

نمونه‌ی حل شده

در 20°C غلظت یون H^+ محلول 0.100 mol.L^{-1} فرمیک اسید (HCOOH) $0.00421 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ است. درصد تفکیک یونی این اسید را محاسبه کنید.

$$\text{درصد تفکیک یونی} = \frac{\text{تعداد مول های تفکیک شده}}{\text{تعداد مول های حل شونده}} \times 100 = \frac{0.00421 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}}{0.100 \text{ mol.L}^{-1}} \times 100 = 0.421\%$$

خود را بیازمایید

اگر در دمای 20°C درصد تفکیک یونی محلول 0.200 mol.L^{-1} استیک اسید (CH_3COOH) 0.935% باشد، غلظت مولی H^+ در این محلول را محاسبه کنید؟

درصد تفکیک یونی به دما و غلظت بستگی دارد. هرچه درصد تفکیک یونی الکترولیتی در دما و غلظت مشخص بیش تر باشد، آن الکترولیت قوی تر است. اغلب الکترولیت های قوی رسانای خوب جریان برق نیز هستند.

بیش تر بدانید

در محلول الکترولیت بین یون ها جاذبه وجود دارد و یون ها برخلاف مواد حل شونده‌ی مولکولی کاملاً مستقل از یک دیگر نیستند. نیروهای الکتریکی که بین یون های با بار الکتریکی مخالف وجود دارد، از میزان مستقل بودن این یون ها می کاهد. این تأثیر به وسیله‌ی شیمی دانی به نام وانت هوف مطالعه شده است. وانت هوف با معرفی کمیتی به نام **ضریب وانت هوف** (i) این تأثیر را به صورت کمی شرح داد. برای مثال در محلول های MgSO_4 و NaCl گرچه به ازای یک مول از هر ماده‌ی حل شونده دو مول یون تولید می شود، اما تأثیر جاذبه های بین یونی در محلول MgSO_4 بیش تر از محلول NaCl با همان غلظت است. به طوری که در محلول 0.01 mol.L^{-1} آن ها مقدار i برای MgSO_4 برابر با $1/82$ و برای NaCl برابر با $1/97$ است. این عددها نشان می دهد که تعدادی از یون های با بار مخالف در کنار هم قرار گرفته اند. از کنار هم قرار گرفتن این یون ها گونه های خنثی به نام **جفت یون** به وجود می آید. تشکیل این گونه ها از تعداد یون های موجود در محلول می کاهد. با رقیق شدن محلول، یون ها از یک دیگر دور و دورتر می شوند و به این ترتیب تأثیر آن ها بر یک دیگر و در واقع تعداد جفت یون ها به تدریج کاهش می یابد. از این رو، مقدار i به مقدار حدی خود نزدیک می شود. برای نمونه مقدار i برای محلول NaCl از لحاظ نظری برابر ۲ است (دو یون Na^+ و Cl^-) اما در عمل به علت جاذبه‌ی بین یونی، این مقدار کم تر از ۲ است. این مقدار همان طور که در جدول زیر می بینید با رقیق شدن محلول NaCl به مقدار حدی آن نزدیک می شود.



یاکوب وانت هوف
(۱۸۵۲-۱۹۱۱)

غلظت مولال NaCl	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱
مقدار i	۱/۸۷	۱/۹۴	۱/۹۷

خواص کولیگاتیو محلول‌ها

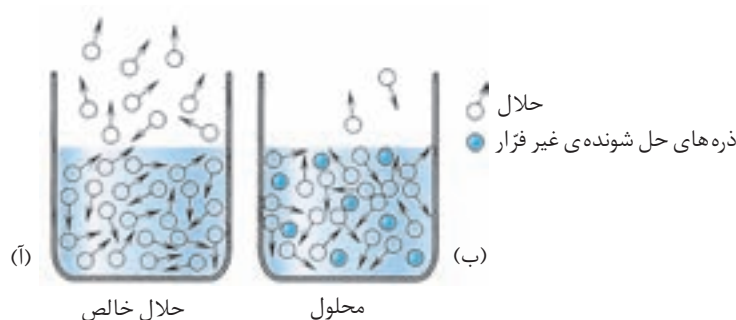
تجربه نشان می‌دهد که برای یک محلول شامل حلال و یک حل‌شونده‌ی غیر فرار نقطه‌ی جوش، نقطه‌ی انجماد و فشار بخار برای حلال در حالت محلول و حلال خالص تفاوت می‌کند. این خواص که به تعداد ذره‌های حل‌شونده‌ی غیر فرار موجود در محلول (نه به نوع و خواص شیمیایی ذره‌ها) بستگی دارند، **خواص کولیگاتیو** نامیده می‌شود.

حل‌شونده‌ی غیر فرار به ماده‌ای گفته می‌شود که در دمای اتاق فشاربخار بسیار ناچیزی داشته باشد. این گونه مواد می‌توانند جامد مانند انواع نمک‌ها یا مایع‌هایی با نقطه جوش بالا باشند.

فشار بخار

اگر در یک بشر مقداری آب بریزید و آن را برای مدتی روی میز قرار دهید، مشاهده خواهید کرد که آب به تدریج تبخیر شده، سطح آب درون بشر پایین می‌آید. مایع‌ها در هر دمایی تبخیر می‌شوند. سرعت تبخیر سطحی هر مایع به تعداد مولکول‌های موجود در سطح مایع بستگی دارد. هرچه تعداد این مولکول‌ها بیشتر باشد، سرعت تبخیر مایع بیشتر خواهد بود. اکنون با دقت به شکل ۷ نگاه کنید. به نظر شما در کدام ظرف سرعت تبخیر سطحی بیشتر است؟ چرا؟

مایع فرار به مایعی گفته می‌شود که نقطه‌ی جوش آن کم‌تر از 100°C باشد.



شکل ۷ تبخیر مولکول‌های مایع

آ. حلال خالص ب. محلول دارای ماده‌ی حل‌شونده‌ی غیر فرار

مولکول‌های گریخته از سطح مایع با دیواره‌ی داخلی بشر، مولکول‌های هوا و سطح مایع برخورد می‌کند و به این ترتیب بخار ایجاد شده فشاری به اطراف خود وارد می‌کند. در دمای معین این فشار مقداری ثابت است و به آن **فشار بخار مایع** گفته می‌شود. با توجه به شکل ۷ آیا می‌توان نتیجه گرفت که در دمای ثابت، حل شدن یک حل‌شونده‌ی غیر فرار در یک مایع باعث کاهش فشار بخار محلول در مقایسه با مایع (حلال) خالص می‌شود؟ به نظر شما غلظت حل‌شونده چه تأثیری بر این فشار خواهد داشت؟

نقطه‌ی جوش محلول‌ها

اندازه‌گیری نقطه‌ی جوش محلول‌ها و مقایسه‌ی آن با نقطه‌ی جوش حلال خالص نشان می‌دهد که برای مثال نقطه‌ی جوش محلول شکر در آب یا محلول آب نمک بیش‌تر از

