

مقدمه مؤلفان

سلام و درود!

بالآخره انتظاراتها به پایان رسید و کتابمون پس از چند ماه کار شبانه‌روزی، به ثمر نشست! امید آن‌که این کتاب همچو نغمه‌ای باشد خرم، که شما عزیزان بسپاریدش به یاد!

کتاب ما این جوریه! هر فصل کتاب درسی رو به چندین بخش کوچک‌تر! تقسیم کردیم؛ تا یادگیری مطالب براتون راحت‌تر و لذت‌بخش‌تر بشه! هر جا دیدیم روش‌های معمول، سخت و بغرنج، یک ترفند براتون رو کردیم. در برخی جاها هم که درسنامه طولانی شده، به کمک یه کادر جمع‌بندی، مطالب رو به لقمه‌های کوچک آماده خوردن (یادگیری) تبدیل کردیم.

در قسمت سؤال‌های امتحانی با طرح کلی پرسش مفهومی ریز و درشت، همه زوایای آشکار و پنهان کتاب درسی را بررسی کردیم. ولی فقط به این سؤالات اکتفا نکردیم؛ ۲ تا آزمون نیم‌سال اول و ۴ تا آزمون نیم‌سال دوم هم، براتون گذاشتیم. آخر هر فصل هم یک آزمون جامع داریم که با تکنولوژی QR Code می‌توانید از آن‌ها استفاده کنید. مطمئن باشید که با حل کردن سؤال‌های امتحانی انتهای هر فصل و گذشتن از خوان آزمون‌ها، از پس هر آزمون تشریحی بر خواهید آمد.

در آخر، از همه همکاران و دبیران محترم شیمی تقاضا داریم که مثل همیشه، ما را از پیشنهادهای و انتقادهای سازنده‌شان، محروم نکنند تا بتوانیم سهم کوچکی در کمک به شما عزیزان خستگی‌ناپذیر داشته باشیم.

با تشکر

از دکترها کمیل نصری و کوروش اسلامی، آقایان مهدی هاشمی و احمد علی‌نژاد و خانم زهرا جالینوس که برای به ثمر نشستن این کتاب، هر کاری از دستشون بر میومد، انجام دادند.

از دکتر نیما سپهری عزیز که تجربه همکاری‌های گذشته با ایشان، در این کتاب بسیار به کارمان آمد.

از آقایان دانیال مهرعلی، یاسر عبدالهی، نعمت اسکوئیان، مهدی حیدریان، عرفان وکیلی، سجاد سیفالهی، سید علی حسین‌زاده و میلاد عزیزی و خانم‌ها مرحوم نازنین سداد، تارا مدرس‌پناه و مرضیه قاسمی که در ویراستاری کتاب کمک کردند.

از همه همکاران زحمتکش و همیشه همراه واحد تولید که با تلاش شبانه‌روزشون این کتاب سروشکل گرفت!

و در آخر از بقیه دوستان خیلی سبز، که در روزهای سخت و پرتلاش تألیف، در کنارمان بودند.

حسین ایروانی - زهرا خردمند

شهریورماه ۱۴۰۱

فهرست

فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

۱۳۷	درس ۱: مقدمه و درصد جرمی
۱۴۰	درس ۲: جامدهای کووالانسی (بخش اول)
۱۴۳	درس ۳: جامدهای کووالانسی (بخش دوم)
۱۴۶	درس ۴: جامدهای مولکولی
۱۴۸	درس ۵: رفتار مولکول‌ها و توزیع الکترون‌ها
۱۵۳	درس ۶: هنرنمایی شاره‌های مولکولی و یونی برای ...
۱۵۵	درس ۷: جامدهای یونی (بخش اول)
۱۵۹	درس ۸: جامدهای یونی (بخش دوم)
۱۶۴	درس ۹: جامدهای فلزی
۱۷۰	پاسخ‌نامه سؤال‌های امتحانی

فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی

۷	درس ۱: مقدمه
۱۲	درس ۲: جنگ چربی و صابون
۲۱	درس ۳: در جست‌وجوی پاک‌کننده‌های جدید
۲۵	درس ۴: اسیدها و بازها
۳۱	درس ۵: میزان اسیدی‌بودن محلول‌ها (قدرت اسیدی)
۳۸	درس ۶: ثابت تعادل و قدرت اسیدی
۴۶	درس ۷: pH
۵۴	درس ۸: pH در اسیدهای قوی و اسیدهای ضعیف
۵۸	درس ۹: بازها
۶۶	پاسخ‌نامه سؤال‌های امتحانی

فصل چهارم: شیمی راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

۱۷۶	درس ۱: شناخت فناوری‌های مرتبط با شیمی
۱۸۰	درس ۲: انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی
۱۸۶	درس ۳: مبدل‌های کاتالیستی
۱۸۹	درس ۴: ثابت تعادل
۱۹۵	درس ۵: اصل لوشاتلیه و اثر تغییر غلظت بر تعادل
۱۹۸	درس ۶: بررسی اثر تغییر دما بر تعادل
۲۰۰	درس ۷: بررسی اثر تغییر حجم و فشار بر تعادل
۲۰۳	درس ۸: نگاه ویژه به تلاش‌های هابر
۲۰۵	درس ۹: سنتز مولکول‌های آلی (بخش اول)
۲۰۹	درس ۱۰: سنتز مولکول‌های آلی (بخش دوم)
۲۱۶	پاسخ‌نامه سؤال‌های امتحانی

فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

۷۸	درس ۱: آشنایی با مفاهیم الکتروشیمی و ...
۸۴	درس ۲: موازنه واکنش‌های اکسایش و کاهش
۸۶	درس ۳: رقابت‌های فلزها
۸۹	درس ۴: سلول گالوانی
۹۳	درس ۵: نیروی الکتروموتوری
۱۰۱	درس ۶: باتری‌ها و سلول‌های سوختی
۱۰۷	درس ۷: عدد اکسایش
۱۱۲	درس ۸: سلول‌های الکترولیتی و برقکافت
۱۱۷	درس ۹: خوردگی و راه‌های محافظت از آن
۱۲۲	درس ۱۰: آشنایی با سه سلول الکتروشیمیایی دیگر ...
۱۲۷	پاسخ‌نامه سؤال‌های امتحانی

شماره صفحه امتحان شماره صفحه پاسخ

۲۲۶	۲۲۴	نمونه امتحان نیم‌سال اول: امتحان شماره ۱
۲۳۰	۲۲۸	نمونه امتحان نیم‌سال اول: امتحان شماره ۲
۲۳۵	۲۳۲	نمونه امتحان نیم‌سال دوم: امتحان شماره ۳ (نهایی خرداد ۱۴۰۱)
۲۳۹	۲۳۶	نمونه امتحان نیم‌سال دوم: امتحان شماره ۴ (نهایی خرداد ۱۴۰۰)
۲۴۳	۲۴۰	نمونه امتحان نیم‌سال دوم: امتحان شماره ۵ (نهایی شهریور ۱۴۰۰)
۲۴۷	۲۴۴	نمونه امتحان نیم‌سال دوم: امتحان شماره ۶ (نهایی دی ۱۴۰۰)

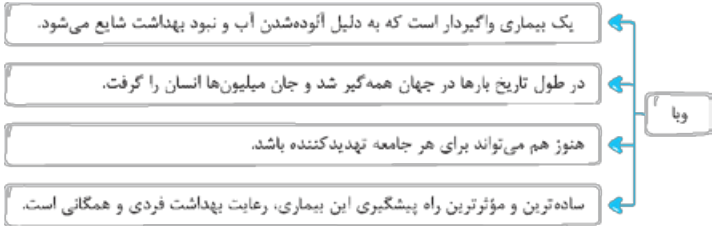


در این فصل یاد می‌گیریم انسان‌ها چگونه **۱** با الهام از طبیعت و **۲** شفافیت مولکول‌ها و **۳** رفتار آن‌ها، راهی برای زدودن آلودگی‌ها پیدا کردند؛ آن‌ها با شفافیت و استفاده از مواد شوینده، آلودگی‌ها را راحت‌تر از بین بردند. در این فصل قراره با شوینده‌ها هم آشنا بشیم و فوایدیم دید که این مواد براساس خواص اسیدی و بازی عمل می‌کنند؛ سپس در نیمه دوم فصل، روی رفتار اسیدها و بازها زوم می‌کنیم تا روش تهیه و استفاده بهینه از شوینده‌ها را بهتر درک کنیم.

مقدمه

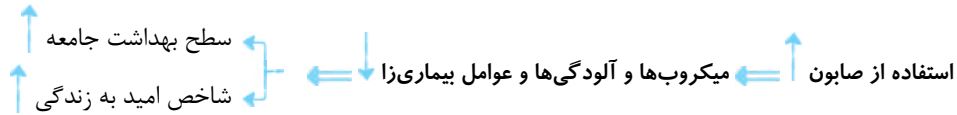
مقدمه‌ای بر پاکیزگی

از سالیان دور، پاکیزگی و بهداشت همواره در زندگی انسان‌ها اهمیت بالایی داشته است: **۱** اسکان انسان‌ها در کنار رودخانه‌ها به منظور دسترسی به آب، **۲** استفاده مردم شهر باستانی بابل از موادی شبیه به صابون امروزی برای نظافت و پاکیزگی و **۳** آغشته کردن ظروف چرب به خاکستر^۱ و سپس شست‌وشوی آن با آب گرم توسط نیاکانمان به اهمیت این موضوع اشاره دارد. با وجود این پیشینه طولانی، در گذشته سطح بهداشت فردی و همگانی به دلیل عدم دسترسی، کمبود یا استفاده نکردن از مواد شوینده، بسیار پایین بوده است؛ تا جایی که بیماری‌های واگیردار گوناگون مانند وبا، به راحتی در جهان گسترش می‌یافت.^۲



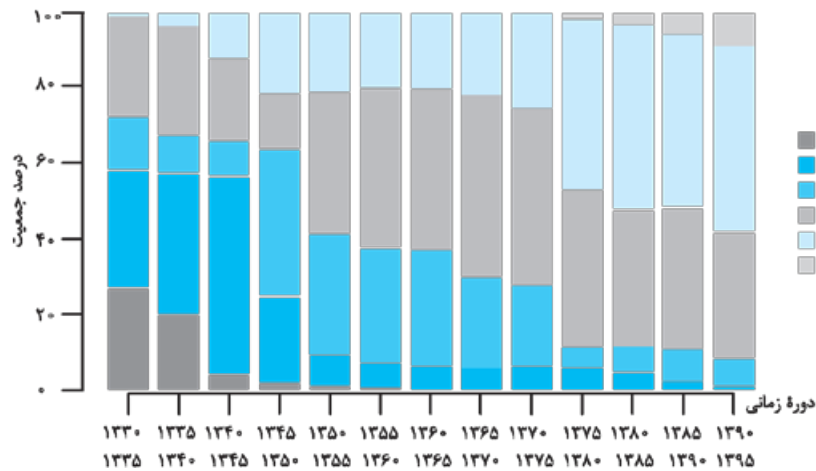
فوشبفتانه! با گذشت زمان، استفاده از صابون و توجه به نظافت و بهداشت در جوامع با اقبال بیشتری روبه‌رو شد! و بنابراین میکروب‌ها، آلودگی‌ها و عوامل بیماری‌زا در محیط‌های فردی و همگانی کاهش یافتند و سطح بهداشت جامعه افزایش یافت. با افزایش سطح تندرستی و بهداشت فردی و همگانی، «شاخص^۳ امید به زندگی» نیز در جهان افزایش یافته است.

- ۱- خاکستر (به دلیل وجود ترکیب‌های فلزی) خاصیت بازی دارد. همان‌طور که پلوتر می‌فونیم! بازها در واکنش با چربی‌ها تشکیل صابون می‌دهند؛ در نتیجه ظرف چرب آغشته شده به خاکستر به راحتی با آب گرم شسته می‌شود: صابون → چربی + خاکستر
- ۲- در حال حاضر هم شاهد بودیم که گسترش بیماری کرونا، ارتباط مستقیم داشت به میزان رعایت مقررات و پروتکل‌های بهداشتی!
- ۳- کلمه شاخص به معنای نشان‌دهنده است. شاخص ابزاری برای اندازه‌گیری و مقایسه پدیده‌هایی است که دارای ماهیت مشخصی هستند و براساس آن می‌توان تغییرات ایجاد شده در متغیرهای معینی را در طول یک دوره بررسی نمود.



حالا این شاخص امید به زندگی یعنی چه؟

شاخص امید به زندگی: این شاخص نشان می‌دهد که با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند. پیشگیری و درمان بیماری‌ها نقش مهمی در افزایش شاخص امید به زندگی دارد. نمودار توزیع جمعیت جهان براساس امید به زندگی آن‌ها در دوره‌های زمانی گوناگون:



نکات نمودار

۱ با گذشت زمان، امید به زندگی در سطح جهان افزایش یافته است. برای درک بهتر این موضوع، بیایید درصد جمعیت را برای گستره سنی ۴۰ تا ۵۰ سال، در سه دوره زمانی مختلف بررسی کنیم!

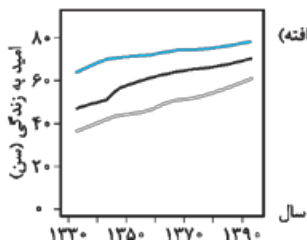
دوره زمانی	درصد جمعیت
۱۳۹۵ - ۱۳۹۰	۱
۱۳۷۰ - ۱۳۶۵	۵
۱۳۳۵ - ۱۳۳۰	۳۵

با گذشت زمان، درصدی از جمعیت که امید به زندگی آن‌ها در گستره ۴۰ تا ۵۰ سال بوده، کاهش چشمگیری داشته است. اما به دلیل افزایش درصدی از جمعیت که امید به زندگی بالاتر از ۵۰ سال دارند؛ می‌توان گفت که با گذشت زمان، درصدی از جمعیت جهان که شاخص امید به زندگی بالاتری دارند، افزایش یافته است.

