

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای هنر آموز دانش فنی تخصصی

رشته صنایع شیمیایی

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



راهنمای هنرآموز دانش فنی تخصصی (رشته صنایع شیمیایی) - ۲۱۲۹۱۴
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
طیبه کنشلو، اعظم صفاری، بهرام قنبری، رابعه شیخ‌زاده، اعظم یوسفی، قاسم حاجی قاسمی و سید رضاسیف‌محدثی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
اعظم یوسفی، رابعه شیخ‌زاده، اعظم صفاری، طیبه کنشلو (اعضای گروه تألیف)
اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
جواد صفری (مدیر هنری) - شهرزاد قنبری (صفحه‌آرا)
تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج -
خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰
صندوق پستی: ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
چاپ اول ۱۳۹۷

نام کتاب:
پدیدآورنده:
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:
مدیریت آماده‌سازی هنری:
شناسه افزوده آماده‌سازی:
نشانی سازمان:
ناشر:
چاپخانه:
سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.
امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

۱.....	فصل اول: تحلیل گرما و تعادل در واکنش‌ها
۲۷.....	فصل دوم: بررسی تعادل در محلول‌های آبی
۵۹.....	فصل سوم: به کارگیری هیدروکربن‌های آلیفاتیک
۹۳.....	فصل چهارم: به کارگیری ترکیبات آلی آروماتیک و اکسیژن‌دار
۱۰۷.....	فصل پنجم: کسب اطلاعات فنی
۱۲۶.....	منابع

مقدمه

از الزامات اجرای برنامه درسی، وجود محتوای آموزشی جهت تحقق نیازهای فردی و اجتماعی و اهداف نظام تعلیم و تربیت می‌باشد. با توجه به تغییرات نظام آموزشی که حول محور سند تحول بنیادین آموزش و پرورش انجام شد چرخش‌های جدیدی از وضع موجود به مطلوب صورت پذیرفت. از جمله به نقش معلم از آموزش‌دهنده صرف، به مربی، اسوه و تسهیل‌کننده یادگیری و نقش دانش‌آموز از یادگیرنده منفعل به فراگیرنده فعال، تربیت‌جو و مشارکت‌پذیر و نقش محتوا از کتاب درسی به عنوان تنها رسانه آموزشی به برنامه محوری و بسته یادگیری (آموزشی) نام برد. بسته یادگیری شامل رسانه‌های متنوعی از جمله کتاب درسی دانش‌آموز، کتاب همراه دانش‌آموز/ هنرجو، کتاب راهنمای تدریس معلم/ هنرآموز، نرم‌افزارهای آموزشی، فیلم آموزشی و پوستر و می‌باشد که با هم در تحقق اهداف یادگیری نقش ایفا می‌کنند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل‌گری، انتقال‌دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی برای هر کتاب درسی طراحی و تدوین شده است. در این رسانه سعی شده روش تدریس کلی و جلسه به جلسه به همراه تجهیزات، ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز هر جلسه، نکات مربوط به ایمنی و بهداشت فردی و محیطی آورده شود. همچنین نمونه طرح درس، تبیین پیچیدگی‌های یادگیری هنرجویان، هدایت و مدیریت کارگاه و کلاس در هنرستان، راهنمایی و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها، بیان شاخص‌های اصلی جهت ارزشیابی شایستگی و ارائه بازخورد، اشاره به اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان و روش سنجش و نمره‌دهی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت و ارگونومی، منابع مطالعاتی، نکات مهم در فرایند اجرا و آموزش در محیط یادگیری، بودجه‌بندی زمانی و صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است.

امید است شما هنرآموزان گرامی با دقت و سعه صبر در راستای تحقق اهداف بسته آموزشی که با کوشش و تلاش مؤلفین گرانقدر تدوین و تألیف شده موفق باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

