیر خود به خودی و با اعمال فشار | (۱) خود به خودی و بدون اعمال فشار | اسفنج |
| (۲) مناسب برای تصفیه آب | (۲) نامناسب برای تصفیه آب | |
| (۳) افزایش غلظت محیط غلیظ | (۳) کاهش غلظت محلول غلیظ | |
| (۴) افزایش حجم وار تفاع محلول رقیق | (۴) کاهش حجم وار تفاع محلول رقیق | |
| (۵) کاهش حجم وار تفاع محلول غلیظ | (۵) افزایش حجم وار تفاع محلول غلیظ | |
| (۶) انتقال آب از محلول غلیظ به رقیق | (۶) انتقال آب از محیط رقیق به محیط غلیظ | |

۲) تعطیل

کسطنزیر روش فرایند تعطیل را نشان می دهد. در این روش آب دریا که دارای ناخالصی است در محیط بسته یا تانک

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.



یادآوری: در درس پیش تقطیر که طی آنیم در فرایند فیزیکی (تقطیر و معیان) انجام می شود، ترسباتی با تعلق جوش

گند از آب مانند ترسبات آبی فرار داشته باشد، نمی توان آنها را از آب جدا کرد زیرا این مایعات قبل از آب

تقطیر شده و معیان انجام می شود و در داخل آب بخاری (آب سیرین) وجود خواهد داشت و جدا نخواهد شد.

لائحه: در روش تقطیر آلاینده ها، ناقلرها، نظرها، سبزی، حشو، نفت کس ها و آب جیامی شود.

و مواد باقی مانده شامل ترسبات های آبی فرار و میکروب ها هستند که برای از بین بردن میکروب های توان از نظر

که یک میکروب کس قوی است، استفاده کرد.

۳) استفاده از مایع ها

فرایندی است که طی آن با استفاده از مایع هایی مانند مایع کربن، سُن و ماسه، سلولز و یا مایع پلاستیکی و

ذرات معلق و ذرات آبی و برخی آلاینده ها و رنگ و بو را از آن جدا می کنند و به تصفیه و خاص سازی آب کمک

لائحه: در کتاب درسی به مایع از نوع مایع کربن اشاره شده است. در روش مایع کربن آلاینده ها، ناقلرها

نظرها، سبزی حشو، نفت کس ها و آب جیامی شود و فرار از آب جدا می شوند و مواد باقیمانده میکروب ها

هستند که برای از بین بردن میکروب ها به مانند سایر روش ها می توان از میکروب زدایی قوی کدر استفاده کرد.

یادآوری: با توجه به شکل صفحه ۳ کتاب درسی که مواد جدا شده و جدا نشده را در سه روش تصفیه آب (اسمز معکوس،

تقطیر و مایع کربن) نشان می دهد، می توان فهمید که:

۱) روش اسمز معکوس و مایع کربن نسبت به روش تقطیر آلاینده های سبزی 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.

صرفاً جهت اطلاع: دستگاه های تصفیه آب به طور چشمگیری از غلظت 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

آسایشی عمومی مقدار ناچیزی از این یون ها را می نوشند در مقایسه با دیگران، بیشتر در معرض ابتلا به بیماری ها

عینی هستند.