۲ امروزه امید به زندگی برای بیشتر مردم دنیا در حدود ۸۰ - ۷۰ سال است.

۳ امروزه حدود ۹۰ درصد جمعیت جهان بین ۶۰ تا ۸۰ سال عمر می‌کنند.

امید به زندگی، علاوه بر سلامت و بهداشت به عوامل مختلف دیگری هم بستگی دارد؛ در نتیجه این شاخص در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور نیز متفاوت است.



نمودار مقایسه امید به زندگی برای مناطق برخوردار و کم‌برخوردار با میانگین جهانی:

نکات نمودار

۱ امید به زندگی در مناطق توسعه یافته (برخوردار)، بیشتر از مناطق کم‌تر توسعه یافته (کم‌برخوردار) است.

۲ با گذشت زمان، شاخص امید به زندگی در مناطق برخوردار و کم‌برخوردار و در نتیجه میانگین جهانی آن افزایش پیدا کرده است.

مقایسه شاخص امید به زندگی در یک سال معین:

مناطق توسعه یافته و برخوردار < میانگین جهانی < مناطق کم‌تر توسعه یافته و کم‌برخوردار

رشد شاخص امید به زندگی در یک بازه زمانی معین (شیب نمودار):

مناطق کم‌تر توسعه یافته و کم‌برخوردار < میانگین جهانی < مناطق توسعه یافته و برخوردار

فب تا این‌جا یاد گرفتیم که سلامت و بهداشت اهمیت زیادی در شاخص امید به زندگی دارد و بر همگان واضح و مبرهن است که برای حفظ سلامتی و بهداشت، پاک‌کننده‌ها و شوینده‌ها خیلی مهم هستند. حالا می‌خواهیم وارد بخش‌های شیمیایی پاک‌کننده‌ها بشیم؛ یعنی به کمک علم شیمی می‌خواهیم:

- ۱- چگونگی عملکرد شوینده‌ها و پاک‌کننده‌هایی مانند صابون، شامپو و پودر لباسشویی را درک کنیم.
- ۲- شوینده‌هایی بسازیم که آسیب کم‌تری به محیط زیست وارد می‌کنند.
- ۳- روش درست استفاده کردن از شوینده‌ها را در راستای افزایش سطح بهداشت فردی و همگانی بیاموزیم.

اما قبل از هر کاری باید با چند مفهوم آشنا شویم.

آلاینده‌ها

تعریف آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونه ماده یا یک جسم وجود دارند؛ مثلاً: گل‌ولای آب، گرد و غبار هوا، لکه‌های چربی و مواد غذایی روی لباس‌ها و پوست بدن.

حالا برای این‌که ببینیم چه طوری می‌شه از شر انواع لکه‌ها بر روی دست‌ها و لباس‌ها و ... (یعنی در واقع آلاینده‌ها) خلاص شد! باید ساختار و رفتار ذره‌های سازنده آلاینده‌ها و هم‌چنین مواد شوینده و نیروهای بین مولکولی آن‌ها را بشناسیم.

انواع مواد

قطبی: مواد قطبی (مانند H_2O ، HCl و ...) از مولکول‌های قطبی تشکیل شده‌اند که گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر داشته و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

انواع مواد ناقطبی: مواد ناقطبی (مانند CH_4 ، C_2H_6 و ...) از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده‌اند که گشتاور دوقطبی برابر با صفر (یا تقریباً صفر) داشته و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

یونی: در ساختار این مواد یون‌های مثبت (کاتیون) و منفی (آنیون) وجود دارد؛ مانند نمک خوراکی.

حلال‌ها تصور کنید هنگام خوردن عسل، مقداری از آن روی دستتان ریخته است، برای از بین بردن لکه عسل (آلاینده) دستتان را با آب (حلال) می‌شوید.

یعنی حل کردن آلاینده‌ها یک راه خوب برای از بین بردن آن‌ها است اما خب حل کردن همیشه هم به همین راحتی نیست؛ مثلاً وقتی دستمان روغنی می‌شود، آب دیگر حلال مناسبی برای از بین بردن آلاینده روغن نیست.

در شیمی دهم یاد گرفتیم که کدام مواد می‌تونن با هم محلول بسازند (در هم حل شوند). اگر جاذبه‌های بین مولکولی در دو ماده‌ای که با هم مخلوط می‌کنیم، شبیه هم باشند، یعنی هر دو قوی یا هر دو ضعیف باشند دو ماده با هم یک محلول تشکیل می‌دهند (مثل آب و عسل)؛ اما اگر جاذبه‌های بین مولکولی دو ماده با هم متفاوت باشه! دو ماده در هم حل نمی‌شوند (مثل آب و روغن). به بیان دیگر، اگر ذره‌های سازنده حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبه قوی برقرار کنند، حل‌شونده در حلال حل می‌شود، در غیر این صورت ذره‌های حل‌شونده، کنار هم باقی‌مونه و در حلال پخش نمی‌شوند.

بریم که تشفیص بریم کدام حلال برای کدامین آلاینده مناسب است.

انواع حلال‌ها: حلال‌ها را می‌توان به دو دسته قطبی و ناقطبی تقسیم کرد:

۱- **حلال‌های قطبی:** این دسته از حلال‌ها از مولکول‌های قطبی تشکیل شده‌اند. سه حلال قطبی مهم که در کتاب درسی به آن‌ها اشاره شده عبارت‌اند از: آب (H_2O)، اتانول (CH_3CH_2OH) و استون (CH_3COCH_3).

۲- **حلال‌های ناقطبی:** این دسته از حلال‌ها از مولکول‌های ناقطبی تشکیل شده‌اند. هگزان (C_6H_{14}) را به عنوان یک حلال ناقطبی مهم به خاطر بسپارید.

تقسیم‌بندی مواد بر حسب حل شدن در حلال‌های قطبی و ناقطبی

فرایند انحلال مواد در یکدیگر: از شیمی دهم به یاد داریم که اگر جاذبه‌های بین حلال - حل‌شونده بزرگ‌تر یا مساوی میانگین جاذبه‌های بین مولکول‌های حلال به تنهایی و حل‌شونده به تنهایی باشند، انحلال صورت می‌گیرد.

- ۱- مواد قطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند.
- ۲- مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند.
- ۳- اغلب مواد یونی (نمک‌ها) در حلال‌های قطبی حل می‌شوند ولی در حلال‌های ناقطبی نامحلول‌اند.
- ۴- موادی که دارای هر دو بخش قطبی و ناقطبی هستند و در ادامه به طور ویژه به توضیح آن‌ها می‌پردازیم.

توجه برخی از ترکیب‌های یونی مانند $AgCl$ ، $BaSO_4$ و ... در آب نامحلول هستند. به همین خاطر گفتیم اغلب ترکیب‌های یونی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند نه همشون!

در تمرین‌های دوره‌ای فصل می‌خوانیم که: رنگ گل ادریسی به میزان اسیدی بودن خاک بستگی دارد. این گل در خاکی با خاصیت اسیدی به رنگ آبی و در خاکی با خاصیت بازی به رنگ قرمز درمی‌آید. (برعکس کاغذ pH)

اسیدوباز آرنیوس

شواهد و مدارک بسیاری در تاریخ علم سراغ داریم که نشان می‌دهند پیش از آن که ساختار اسیدها و بازها شناخته شوند، شیمی‌دان‌ها علاوه بر ویژگی‌های اسیدها و بازها، با برخی از واکنش‌های آن‌ها نیز آشنایی داشتند. اما *صرف آشنایی که کافی نیست!* شیمی‌دان‌ها برای توجیه رفتار اسیدها و بازها، به یک مبنای علمی نیاز داشتند. *زمان گذشت و گذشت تا شیمی‌دان سوئدی سوانت آرنیوس*، برای نخستین بار توانست اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کند. آرنیوس که بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد، با استفاده از یافته‌های تجربی که جمع‌آوری کرده بود، نشان داد که محلول اسیدها و بازها رسانای برق هستند، اما میزان رسانایی آن‌ها با یکدیگر یکسان نیست.^۱

مدل آرنیوس: براساس مدل آرنیوس، مواد و ترکیب‌هایی که با حل شدن در آب، غلظت یون‌های $H^+(aq)$ را افزایش می‌دهند، اسیدند و مواد و ترکیب‌هایی که با حل شدن در آب، غلظت یون‌های $OH^-(aq)$ را افزایش می‌دهند، باز هستند؛ بنابراین رفتار اسید و باز آرنیوس را می‌توان براساس غلظت یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ موجود در محلول آن‌ها توصیف کرد.

توجه: با انحلال اسیدها و بازها در آب، مقدار یون‌های موجود در آب، افزایش می‌یابد.

هر چه $[H^+]$ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول اسیدی‌تر و هر چه $[OH^-]$ در محلولی بیشتر باشد، آن محلول بازی‌تر خواهد بود. بر این اساس اگر در یک سامانه غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

همان‌طور که دیدیم رفتار اسید و باز آرنیوس را می‌توان براساس غلظت یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ توصیف کرد، اما نمی‌توان دربارهٔ میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول اظهار نظر کرد؛ زیرا مدل آرنیوس اطلاعاتی دربارهٔ غلظت یون هیدرونیوم در محلول‌ها در اختیار ما نمی‌گذارد.

اسیدهای آرنیوس بر طبق مدل آرنیوس، برای این‌که ماده‌ای اسید باشد، باید دو شرط زیر را داشته باشد:

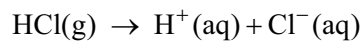
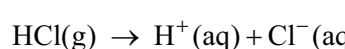
۱ در آب حل شود.

۲ غلظت یون هیدرونیوم $(H^+(aq))$ را در آب افزایش دهد.

دو مثال از اسیدهای آرنیوس را ببینیم:

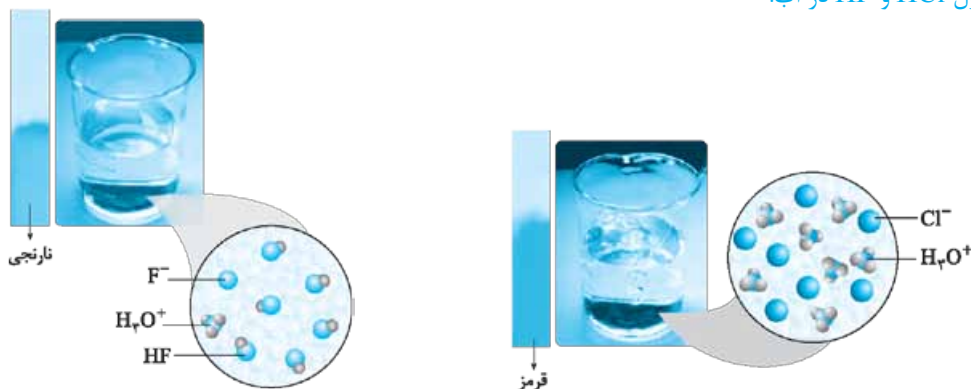
هیدروهاالیدها: ترکیبات هیدروژن‌دار هالوژن‌ها با فرمول کلی HX هستند که در آب حل شده و غلظت یون $H^+(aq)$ را در آب افزایش می‌دهند، بنابراین اسید آرنیوس به شمار می‌روند. برای مثال گازهای هیدروژن فلوئورید و هیدروژن کلرید هر دو در آب حل شده و مطابق واکنش‌های زیر

غلظت یون $H^+(aq)$ را در آب افزایش می‌دهند:



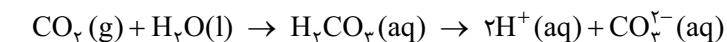
توجه: مطابق شکل‌های زیر، رنگ کاغذ pH در محلول‌هایی با دما و غلظت یکسان از دو هیدروهاالید HCl و HF به ترتیب نارنجی و قرمز است. بنابراین می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که در شرایط یکسان **خصلت اسیدی HCl بیشتر از HF** است. به عبارت دیگر HCl اسید قوی‌تری از HF است.

نمای ذره‌ای محلول HCl و HF در آب:

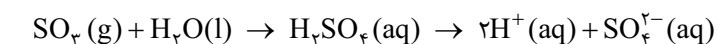


اکسیدهای نافلز: بر اثر حل شدن اکسیدهای نافلزی مانند کربن دی‌اکسید (CO_2)، گوگرد تری‌اکسید (SO_3) و دی‌نیتروژن پنتااکسید (N_2O_5) در آب، غلظت یون هیدرونیوم افزایش پیدا می‌کند. در واقع این اکسیدهای نافلزی که به **اکسیدهای اسیدی** معروف‌اند، اسید آرنیوس هستند.

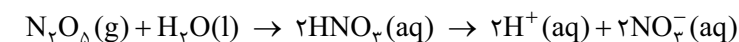
۱- جلوتر می‌بینیم که میزان رسانایی یک محلول اسیدی یا بازی، با قدرت اسیدی یا بازی آن محلول، چه رابطه‌ای دارد.



اسید آرنیوس

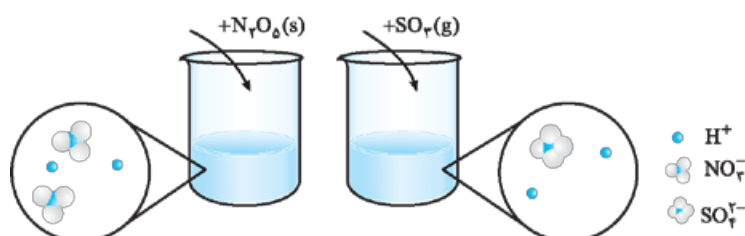


اسید آرنیوس



اسید آرنیوس

نمای ذره‌ای محلول N_2O_5 و SO_2 در آب:



بازهای آرنیوس بر طبق مدل آرنیوس، برای این که ماده‌ای باز باشد، باید دو شرط زیر را داشته باشد:

۱ در آب حل شود. ۲ غلظت یون هیدروکسید (OH^-) را در آب افزایش دهد.