آب خالص است. اما چرا؟ برای پاسخ به این پرسش، باید بدانید جوشیدن چه موقع روی می دهد؟ جوشیدن زمانی رخ می دهد که فشار بخار مایع با فشار هوا روی سطح مایع (فشار محیط) برابر شود. آب خالص در فشار ۱ اتمسفر در 100°C به جوش می آید. در واقع در این دما فشار بخار آب به ۱ atm می رسد. این در حالی است که، فشار بخار محلول شکر در آب کم تر از آب خالص است. از این رو برای رساندن فشار بخار این محلول به فشار ۱ atm، باید مولکول های آب از قسمت های زیرین محلول به سطح بیایند و سپس به مولکول های روی سطح محلول بپیوندند. چون این مولکول ها درون محلول از هر سو توسط مولکول های دیگر جذب می شوند، تحرک کمتری دارند و از این رو از انرژی کمتری نیز برخوردارند. در نتیجه برای تبخیر آن ها به انرژی بیش تری نیاز است. این موضوع سبب می شود که نقطه ی جوش محلول نسبت به حلال خالص افزایش یابد. به طور کلی نقطه ی جوش هر محلول دارای ماده ی حل شونده ی غیر فرار از حلال خالص آن بیش تر است.

فکر کنید

- ۱- چرا در رادیاتور خودرو به جای آب خالص، استفاده از مخلوط آب و ضدیخ (اتیلن گلیکول) توصیه می شود؟
- ۲- نقطه ی جوش محلول ها برخلاف حلال خالص ثابت نیست و با گذشت زمان افزایش می یابد. چرا؟

نقطه ی انجماد محلول ها

آب خالص در دمای 0°C یخ می زند، در حالی که محلول آب نمک در مقایسه با آب خالص، نقطه ی انجماد پایین تری دارد. از این خاصیت در زمستان به منظور سرعت بخشیدن به ذوب شدن یخ در پیاده روها و سطح پوشیده از برف جاده ها استفاده می شود، شکل ۸. به طور کلی انجماد هر محلول آبی که دارای حل شونده ی غیر فرار است، در دمایی پایین تر از 0°C رخ می دهد.

فکر کنید

- ۱- کدام ترتیب پیشنهادی برای آنتروپی آب، یخ و یک محلول آبی درست است؟ چرا؟

ب. آب $S >$ یخ $S >$ محلول S	ا. محلول $S >$ یخ $S >$ آب S
ت. یخ $S >$ محلول $S >$ آب S	پ. یخ $S >$ آب $S >$ محلول S
- ۲- فرایند انجماد آب خالص و یک محلول آبی را در نظر بگیرید. با قرار دادن علامت



شکل ۸ استفاده از سدیم کلرید برای کاهش نقطه ی ذوب یخ به منظور ذوب کردن یخ سطح جاده ها

=، < یا > درون مربع رابطه‌ی دو کمیت خواسته شده (تغییر آنتروپی فرایند) را مشخص کنید.

(بخ → آب) ΔS □ (بخ → محلول) ΔS

۳. به نظر شما کدام یک، آب خالص یا یک محلول آبی، با کاهش دما تمایل بیش تری برای منجمد شدن دارد؟ چرا؟

هم چون دانشمندان

می‌دانید افزودن یک حل شونده‌ی غیر فرار به یک مایع موجب افزایش نقطه‌ی جوش و کاهش نقطه‌ی انجماد مایع یاد شده می‌شود. آیا میزان افزایش نقطه‌ی جوش و کاهش نقطه‌ی انجماد برای همه‌ی محلول‌ها یکسان است؟

برای بررسی عوامل مؤثر در میزان افزایش نقطه‌ی جوش و کاهش نقطه‌ی انجماد یک محلول نسبت به حلال خالص آن، چند محلول آبی مطابق جدول زیر انتخاب و نقطه‌ی جوش و نقطه‌ی انجماد آن‌ها اندازه‌گیری شده است (فشار محیط آزمایشگاه ۱ atm بوده است).

مقایسه نقطه‌ی جوش و نقطه‌ی انجماد چند محلول آبی

حلال شونده	شکر	شکر	سدیم کلرید	کلسیم کلرید	پتاسیم نیترات
غلظت مولال محلول آبی	۱	۲	۱	۱	۱
شروع نقطه‌ی جوش محلول، °C	۱۰۰/۵۲	۱۰۱/۰۴	۱۰۱/۰۴	۱۰۱/۵۶	؟
شروع نقطه‌ی انجماد محلول، °C	-۱/۸۵	-۳/۷۱	-۳/۷۱	-۵/۵۵	؟
تعداد مول ذره‌های حل شونده‌ی موجود					

آ. ردیف آخر این جدول را کامل کنید.

ب. دو مقایسه‌ی زیر را انجام دهید. از این مقایسه‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۱. نقطه‌ی جوش محلول ۱ مولال و ۲ مولال شکر.

۲. نقطه‌ی جوش محلول ۱ مولال سدیم کلرید و محلول ۲ مولال شکر.

پ. آیا با این اطلاعات می‌توانید نقطه‌ی جوش محلول یک مولال پتاسیم نیترات را

پیش‌بینی کنید؟

ت. میزان کاهش نقطه‌ی انجماد محلول‌های سدیم کلرید، کلسیم کلرید و محلول

۱ مولال شکر نسبت به آب خالص چگونه است؟ از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ث. آیا با اطلاعات به دست آمده می‌توانید نقطه‌ی انجماد محلول یک مولال پتاسیم

نیترات را پیش‌بینی کنید؟

کلویدها

کلوئید از واژه یونانی *Kolla* به معنای چسب گرفته شده است.

در سال ۱۸۶۱ توماس گراهام واژه ای را معرفی کرد که امروزه از دید علمی و فناوری اهمیت زیادی یافته است. رنگ های پوششی، سرامیک ها، مواد آرایشی، پاک کننده ها، مواد غذایی و بسیاری دیگر که زندگی روزانه ی ما به شدت به وجود آن ها وابسته شده است، اهمیت این واژه یعنی **کلوئید** را پیوسته به ما یادآور می شود، شکل ۹.



شکل ۹ نمونه هایی از کلوئید؛ سس مایونز، رنگ های پوششی، کف، سنگ پا، افشانه ها و چسب ها

کلوئیدها که مخلوط هایی ناهمگن به شمار می آیند، برخلاف محلول ها که شفاف هستند ظاهری کدر یا مات دارند. ذره های تشکیل دهنده ی آن ها به اندازه ی کافی درشت است که بتوانند نور مری را پخش کنند. به طوری که مسیر عبور نور از میان کلوئیدها، قابل دیدن است، شکل ۱۰. آ. بی تردید این پدیده را که **اثر تیندال** گفته می شود، بارها در زندگی روزانه تجربه کرده اید، شکل ۱۰. ب.