فصل ۱

تحلیل گرما و تعادل در واکنش‌ها



راهبردهای یاددهی و یادگیری

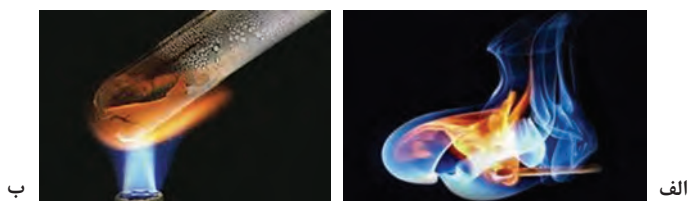
جلسه	فعالیت های یادگیری ساخت یافته
جلسه اول	مفهوم دما و گرما همراه با مثال های مختلف توضیح داده شود.
	فرایندهای گرماده و گرماگیر همراه مثال های مختلف و فیلم آموزشی توضیح داده شود.
	نمودارهای فرایندی گرماده و گرماگیر را رسم کند و با استفاده از فرمول های شیمیایی، همراه با مثال و تمرین، آنها را تحلیل کند.
جلسه دوم	مفهوم گرمای واکنش را همراه با مثال و تصویر بیان کند.
	گرمای واکنش در فرایند حجم ثابت و فشار ثابت را همراه با مثال و تمرین بررسی کند.
	آنتالپی (گرمای سوختن، گرمای حل شدن، گرمای تشکیل) را همراه با مثال و تمرین و معرفی جدول بیان کند.
جلسه سوم	روش های مختلف تعیین گرمای واکنش را همراه با مثال و تمرین بیان کند.
	گرمای واکنش را با استفاده از گرماسنج (روش مستقیم) همراه با تصویر، مثال و تمرین تعیین کند.
	گرمای واکنش را با استفاده از گرمای تشکیل (روش های غیرمستقیم) همراه با مثال و تمرین و استفاده از جدول تعیین کند.
جلسه چهارم	مفهوم فرایند تعادلی و تفاوت آن با فرایند یک طرفه را همراه با مثال و تمرین بیان کند.
	انواع تعادل فیزیکی را همراه با مثال، تصویر، فیلم آموزشی و تمرین شرح دهد.
	انواع تعادل شیمیایی را همراه با مثال، تصویر، فیلم آموزشی و تمرین شرح دهد.
جلسه پنجم	کاربردهایی برای مفهوم تعادل در زندگی روزمره و صنایع شیمیایی همراه با مثال و تصویر ارائه دهد.
	اثر دما را در جابه جایی فرایندهای تعادلی همراه با مثال، تصویر، فیلم آموزشی و تمرین بررسی کند.
	اثر غلظت و فشار را در جابه جایی فرایندهای تعادلی همراه با مثال، تصویر، فیلم آموزشی و تمرین بیان کند.
جلسه ششم	اصل لوشاتلیه را در جابه جایی تعادل ها همراه با مثال، تصویر، فیلم آموزشی و تمرین به کار برد.
	اثر کاتالیزگر را در واکنش های شیمیایی تعادلی همراه با مثال، تصویر، فیلم آموزشی و تمرین بیان کند.
	رابطه قانون تعادل را برای معادله واکنش های تعادلی گوناگون همراه با مثال، تصویر، فیلم آموزشی و تمرین بیان کند.
جلسه هفتم	مفهوم ثابت تعادل و بررسی های عددی آن، در موارد گوناگون را همراه با مثال و تمرین بیان کند.
	ارزشیابی به صورت پرسش های شفاهی و کتبی کلاسی، به صورت نمره مستمر و به صورت آزمون کلی پایانی در پایان پودمان انجام شود.

در این فصل، هنرجویان با انواع واکنش‌های گرماده و گرماگیر، تعیین گرمای واکنش‌ها، واکنش‌ها و فرایندهای تعادلی، عوامل مؤثر بر وضعیت یک تعادل و بررسی کیفی و کمی تعادل‌های شیمیایی آشنا می‌شوند. آموزش این پودمان به صورت تدریس نظری پیش‌بینی شده است. لازم است که هنرآموزان محترم با آموزش و راهنمایی هنرجویان، به طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرمای توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام دادن وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین و غیره)، کار گروهی (حضور فعال در فعالیت‌های گروهی مانند بحث گروهی و تحقیق کنید) توجه ویژه داشته باشند.

کاربرد گرما و تعادل در واکنش‌ها

پرسش ۱:

به نظر شما، شکل‌های زیر چه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی با یکدیگر دارند؟



نمونه‌هایی از واکنش‌های گرماده و گرماگیر

پاسخ:

شکل الف، سوختن کبریت که یک واکنش گرماده است را نشان می‌دهد، در حالی که در شکل ب، دو واکنش گرماده و گرماگیر به طور هم‌زمان نشان داده شده‌اند.

تحقیق کنید ۱:

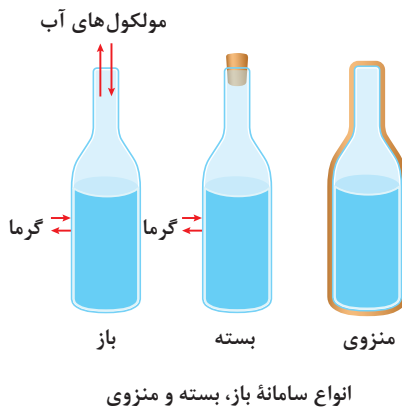
در مورد فرایند فوتوسنتز تحقیق کنید و گزارش آن را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

فوتوسنتز (photosynthesis) یا ساخت نوری فرایندی زیست‌شیمی است که در آن، انرژی نورانی خورشید توسط گیاهان و برخی از باکتری‌ها به انرژی شیمیایی ذخیره شده در مواد غذایی آنها تبدیل می‌شود.