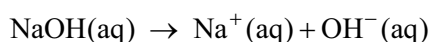
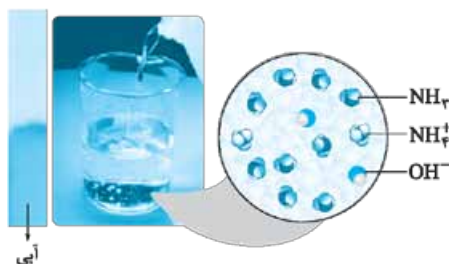
سه مثال از بازهای آرنیوس را ببینیم:

آمونیاک: آمونیاک به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی در آب به طور عمده به شکل مولکولی حل می‌شود و می‌توان برای آن فرمول $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$

را در نظر گرفت. $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$ در آب OH^- آزاد می‌کند، بنابراین آمونیاک باز آرنیوس است:



نمای ذره‌ای محلول NH_3 در آب:



هیدروکسید فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی:

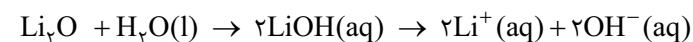


توجه رنگ کاغذ pH در محلول‌هایی با دما و غلظت یکسان از سدیم هیدروکسید و آمونیاک، به ترتیب بنفش و آبی است. بنابراین می‌توان

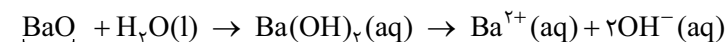
این طور نتیجه گرفت که در شرایط یکسان، خصلت بازی NaOH بیشتر از NH_3 است. به عبارت دیگر، NaOH باز قوی‌تری از NH_3 است.

اکسیدهای فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی: بر اثر حل شدن اکسیدهای فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی (اکسید فلزهای گروه‌های اول و دوم جدول دوره‌ای

عنصرها) در آب، غلظت یون هیدروکسید افزایش پیدا می‌کند؛ در نتیجه این اکسیدهای فلزی که به اکسیدهای بازی معروف‌اند، باز آرنیوس هستند.

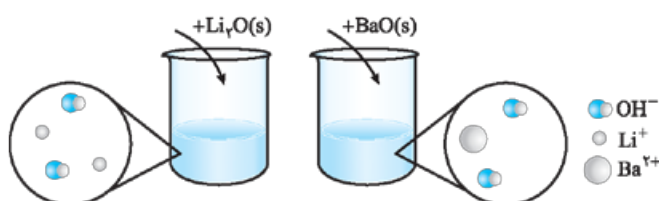


باز آرنیوس



باز آرنیوس

نمای ذره‌ای و BaO در آب:



دوپروتون‌دار	تک‌پروتون‌دار	
<ul style="list-style-type: none"> سولفوریک اسید (H_2SO_4) 	<ul style="list-style-type: none"> هیدروکلریک اسید (HCl)، هیدروبرمیک اسید (HBr)، هیدرویدیک اسید (HI) نیتریک اسید (HNO_3) 	اسید قوی
<ul style="list-style-type: none"> ترفتالیک اسید^۲ ($C_8H_6O_4$) کربنیک اسید (H_2CO_3) 	<ul style="list-style-type: none"> کربوکسیلیک اسیدها مانند: فورمیک اسید ($HCOOH$)، استیک اسید (CH_3COOH)، بنزواتیک اسید (C_6H_5COOH) نیترو اسید (HNO_3) و هیدروسیانیک اسید (HCN) و هیدروفلوئوریک اسید (HF) 	اسید ضعیف

نکته

در میان هیدروکسیدها، تنها هیدروفلوئوریک اسید ($HF(aq)$) یک اسید ضعیف به شمار می‌رود و تنها مولکول‌های این اسید، توانایی برقراری پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را دارند.

کارگاه حل مسئله

تیپ اول: محاسبهٔ درجهٔ یونش به کمک شمار مولکول‌های یونیده‌شده همان‌طور که دیدیم، اسیدهای مختلف در آب به میزان متفاوتی یونش می‌یابند. برای مقایسهٔ میزان یونیده‌شدن اسیدها از درجهٔ یونش (α) استفاده می‌کنیم. درجهٔ یونش (α)، نسبت شمار مولکول‌های یونیده‌شده به شمار کل مولکول‌های حل‌شده در آب است:

$$\text{درجهٔ یونش } (\alpha) = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل‌شده}}$$

نکته

در منابع علمی معتبر، گاهی به جای درجهٔ یونش از درصد یونش استفاده می‌کنند که به صورت زیر به دست می‌آید:

$$100 \times \text{درجهٔ یونش } (\alpha) = \text{درصد یونش } (\% \alpha)$$

مثال اگر در محلول هیدروفلوئوریک اسید، از هر هزار مولکول حل‌شده در دمای اتاق، تنها ۲۴ مولکول یونیده شود، درجهٔ یونش و درصد یونش هیدروفلوئوریک اسید را حساب کنید.

پاسخ با توجه به شمار کل مولکول‌های حل‌شده و شمار مولکول‌های یونیده‌شده، می‌توانیم بنویسیم:

$$\text{درجهٔ یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل‌شده}} = \frac{24}{1000} = 0.024 = 2.4\%$$

$$2.4\% \times 100 = 0.024 \times 100 = 2.4\% \times 100 = 2.4\% \times 100 = 2.4\%$$

با در نظر گرفتن مقدار درصد یونش می‌توان گفت که 2.4% انحلال HF در آب، به صورت یونی و 97.6% انحلال، به صورت مولکولی انجام شده است.

تیپ دوم: محاسبهٔ درصد یا درجهٔ یونش با استفاده از غلظت مولی گونه‌ها اسید ضعیف HA را در نظر بگیرید، اگر ۶ مول HA

در ۱ لیتر از محلول آن وجود داشته باشد مقدار مول یا غلظت دیگر گونه‌های موجود در واکنش به صورت زیر است:

معادلهٔ یونش:	$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$
مول اولیه:	۶ ۰ ۰
تغییر مول (مقدار یونیده‌شده):	-X X X
مول نهایی:	۶ - X X X

در رابطهٔ درجهٔ یونش می‌توان به جای شمار مولکول‌ها، شمار مول‌ها یا غلظت مولی گونه‌ها را قرار داد.

$$\text{درجهٔ یونش اسید } (\alpha) = \frac{\text{غلظت مولی اسید یونیده‌شده}}{\text{غلظت مولی اسید حل‌شده}}$$

۱- در بخش ...، قدرت اسیدی این اسیدها را با توجه به مقدار ثابت تعادل آن‌ها با هم مقایسه خواهیم کرد.

۲- با این اسید، در فصل چهارم کتاب درسی آشنا خواهیم شد.

برای اسیدهای تک‌پروتون‌دار، غلظت مولی اسید یونیده‌شده با غلظت مولی یون هیدرونیوم برابر است. پس رابطهٔ بالا را می‌توانیم برای اسید HA به صورت زیر هم بنویسیم:

$$\alpha = \frac{\text{غلظت مولی یون هیدرونیوم}}{\text{غلظت مولی اسید یونیده‌شده} + \text{غلظت مولی یون هیدرونیوم}} = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{HA}] + [\text{H}^+]}$$

$$\alpha = \frac{\text{غلظت مولی یون هیدرونیوم}}{\text{غلظت مولی اسید حل‌شده}} \times 100$$

توجه: رابطهٔ درصد یونش را می‌توانیم به صورت مقابل بنویسیم:

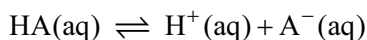
مثال: اگر در محلول استیک اسید (CH₃COOH) ۰/۱ مولار، غلظت یون هیدرونیوم برابر با ۱/۳۵ × ۱۰^{-۳} mol.L⁻¹ باشد، درصد یونش آن را حساب کنید.

پاسخ:

$$\alpha = \frac{\text{غلظت مولی H}^+ \text{ یا A}^- \text{ تولیدشده}}{\text{غلظت مولی اولیهٔ اسید}} \times 100 = \frac{1/35 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}}{10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}} \times 100 = 1/35 \%$$

تیپ سوم: محاسبهٔ غلظت یون هیدرونیوم با استفاده از درجهٔ یونش در اسیدهای تک‌پروتون‌دار

با توجه به معادلهٔ یونش اسیدهای تک‌پروتون‌دار:



همان‌طور که دیدیم در این اسیدها شمار مول‌های یونیده‌شدهٔ HA با شمار هر یک از مول‌های H⁺ و A⁻ برابر است.

بنابراین درجهٔ یونش را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\text{درجهٔ یونش} = \frac{\text{غلظت مولی هر یک از یون‌های حاصل}}{\text{غلظت مولی اولیهٔ اسید}}$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{M} \text{ یا } \frac{[\text{A}^-]}{M}$$

اگر غلظت مولی اسید تک‌پروتون‌دار HA را با M نشان دهیم:

$$\Rightarrow [\text{H}^+] = M \times \alpha$$

توجه: رابطهٔ بالا هم برای اسیدهای قوی (α = ۱) و هم برای اسیدهای ضعیف (α < ۱) کاربرد دارد، اما فقط برای اسیدهای تک‌پروتون‌دار.

مثال: غلظت یون هیدرونیوم در محلول ۰/۴ مولار هیدروسیانیک اسید (HCN) با درصد یونش ۲/۵٪ حساب کنید.

پاسخ: درجهٔ یونش این اسید تک‌پروتون‌دار برابر با ۰/۰۲۵ = ۲/۵ / ۱۰۰ بوده و داریم:

$$[\text{H}^+] = M \times \alpha = 0/4 \times 0/025 = 0/01 \text{ mol.L}^{-1}$$

بر نیت بداند که برای اسیدهایی با چند پروتون اسیدی، غلظت یون هیدرونیوم به صورت روبه‌رو محاسبه می‌شود: $[\text{H}^+] = n \times M \times \alpha$ که در آن، n تعداد پروتون اسیدی است. برای مثال مقدار n برای سولفوریک اسید (H₂SO₄) برابر با ۲ است.

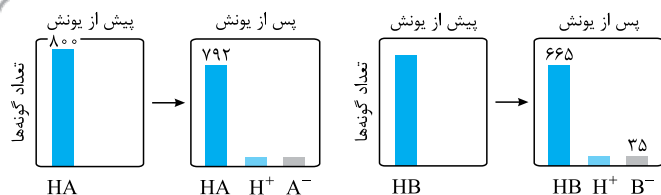
تیپ چهارم: محاسبهٔ درجهٔ یونش با استفاده از نمودارهای ستونی این تیپ در واقع صورت دیگری از تیپ اول است، که در آن

شمار مولکول‌های یونیده‌شده را به کمک نمودارهای ستونی به ما می‌دهند و مقدار درجهٔ یونش را می‌پرسند. کافی است رابطهٔ زیر را به خاطر داشته باشید:

تعداد یون‌های هیدرونیوم + تعداد مولکول‌های اسید پس از یونش = تعداد مولکول‌های اسید پیش از یونش

مثال: با توجه به نمودار داده‌شده، نسبت درجهٔ یونش

اسید HB به اسید HA را حساب کنید.

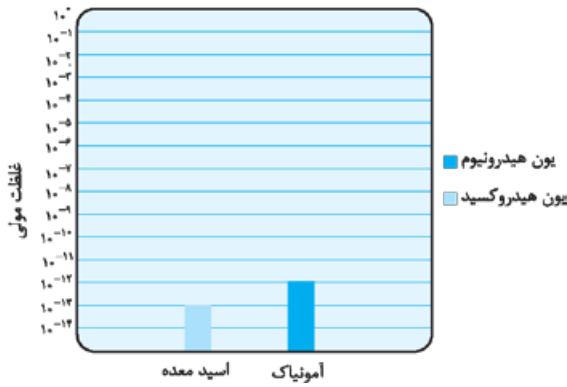


$$\frac{\text{درجهٔ یونش HB}}{\text{درجهٔ یونش HA}} = \frac{35}{665 + 35} = \frac{35}{700} = \frac{0/05}{0/01} = 5$$

پاسخ: نسبت مورد نظر برابر است با:

مثال: با توجه به نمودار مقابل، نسبت $[H^+]$ به $[OH^-]$ را برای دو محلول اسید معده و آمونیاک حساب کنید.

پاسخ:



$$\text{اسید معده: } \frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{[OH^-]}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{[OH^-]^2}$$

$$= \frac{10^{-14}}{(10^{-13})^2} = \frac{10^{-14}}{10^{-26}} = 10^{26-14} = 10^{12}$$

$$\text{آمونیاک: } \frac{[H^+]}{[OH^-]} = \frac{[H^+]}{10^{-14}} = \frac{[H^+]^2}{10^{-14}} = \frac{(10^{-12})^2}{10^{-14}} = \frac{10^{-24}}{10^{-14}} = 10^{-24+14} = 10^{-10}$$

نکته:

محلول گاز CO_2 در آب را اصطلاحاً «آب گازدار» می‌گویند که خاصیت اسیدی دارد.

سؤال‌های امتحانی

- ۱۰۲- درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را مشخص کرده و سپس شکل درست عبارتهای نادرست را بنویسید.
 الف) رنگی که کاغذ pH درون یک محلول به خود می‌گیرد، نشان‌دهنده pH تقریبی آن محلول است.
 ب) pH برای محلول‌های آبی در دمای اتاق با اعدادی در گستره ۱ تا ۱۴ بیان می‌شود.
 پ) کاغذ pH در محلول‌های خنثی تغییر رنگ نمی‌دهد.
 ت) غلظت یون هیدروکسید در روده از غلظت این یون در دهان بیشتر است.
 ث) گل ادریسی در محیطی با $pH = 8$ به رنگ آبی درمی‌آید.
 ۱۰۳- برای هر یک از موارد زیر دلیل مناسب بنویسید.
 الف) آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد.
 ب) در دمای اتاق هر اندازه غلظت یکی از یون‌های هیدروکسید در محلول‌های آبی بیشتر شود، به همان نسبت از دیگری کاسته خواهد شد.
 پ) نسبت یون هیدرونیوم به یون هیدروکسید در آب گازدار، بیشتر از این نسبت در محلول آبی آمونیاک است.
 ۱۰۴- جدول زیر را کامل کنید.