جان تیندال
(۱۸۹۳ - ۱۸۲۰)
فیزیک دان بریتانیایی



شکل ۱۰. اثر تیندال، آ. مقایسه ی پخش نور در محلول و کلوئید. ب. نمونه ای از مشاهده ی اثر تیندال در زندگی روزانه پرتوهای خورشید در هوای مه آلود یا آلوده به غبار

مانند محلول‌ها، ذره‌های سازنده‌ی یک کلویید پس از مدتی ماندگاری ته‌نشین نمی‌شود. حتی با صافی نیز نمی‌توان آن‌ها را جدا کرد. این ویژگی‌های ظاهری سبب می‌شود که بتوان کلویید را پلی میان محلول و سوسپانسیون در نظر گرفت، جدول ۳.

جدول ۳ مقایسه‌ی برخی ویژگی‌های کلوییدها با محلول‌ها و سوسپانسیون‌ها

نوع مخلوط	حداقل اجزای تشکیل دهنده	تعداد فازها	ذره‌های سازنده	اندازه‌ی ذره‌ها (nm)	نمونه
محلول	حلال و حل‌شونده	۱	یون‌ها یا مولکول‌ها	< ۱	حلال: آب حل‌شونده: نمک خوراکی
کلویید	فاز پخش‌کننده و فاز پخش‌شونده	≥ 2	مولکول‌های بزرگ یا توده‌های مولکولی*	۱-۱۰۰	فاز پخش‌کننده: آب فاز پخش‌شونده: قطره‌های شیری چربی
سوسپانسیون	فاز پخش‌کننده و فاز پخش‌شونده	≥ 2	توده‌های مولکولی بزرگ یا ذره‌های بسیار کوچک ماده	> ۱۰۰	فاز پخش‌کننده: آب فاز پخش‌شونده: دانه‌های خاکشیر

* ذره‌هایی که از گردهم‌آیی چند مولکول پدید می‌آید.

همانند محلول‌ها، کلوییدها نیز به سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شود، جدول ۴.

جدول ۴ انواع گوناگون کلویید

فاز پخش‌شونده	فاز پخش‌کننده	نام	نمونه‌ها
گاز	مایع جامد	کف جامد	کف صابون سنگ پا، یونالیت
مایع	گاز مایع جامد	آبروسول مایع امولسیون ژل	مه شیر، کره، مایونز ژله، ژل موی سر
جامد	گاز مایع جامد	آبروسول جامد سول سول جامد	دود، غبار رنگ‌های روغنی سنگ‌های گران‌بهایی هم‌چون یاقوت، لعل و فیروزه

آزمایش کنید

مایونز یک امولسیون خوراکی

اگر مخلوطی از روغن و سرکه را به هم بزنید، درخواهید یافت که نگه‌داشتن مخلوط این دو مایع در کنار هم، غیرممکن است. ما به این دو مایع، مخلوط‌نشدنی می‌گوییم. با توقف هم‌زدن، قطره‌های بسیار کوچک روغن به هم می‌پیوندند و بزرگ می‌شوند و سرانجام به شکل یک لایه‌ی جداگانه درمی‌آیند. به هر حال، اگر شما ماده‌ی سومی را به این دو مایع



مایونز

اضافه کنید که آن‌ها را پس از به هم خوردن در کنار هم پایدار نگه دارد، می‌توانید از گردهمایی قطره‌های روغن جلوگیری کنید. ماده‌ی سوم را یک عامل امولسیون کننده می‌نامند و مخلوط سه ماده یک امولسیون (کلوئید مایع در مایع) نامیده می‌شود.

در مایونز، این سه ماده عبارتند از: روغن مایع، سرکه و زرده‌ی تخم مرغ که نقش عامل امولسیون کننده را دارد. در این آزمایش اثر زرده‌ی تخم مرغ را در تهیه‌ی مایونز بررسی می‌کنید. **مواد و وسایل مورد نیاز:** دو زرده‌ی تخم مرغ، سرکه، نمک، روغن مایع، فنجان کوچک، کاسه‌ی کوچک، مخلوط کن دستی یا الکتریکی و ذره بین دستی.

روش کار

توجه: این فعالیت را می‌توان در کلاس درس یا خانه انجام داد.

۱- ۱ mL سرکه در یک فنجان کوچک بریزید.

۲- ۲ mL روغن به فنجان اضافه کنید.

۳- دو مایع درون فنجان را به منظور مخلوط کردن آن‌ها به شدت به هم بزنید.

۴- پس از توقف به هم زدن، مشاهده خواهید کرد که دو مایع باز هم جدا از یک دیگر

قرار می‌گیرند.

۵- یک زرده‌ی تخم مرغ، مقداری نمک و ۱ mL سرکه، در یک کاسه‌ی تمیز بریزید.

۶- مخلوط را تا هنگامی که چسبناک شود، هم بزنید.

۷- در مدت به هم زدن، محتویات فنجان را به آرامی به کاسه اضافه کنید.

۸- به هم زدن را ادامه دهید تا امولسیون پایدار شود.

۹- برای دیدن جزئیات بیشتر، از ذره بین دستی استفاده کنید.

آن چه که روی می‌دهد

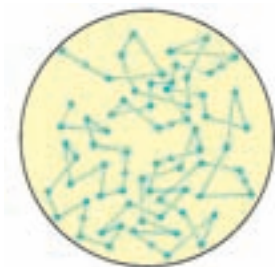
لسیتین در زرده‌ی تخم مرغ به عنوان عامل امولسیون کننده عمل می‌کند. مولکول‌های لسیتین لایه‌ای در اطراف قطره‌های روغن تشکیل می‌دهند که مانع از جمع شدن آن‌ها و تشکیل قطره‌های بزرگ‌تر می‌شود. لسیتین و مولکول‌های امولسیون کننده‌ی دیگر، دارای نواحی آب‌گریز هستند که به روغن - که آن هم آب‌گریز است - می‌چسبند. سر دیگر یک مولکول امولسیون کننده، معمولاً آب دوست است و با آب بر هم کنش می‌کند. به این ترتیب عامل امولسیون کننده پلی بین مولکول‌های آب و روغن تشکیل می‌دهد.

ویژگی‌های دیگر کلوئید

ذره‌های کلوئید پیوسته در جنب و جوش هستند

اگر یک قطره شیر را با میکروسکوپ نوری به دقت نگاه کنید، ذره‌های تشکیل دهنده‌ی

آن را در حال جنب و جوش دائمی می بینید. ذره های کلوییدی هنگامی که به هم می رسند، در برخورد با یک دیگر تغییر جهت می دهند. به این حرکت دائمی و نامنظم ذره های کلوییدی **حرکت براونی** می گویند، شکل ۱۰.