پرسش ۲:

آیا می‌توانید با توجه به شکل زیر، تفاوت سامانه‌های باز، بسته و منزوی را بیان کنید؟



پاسخ:

مطابق شکل، در سامانه باز تبادل جرم (مولکول‌های آب) و گرما وجود دارد ولی در سامانه بسته فقط تبادل گرما دیده می‌شود. در سامانه منزوی، نه تبادل جرم وجود دارد و نه تبادل گرما.

بحث گروهی:

به نظر شما دما، گرما و انرژی گرمایی چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

پاسخ:

گرما انرژی موجود در جسم است و واحد آن ژول (J) است. دما، اندازه‌گیری انرژی مولکول‌های یک جسم است. از آنجایی که گرما شکلی از انرژی است، به آن، انرژی گرمایی هم می‌گویند.

تحقیق کنید ۲:

در خصوص ظرفیت گرمایی مواد تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

ظرفیت گرمایی یک سامانه با C نشان داده می‌شود که عبارت است از نسبت گرمای مبادله‌شده با سامانه به تغییر دمای ناشی از مبادله گرما.

ظرفیت گرمایی ویژه، مقدار گرمایی است که با واحد جرم کنترلی سامانه مبادله می‌شود تا دمای آن ۱ درجهٔ سلسیوس تغییر یابد. ظرفیت گرمایی ویژهٔ چند ماده در جدول زیر آمده است.

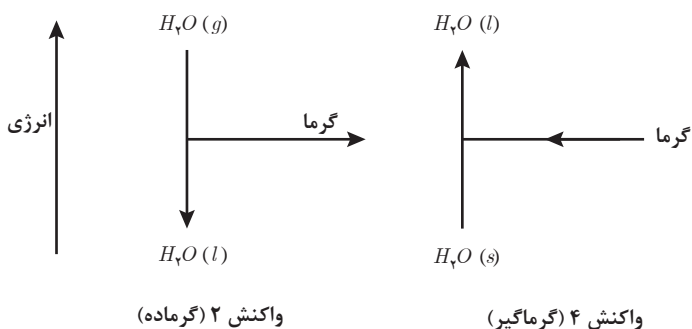
ماده	گرمای ویژه	ماده	گرمای ویژه
آب	۴۲۰۰	گرانیت	۸۲۰
آب دریا	۳۹۰۰	مس	۳۸۰
یخ	۲۱۰۰	سرب	۱۲۶
اتانول	۲۵۰۰	آلومینیم	۹۰۰
روغن پارافین	۲۱۰۰	سدیم	۱۲۴۰
هیدروژن	۱۴۳۰۰	جیوه	۱۵۰
هوا	۹۹۳	آهن	۳۹۰
هلیوم	۵۲۴۰	فولاد	۴۲۰
اکسیژن	۹۳۰	سنگ مرمر	۹۰۰

پرسش ۳:

نمودار تغییر انرژی در واکنش‌های شمارهٔ ۲ و ۴ جدول ۲ را رسم کنید.

پاسخ:

واکنش ۲ گرماده، و واکنش ۴، گرماگیر است.



تحقیق کنید ۳:

در مورد انرژی درونی و آنتالپی تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

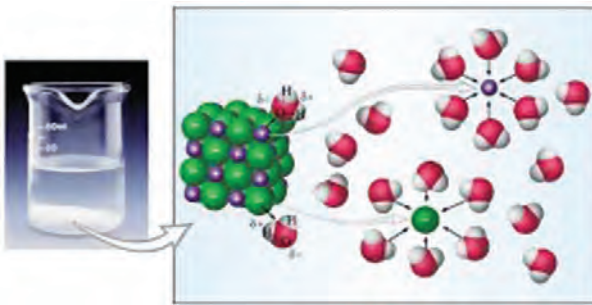
یک مقدار از یک ماده همان‌طور که دارای انرژی E است، آنتالپی H نیز دارد. آنتالپی یک نمونهٔ مادی تا حدودی برابر با همان انرژی آن است. به‌طور دقیق، آنتالپی یک نمونهٔ مادی مساوی انرژی آن به اضافه حاصل ضرب حجم در فشار آن است. یعنی:

$$H=E+PV$$

در حالی که H و E به ترتیب آنتالپی و انرژی نمونه مورد مطالعه را می‌رساند و V حجم آن نمونه را نشان می‌دهد و P فشار روی نمونه را معرفی می‌کند. آنتالپی H برحسب یکی از واحدهای انرژی اندازه‌گیری می‌شود. در واقع، آنتالپی نام و همتایی دیگر برای انرژی است.