شمارهٔ محلول	خاصیت محلول	pH	$[H^+]$
۱	۲/۱۵
۲	$3/6 \times 10^{-4}$
۳	۱۱/۴
۴	صفر

- ۱۰۵- رنگ گل ادریسی به میزان اسیدی بودن خاک بستگی دارد. این گل در خاکی که غلظت یون هیدرونیوم آن $2 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$ است به رنگ آبی اما در خاک دیگری که غلظت یون هیدرونیوم $4 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ است به رنگ سرخ شکوفا می‌شود. pH این دو نوع خاک را حساب کنید.



(نوبتی شهریور ۹۹)

 ۱۰۶- اگر در محلول ۰/۰۰۵ مولار استیک اسید (CH_3COOH) غلظت یون هیدرونیوم برابر با 3×10^{-4} مول بر لیتر باشد.

 الف) pH این محلول را محاسبه نمایید. ($\log 3 = 0/47$)

ب) معادله یونش استیک اسید را بنویسید.

پ) درصد یونش را در این محلول به دست آورید.

۱۰۷- pH در نمونه‌ای از محلول خاک یک زمین کشاورزی برابر ۶ است. تعیین کنید برای کاهش میزان اسیدی بودن این خاک، بهتر است محلول

 کدام ماده (CaO یا N_2O_5) را به آن اضافه کنیم؟ دلیل بنویسید.

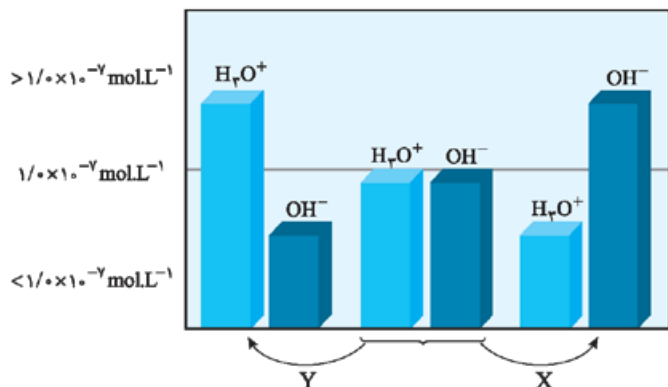
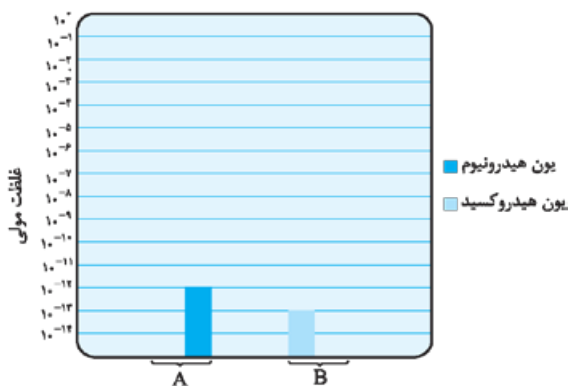
 ۱۰۸- غلظت یون هیدرونیوم در محلولی با $\text{pH} = 2/5$ ، چند برابر غلظت این یون در محلولی با $\text{pH} = 3/7$ است؟

۱۰۹- با توجه به نمودار، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) غلظت یون هیدرونیوم را در محلول B محاسبه کنید.

ب) غلظت یون هیدروکسید را در محلول A محاسبه کنید.

پ) رنگ کاغذ pH را در هر یک از محلول‌های A و B مشخص کنید.



۱۱۰- شکل مقابل تغییر غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید

را هنگام افزودن هر یک از مواد X و Y به آب خالص نشان

می‌دهد، با توجه به آن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

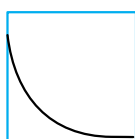
(نوبتی شهریور ۹۸)

الف) ماده «X»، خاصیت اسیدی دارد یا بازی؟ چرا؟

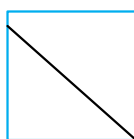
ب) کدام یک از مواد زیر می‌تواند ماده «Y» باشد؟



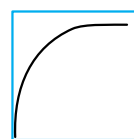
پ) غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در محلول بازی مقایسه کنید.

 ت) کدام یک از نمودارهای (۱ تا ۳) تغییرات $[\text{H}_3\text{O}^+]$ را بر حسب $[\text{OH}^-]$ نشان می‌دهد؟


(۱)



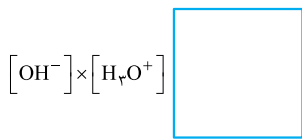
(۲)



(۳)

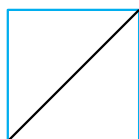
۱۱۱- دانش‌آموزی برای نشان دادن ارتباط بین حاصل ضرب غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با حجم

محلول، شکل‌های (الف) تا (ث) را پیشنهاد داده است.

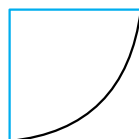


حجم محلول

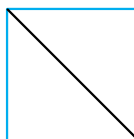
کدام یک از این شکل‌ها ارتباط بین کمیت‌های داده‌شده را به درستی نشان می‌دهد؟



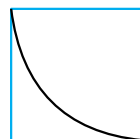
(ث)



(ت)



(پ)



(ب)



(الف)

(نوبتی دی ۹۹)

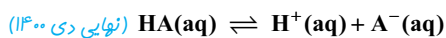
 ۱۱۲- در نمونه‌ای از آب انار، غلظت یون هیدرونیوم 2×10^{-4} مول بر لیتر است.

الف) pH این محلول را محاسبه کنید.

ب) غلظت یون هیدروکسید را در این نمونه محاسبه کنید.

پ) خاصیت این محلول را تعیین کنید. (اسیدی، بازی، خنثی)

۱۲۵- اگر غلظت تعادلی اسید تک پروتون دار (HA) برابر ۰/۰۱ مولار و ثابت تعادل آن $4/9 \times 10^{-5}$ باشد، غلظت یون هیدرونیوم را در این محلول به دست آورید.



۱۲۶- pH در نمونه‌ای از محلول خاک یک زمین کشاورزی برابر ۶ است. غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در این محلول محاسبه کنید. (نمایی شهرریور 1300)

pH در اسیدهای قوی و اسیدهای ضعیف

اسیدهای قوی مانند هیدروکلریک اسید (HCl) در آب به طور کامل یونیده می‌شوند؛ بنابراین غلظت یون هیدرونیوم (H^+) در محلول آن‌ها با غلظت اولیه اسید برابر است. برای مثال اگر غلظت اولیه HCl برابر با M مول بر لیتر باشد، داریم:

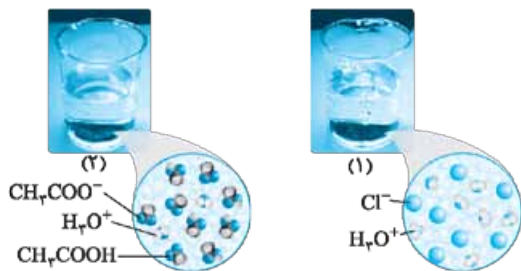
$$[H^+] = [HCl]_{\text{اولیه}} = M \Rightarrow pH = -\log[H^+] = -\log M$$

اسیدهای ضعیف مانند هیدروفلوئوریک اسید (HF) در آب به طور کامل یونیده نمی‌شوند؛ بنابراین غلظت یون هیدرونیوم (H^+) در محلول آن‌ها از غلظت اولیه اسید کم‌تر است. معادله یونش جزئی اسید ضعیف HA به صورت زیر است:



غلظت اولیه:	M	.	.	
غلظت نهایی:	M - x	x	x	

با توجه به تعریف درجه یونش که در قسمت ۵ دیدیم، می‌توانیم بنویسیم: $\alpha = \frac{\text{غلظت اسید یونیده شده}}{\text{غلظت اولیه اسید}} = \frac{x}{M} = \frac{[H^+]}{M} \Rightarrow [H^+] = M \times \alpha$



بنابراین در دما و غلظت یکسان، غلظت یون هیدرونیوم در محلول اسید قوی (درجه یونش بیشتر) بیشتر بوده و محلول این اسید pH کم‌تری دارد. برای مثال در دما و غلظت یکسان، غلظت یون هیدرونیوم در محلول هیدروکلریک اسید (محلول (۱) در شکل مقابل) بیشتر بوده و pH این محلول کم‌تر است. اسید قوی و CH_3COOH اسید ضعیف است.

$$pH_1 < pH_2$$

کارگاه حل مسئله

تیپ اول: محاسبه pH محلول اسیدهای قوی رابطه کلی غلظت مولی یون هیدرونیوم با غلظت اولیه اسید قوی به صورت زیر است:

$$[H^+] = n \times M$$

در رابطه بالا M غلظت مولی اسید و n ظرفیت اسید است که برای اسیدهای تک پروتون دار مانند HCl برابر با یک است.

مثال: به یک محلول خنثی با حجم ۲۰۰ میلی لیتر، 4×10^{-3} مول سولفوریک اسید اضافه می‌کنیم. با فرض کامل بودن هر دو مرحله یونش این اسید، مقدار pH این محلول را حساب کنید.

پاسخ: اگر هر دو مرحله یونش اسید سولفوریک را کامل فرض کنیم، خواهیم داشت:

$$H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

غلظت اولیه اسید سولفوریک در این محلول برابر است با:

$$[H_2SO_4]_{\text{اولیه}} = \frac{n}{V} = \frac{4 \times 10^{-3}}{0.2} = 0.02 \text{ mol.L}^{-1}$$

حالا غلظت یون هیدرونیوم و در نهایت pH را حساب می‌کنیم:

$$[H^+] = n \times M = 2 \times 0.02 = 0.04 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow pH = -\log(2 \times 10^{-2}) = -(\log 2 + \log 10^{-2})$$

$$= 2 - \underbrace{2 \log 2}_{0.3} = 1.7$$

تیپ دوم: محاسبه pH محلول اسیدهای ضعیف اگر در مسئله‌ای، درجه یونش یک اسید تک پروتون دار ضعیف را دادند و pH آن را پرسیدند، ابتدا غلظت یون هیدرونیوم را از رابطه $[H^+] = M \times \alpha$ حساب کرده و سپس مقدار pH را با محاسبه منهای لگاریتم آن پیدا می‌کنیم.

مثال: pH محلول ۰/۱ مولار اسید تک پروتون دار HA با درصد یونش ۰/۲ درصد را به دست آورید.

$$\alpha = \frac{0.2}{100} = 0.002 \Rightarrow [H^+] = M \cdot \alpha = 0.1 \times 0.002 = 2 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

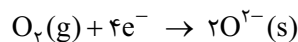
$$pH = -\log(2 \times 10^{-4}) = -(\log 2 + \log 10^{-4}) = -0.3 + 4 = 3.7$$

موازنه نیم‌واکنش‌ها

موازنه نیم‌واکنش‌ها را با توجه به دو قانون پایستگی جرم و پایستگی بار، انجام می‌دهیم:

۱- قانون پایستگی جرم: جرم واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، در دو سمت معادله یک نیم‌واکنش برابر است. در نتیجه تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله یک نیم‌واکنش، باید یکسان باشد. در این قسمت از همان روش واری که از سال دهم یاد گرفته‌ایم استفاده می‌کنیم.

برای مثال در نیم‌واکنش مقابل، در هر سمت معادله نیم‌واکنش دو اتم اکسیژن وجود دارد:

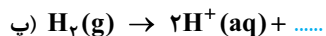
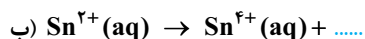
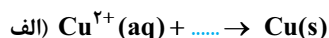


۲- قانون پایستگی بار: مجموع بار الکتریکی، در دو سمت معادله یک نیم‌واکنش برابر است. در هنگام محاسبه مجموع بار، باید علامت بار را هم لحاظ کنیم. توجه داریم که بار الکتریکی گونه‌های خنثی برابر صفر، بار الکتریکی کاتیون‌ها مثبت و بار الکتریکی آنیون‌ها و هم‌چنین الکترون‌ها منفی است. مثلاً: بار الکتریکی در دو طرف نیم‌واکنش اکسایش فلز روی (Zn) برابر صفر و در دو طرف نیم‌واکنش کاهش اکسیژن برابر ۴- است:

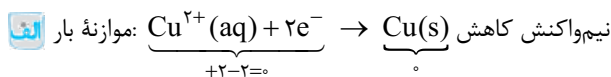


توجه: در نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش، الکترون‌ها به ترتیب در سمت راست و چپ معادله قرار دارند.

مثال: هر یک از نیم‌واکنش‌های زیر را با قراردادن تعداد معینی الکترون موازنه کرده و مشخص کنید کدام یک، نیم‌واکنش اکسایش و کدام یک نیم‌واکنش کاهش است؟

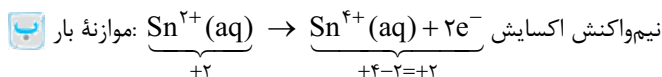


پاسخ: کافیه تعداد الکترون‌ها را طوری انتخاب کنیم که بار دو سمت نیم‌واکنش با هم برابر شود:



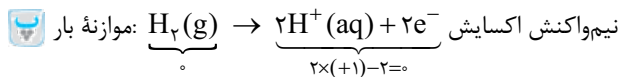
• e در سمت چپ واکنش است و توسط کاتیون گرفته شده است.

• کاتیون Cu^{2+} با دریافت 2e^- الکترون به اتم Cu کاهش یافته است.



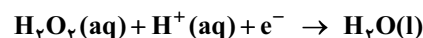
کاتیون Sn^{2+} با از دست دادن 2e^- به کاتیون با بار مثبت‌تر Sn^{4+} ، اکسید شده است.

• e در سمت راست واکنش است و توسط کاتیون با بار مثبت کم‌تر (+۲) از دست داده شده است. کاتیون با از دست دادن الکترون به یون مثبت‌تر تبدیل شده است.)

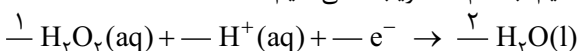


مولکول خنثی H_2 با از دست دادن 2e^- به دو یون H^+ اکسید شده است.