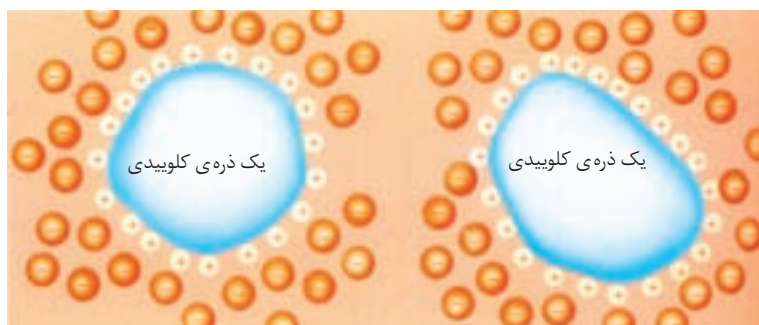
شکل ۱۰ حرکت براونی ذره های کلوییدی. به نظر شما عامل ایجاد این حرکت چیست؟

ذره های کلوییدی بار الکتریکی دارند!

بررسی های تجربی نشان داده است که ذره های کلوییدی می توانند ذره های باردار مانند یون ها را در سطح خود جذب کنند و به نوعی بار الکتریکی دست یابند. این بار الکتریکی می تواند مثبت یا منفی باشد. پایداری کلوییدها (ته نشین نشدن فاز پخش شونده) را به وجود این بار الکتریکی نسبت می دهند.

فکر کنید

با دقت به شکل زیر نگاه کنید و سپس به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



۱- ذره های یک کلویید همگی بار الکتریکی یکسانی دارند ولی مقدار بار الکتریکی

آن ها می تواند متفاوت باشد. چرا؟

۲- آیا می توانید علت پایداری کلوییدها را توضیح دهید؟

۳- با افزایش الکترولیت به یک کلویید، ذره های کلوییدی ته نشین می شود، این فرایند

را **لخته شدن** می گویند. این پدیده را چگونه توجیه می کنید؟

۴- شیر یک کلویید است. افزودن چه موادی به شیر سبب انعقاد آن می شود؟ چرا؟



رابرت براون
(۱۷۷۳-۱۸۲۷)
گیاه پزشک انگلیسی

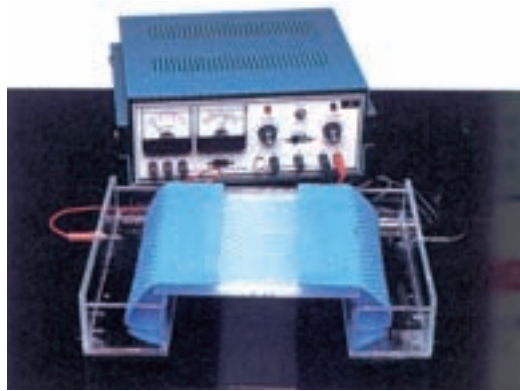


لخته شدن کلوییدها

افزودن مقداری از یک محلول الکترولیت به کلوییدها سبب لخته شدن آن ها می شود.

بیش‌تر بدانید

مطالعه‌ی حرکت ذره‌های کلوییدی باردار در میدان الکتریکی زمینه‌ی خوبی برای پژوهش‌های زیست‌شناختی روی پروتئین‌هاست. **الکتروفورز** دستگاهی است که به این منظور به‌کار می‌رود. در واقع با این دستگاه می‌توان با تنظیم pH محیط پروتئین‌ها را جداسازی و خالص‌سازی کرده، مورد مطالعه قرار داد.



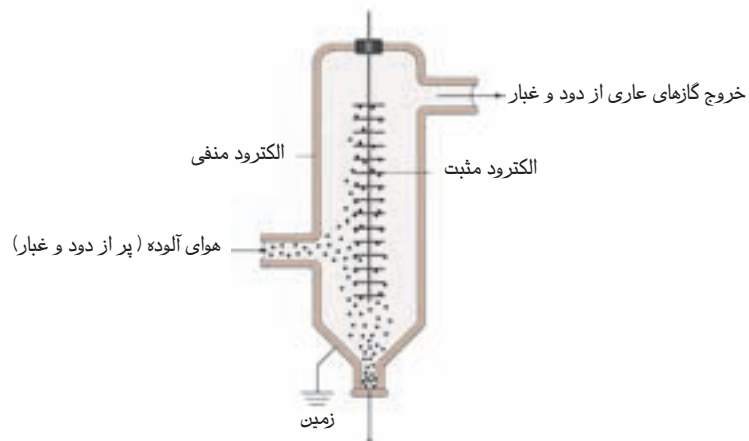
دستگاه الکتروفورز



این بیمار درحال تصفیه‌ی خون خود با دستگاه دیالیز است.

یکی از راه‌های پایدار کردن کلویدها کاهش غلظت یون‌های حاصل از الکتروولیت‌ها در آن‌ها است. فرایند جداکردن یون‌ها از یک کلویید، دیالیز نام دارد. این کار معمولاً به کمک غشاهای مناسبی انجام می‌شود. امروزه از روش دیالیز به‌طور گسترده برای تصفیه خون افراد مبتلا به نارسایی کلیه استفاده می‌شود. برخی آلاینده‌های محیط زیست از نوع ذره‌های کلوییدی هستند. برای پالایش هوای آلوده به این ذره‌ها از **رسوب‌دهنده‌ی کوتزل** استفاده می‌شود. در این دستگاه آلاینده‌هایی مانند دود و گرد و غبار در یک میدان الکتریکی قوی قرار می‌گیرند و چون بار الکتریکی دارند، جذب صفحه‌های باردار این دستگاه می‌شوند. پس از خنثی شدن بار الکتریکی، این ذره‌ها به پایین سقوط می‌کنند.

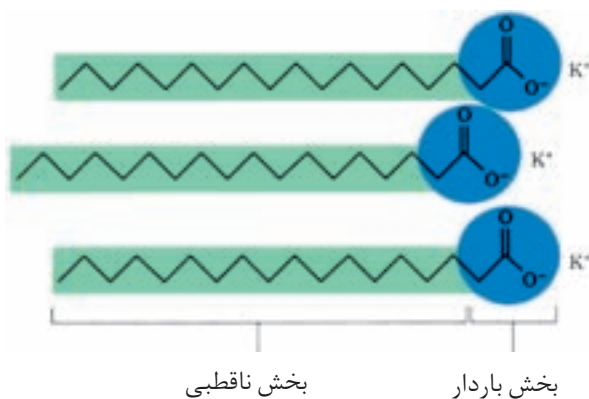
جریان مستقیم با ولتاژ بالا



آلاینده‌های رسوب داده شده (خروجی دستگاه)
رسوب‌دهنده‌ی کوتزل

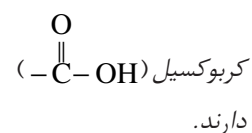
صابون و نقش امولسیون کنندگی آن

چرک لباس و پوست بدن بیش تر از جنس چربی است. چربی و آب در حالت عادی در یک دیگ حل نمی شوند. به همین دلیل آب نمی تواند همه ی چرک ها را جدا کند. برای برداشتن بهتر چرک ها باید امولسیون پایداری از چرک ها در آب ایجاد کرد. این کار به کمک پاک کننده ها انجام می شود. صابون یکی از رایج ترین پاک کننده ها است. صابون نمک سدیم، آمونیوم یا پتاسیم اسیدهای چرب دراز زنجیر است. جزء آنیونی صابون دو بخش دارد، شکل ۱۱. یک بخش زنجیر هیدروکربنی، آب گریز است و سر ناقطبی صابون را تشکیل می دهد. این بخش مولکول در حلال های ناقطبی حل می شود. بخش دیگر صابون سر قطبی و آب دوست آن است. این بخش مولکول، در حلال های قطبی مانند آب حل می شود.