پرسش ۴:

آیا حل شدن نمک طعام در آب، یک فرایند حجم ثابت است؟



فرایند حل شدن نمک طعام در آب

پاسخ:

با یک استوانهٔ مدرج، ۱۰۰ میلی‌لیتر آب را در یک بشر بریزید. ۲ گرم نمک طعام را با یک ترازو وزن کنید و حجم آن را در حالت فشرده تخمین بزنید. نمک را در آب داخل بشر حل کنید. حجم محلول حاصل را اندازه بگیرید و آن را با مجموع حجم آب و نمک در قبل از آزمایش مقایسه کنید. از آن، چه نتیجه‌ای خواهید گرفت؟ با انجام دادن این آزمایش خواهید دید که حجم در جریان حل کردن نمک طعام در آب، تغییر چندانی نمی‌کند. بنابراین می‌توان گفت در فرایند حل شدن نمک طعام در آب، حجم تقریباً ثابت است.



جوشیدن آب

پرسش ۵:

آیا جوشیدن آب یک فرایند حجم ثابت است؟

پاسخ:

۱ مول آب (۱۸ گرم آب) را که در دمای جوش خود قرار دارد در نظر بگیرید. حجم این مقدار آب در حدود ۱۸ سانتی متر مکعب است. هرگاه ۱ مول آب به بخار آب در همان دمای جوش تبدیل شود، حجم بسیار بسیار بزرگ تری را اشغال خواهد کرد، بدین سان در فرایند جوشیدن آب، حجم ثابت نمی ماند و به طور چشم گیری تغییر می کند.

پرسش ۶:

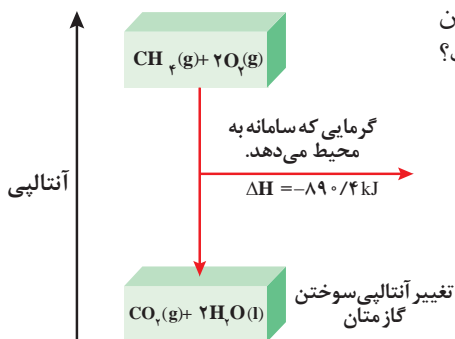
آیا جوشیدن آب در هوای آزاد یک فرایند فشار ثابت است؟

پاسخ:

بله، فشار هوا در جریان جوشیدن آب تقریباً ثابت است. برای بخار شدن ۱ مول آب در دمای جوش و فشار ثابت، در حدود 40630 J انرژی در شکل گرما از محیط جذب می شود.

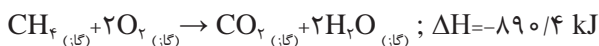
پرسش ۷:

مطابق شکل، تغییر آنتالپی سوختن گاز متان در فشار ثابت چقدر است؟



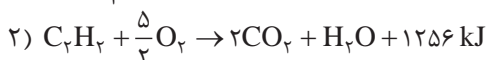
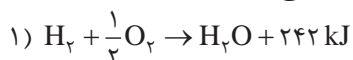
پاسخ:

مطابق شکل، فرایند سوختن، گرماده است و تغییر آنتالپی آن مقداری منفی است.



پرسش ۸:

مطابق واکنش‌های زیر، ΔH سوختن گازهای هیدروژن و استیلن را بیان کنید. فرض کنید این واکنش‌ها در فشار ثابت صورت می‌گیرند.



پاسخ:

$$1) \Delta H = -242 \text{ kJ}$$

$$2) \Delta H = -1256 \text{ kJ}$$

پرسش ۹:

گرمای سوختن یک گرم از هر یک از ترکیب‌های داده‌شده در جدول ۳ را محاسبه و با هم مقایسه کنید. به نظر شما کدام سوخت بهتر است؟

پاسخ:

ΔH		جرم مولکولی	فرمول	نام
kJg^{-1}	kJmol^{-1}			
-۱۹/۹۴	-۶۳۸	۳۲	CH_3OH	متانول
-۱۹/۱۳	-۱۲۲۴	۶۴	C_2H_5OH	اتانول
-۵۵/۶۵	-۸۹۰/۴	۱۶	CH_4	متان
-۴۶/۵	-۲۰۴۶	۴۴	C_4H_{10}	پروپان
-۴۵/۸۱	-۲۶۵۷	۵۸	C_4H_{10}	بوتان

بنابراین سوخت متان، بهترین سوخت است.

پرسش ۱۰:

بر اساس جدول ۴، گرمای مولی حل شدن کلسیم کلرید و آمونیم کلرید در آب چقدر است؟ این دو مقدار را با یکدیگر مقایسه کنید.

پاسخ:

مطابق جدول ۴، گرمای مولی حل شدن کلسیم کلرید در آب، $-۸۲/۸$ و آمونیم کلرید $+۱۵/۲$ کیلو ژول بر مول است. بنابراین با توجه به علامت آنها، با حل شدن

کلسیم کلرید در آب، گرما به محیط داده می‌شود و با حل شدن آمونیم کلرید در آب، گرما از محیط گرفته می‌شود.