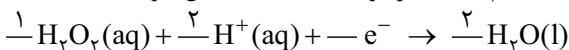
• e در سمت راست واکنش است و مولکول خنثی با از دست دادن الکترون به کاتیون تبدیل شده است.)



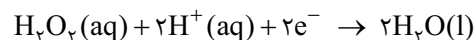
پاسخ: در بین گونه‌هایی که در معادله بالا هستند، پیچیده‌ترین ساختار را دارد. براساس روش واری، به آن ضریب یک داده و تعداد اتم‌های اکسیژن را در دو سمت معادله نیم‌واکنش یکسان می‌کنیم (به H_2O ضریب ۲ می‌دهیم):



در سمت راست ۴ اتم H داریم، پس به H^+ هم ضریب ۲ می‌دهیم تا تعداد اتم‌های H در دو سمت معادله یکسان شود:



در نهایت باید به کمک موازنه بار، ضریب الکترون را پیدا کنیم. در سمت راست بار برابر صفر است بنابراین باید ضریب الکترون را ۲ قرار دهیم تا مجموع بار سمت چپ برابر صفر شود ($2 - 2 = 0$). پس معادله نیم‌واکنش موازنه‌شده به صورت زیر خواهد بود:



موازنه واکنش‌های اکسایش - کاهش را در سه گام انجام می‌دهیم:

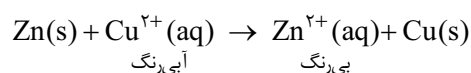
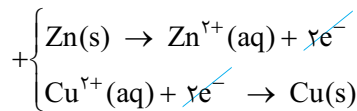
۱- نوشتن نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش و موازنه معادله آن‌ها: هر نیم‌واکنش باید از نظر جرم (تعداد اتم) و بار الکتریکی موازنه باشد (همان‌طور که قبل‌تر توضیح داده شد).

۲- یکسان‌سازی تعداد الکترون‌ها در نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش: اگر تعداد الکترون‌ها در نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش یکسان بود که هیچی می‌ریم سرخ مرحله سوم! اما اگر تعداد الکترون‌ها در نیم‌واکنش‌ها یکسان نبود، کافی است طرفین دو نیم‌واکنش را در اعداد مناسب ضرب کنیم تا تعداد الکترون‌ها با هم برابر شوند.

۳- جمع کردن نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش: در نهایت از جمع کردن نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش، الکترون‌ها حذف شده و واکنش موازنه شده به دست می‌آید که اصطلاحاً به آن واکنش کلی اکسایش - کاهش می‌گوییم. حالا می‌توانیم واکنش کلی تیغه فلز روی در محلول آبی مس (II) سولفات را بنویسیم: همان‌طور که دیدیم، نیم‌واکنش‌های مربوطه به صورت زیر هستند:



با توجه به یکسان بودن تعداد الکترون‌ها در این دو نیم‌واکنش، از جمع کردن نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش، الکترون‌ها حذف شده و واکنش کلی اکسایش - کاهش به دست می‌آید:



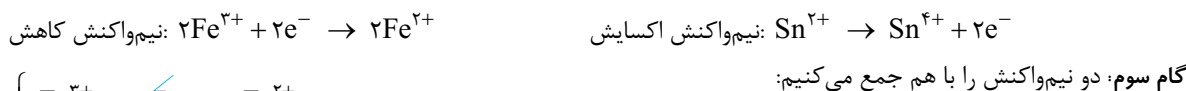
توجه داریم که به واسطه انجام این واکنش اکسایش - کاهش، رنگ محلول از آبی به بی‌رنگ تغییر می‌کند.

مثال: واکنش $\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{4+}$ را موازنه کنید.

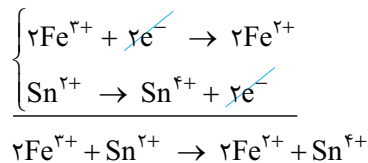
پاسخ: گام اول: ابتدا نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش را نوشته و هر یک را به تنهایی موازنه می‌کنیم:



گام دوم: با ضرب طرفین نیم‌واکنش کاهش در ۲، تعداد الکترون‌های مصرف‌شده در نیم‌واکنش کاهش را با تعداد الکترون‌های تولیدشده در نیم‌واکنش اکسایش یکسان می‌کنیم:



گام سوم: دو نیم‌واکنش را با هم جمع می‌کنیم:



سؤال‌های امتحانی

(نهایی دی ۹۷)

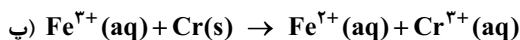
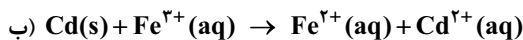
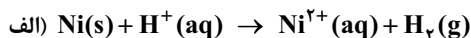
۱۱- با توجه به واکنش $\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ ، پاسخ دهید.

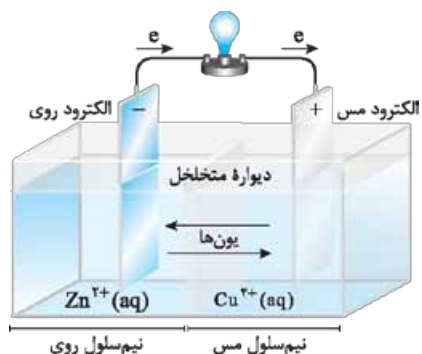
الف) کدام گونه کاهش یافته است؟ دلیل بنویسید.

ب) کدام گونه کاهنده است؟

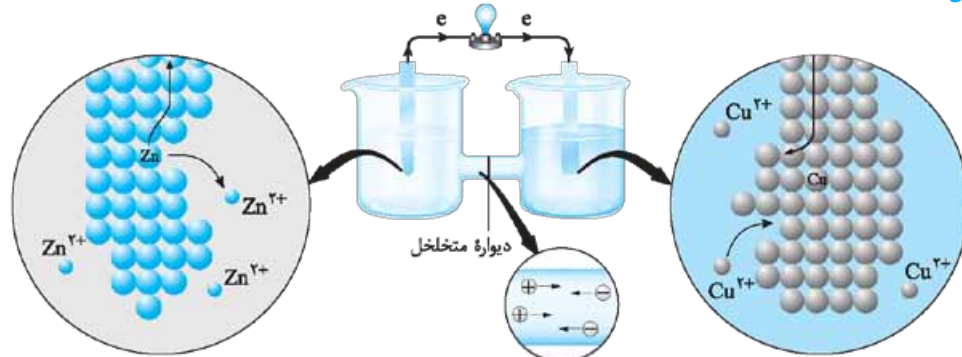
پ) معادله نیم‌واکنش اکسایش را نوشته و آن را موازنه کنید.

۱۲- در هر مورد، با نوشتن نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش، واکنش‌های زیر را موازنه کنید.





نمای ذره‌ای سلول گالوانی روی - مس (Zn - Cu):

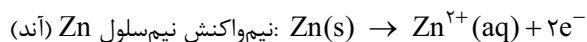
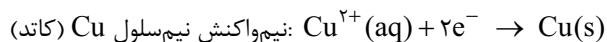


با توجه به شکل بالا، می‌توان گفت:

- ۱ تیغه روی، آند و تیغه مس، کاتد این سلول را تشکیل می‌دهند. (چون جهت جریان الکترون در مدار بیرونی از الکتروود روی به الکتروود مس است.)
- ۲ اتم‌های روی در آند، ۲ الکترون از دست داده و به صورت یون Zn^{2+} وارد نیم‌سلول آندی می‌شود؛ بنابراین با گذشت زمان تیغه روی لاغرتر می‌شود. (آند لاغر می‌شود.)
- ۳ یون‌های Cu^{2+} در نیم‌سلول کاتدی، دو الکترون گرفته و به صورت اتم مس بر روی تیغه مسی می‌نشینند؛ بنابراین با گذشت زمان تیغه مسی چاق‌تر می‌شود. (کاتد چاق می‌شود.)
- ۴ نیم‌واکنش‌های انجام‌شده در نیم‌سلول‌های این سلول گالوانی به صورت زیر هستند:



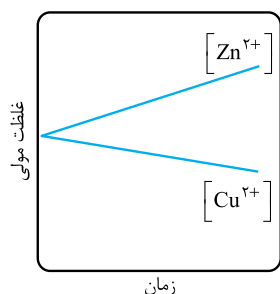
تغییر جرم تیغه‌ها پس از کارکردن در سلول گالوانی روی - مس



بنابراین واکنش کلی سلول به صورت $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$ خواهد بود.

- ۵ در دیواره متخلخل این سلول، کاتیون Zn^{2+} از نیم‌سلول آندی به سمت نیم‌سلول کاتدی و آنیون موجود در الکتروولیت نیم‌سلول کاتدی (برای مثال آنیون سولفات)، به سمت نیم‌سلول آندی حرکت می‌کند.

نمودار تغییر غلظت یون‌ها در سلول گالوانی



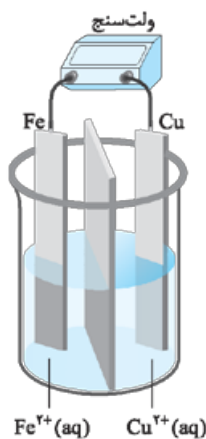
این نمودار را به کمک سلول گالوانی روی - مس که به طور مفصل با آن آشنا شدیم، توضیح می‌دهیم. در نیم‌سلول آندی این سلول، فلز روی اکسید شده و به صورت کاتیون Zn^{2+} وارد محلول الکتروولیت نیم‌سلول آندی می‌شود. در طرف مقابل در نیم‌سلول کاتدی، کاتیون‌های Cu^{2+} موجود در محلول الکتروولیت به فلز مس کاهش می‌یابند. بنابراین با گذشت زمان، غلظت مولی کاتیون Zn^{2+} در نیم‌سلول آندی، افزایش یافته و از غلظت مولی کاتیون Cu^{2+} در نیم‌سلول کاتدی، کاسته می‌شود. پس نمودار غلظت مولی - زمان برای این سلول، به صورت مقابل خواهد بود:

سؤال‌های امتحانی

۲۸- با توجه به واژه‌های داخل کادر، کلمه مناسب برای تکمیل هر عبارت را بنویسید. توجه کنید که ممکن است از برخی موارد، بیش از یک بار استفاده شود، البته برخی از آن‌ها هم اضافی‌اند.

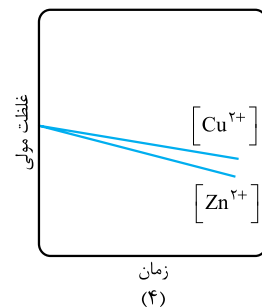
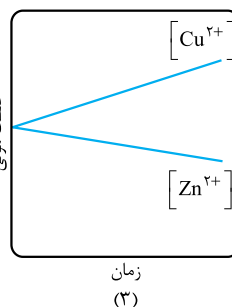
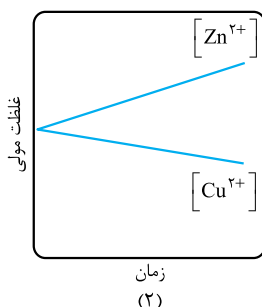
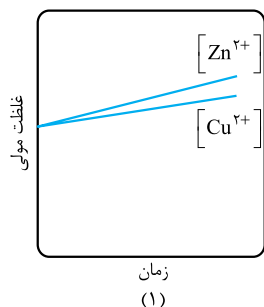
کاتد - روی - آند - مس

- الف) در یک سلول گالوانی، الکترودی که در آن، واکنش اکسایش رخ می‌دهد، و الکترودی که در آن، واکنش کاهش رخ می‌دهد، نامیده می‌شود و جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی، از به سمت است.
- ب) در سلول گالوانی روی - مس، پس از انجام واکنش اکسایش - کاهش، از جرم تیغه کاسته شده و بر جرم تیغه افزوده می‌شود.
- ۲۹- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کرده و سپس شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.
- الف) برای ایجاد جریان الکتریکی، باید الکترون‌ها را از یک مسیر معین عبور داد یا از نقطه‌ای به نقطه دیگری جابه‌جا نمود.
- ب) در سلول گالوانی می‌توان تمام انرژی آزادشده در واکنش اکسایش - کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود.
- پ) نیم‌واکنش اکسایش را نیم‌واکنش کاتدی و نیم‌واکنش کاهش را نیم‌واکنش آندی می‌نامند.
- ۳۰- با توجه به سلول الکتروشیمیایی داده‌شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
- الف) هر یک از موارد زیر را در شکل مشخص کنید.



- کاتد و آند - قطب مثبت و منفی سلول - جهت حرکت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در دیواره متخلخل - جهت حرکت الکترون‌ها در مدار خارجی
- ب) نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش و واکنش کلی سلول را بنویسید.

۳۱- کدام نمودار تغییر غلظت یون‌ها را در سلول گالوانی روی - مس به درستی نشان می‌دهد.



نیروی الکتروموتوری

پتانسیل کاهش استاندارد

اگر در سلول گالوانی به جای لامپ، ولتسنج قرار گیرد، ولتاژی که ولتسنج در سلول گالوانی نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول است. این کمیت به نیروی الکتروموتوری معروف است و آن را به اختصار با emf نمایش می‌دهند.^۱

نیروی الکتروموتوری یا emf یک سلول که آن را با سلول E° نیز نمایش می‌دهند، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$emf = E^\circ (\text{کاتد}) - E^\circ (\text{نیم‌سلول آندی}) \text{ یا } E^\circ (\text{نیم‌سلول کاتدی}) - E^\circ (\text{نیم‌سلول آندی})$$

با این‌که هر سلول گالوانی، ولتاژ معینی دارد، با تغییر هر یک از نیم‌سلول‌ها، ولتاژ سلول نیز تغییر می‌کند. سؤال مهم این است که برای تعیین سهم هر یک از نیم‌سلول‌ها در ولتاژ سلول چه کار باید کرد؟

۱- پلوتر طرز محاسبه‌اش را با چندتا مثال می‌بینیم!