شکل ۱۱ ساختار مولکول های صابون

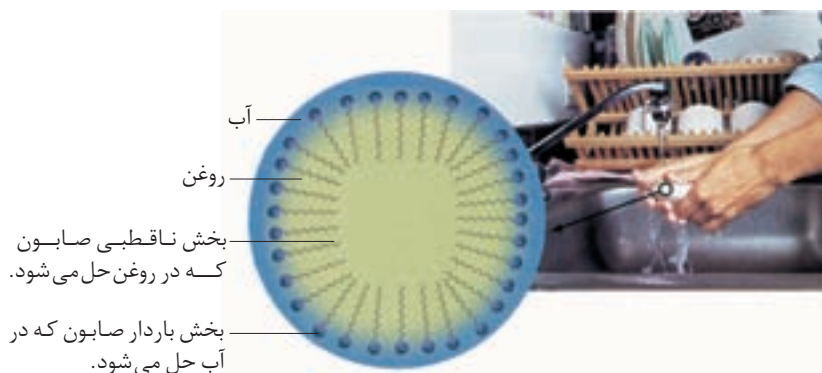
اسیدهای چرب دراز زنجیر دسته ای از اسیدهای آلی هستند که در روغن های گیاهی یا در چربی جانوران یافت می شوند. این ترکیب ها دارای یک زنجیر هیدروکربنی سیر شده یا سیر نشده ی بزرگ با ۱۶ تا ۲۲ اتم کربن هستند. همان طوری که می دانید اسیدهای آلی گروه عاملی



صابون جامد نمک سدیم اسید چرب و صابون مایع نمک پتاسیم یا آمونیوم اسید چرب است.

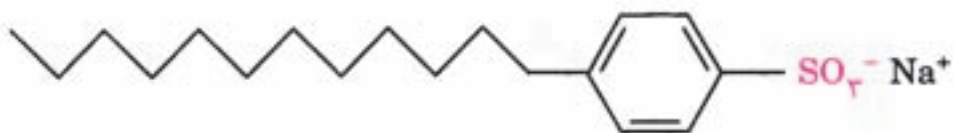
فکر کنید

با دقت به شکل زیر نگاه کنید، هنگامی که دست های خود را با صابون می شوئیم در واقع یک امولسیون از قطره های روغن پخش شده در آب ایجاد می کنیم که این امولسیون به کمک صابون پایدار می شود. اگر این گفته را بپذیرید، تشکیل کف (کلوئید گاز در مایع) به هنگام شست و شوی دست با صابون را چگونه توجیه می کنید؟



پاک کننده های غیرصابونی

در سال ۱۹۳۰ با پیشرفت علم شیمی پاک کننده های غیرصابونی به بازار عرضه شدند. در این پاک کننده ها به جای گروه کربوکسیلات ($-\text{CO}_2^-$) صابون گروه های دیگری از جمله گروه سولفونات ($-\text{SO}_3^-$) قرار گرفته است. سدیم دو دسیل بنزن سولفونات نمونه ای از پاک کننده های غیرصابونی است، شکل ۱۲. در این پاک کننده ها چربی ها به زنجیر آلکیل می چسبند و گروه سولفونات که انتهای باردار پاک کننده را تشکیل می دهد، سبب پخش شدن چربی ها در آب می شود.

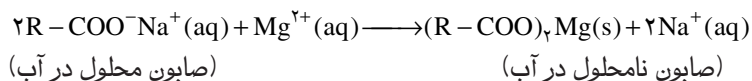


شکل ۱۲ ساختار سدیم دو دسیل بنزن سولفونات بدون شاخه ی فرعی

بیش تر بدانید

برتری پاک کننده های غیرصابونی

می دانید آب سخت غلظت بالایی از یون های Ca^{2+} و Mg^{2+} دارد. وقتی صابون به این نوع آب وارد شود، یون های Ca^{2+} و Mg^{2+} جاذبه ی قوی با جزء آنیونی صابون برقرار می کنند و به این ترتیب صابون نامحلولی تشکیل می دهند.



در پاک کننده های غیرصابونی از گروه سولفونات $-\text{SO}_3^-$ به جای گروه کربوکسیلات $-\text{CO}_2^-$ صابون استفاده شده است. گروه سولفونات برخلاف گروه کربوکسیلات با یون های Ca^{2+} و Mg^{2+} ترکیب هایی انحلال پذیر می دهد. به همین دلیل پاک کننده های غیرصابونی در آب سخت به خوبی کف می کنند.

بیش تر بدانید

شیمی تجزیه علم جمع آوری، پردازش و برقراری ارتباط میان داده های مربوط به ترکیب و ساختار

ماده است. به بیان دیگر، شیمی تجزیه آمیزه ای از علم و هنر است که نوع و مقدار یک ماده را تعیین می کند.

کارشناس های شیمی تجزیه به کمک شگردهایی نظیر نمونه برداری، جداسازی، غلیظ سازی و ...، به تجزیه و تحلیل کمی و کیفی مواد می پردازند. آن ها با استفاده از ابزار و وسایلی که در اختیار دارند و به کمک دانش شیمی، رایانه و آمار، مسایل گوناگونی را حل می کنند که به نوعی به علم شیمی مربوط هستند.

برای مثال، فعالیت این افراد در زمینه‌ی تأیید سلامتی و کیفیت مواد غذایی، دارویی، بهداشتی و آب و فرایند تولید این مواد، کمک زیادی به تولیدکنندگان می‌کند. هم‌چنین، آن‌ها در تشخیص بیماری‌ها به پزشکان یاری می‌رسانند. کارشناس‌های شیمی تجزیه فرصت‌های شغلی مختلفی در زمینه‌های پژوهشی، صنعت، آموزش، مشاغل دولتی، بازرگانی و نیروی انتظامی دارند.

بیش‌تر بخوانید

۱- محلول‌ها، صدیقه عدنانی حسینی، مریم سراجیان، فاطمه محسنی، چاپ نخست، ۱۳۸۲، انتشارات

محراب قلم.

۲- مایع‌ها و محلول‌های آبی، بهزاد پاکروح، چاپ نخست، ۱۳۸۴، انتشارات اندیشه‌سرا.