تمرین:

از حل شدن ۳/۲۷ گرم فلز روی در محلول هیدروکلریک اسید لازم، ۷/۷ کیلوژول گرما در فشار ثابت آزاد می‌شود. تغییر آنتالپی واکنش بین روی و محلول اسید را حساب کنید.

پاسخ:



در معادله نوشته شده، یک اتم گرم Zn (۶۵/۴ گرم روی) در اسید حل می‌شود. از این‌رو، گرمای واکنش داده شده، آن مقدار گرمایی است که با حل شدن یک اتم گرم روی همراه است. به این ترتیب:

$$\Delta H_{(\text{واکنش})} = 65/4 \text{ g} \times \frac{-7/7 \text{ kJ}}{3/27 \text{ g}} = -154 \text{ kJ}$$

(علامت منفی بیان گر گرمادهی واکنش است).

تحقیق کنید ۴:

در مورد «راز گرم شدن حمام شیخ بهایی با یک شمع» تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

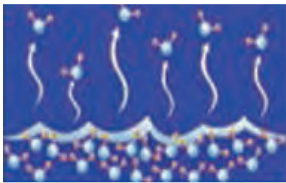
پاسخ:

این احتمال وجود دارد که یک سامانه سفالینه لوله کشی زیرزمینی در حد فاصل آبریزگاه مسجد جامع و این حمام وجود داشته است که با روش مکش طبیعی، گازهایی مانند متان و اکسیدهای گوگردی را به خزینه حمام منتقل می‌کرده است. طبق محاسبات دقیقی که شیخ بهایی انجام داده بود و با طراحی خاص خزینه، فاضلاب به گاز متان تبدیل شده و به عنوان منبع گرما در مشعل خزینه می‌سوخته است. امروزه تولید گاز از فاضلاب، با عنوان بیوگاز نامیده می‌شود که یکی از تخصص‌های مهندسان محیط زیست است. از این سامانه در کشورهای زیادی به عنوان بازیافت فاضلاب و تهیه سوخت استفاده می‌شود. همچنین با توجه به مجاورت عصارخانه «جماله» با حمام شیخ بهایی که در آن از دانه‌های گیاهی، روغن تهیه می‌شده است، ممکن است این سوخت منبع تهیه انرژی این شعله قرار گرفته باشد. منبع آب این گرمابه از طلا بوده و با توجه به اینکه طلا رساناترین فلز انتقال گرما است، با گرمای کم، انرژی زیادی تولید و آب منبع، گرم می‌شده است.

واکنش‌های تعادلی

بحث گروهی:

مطابق شکل زیر، دو ظرف مشابه حاوی مقداری آب، در پوش و بدون درپوش، در نظر بگیرید. پس از یک هفته، چه تغییری در میزان آب موجود در آنها مشاهده می‌کنید.



فرایند تبخیر



فرایند تبخیر و میعان: بخار آب → آب مایع بخار آب ⇌ آب مایع



پاسخ:

در این شکل فرایندهای فیزیکی تبخیر و میعان دیده می‌شوند. پس از یک هفته، در ظرف بدون درپوش، با تمام شدن آب، فرایند تبخیر متوقف می‌شود، ولی در ظرف با درپوش فرایند میعان در خلاف جهت تبخیر نیز در حال انجام شدن است و آب مایع را دوباره تولید می‌کند. در واقع پیشرفت فرایندهای تبخیر و میعان تا جایی است که به یک موقعیت تعادلی برسند. در این حالت مقداری آب مایع با محصول بخار، به‌صورت مخلوط با هم وجود دارند و در این شرایط تغییری در فرایندها دیده نمی‌شود.

پرسش ۱۱:

با توجه به شکل، انواع فرایندهای برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر را بنویسید.



انواع فرایندهای تعادلی آب

پاسخ:

ردیف	تغییر فاز	نام فرایند
۱	مایع - گاز	تبخیر - جوش
۲	گاز - مایع	میعان
۳	مایع - جامد	انجماد
۴	جامد - مایع	ذوب
۵	جامد - گاز	تصعید
۶	گاز - جامد	ترسیب

هر کدام از فرایندهای جدول بالا، اگر به تنهایی انجام شوند، برگشت‌ناپذیر هستند و اگر همراه با فرایند معکوس خود با سرعت یکسان انجام گیرند، برگشت‌پذیر هستند.