- ۳) شاره A با عبور از بخش (۴)، آب را به جوش آورده و بخار داغ تولید می‌کند، در نتیجه دمای این شاره کاهش می‌یابد و در منبع b ذخیره می‌شود تا در موقع مناسب (هوای آفتابی)، دوباره به بالای برج پمپ شده و گرم شود.
- ۴) بخار آب تولیدشده در بخش (۴)، توربین را در بخش (۵)، برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت درمی‌آورد. به این ترتیب جریان الکتریکی تولید شده و وارد شبکه برق می‌شود.
- ۵) در ادامه، بخار آب در سردکننده (بخش (۶))، مایع شده و دوباره به سمت بخش (۴) پمپ می‌شود. به این ترتیب، شاره A و بخار آب، هر کدام در مداری جدا به چرخش درمی‌آیند و با کنترل فرایند سردشدن و گرم کردن آن‌ها می‌توان تولید انرژی الکتریکی را بهینه ساخت.
- توجه:** منبع ذخیره انرژی گرمایی (منبع a)، حتی در روزهای ابری و شب‌هنگام، می‌تواند انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند. در واقع به کمک این فناوری می‌توان بخشی از انرژی پرتوهای خورشیدی را ذخیره نمود و در زمان‌هایی که نیاز بیشتری احساس می‌شود، آن را به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخه مصرف کرد.

انتخاب شاره مناسب به جای شاره A مطابق یک قاعده کلی، هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص بیشتر باشد، آن ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده مایع قوی‌تر است. بدیهی است که هر چه این گستره دمایی بزرگ‌تر باشد، بهتر می‌تواند انرژی گرمایی را در خود ذخیره کند و در نتیجه انتخاب بهتری به جای شاره A است. در مثال بعد، با مقایسه گستره دمایی که در آن شاره‌های مولکولی و یونی به حالت مایع هستند، ماده مناسب برای شاره A را انتخاب می‌کنیم.

مثال: با توجه به جدول مقابل، به پرسش‌ها پاسخ دهید.

- الف) کدام ماده در گستره دمایی کم‌تری به حالت مایع است؟ چرا؟
 ب) کدام ماده را به جای شاره A پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟

ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)
N _۲	-۲۱۰	-۱۹۶
HF	-۸۳	۱۹
NaCl	۸۰۱	۱۴۱۳

پاسخ: فاصله نقطه ذوب و نقطه جوش مواد داده‌شده را با هم مقایسه کنیم، هر چه این فاصله کم‌تر باشد، یعنی آن ماده در گستره دمایی کم‌تری به حالت مایع است.

$$N_2: 196 - (-210) = 406 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$HF: 19 - (-83) = 102 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$NaCl: 1413 - 801 = 612 \text{ } ^\circ\text{C}$$

بنابراین N_۲ در گستره دمایی کم‌تری به حالت مایع است.

ب) سدیم کلرید مذاب، از آن‌جا که این ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مذاب است، بهتر می‌تواند انرژی پرتوهای خورشیدی را در خود حفظ کند.

توجه: داده‌های تجربی نشان می‌دهند که گستره دمایی سدیم کلرید مذاب در این فناوری در حدود $1350^\circ\text{C} - 880^\circ\text{C}$ است. اما این گستره دمایی را نمی‌توان برای مواد مولکولی انتظار داشت.

جمع‌بندی

در این نیروگاه خورشیدی، از فناوری پیشرفته‌ای برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی استفاده می‌شود. با متمرکز کردن پرتوهای خورشیدی بر روی گیرنده برج، دمای سدیم کلرید مذاب (شاره یونی) افزایش می‌یابد و این شاره بسیار داغ، به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می‌شود. سدیم کلرید مذاب موجود در این منبع، در موقع نیاز، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم می‌کند و در نهایت بخار داغ (شاره مولکولی)، توربین را برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت درمی‌آورد.

سؤال‌های امتحانی

۴۴- از بین دو واژه داده‌شده، واژه مناسب را برای کامل کردن جمله‌های زیر انتخاب کنید.

الف) هر چه تفاوت بین نقطه ذوب و جوش یک ماده خالص (بیشتر / کم‌تر) باشد، آن ماده در گستره دمایی بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده مایع (قوی‌تر / ضعیف‌تر) است.

ب) در فناوری پیشرفته، برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی، شاره‌ای بسیار داغ که باعث تولید بخار داغ می‌شود، (شاره یونی / شاره مولکولی) است.

۴۵- درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را مشخص کرده و سپس شکل درست عبارتهای نادرست را بنویسید.

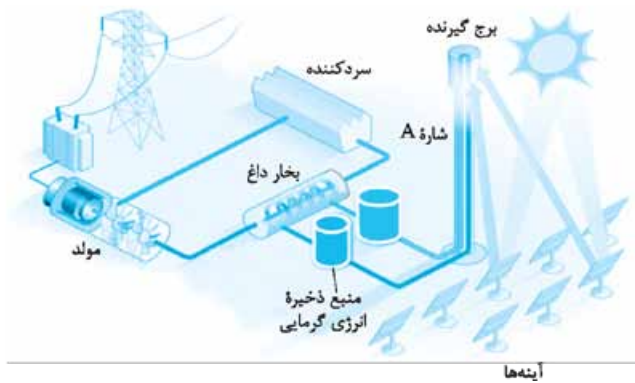
الف) خورشید منبعی تجدیدناپذیر است که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به سوی ما گسیل می‌دارد.

ب) شاره یونی، در گستره دمایی بیشتری نسبت به شاره مولکولی به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبه میان ذره‌های سازنده آن قوی‌تر است.

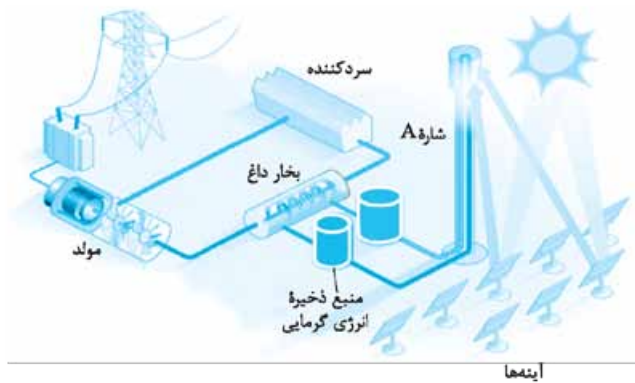
ماده	نقطه ذوب (°C)	نقطه جوش (°C)
N ₂	-۲۰۷	-۱۹۶
SiO ₂	۱۷۱۰	۲۲۳۰

(نهایی شهریور ۹۹)

ماده	نقطه ذوب	نقطه جوش
A	-۲۰۷	-۱۹۶
B	-۸۳	۱۹
C	۸۰۱	۱۴۱۳



«ماده به کاررفته به جای شاره A، می‌بایست نسبت به آب در گستره دمایی (کم‌تری / بیشتری) در حالت مایع باشد.»



الف) شاره A کدام یک از مواد موجود در جدول داده شده است؟ چرا؟
ب) نقش آینه‌ها در این فناوری چیست؟

۴۶- با توجه به جدول مقابل به پرسش‌ها پاسخ دهید.

الف) کدام ماده در گستره دمایی کم‌تری به حالت مایع است؟ چرا؟
ب) دو واژه ماده مولکولی و فرمول مولکولی را برای توصیف کدام ماده نمی‌توان به کار برد؟ چرا؟

۴۷- با توجه به جدول مقابل به پرسش‌ها پاسخ دهید.

الف) کدام ماده در گستره دمایی کم‌تری به حالت مایع است؟ چرا؟
ب) نیروی جاذبه میان ذرات سازنده در حالت مایع، در کدام ماده قوی‌تر است؟

۴۸- با توجه به شکل مقابل که شمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

الف) مشخص کنید هر یک از جمله‌های زیر، توصیف کدام بخش از این فناوری است؟

۱) شارهای بسیار داغ که باعث تولید بخار داغ می‌شود.

۲) شارهای که توربین را به حرکت درمی‌آورد.

۳) انرژی بخار داغ در آن به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

ب) با خط‌زدن واژه نادرست، عبارت زیر را کامل کنید.

۴۹- با توجه به شکل زیر که شمایی از فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی را نشان می‌دهد به پرسش‌ها پاسخ دهید.

ماده	نقطه جوش (°C)	نقطه ذوب (°C)
NaCl	۱۴۱۳	۸۰۱
H ₂ O	۱۰۰	صفر
HF	۱۹	-۸۳

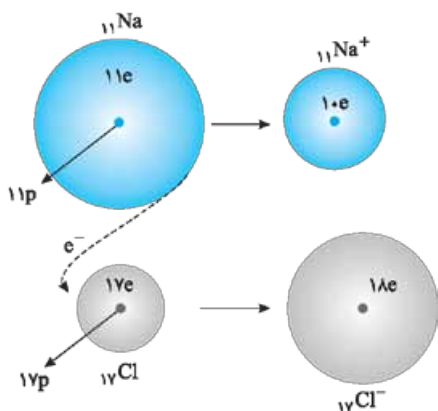
الف) شاره A کدام یک از مواد موجود در جدول داده شده است؟ چرا؟
ب) نقش آینه‌ها در این فناوری چیست؟

جامدهای یونی (بخش اول)

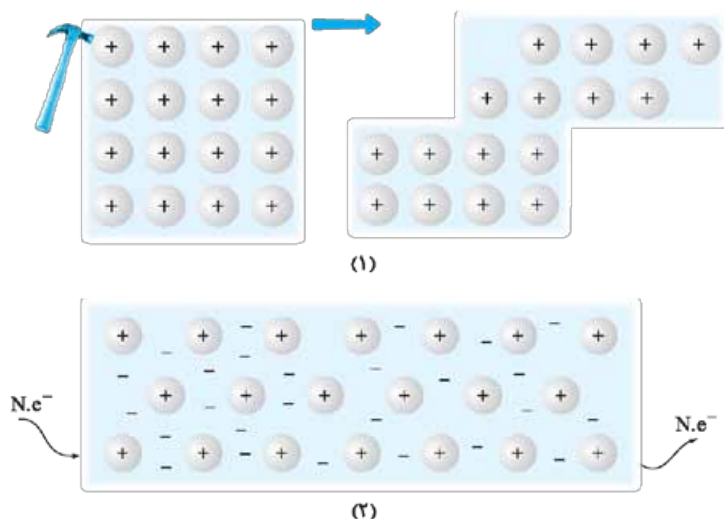
تشکیل ترکیب‌های یونی دوتایی

می‌دانیم که ترکیبات یونی دوتایی را می‌توان فرآورده واکنش یک فلز با یک نافلز دانست، واکنشی که در آن اتم‌های فلز و نافلز با یکدیگر الکترون دادوستد می‌کنند. در این واکنش‌ها، اتم فلز با از دست دادن الکترون و اتم نافلز با به دست آوردن الکترون، به ترتیب به کاتیون و آنیون تبدیل می‌شوند. در ادامه دو مثال معروف را بررسی می‌کنیم:

تشکیل سدیم کلرید:



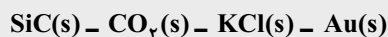
بررسی دادوستد الکترون میان اتم‌ها در تشکیل سدیم کلرید: مطابق شکل، اتم سدیم (۱۱Na) یک الکترون به اتم کلر (۱۷Cl) می‌دهد و خودش به یون سدیم (۱۱Na⁺) تبدیل شده و اتم کلر نیز با گرفتن آن تک‌الکترون به یون کلرید (۱۷Cl⁻) تبدیل می‌گردد.



الف) هر یک از شکل‌های داده‌شده، نشان‌دهنده کدام رفتار فیزیکی در فلزها است؟

ب) با توجه به الگوی دریای الکترونی رفتار فلز را در شکل (۲) توجیه کنید.

۸۱- در هر مورد مشخص کنید ویژگی‌های داده‌شده، به کدام یک از مواد جامد داخل کادر مربوط می‌شود؟



الف) شکننده - رسانای برق در حالت مذاب

ب) رسانای برق در حالت جامد

پ) سخت - در حالت مذاب رسانای برق نیست.

۸۲- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

$350 \text{ nm}, 500 \text{ nm}, 800 \text{ nm}$

الف) کدام یک از طول موج‌های زیر، می‌تواند طول موج عبوری یا بازتاب‌شده از یک ماده رنگی باشد؟

ب) رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، جزء کدام دسته از مخلوط‌های ناهمگن به شمار می‌روند؟ دو دلیل به کارگیری این رنگ‌ها را نام ببرید.

۸۳- بر اثر واکنش فلز روی با محلول نمکی از وانادیم (V)، محلولی از نمک وانادیم (IV) به دست می‌آید. واکنش بین یون وانادیم و اتم روی را بنویسید و دلیل تغییر رنگ محلول را شرح دهید. فلز روی در این واکنش کدام نقش (اکسنده یا کاهنده) را دارد؟

۸۴- هر یک از موارد زیر را برای تیتانیوم و فولاد زنگ‌نزن مقایسه کنید.

الف) نقطه ذوب

ب) چگالی

پ) واکنش با ذره‌های موجود در آب دریا

ت) مقاومت در برابر خوردگی

۸۵- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) هنگامی که موتور جت کار می‌کند، همه اجزای سازنده (ثابت و متحرک) دمای بالایی دارند. تیتانیوم براساس کدام ویژگی‌ها برای ساخت این موتور، به کار رفته است؟ توضیح دهید.

ب) توضیح دهید چرا امروزه در ساخت پروانه کشتی اقیانوس پیما به جای فولاد از تیتانیوم استفاده می‌کنند؟

پ) ساخت بناهای هنرمندانه، زیبا و ماندگاری همانند موزه گوگنهایم با پوشش بیرونی تیتانیوم، از چه مزایایی برخوردار است؟ توضیح دهید.

۸۶- نیتینول به چه نامی معروف است؟ سه مورد از کاربردهای این آلیاژ را در ساخت فرآورده‌های پزشکی نام ببرید.



برای دانلود فایل آزمون جمع‌بندی این فصل به همراه پاسخ‌نامه تشریحی، QRcode روبه‌رو را اسکن کنید.