واژه‌نامه

۲ فرایندی است که طی آن یک یا چند ماده‌ی شیمیایی بر هم اثر می‌گذارند و مواد شیمیایی تازه‌ای ایجاد می‌کنند.	chemical reaction	واکنش شیمیایی
۲ یک معادله‌ی شیمیایی که در آن نام واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) نوشته می‌شود.	word equation	معادله‌ی نوشتاری
۳ یک معادله‌ی شیمیایی که در آن فرمول شیمیایی واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) نوشته می‌شود.	symbol equation	معادله‌ی نمادی
۳ رابطه‌ای است که به کمک آن فرمول شیمیایی و نسبت واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) در یک واکنش شیمیایی نمایش داده می‌شود و مانند معادله‌های ریاضی از چپ به راست نوشته می‌شود.	chemical equation	معادله‌ی شیمیایی
۳ ماده‌ی آغازی یا اولیه‌ی واکنش	reactant	واکنش دهنده
۳ محصول واکنش، ماده‌ی پایانی یا نهایی واکنش	product	فراورده
۱۴ دانش مطالعه‌ی روابط کمی در واکنش‌های شیمیایی	stoichiometry	استوکیومتری
۱۴ واکنش دهنده‌ای که مقدار فراورده‌ی واکنش را تعیین می‌کند.	limiting reactant	واکنش‌گر محدودکننده
۳ برابر کردن تعداد اتم‌ها در دو سوی یک معادله‌ی شیمیایی	balancing	موازنه کردن
۳ یکی از حالت‌های جامد، مایع یا گاز که ماده مشاهده می‌شود.	physical state	حالت فیزیکی
۵ روشی برای موازنه کردن معادله‌های شیمیایی از طریق شمارش نوبتی اتم‌ها در دو سوی معادله	inspection method	روش وارسی
		واکنش ترکیب (سنتز)
۶ واکنشی که در آن چند ماده با هم ترکیب شده فراورده‌ی تازه‌ای تولید می‌شود.	combination (synthesis) reaction	
۶ واکنشی که در آن یک ماده به مواد ساده‌تری تبدیل می‌شود.	decomposition reaction	واکنش تجزیه
۶ به واکنشی که در آن یک ماده به سرعت با اکسیژن ترکیب می‌شود و طی آن مقداری انرژی به صورت نور و گرما آزاد می‌شود.	combustion	واکنش سوختن
		واکنش جابه‌جایی ساده
۶ واکنشی که در آن یک عنصر جانشین عنصر یا یون دیگر موجود در یک ترکیب می‌شود.	single replacement reaction	

واکنش جابه‌جایی دوگانه

۶	double replacement reaction	واکنشی که در آن جای دو عنصر یا یون در دو ترکیب با یک دیگر عوض می‌شود.
۷	oxidation	اکسایش به فرایند ترکیب شدن ماده با اکسیژن می‌گویند.
۱۰	polymerization	پلیمر شدن مجموعه‌ای از واکنش‌های سنتزی که طی آن هزارها مولکول کوچک با یک دیگر ترکیب شده و درشت مولکول‌هایی به نام پلیمر یا بسیار تولید می‌کنند.
۱۰	polyethylene	پلی‌اتیلن ترکیبی که از اتصال تعداد زیادی مولکول اتیلن ایجاد شده باشد.
۱۵	mole	مول به مجموعه‌ای از ذره‌ها که شامل ۶.۰۲۲×۱۰^{۲۳} ذره (اتم، مولکول یا یون) گفته می‌شود.
۱۸	fertilizer	کود شیمیایی ماده‌ای که برای افزایش میزان و بالا بردن کیفیت فرآورده‌های کشاورزی به خاک افزوده می‌شود.
۲۳	methyl salicylate	متیل سالیسیلات مایعی بی‌رنگ که از سالیسیلیک اسید ساخته می‌شود و در داروهای مسکن به کار می‌رود.
قانون نسبت‌های ترکیبی (قانون گی لوساک)		
۲۴	Gay - Lussac's Law	۲۴ گازها با نسبت‌های ساده‌ی حجمی با یک دیگر ترکیب می‌شوند.
۲۴	Avogadro's Law	قانون آووگادرو حجم‌های مساوی از همه‌ی گازها در شرایط یک‌سان دما و فشار، تعداد مولکول‌های مساوی دارند.
۲۷	molar concentration	غلظت مولی به تعداد مول‌های حل‌شونده‌ی موجود در یک لیتر محلول، غلظت مولی آن ماده می‌گویند.
۲۷	solution	محلول مخلوطی همگن که دارای یک فاز باشد.
۲۸	dilution	رقیق کردن فرایند افزایش حلال به یک محلول به جهت کاهش غلظت آن
۳۱	excess reactant	واکنش‌دهنده‌ی اضافی واکنش‌دهنده‌ای است که پس از پایان واکنش هنوز مقداری از آن باقی مانده است.
۳۳	theoretical yield	مقدار نظری مقدار فرآورده‌ی مورد انتظار که از محاسبات استوکیومتری به دست می‌آید.
۳۳	actual yield	مقدار عملی مقدار فرآورده‌ای که در عمل تولید می‌شود.
۳۳	percent yield	بازده درصدی به نسبت مقدار عملی فرآورده‌ی یک واکنش به مقدار نظری آن گفته می‌شود. این کمیت به صورت درصد بیان می‌شود.
۳۵	condensation reaction	واکنش تراکمی تشکیل مولکول‌های بزرگ از انواع کوچک‌تر آن‌ها از طریق حذف یک یا چند مولکول ساده
۳۶	air bag	کیسه هوا کیسه‌هایی که در جلوی برخی خودروها تعبیه شده است و در هنگام برخورد خودرو با مانع به سرعت از گاز پر می‌شود.
۳۸	incomplete combustion	سوختن ناقص نوعی سوختن که در آن به جای کربن دی‌اکسید، کربن مونواکسید یا دوده تولید می‌شود.
۳۸	catalytic converter	مبدل‌های کاتالیزی دستگاهی است که برای کاهش آلاینده‌های تولید شده در موتور خودروهای درون‌سوز استفاده می‌شود.
۳۹	thermochemistry	گرماشیمی شاخه‌ای از علم شیمی که به مطالعه‌ی کمی و کیفی انرژی گرمایی مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد.