پرسش ۱۲:

مطابق شکل، حل شدن قند در آب چه زمانی برگشت‌ناپذیر و چه زمانی برگشت‌پذیر است؟



حل شدن قند در آب

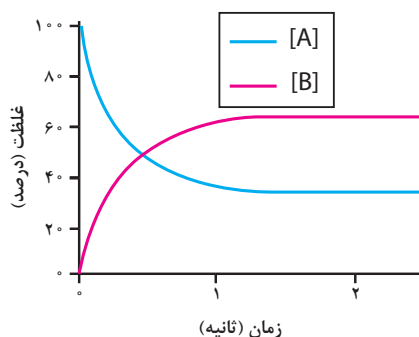
پاسخ:

در ابتدای آزمایش که با افزودن قند، بلورهای آن در آب ناپدید می‌شوند، فرایند حل شدن قند برگشت‌ناپذیر است. با ادامه افزودن قند به آب و حل شدن آن، پس از مدتی اضافه قند در ته ظرف رسوب می‌کند. در این شرایط، در ظاهر قند بیشتری در آب حل نمی‌شود و فرایند به تعادل رسیده است. اما از آنجایی که فرایند تعادلی، فرایندی پویا است، از نظر میکروسکوپی هر مولکول قندی که در آب حل می‌شود، هم‌زمان با آن یک مولکول قند رسوب می‌کند؛ یعنی فرایندهای حل شدن و تشکیل بلور قند با سرعت برابر انجام می‌شوند.

انواع تعادل

پرسش ۱۳:

با بررسی نمودار تعادلی زیر، مادهٔ اولیه و محصول را مشخص کنید.

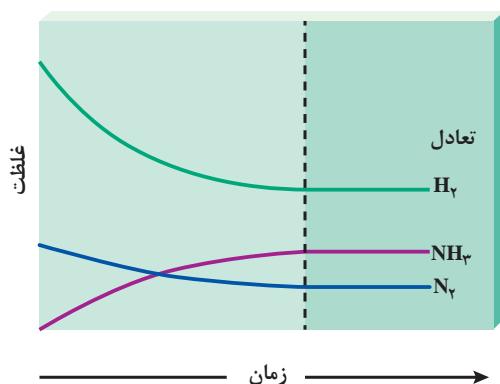


پاسخ:

مطابق نمودار، از آنجایی که غلظت مادهٔ A با گذر زمان، کم شده است، مادهٔ اولیه، و چون در همان شرایط، غلظت مادهٔ B زیاد شده است، محصول است.

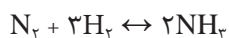
پرسش ۱۴:

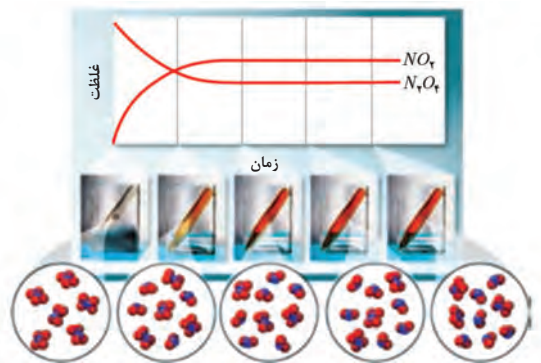
نمودار زیر را توضیح دهید.



پاسخ:

با گذشت زمان، غلظت مواد اولیه (هیدروژن و نیتروژن) کاهش یافته است و غلظت محصول (گاز آمونیاک) افزایش می‌یابد. این نمودار تولید گاز آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن را نشان می‌دهد.



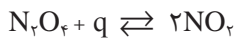


روند انجام شدن یک نمونه واکنش شیمیایی

پرسش ۱۵:

با توجه به شکل روبه‌رو، واکنش تعادلی را به‌طور کامل بنویسید.

پاسخ:



تحقیق کنید ۵:

در مورد غار علیصدر و رسوبات کلسیم‌کربنات آن تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

در بدو ورود به غار علیصدر، شاهد رسوبات کلسیم‌کربنات در سقف و دیواره‌های وسیعی از غار هستید. این رسوبات گویای این هستند که در گذشته در این قسمت نیز آب وجود داشته است. ارتفاع فعلی آب درون غار در حدود ۵۰ متر پایین‌تر از این قسمت است. ارتفاع آب غار در قسمت‌های مختلف آن از صفر تا ۱۴ متر در نوسان است. تمامی گذرگاه‌های غار هنوز کشف نشده است، اما در برخی از گذرگاه‌های غار ۱۰ الی ۱۱ کیلومتر پیشروی شده است. برای بازدید از غار پس از طی مسیر قابل قایقرانی، مسیر طولانی در خشکی طی می‌شود و پس از آن دوباره گردش با قایق ادامه می‌یابد. از ۱۴ کیلومتر مسیر کشف‌شده، ۴ کیلومتر از معابر که با پروژکتور نورپردازی شده‌اند، مورد بازدید قرار می‌گیرند. محوطه اصلی غار از تعداد زیادی تالار بزرگ و کوچک و پیچ‌درپیچ تشکیل شده است که به‌وسیله دهلیزها و دالان‌های مشبک با یکدیگر مرتبط می‌شوند و برخی از آنها وسعتی بیش از چند صد متر مربع دارند. سقف غار (که در برخی قسمت‌ها تا ۱۰ متر از سطح آب ارتفاع دارد) پوشیده از رسوبات کلسیم‌کربنات خالص و مخلوط با عنصرهای شیمیایی دیگر است. این رسوبات به‌صورت‌های مختلف استالاکتیت‌هایی با شکل‌های جذاب ایجاد کرده‌اند و در کف غار و در جاهایی که آب وجود ندارد نیز استالاکمیت‌ها منظره زیبایی به‌وجود آورده‌اند.