۱- الف) واکنش پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسب

ب) شیمی‌دان‌ها در گام نخست، نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازنده آثار به‌جامانده را بررسی کردند، سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری با خواص ویژه و کاربردهای معین دست یابند.

۲- الف) $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$ (ب) Fe_2O_3
 پ) SiO_2

۳- الف) H_2O ، زیرا دمای جوش آب پایین است؛ بنابراین بر اثر پختن سفالینه، آب موجود در خاک رس بخار شده و از آن خارج می‌شود و در نتیجه از جرم آن کاسته می‌شود.
 ب) افزایش می‌یابد (چون آب تبخیر می‌شود).

پ) I) $\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}$

II) H_2O

III) Au

ت) $100 \times \frac{\text{جرم طلا}}{\text{جرم نمونه}}$ درصد جرمی طلا

$$\Rightarrow 0.1 = \frac{\text{جرم طلا}}{10^6 \text{ g خاک رس}} \times 100 \Rightarrow 10000 \text{ g جرم طلا}$$

توجه یک تن، معادل ۱۰۰۰ کیلوگرم یا ۱۰^۶ گرم است.

۴- با استفاده از رابطه درصد جرمی داریم:

$$100 = \frac{\text{جرم سیلیس}}{\text{جرم نمونه خاک رس}} \times 100$$

$$\Rightarrow \text{درصد جرمی سیلیس} \times \text{جرم نمونه خاک رس} = \text{جرم سیلیس}$$

$$\Rightarrow 90 \text{ kg} = 2 \times \frac{45}{100} = 0.9 \text{ ton} \times \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton}}$$

۵- ابتدا جرم کلسیم موجود در نمونه سنگ معدن را حساب می‌کنیم:

$$? \text{ g Ca} = 400 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol Ca}}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{40 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = 160 \text{ g Cu}$$

در نهایت درصد جرمی کلسیم را حساب می‌کنیم:

$$100 = \frac{\text{جرم کلسیم}}{\text{جرم نمونه سنگ معدن}} \times 100$$

$$= \frac{160}{2500} \times 100 = 6.4\%$$

توجه هنگام محاسبه درصد جرمی دقت کنید که واحد جرم در صورت و مخرج رابطه یکسان باشند (مثلاً هر دو گرم یا هر دو کیلوگرم باشند).

۶- در رابطه درصد جرمی، به جای جرم مولی M ، x قرار می‌دهیم:

$$100 = \frac{\text{جرم مولی } M}{\text{جرم مولی } MO} \times 100$$

$$\Rightarrow 80 = \frac{x}{x+16} \times 100 \Rightarrow 80x + 1280 = 100x$$

$$\Rightarrow x = \frac{1280}{20} = 64 \text{ g.mol}^{-1}$$

۷- الف) یک مول SiO_2 برابر با $60 = 28 + (2 \times 16)$ گرم است؛ بنابراین:

$$75 \text{ g نمونه اول} \times \frac{46 \text{ g SiO}_2}{100 \text{ g نمونه اول}} \times \frac{28 \text{ g Si}}{60 \text{ g SiO}_2} = 16.1 \text{ g Si}$$

ب) درصد جرمی سیلیس در مخلوط نهایی

$$\frac{\text{جرم سیلیس در نمونه دوم} + \text{جرم سیلیس در نمونه اول}}{\text{جرم نمونه دوم} + \text{جرم نمونه اول}}$$

$$= \frac{(50 \times 0.46) + (100 \times 0.46)}{50 + 100} \times 100$$

$$= \frac{23 + 46}{150} \times 100 = 44.7\%$$

۸- الف) سیلیس (ب) سیلیس

پ) مقاومت گرمایی

۹- الف) نادرست - سیلیسیم پس از اکسیژن، فراوان‌ترین عنصر در پوسته جامد زمین است.

ب) نادرست - سیلیس خالص به دلیل داشتن خواص نوری ویژه در ساخت منشورها و عدسی‌ها به کار می‌رود.

پ) نادرست - کوارتز از جمله نمونه‌های خالص سیلیس است.

ت) درست

۱۰- الف) اکسیژن و سیلیسیم به ترتیب اولین و دومین عنصر فراوان زمین هستند و ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر، بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهند؛ از این‌رو سیلیس فراوان‌ترین اکسید در این لایه از زمین به شمار می‌رود.

ب) سیلیس خالص: کوارتز - سیلیس ناخالص: ماسه

پ) ساختار (۱)

ت) ماده کووالانسی

ث) سیلیس شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن با پیوندهای اشتراکی $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ بوده و دارای ساختاری به هم پیوسته و غول‌آسا است. وجود این ساختار، دلیلی بر سختی بالا و دیرگداز بودن این ماده است.

۱۱- الف) یخ خشک ماده‌ای مولکولی است که در ساختار آن، مولکول‌های مجزای CO_2 وجود دارند، اما سیلیس، مجموعه‌ای از اتم‌های Si و O است که با هم پیوند اشتراکی داشته و ساختاری غول‌آسا را به وجود آورده‌اند. برای ذوب کردن CO_2 باید به نیروهای وان‌دروالسی ضعیف بین مولکول‌های CO_2 غلبه کنیم ولی برای ذوب کردن SiO_2 باید پیوندهای بسیار قوی اشتراکی را بشکنیم.
 ب) زیرا اتم‌های C و Si با تشکیل پیوندهای اشتراکی به آرایش الکترونی هشت‌تایی می‌رسند.

۱۲- الف) سیلیس، جامد کووالانسی و کربن دی‌اکسید جامد، جامد مولکولی است.
 ب) سیلیس، زیرا یخ خشک ماده‌ای مولکولی است که در ساختار آن، مولکول‌های مجزای CO_2 وجود دارند و بین آن‌ها نیروهای وان‌دروالسی ضعیف وجود دارد؛ اما سیلیس، مجموعه‌ای از اتم‌های Si و O است که با هم پیوند اشتراکی داشته و ساختاری غول‌آسا را به وجود می‌آورند. بنابراین سختی سیلیس به مراتب بیشتر از یخ خشک است.

۱۳- الف) از آن‌جا که آنتالپی پیوند $Si-O$ از آنتالپی پیوند $Si-Si$ بیشتر است، $SiO_2(s)$ از $Si(s)$ پایدارتر می‌باشد.
 ب) سیلیس از سیلیسیم خالص، سخت‌تر است.
 پ) نقطه ذوب سیلیس: $1710^\circ C$
 نقطه ذوب سیلیسیم خالص: $1414^\circ C$

۱۴- الف) سیلیسیم کربید
 ب) سه‌بعدی
 پ) سیلیسیم کربید
 ت) حجم - بیشتر

۱۵- الف) درست
 ب) نادرست - گرافیت و یک مول الماس با هم برابر است.

۱۶- الف) الماس و گرافیت
 ب) مواد کووالانسی

۱۷- الف) ساختار (۱)، جامد کووالانسی با چینش دوبعدی اتم‌ها و ساختار (۲)، جامد کووالانسی با چینش سه‌بعدی اتم‌ها را نشان می‌دهد.
 ب) ساختار (۱): گرافیت ساختار (۲): الماس
 پ) زیرا الماس سختی بسیار بالایی دارد.
 ت) چگالی الماس: 3.51 g.cm^{-3} و چگالی گرافیت: 2.27 g.cm^{-3} .

۱۸- الف) در ساختار گرافیت، بین لایه‌ها فضای خالی وجود دارد؛ اما ساختار الماس شبکه‌ای غول‌آسا از اتم‌های کربن مواجه هستیم؛ بنابراین جرم معینی از گرافیت، حجم بیشتری از الماس دارد. به عبارت دیگر چگالی گرافیت از الماس کم‌تر است.

۱۹- الف) در ساختار گرافیت، بین لایه‌ها فضای خالی وجود دارد؛ اما ساختار الماس شبکه‌ای غول‌آسا از اتم‌های کربن و بدون فضای خالی است. در نتیجه اگر حجم مشابهی از گرافیت و الماس داشته باشیم، جرم الماس بیشتر خواهد بود؛ به عبارت دیگر چگالی الماس از گرافیت بیشتر است.
 ب) سیلیسیم کربید سختی بالایی داشته و به علاوه ارزان است؛ در نتیجه می‌توان از آن در تهیه سنباده استفاده کرد.
 پ) گرافیت ساختار لایه‌لایه دارد. بین لایه‌ها نیروهای وان‌دروالسی وجود دارد؛ از این‌رو لایه‌های گرافیتی به آسانی روی هم می‌لغزند و در نتیجه گرافیت موجود در مغز مداد، بر روی کاغذ اثر به جا می‌گذارد.

۲۰- الف) درست
 ب) نادرست - ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است.
 ت) نادرست - یک گونه شیمیایی دوبعدی است.
 ج) درست
 چ) درست
 ح) نادرست - رسانایی الکتریکی بالایی دارد.

۲۱- الف) کووالانسی
 ب) کووالانسی - همه - بالایی
 پ) برخلاف - زودگداز
 ت) $Cl_4(g)$
 ث) نیروهای بین مولکولی

۲۲- الف) نادرست - $SiO_2(s)$ از $CO_2(s)$ سخت‌تر است.
 ب) نادرست - اغلب ترکیب‌های آلی جزء مواد مولکولی هستند.
 پ) درست
 ت) نادرست - مولکول‌های آب در ساختار یخ، در یک آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه، شبکه‌ای با استحکام ویژه پدید می‌آورند.

۲۳- الف) گروه ۱۵: نیتروژن، فسفر، گروه ۱۶: اکسیژن، گوگرد، سلنیم، گروه ۱۷: فلوئور، کلر، برم، ید
 ب) گروه ۱۴: کربن و سیلیسیم

۲۴- (گرافیت، $C(s)$ و $SiO_2(s)$ ؛ زیرا این مواد ساختارهای غول‌آسایی دارند که در آن‌ها اثری از مولکول‌های مجزا دیده نمی‌شود.

۲۵- الف) به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها
 ب) به پیوندهای اشتراکی (جفت‌الکترون‌های پیوندی) و جفت‌الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول
 ۲۶- نیروهای بین مولکولی
 ۲۷- الف) (۱): ساختار سیلیس (۲): ساختار یخ
 ب) a: Si و b: O
 پ) در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر، با پیوندهای هیدروژنی متصل است اما در سیلیس، همه اتم‌ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند و از آن‌جا پیوندهای هیدروژنی نسبت به پیوندهای اشتراکی ضعیف‌اند، بنابراین یخ برخلاف سیلیس زودگداز است (یخ جامد مولکولی و سیلیس جامد کووالانسی است).

۲۸- الف) درست
 ب) نادرست - رسانایی الکتریکی بالایی دارد.
 ۲۹- الف) کووالانسی
 ب) کووالانسی - همه - بالایی
 پ) برخلاف - زودگداز
 ت) $Cl_4(g)$
 ث) نیروهای بین مولکولی
 ۳۰- الف) نادرست - $SiO_2(s)$ از $CO_2(s)$ سخت‌تر است.
 ب) نادرست - اغلب ترکیب‌های آلی جزء مواد مولکولی هستند.
 پ) درست
 ت) نادرست - مولکول‌های آب در ساختار یخ، در یک آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه، شبکه‌ای با استحکام ویژه پدید می‌آورند.

۳۱- الف) گروه ۱۵: نیتروژن، فسفر، گروه ۱۶: اکسیژن، گوگرد، سلنیم، گروه ۱۷: فلوئور، کلر، برم، ید
 ب) گروه ۱۴: کربن و سیلیسیم

۳۲- (گرافیت، $C(s)$ و $SiO_2(s)$ ؛ زیرا این مواد ساختارهای غول‌آسایی دارند که در آن‌ها اثری از مولکول‌های مجزا دیده نمی‌شود.

۳۳- الف) به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی آن‌ها
 ب) به پیوندهای اشتراکی (جفت‌الکترون‌های پیوندی) و جفت‌الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول
 ۳۴- نیروهای بین مولکولی
 ۳۵- الف) (۱): ساختار سیلیس (۲): ساختار یخ
 ب) a: Si و b: O
 پ) در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن از مولکول‌های دیگر، با پیوندهای هیدروژنی متصل است اما در سیلیس، همه اتم‌ها با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند و از آن‌جا پیوندهای هیدروژنی نسبت به پیوندهای اشتراکی ضعیف‌اند، بنابراین یخ برخلاف سیلیس زودگداز است (یخ جامد مولکولی و سیلیس جامد کووالانسی است).