گرما	heat	۴۰	انرژی ای که بر اثر اختلاف دما از یک جسم به جسم دیگر منتقل می شود.
حرکت چرخشی	rotational motion	۴۰	به حرکت ذره به دور خود حرکت چرخشی می گویند.
حرکت ارتعاشی	vibrational motion	۴۰	به حرکت رفت و برگشت بخش های مختلف یک مولکول یا یون نسبت به یک دیگر حرکت ارتعاشی می گویند.
ظرفیت گرمایی	heat capacity	۴۱	مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای جسم به اندازه ی یک درجه ی سلسیوس
ظرفیت گرمایی ویژه	specific heat capacity	۴۱	مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم ماده به اندازه ی یک درجه ی سلسیوس
ظرفیت گرمایی مولی	molar heat capacity	۴۲	مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از ماده به اندازه ی یک درجه ی سلسیوس
سامانه یا سیستم	system	۴۴	بخشی از جهان که برای مطالعه انتخاب می شود.
محیط	surroundings	۴۴	هر چیزی که در پیرامون سامانه باشد محیط نامیده می شود.
سامانه بسته	closed system	۴۵	سامانه ای که با محیط مبادله ی انرژی دارد ولی مبادله ی ماده ندارد.
سامانه باز	open system	۴۵	سامانه ای که هم انرژی و هم ماده با محیط مبادله می کند.
سامانه ایزوله	isolated system	۴۵	سامانه ای که انرژی و ماده با محیط مبادله نمی کند.
مرز سامانه	boundary system	۴۵	دیواره ای که سامانه را از محیط پیرامون آن جدا می کند.
خواص ترمودینامیکی			
	thermodynamical properties	۴۶	خواص قابل اندازه گیری که به کمک آن ها می توان یک سامانه را توصیف کرد.
خواص مقداری	extensive properties	۴۶	خواصی که مقدار آن ها به مقدار ماده وابسته است.
خواص شدنی	intensive properties	۴۶	خواصی که مقدار آن ها به مقدار ماده بستگی ندارد.
انرژی درونی	internal energy	۴۶	به مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل همه ی ذره های تشکیل دهنده یک سامانه گفته می شود.
قانون اول ترمودینامیک			
	first law of thermodynamics	۴۸	طبق این قانون انرژی نه به وجود می آید و نه از بین می رود بلکه از شکلی به شکل دیگر در می آید.
تابع حالت	state function	۴۸	تابعی که به مسیر انجام فرایند بستگی ندارد و فقط به حالت آغازی و پایانی وابسته است.
تابع مسیر	state	۴۸	تابعی که به مسیر انجام فرایند بستگی دارد.
آنتالپی واکنش	enthalpy change	۵۰	به تغییر انرژی یک سامانه در فشار ثابت، آنتالپی واکنش گفته می شود.
حالت استاندارد ترمودینامیکی			
	standard state	۵۳	پایدارترین شکل ماده ی خالص در فشار یک اتمسفر و دمای مشخص (معمولاً 25°C)
آنتالپی استاندارد تشکیل			
	standard molar enthalpy of formation	۵۴	به تغییرات آنتالپی در هنگام تشکیل یک مول ماده از عنصرهای سازنده ی آن در حالت استاندارد گفته می شود.
ترمودینامیک	thermodynamics	۴۴	دانش مطالعه ی تبدیل شکل های مختلف انرژی و راه های انتقال آن

آنتالپی استاندارد سوختن

۵۵ standard molar enthalpy of combustion گرمای آزاد شده در هنگام سوختن یک مول از ماده در مقدار کافی اکسیژن

آنتالپی استاندارد تبخیر

۵۶ standard molar enthalpy of vaporization گرمای مصرف شده در هنگام تبدیل یک مول مایع به بخار در دمای جوش آن ماده

آنتالپی استاندارد ذوب

۵۷ standard molar enthalpy of fusion تغییر آنتالپی در هنگام تبدیل یک مول جامد به مایع در دمای ذوب آن جسم

آنتالپی استاندارد تصعید

۵۸ standard molar enthalpy of sublimation تغییر آنتالپی در هنگام تصعید شدن یک مول ماده

۵۸ average bond energy متوسط آنتالپی پیوند مقدار انرژی مصرف شده در هنگام شکستن یک مول پیوند بین دو اتم و تبدیل آن‌ها به اتم‌های جدا از یکدیگر

calorimetry گرماسنجی روش‌های اندازه‌گیری گرمای آزاد شده یا جذب شده در فرایندهای فیزیکی یا شیمیایی

۵۹ coffee-cup calorimeter گرماسنج لیوانی وسیله‌ای که از آن برای اندازه‌گیری گرمای یک واکنش در فشار ثابت استفاده می‌شود.

۵۹ bomb calorimeter گرماسنج بمبی وسیله‌ای که از آن برای اندازه‌گیری گرمای یک واکنش در حجم ثابت استفاده می‌شود.

۶۰ Hess's law قانون هس یک واکنش چندمرحله‌ای از جمع جبری مقادیر ΔH همه‌ی واکنش‌های تشکیل دهنده‌ی آن به دست می‌آید.

۶۳ گاز آب به مخلوطی از گازهای H_2 و CO گفته می‌شود.

۵۱ exothermic process فرایند گرماده فرایندی که در آن گرما آزاد می‌شود و آنتالپی سامانه کاهش می‌یابد.

۵۲ endothermic process فرایند گرماگیر فرایندی که در آن گرما جذب می‌شود و آنتالپی سامانه افزایش می‌یابد.

۷۱ entropy آنتروپی معیاری برای بیان میزان بی‌نظمی یک سامانه است.

۷۳ free energy انرژی آزاد کمیتی ترمودینامیکی که آنتروپی و آنتالپی را به هم ربط می‌دهد.

۷۳ Gibbs free energy انرژی آزاد گیبس به مقدار انرژی در دسترس برای انجام یک فرایند گفته می‌شود.

مخلوط همگن (محلول)

۵۵ solution (homogeneous mixture) مخلوطی است که تنها یک فاز تشکیل می‌دهد.

۷۶ heterogeneous mixture مخلوط ناهمگن مخلوطی است که بیش از یک فاز داشته باشد.

۷۶ phase فاز بخشی از ماده که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در همه‌ی نقاط آن یکسان است.

۷۷ solvent حلال جزیی که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و معمولاً درصد بیش‌تری از محلول را تشکیل می‌دهد.

۷۷ solute حل‌شونده جزیی که در حلال حل می‌شود.

۷۷ aqueous solution محللول آبی محلولی که حلال آن آب است.

۷۷ non-aqueous solution محللول غیر آبی محلولی که حلال آن یک حلالی آلی است.