حل شدن نمک در آب

پرسش ۱۶:

فرایندهای رفت و برگشت (حل شدن و بلورش) را در محلول سیرشدهٔ آب نمک مشخص کنید (شکل روبه‌رو).

پاسخ:

فرض کنید در دمای اتاق، مقدار زیادی نمک را (مثلاً ۵۰ گرم) به یک بشر محتوی ۱۰۰ میلی‌لیتر آب می‌افزاییم (شکل الف). سدیم کلرید آغاز به حل شدن می‌کند، و به تدریج از مقدار نمک موجود در ته ظرف کاسته می‌شود. با هم زدن‌های متوالی متوجه می‌شویم که در ابتدا سرعت حل شدن نمک زیاد است ولی به تدریج از میزان آن کاسته می‌شود تا اینکه پس از ۵ دقیقه هم زدن، فقط ۱۴ گرم نمک جامد در ته ظرف باقی می‌ماند (شکل ب). هم زدن را ۵ دقیقه دیگر ادامه می‌دهیم. می‌بینیم که مقدار نمک جامد همچنان ثابت و برابر ۱۴ گرم است (شکل ج). بنابراین در اینجا به محلول سیرشده‌ای از نمک طعام می‌رسیم که در مجاورت مقداری نمک جامد قرار دارد. می‌توان پدیدهٔ برقراری تعادل میان محلول سیرشده و نمک جامد را از دید دو فرایند رقیب توضیح داد که یکی حل شدن و دیگری بلورش است.



الف) آغاز آزمایش ۵۰ گرم نمک جامد + آب

ب) پس از ۵ دقیقه هم زدن ۱۴ گرم نمک جامد + محلول

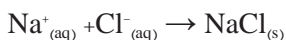
ج) پس از ۱۰ دقیقه هم زدن ۱۴ گرم نمک جامد + محلول

حل شدن نمک در آب و تشکیل محلول سیرشده

در آغاز آزمایش فرایند حل شدن و حرکت یون‌ها اغلب در یک جهت و از سوی شبکه بلور نمک به سوی محلول است.



با افزایش تعداد یون‌های $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ و $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ در محلول، فرایند بلورش (فرایند معکوس) نیز رخ می‌دهد. یون‌های مزبور که در حال جنبش و جابه‌جایی هستند، بر اثر برخورد با سطح شبکه بلور موجود در ظرف، جذب آن می‌شوند و مسیر معادله زیر را طی می‌کنند.



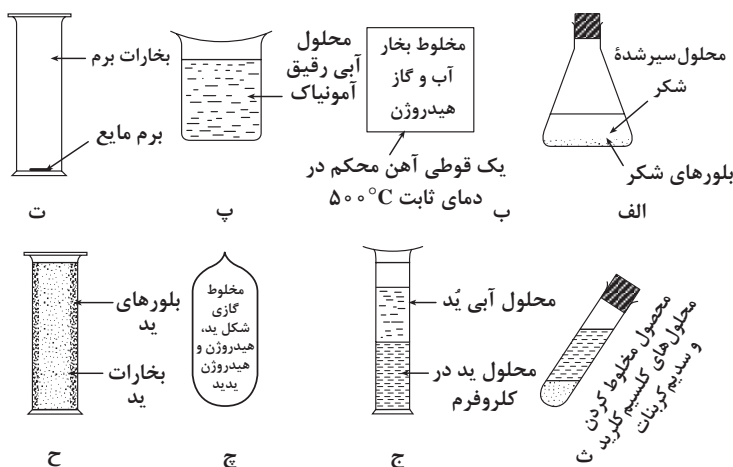
سرانجام، حالتی از تعادل پویا برقرار می‌شود که در آن سرعت هر دو فرایند یکسان می‌شود. معادله زیر نمایشی برای شرایط تعادلی جدید است:



فرایند حل شدن سدیم کلرید در آب، مثالی برای حل شدن سایر جامدهای یونی در آب است و کم و بیش برای حل شدن انواع جامدها در حلال‌هاست. هر زمان سرعت حل شدن یک ماده جامد با سرعت بلورش آن ماده یکسان شود، محلول سیرشده‌ای به دست می‌آید که در دمای آزمایش، مقدار بیشتری از ماده جامد مزبور در آن حل نخواهد شد. با این شرح می‌توان گفت فرایند تعادل میان ماده جامد و ذره‌های حل شده آن را از دید مولکولی می‌توان مانند تعادل برقرار شده میان مایع و بخار آن در یک ظرف بسته پنداشت.