ردیف	امتحان شماره ۱	مدت امتحان: ۹۰ دقیقه	شیمی ۳	نمونه امتحان نیم سال اول	رشته: ریاضی فیزیک - علوم تجربی															
۱	مفاهیم زیر را تعریف کنید. الف) خوردگی ب) یونش پ) نیروی الکتروموتوری ت) سلول الکترولیتی		kheilisabz.com	نمره																
۲	از بین دو واژه داده شده، واژه مناسب را برای کامل کردن جملات زیر انتخاب کنید. الف) صابون جامد، نمک سدیم یک است. (اسید چرب - اسید قوی) ب) آمونیاک، یک باز آرنیوس محسوب می شود؛ چون در آب موجب pH می شود. (افزایش - کاهش) پ) در اثر اکسایش فلز مس، زنگار رنگ به وجود می آید. (سبز - قرمز) ت) با افزودن مقداری آب به ۲۰ میلی لیتر محلول نیتریک اسید، pH آن (کم می شود - زیاد می شود).			۲																
۳	HX یک اسید ضعیف است و معادله یونش آن در آب به صورت مقابل نشان داده می شود: $HX(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + X^-(aq)$ در محلول ۰/۰۰۴ مول بر لیتر HX، غلظت یون $X^-(aq)$ ، برابر با 1×10^{-5} مول بر لیتر است. ثابت یونش اسید را در دمای اتاق محاسبه کنید.			۱																
۴	عدد اکسایش اتم ستاره دار را در گونه های مقابل بیابید. الف) SO_3^{2-} ب) $CH_3-CH^*(OH)-CH_3$			۱																
۵	با فرض مشابه بودن R در ترکیب های زیر، به پرسش های زیر پاسخ دهید. الف) کدام یک در آب راحت تر حل می شود؟ چرا؟ ب) در غلظت های یکسان از محلول این دو ترکیب، کدام یک برای خنثی شدن به NaOH کمتری نیاز دارد؟ چرا؟ (۱) $R-COOH$ (۲) $HOOC-R-COOH$			۱/۲۵																
۶	با توجه به جدول به سوالات پاسخ دهید (غلظت اسیدها را یکسان در نظر بگیرید). الف) محلول کدام اسید، pH بیشتری دارد؟ چرا؟ ب) کدام محلول، رسانای ضعیف تر جریان الکتریکی است؟ چرا؟ پ) اگر محلولی از نیتریک اسید با $pH = 3$ داشته باشیم، غلظت یون نیترات NO_3^- را در این محلول بیابید.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>نام اسید</th> <th>فرمول شیمیایی</th> <th>ثابت یونش</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>سولفوریک اسید</td> <td>H_2SO_4</td> <td>بسیار بزرگ</td> </tr> <tr> <td>نیتریک اسید</td> <td>HNO_3</td> <td>بزرگ</td> </tr> <tr> <td>نیترو اسید</td> <td>HNO_2</td> <td>$4/5 \times 10^{-4}$</td> </tr> <tr> <td>فورمیک اسید</td> <td>$HCOOH$</td> <td>$1/8 \times 10^{-4}$</td> </tr> </tbody> </table>	نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت یونش	سولفوریک اسید	H_2SO_4	بسیار بزرگ	نیتریک اسید	HNO_3	بزرگ	نیترو اسید	HNO_2	$4/5 \times 10^{-4}$	فورمیک اسید	$HCOOH$	$1/8 \times 10^{-4}$		۱/۵	
نام اسید	فرمول شیمیایی	ثابت یونش																		
سولفوریک اسید	H_2SO_4	بسیار بزرگ																		
نیتریک اسید	HNO_3	بزرگ																		
نیترو اسید	HNO_2	$4/5 \times 10^{-4}$																		
فورمیک اسید	$HCOOH$	$1/8 \times 10^{-4}$																		
۷	درصد یونش اسیدی تک پروتون دار در آب ۲۰ است. اگر pH محلول این اسید ۴ باشد، غلظت اسید یونیده نشده را بیابید.			۱																
۸	درست یا نادرست بودن جملات زیر را مشخص کنید. الف) بخش قطبی صابون ها بزرگ تر از بخش ناقطبی آن است. ب) هر چه K_a یک اسید بزرگ تر باشد، قدرت تفکیک آن کم تر است. پ) فلز پلاتین را می توان در بخش های مختلف بدن هنگام جراحی به کار برد.			۰/۷۵																
۹	با توجه به واکنش های زیر، به سوالات پاسخ دهید. الف) کدام یک از این واکنش ها، از نوع اکسایش - کاهش است؟ توضیح دهید. ب) نیم واکنش های اکسایش و کاهش را بنویسید و گونه های اکسند و کاهنده را در این واکنش ها مشخص کنید. ۱) $2RCOONa(aq) + MgCl_2(aq) \rightarrow (RCOO)_2Mg(s) + 2NaCl(aq)$ ۲) $Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$			۱/۲۵																

شیمی ۳		رشته: ریاضی فیزیک - علوم تجربی		نمونه امتحان نیم سال دوم													
نمره	kheilisabz.com	امتحان نهایی خرداد ۱۴۰۱	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	امتحان شماره ۳	ردیف												
۱/۷۵		<p>۱ در هر مورد واژه مناسب را انتخاب کرده و در پاسخ نامه بنویسید.</p> <p>الف) عنصرهای دسته «p/ d» جدول دوره‌ای همگی فلزند.</p> <p>ب) سازنده اصلی برخی لوازم پلاستیکی «پلی اتن / کلرواتان» است.</p> <p>پ) لیتیم اکسید (Li₂O) در آب «اسید / باز» آرنیوس بوده و کاغذ pH در این محلول «آبی / سرخ» است.</p> <p>ت) در برای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکه بلوری «فلزها / ترکیبات یونی» حفظ می‌کند.</p> <p>ث) با افزایش دمای یک سامانه تعادلی، واکنش در جهت «مصرف / تولید» گرما پیش می‌رود و اگر این واکنش گرماگیر باشد، ثابت تعادل «کاهش / افزایش» می‌یابد.</p>															
۱/۷۵		<p>۲ درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید. شکل درست عبارتهای نادرست را بنویسید.</p> <p>الف) یک جعبه سیاه رنگ، همه طول موجهای مرئی را بازتاب می‌کند.</p> <p>ب) مخلوط آب و روغن و صابون یک کلئوئید پایدار را تشکیل می‌دهد.</p> <p>پ) در مبدل کاتالستی خودروهایی بنزینی با ورود آمونیاک، گازهای NO و NO₂ به گاز نیتروژن تبدیل می‌شوند.</p> <p>ت) شیمی دان‌ها برای اندازه‌گیری پتانسیل استاندارد (E°) نیم سلول‌ها از محلول‌های الکترولیتی با غلظت ۱ / ۰ مولار استفاده می‌کنند.</p>															
۰/۷۵		<p>۳ نقشه پتانسیل روبه‌رو مربوط به مولکول یک مایع است. توضیح دهید آیا با نزدیک کردن میله شیشه‌ای باردار به باریکه این مایع می‌توان آن را از راستای حرکت خود منحرف نمود؟</p>															
۱		<p>۴ اگر درصد یونش در محلولی از استیک اسید (CH₃COOH) برابر با ۳/۲٪ و غلظت یون هیدرونیوم در آن ۱/۹۲ × ۱۰^{-۲} مول بر لیتر باشد.</p> <p>الف) معادله یونش این اسید را بنویسید.</p> <p>ب) غلظت محلول را محاسبه کنید.</p>															
۱/۲۵		<p>۵ با توجه به نیم‌واکنش‌های داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.</p> <p>$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s) \quad E^{\circ} = +0.34V$</p> <p>$Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s) \quad E^{\circ} = +0.80V$</p> <p>الف) در سلول گالوانی مس - نقره، کدام فلز نقش آند را ایفا می‌کند؟ چرا؟</p> <p>ب) در این سلول گالوانی با گذشت زمان جرم کدام تیغه افزایش می‌یابد؟</p> <p>پ) emf این سلول را حساب کنید.</p>															
۱		<p>۶ با توجه به واکنش زیر، به پرسش‌ها پاسخ دهید.</p> <p>الف) نام ترکیب (a) را بنویسید.</p> <p>ب) اکسنده مناسب این واکنش چیست؟</p> <p>پ) عدد اکسایش اتم کربن ستاره‌دار را به دست آورید.</p> <p>$CH_2=CH_2 + \text{اکسنده} \rightarrow \begin{array}{c} H_2C - \overset{*}{CH_2} \\ \quad \\ OH \quad OH \\ \text{(a) ترکیب} \end{array}$</p>															
۱/۲۵		<table border="1"> <thead> <tr> <th>یون</th> <th>شعاع (pm)</th> <th>نسبت بار به شعاع</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mg²⁺</td> <td>۷۲</td> <td>۲/۷۷ × ۱۰^{-۲}</td> </tr> <tr> <td>Na⁺</td> <td>۱۰۲</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>F⁻</td> <td>۱۳۳</td> <td>۷/۵ × ۱۰^{-۲}</td> </tr> </tbody> </table>	یون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع	Mg ²⁺	۷۲	۲/۷۷ × ۱۰ ^{-۲}	Na ⁺	۱۰۲	F ⁻	۱۳۳	۷/۵ × ۱۰ ^{-۲}	<p>۷ با توجه به جدول مقابل، به پرسش‌ها پاسخ دهید.</p> <p>الف) نسبت بار به شعاع یون Na⁺ را حساب کنید.</p> <p>ب) آنتالپی فروپاشی شبکه منیزیم فلوئورید (MgF₂) بیشتر است یا سدیم فلوئورید (NaF)؟ چرا؟</p>		
یون	شعاع (pm)	نسبت بار به شعاع															
Mg ²⁺	۷۲	۲/۷۷ × ۱۰ ^{-۲}															
Na ⁺	۱۰۲															
F ⁻	۱۳۳	۷/۵ × ۱۰ ^{-۲}															

۱- الف) کاهش (۰/۲۵) - افزایش (۰/۲۵)

ب) شارژ یونی (۰/۲۵)

پ) یونی (۰/۲۵)

ت) آب (۰/۲۵) - ندارد (۰/۲۵)

۲- الف) نادرست (۰/۲۵) ذره‌های موجود در کلئوئید درشت‌تر از محلول

هستند و به همین دلیل نور را پخش می‌کنند. (۰/۲۵)

ب) درست (۰/۲۵)

پ) نادرست (۰/۲۵) یون (Sn^{2+}) نقش اکسنده را دارد. (۰/۲۵)

ت) نادرست (۰/۲۵) عدد اکسایش کربن در کلروفرم مایع (CHCl_3)

برابر +۲ است. (۰/۲۵)

۳- الف) هیدروفلوئوریک اسید (۰/۲۵) زیرا ثابت یونش آن بزرگ‌تر

است. (۰/۲۵)

ب) هیدروسیانیک اسید (۰/۲۵) میزان یونش آن در آب کم‌تر است و

غلظت یون‌ها در محلول آن کم‌تر است. (۰/۲۵)

پ) هیدروفلوئوریک اسید (۰/۲۵)

۴-
$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \xrightarrow{\text{pH}=\frac{5}{3}} [\text{H}^+] = 10^{-\frac{5}{3}}$$

(۰/۲۵)

$$= 10^{-6} \times 10^{0/7} = 5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

(۰/۲۵)

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{5 \times 10^{-6}}$$

(۰/۲۵)

$$= 2 \times 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

(۰/۲۵)

۵- الف) اتیلن گلیکول (۰/۲۵) - ترفتالیک اسید (۰/۲۵)

ب) $\text{SiO}_2(\text{s})$ (۰/۲۵) - زیرا سیلیس یک جامد کووالانسی است (۰/۲۵)

اما $\text{CO}_2(\text{s})$ یک جامد مولکولی است. (۰/۲۵)

پ) آهن گالوانیزه (۰/۲۵) - چون پتانسیل کاهش فلز روی کم‌تر از

فلز آهن است، در رقابت برای اکسایش، روی برنده شده و خورده

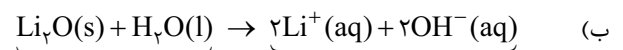
می‌شود. (۰/۵)

ت) قطبی (۰/۲۵) زیرا توزیع الکترون‌ها پیرامون اتم مرکزی آن متقارن

نیست. (۰/۵)

۶- الف) اسید آرنیوس (۰/۲۵) زیرا با حل شدن در آب، باعث افزایش

غلظت یون‌های هیدرونیوم شده است. (۰/۲۵)



(۰/۲۵)

(۰/۲۵)

پ) آبی (۰/۲۵) - رنگ کاغذ pH در محلول بازی آبی می‌شود. (۰/۲۵)

۷- الف) نمودار (۲) (۰/۲۵) - هر چه انرژی فعال‌سازی واکنش کم‌تر

باشد آن واکنش در دمای پایین‌تر و راحت‌تر انجام می‌شود. (۰/۵)

ب) سوختن هیدروژن یا نمودار (۱) (۰/۲۵)

پ) تغییرات آنتالپی (ΔH) (۰/۲۵)

$$[\text{H}^+] = M \cdot \alpha = 0.05 \times \frac{2}{100} = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

(۰/۲۵)

(۰/۲۵)

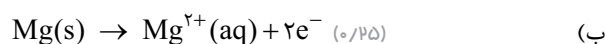
۸-

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-3} = 3$$

(۰/۲۵)

(۰/۲۵)

۹- الف) نقره (۰/۲۵) - زیرا پتانسیل کاهش آن از منیزیم بیشتر است. (۰/۲۵)



ب)

$$E^\circ = E_c^\circ - E_a^\circ$$

پ)

$$E^\circ = 0.8 - (-2/37) = +3/17 \text{ V}$$

ت) منیزیم (۰/۲۵)

۱۰- الف) الکترولیتی (۰/۲۵) - زیرا برای انجام آن از باتری استفاده شده

است یا چون این واکنش به صورت طبیعی انجام نمی‌شود. (۰/۲۵)

ب) بخش B (۰/۲۵) - زیرا به قطب مثبت باتری متصل است. (۰/۲۵)

پ) Al (۰/۲۵) و CO_2 (۰/۲۵)

۱۱- الف) گاز هیدروژن (۰/۲۵)

ب) بله (۰/۲۵) - زیرا با آلاننده‌ها واکنش می‌دهد. (۰/۲۵)

پ) تولید گاز با ایجاد فشار و رفتار مکانیکی، بازکردن مجاری را

تسهیل می‌کند. (۰/۵)

۱۲- معادله (II) (۰/۲۵) - زیرا آنتالپی فروپاشی، گرمای مصرف‌شده

(۰/۲۵) برای فروپاشی یک مول جامد یونی (۰/۲۵) و تبدیل آن به

یون‌های گازی سازنده است. (۰/۲۵)

$$13- \text{الف) } \frac{\text{بار یون}}{\text{شعاع یون}} = \frac{2}{140} = \frac{0.014}{100}$$

(۰/۲۵)

ب) K^+ یا S^{2-} (۰/۲۵) زیرا چگالی بار در این یون‌ها کم‌تر است. (۰/۲۵)

۱۴- الف) کم می‌شود (۰/۲۵)

ب) گرماده (۰/۲۵) - زیرا با افزایش دما واکنش در جهت برگشت پیش

رفته و از مقدار فراورده‌ها کاسته شده است. (۰/۵)

پ) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (۰/۲۵) - چون واکنش در جهت رفت گرماده است پس هر چه دما

پایین‌تر باشد میزان پیشرفت واکنش بیشتر است. (۰/۵)