انحلال پذیری	solubility	۷۸ بیشترین مقدار ماده برحسب گرم که در دمای مشخص در ۱۰۰ گرم آب حل می شود.
آسکوربیک اسید	ascorbic acid	۸۱ ویتامین C؛ جامد سفیدرنگ متبلوری که به خوبی در آب حل می شود.
آنتالپی انحلال	enthalpy solution	۸۱ تغییر آنتالپی مربوط به حل شدن یک مول حل شونده در مقدار زیادی حلال
آب پوشی	hydration	۸۳ احاطه شدن ذره ها توسط مولکول های آب را آب پوشی گویند.
مواد کم محلول	slightly soluble	۷۹ موادی که ۰/۰۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب در دمای مشخص حل می شود.
مواد نامحلول	insoluble	۷۹ موادی که کم تر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب در دمای مشخص حل می شود.
قانون هنری	Henry's law	۸۹ انحلال پذیری گازها با فشار گاز رابطه ی مستقیم دارد.
درصد جرمی	weight(mass) percent	۸۹ به جرم ماده ی حل شده در ۱۰۰ گرم محلول گفته می شود.
درصد حجمی	volume percent	۹۱ به حجم ماده ی حل شده در ۱۰۰ گرم حجم محلول گفته می شود.
غلظت مولال	molality	۹۲ تعداد مولکول گرم های ماده ی حل شده در ۱۰۰۰ گرم حلال
الکترولیت	electrolyte	۹۳ ماده ای که در حالت مذاب یا محلول رسانای الکتریکی است.
محلول الکترولیت	electrolytic solution	۹۳ محلولی از یک اسید، قلیا یا نمک که مولکول های آن به یون تجزیه می شود.
غیرالکترولیت	non-electrolyte	۹۴ ماده ای که در حالت مذاب یا محلول در آب رسانای جریان برق نیست.
درجه ی تفکیک	degree of dissociation	۹۴ نسبت تعداد مولکول های تفکیک شده به مجموع آن ها که معمولاً به صورت درصد بیان می شود.
جفت یون	ion pair	۹۵ مجموعه ای شامل یک یون مثبت و یک یون منفی که به عنوان یک گونه ی واحد و به صورت آب پوشی شده در محلول های یونی وجود دارد.
خواص کولیگاتیو	colligative properties	۹۶ خواصی از محلول ها که میزان آن تنها به تعداد ذره های موجود در محلول بستگی دارد.
فشار بخار	vapor pressure	۹۶ فشاری که بخار یک مایع روی سطح آن مایع وارد می کند.
نقطه ی جوش	boiling point	۹۶ دمایی که در آن فشار بخار مایع با فشار هواکره برابر شود.
نقطه ی انجماد	freezing point	۹۷ در فشار معین هر مایع در دمای معینی آغاز به انجماد می کند که آن را دمای انجماد آن مایع می گویند.
کلوئید	colloid	۹۹ حالتی از مخلوط است که در آن ذره هایی به قطر ۱۰ تا ۱۰۰۰ آنگستروم در یک فاز پیوسته (فاز پخش کننده) پراکنده شده اند.
اثر تیندال	Tyndall effect	۹۹ پراکندگی نور به وسیله ی ذره های ماده به هنگام عبور نور از میان آن
سوسپانسیون	Tyndall effect	۱۰۰ نوعی مخلوط که یکی از اجزای آن پس از مدتی ته نشین می شود.
امولسیون	emulsion	۱۰۰ کلوئیدی که از پراکنده شدن یک مایع در مایع دیگر ایجاد می شود.
حرکت براونی	brownian motion	۱۰۲ حرکت سریع و تصادفی ذره های کلوئیدی که به کمک نور تابانیده شده بر زمینه ای تاریک قابل مشاهده است.
لخته شدن	coagulation یا flocculation	۱۰۲ تجمع ذره های معلق یک کلوئید و ایجاد ذره هایی درشت تر با جرم بیش تر که موجب ته نشین شدن ذره ها و از بین رفتن کلوئید می شود.

الکتروفورز

electrophoresis ۱۰۳ روشی برای جداسازی ذره‌های کلوییدی باردار در یک میدان الکتریکی

دیالیز

dialysis ۱۰۳ روشی برای جداسازی یون‌ها یا مولکول‌های موجود در یک محلول به کمک

غشای نیمه‌تراوا

رسوب‌دهنده‌ی کوترل

Cottrell precipitator ۱۰۳ دستگاهی صنعتی که با ایجاد یک میدان الکتریکی قوی باعث ته‌نشین شدن

گرد و غبار موجود در هوای خروجی کارخانه می‌شود.

صابون

soap ۱۰۴ به نمک‌های حاصل از اسیدهای چرب سنگین گفته می‌شود.

پاک‌کننده‌ی غیرصابونی (مواد مؤثر سطحی)

detergent (surfactant) ۱۰۵ ترکیب‌هایی که کشش سطحی آب را کاهش می‌دهند و به ایجاد کلویید چربی

در آب کمک می‌کنند.

جدول تناوبی عناصرها

H ۱	He ۲																	Li ۳	Be ۴	B ۵	C ۶	N ۷	O ۸	F ۹	Ne ۱۰	Na ۱۱	Mg ۱۲	Al ۱۳	Si ۱۴	P ۱۵	S ۱۶	Cl ۱۷	Ar ۱۸	K ۱۹	Ca ۲۰	Sc ۲۱	Ti ۲۲	V ۲۳	Cr ۲۴	Mn ۲۵	Fe ۲۶	Co ۲۷	Ni ۲۸	Cu ۲۹	Zn ۳۰	Ga ۳۱	Ge ۳۲	As ۳۳	Se ۳۴	Br ۳۵	Kr ۳۶	Rb ۳۷	Sr ۳۸	Y ۳۹	Zr ۴۰	Nb ۴۱	Mo ۴۲	Tc ۴۳	Ru ۴۴	Rh ۴۵	Pd ۴۶	Ag ۴۷	Cd ۴۸	In ۴۹	Sn ۵۰	Sb ۵۱	Te ۵۲	I ۵۳	Xe ۵۴	Ba ۵۶	La ۵۷	Hf ۷۲	Ta ۷۳	W ۷۴	Re ۷۵	Os ۷۶	Ir ۷۷	Pt ۷۸	Au ۷۹	Hg ۸۰	Tl ۸۱	Pb ۸۲	Bi ۸۳	Po ۸۴	At ۸۵	Rn ۸۶	Fr ۸۷	Ra ۸۸	Ac ۸۹	Th ۹۰	Pa ۹۱	U ۹۲	Np ۹۳	Pu ۹۴	Am ۹۵	Cm ۹۶	Bk ۹۷	Cf ۹۸	Es ۹۹	Fm ۱۰۰	$Mendelevium$ ۱۰۱	$Nobelium$ ۱۰۲	Lr ۱۰۳	$Rutherfordium$ ۱۰۴	$Dubnium$ ۱۰۵	$Seaborgium$ ۱۰۶	$Bohrium$ ۱۰۷	$Hassium$ ۱۰۸	$Meitnerium$ ۱۰۹	$Darmstadtium$ ۱۱۰	$Roentgenium$ ۱۱۱	$Copernicium$ ۱۱۲	$Nihonium$ ۱۱۳	$Flerovium$ ۱۱۴	$Moscovium$ ۱۱۵	$Livermorium$ ۱۱۶	$Tennessine$ ۱۱۷	$Oganesson$ ۱۱۸
----------	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	-----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	------------	------------	-----------	------------	------------	------------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	----------------------	-------------------	-------------	------------------------	------------------	---------------------	------------------	------------------	---------------------	-----------------------	----------------------	----------------------	-------------------	--------------------	--------------------	----------------------	---------------------	--------------------

- فلزها
- فلزهای قلیایی
 - فلزهای قلیایی خاکی
 - فلزهای واسطه
 - دیگر فلزها
 - شبه فلزها

- فلزات نادر
- عدد اتمی
 - نماد شیمیایی
 - نام
 - جرم اتمی میانگین
 - آرایش الکترونی