پرسش ۱۷:

با توجه به نمونه‌های تعادلی ارائه شده در شکل زیر، ابتدا فرایند رفت و برگشت تعادل‌های پویا را مشخص کنید و سپس خواص ماکروسکوپی ثابت آنها را تعیین کنید.



انواع فرایندهای تعادلی (تمامی ظرف‌ها، در بسته هستند).

پاسخ:

در شکل الف، مولکول‌های شکر در حالت جامد و محلول با یکدیگر به تعادل رسیده‌اند. می‌توان فرایند رفت را حل شدن شکر و فرایند برگشت را رسوب کردن شکر در نظر گرفت.

در شکل ب، واکنش شیمیایی $2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$ به حالت تعادل رسیده است.

در شکل پ، گاز آمونیاک با محلول آن در آب به حالت تعادل رسیده است. (محلول $\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3$)

در شکل ت، برم مایع در ظرف در بسته با بخارات برم به حالت تعادل رسیده است. در شکل ث، واکنش شیمیایی بین کلسیم کلرید و سدیم کربنات

$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$ به تعادل رسیده است.

در شکل ج، ید در آب با ید در کلروفرم به حالت تعادل رسیده است.

در شکل چ، واکنش شیمیایی $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ به حالت تعادل رسیده است.

در شکل ح، بلورهای ید با بخارات ید به حالت تعادل رسیده‌اند. (بخار $\text{I}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{I}_2$)

عوامل مؤثر بر وضعیت یک تعادل

پرسش ۱۸:

واکنش تعادلی بین یون‌های آهن (III) و تیوسیانات، باعث تشکیل آهن (III) تیوسیانات قرمز رنگ می‌شود. واکنش تعادلی FeSCN^{2+} (قرمز تیره) \rightleftharpoons (بی‌رنگ) $\text{SCN}^- + \text{Fe}^{3+}$ (زرد کم‌رنگ) را در نظر بگیرید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) با افزایش غلظت آهن (III) کلرید، محلول تعادلی چه رنگی می‌شود؟
ب) با حل کردن آهن (III) تیوسیانات اضافی در محلول تعادلی، رنگ آن چه تغییری می‌کند؟



پاسخ:

افزایش غلظت هریک از یون‌های واکنش‌دهنده موجب افزایش غلظت محصول رنگین و پررنگ شدن محلول تعادلی می‌شود. کاهش غلظت این یون‌ها اثر عکس دارد. یعنی در قسمت الف، محلول پررنگ و قرمز تیره می‌شود و در قسمت ب، محلول کم‌رنگ می‌شود.

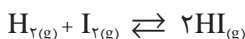


پرسش ۱۹:

آیا تغییر فشار همیشه وضعیت تعادل را تغییر می‌دهد؟

پاسخ:

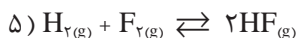
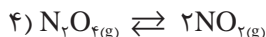
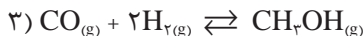
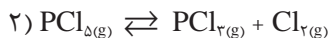
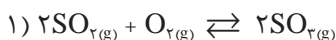
خیر، به عنوان مثال، تعادل زیر را در نظر بگیرید:



از آنجایی که تعداد مول گازی سمت راست و چپ واکنش با یکدیگر برابر است، تغییر فشار، سامانه گازی را جابه‌جا نمی‌کند.

پرسش ۲۰:

اثر تغییر فشار را بر روی واکنش‌های زیر بررسی کنید.

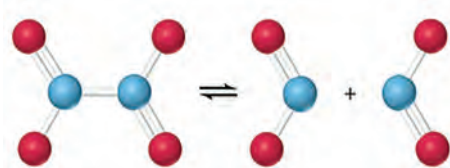
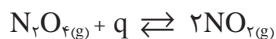


پاسخ:

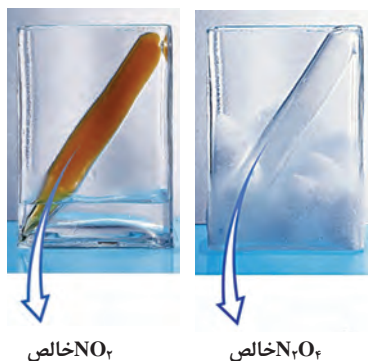
در واکنش ۱ و ۳ با افزایش فشار، واکنش تعادلی به سمت مول کمتر گازی پیش می‌رود. و برعکس در واکنش ۲ و ۴ با کاهش فشار سامانه، واکنش به سمت مول گازی بیشتر حرکت می‌کند. و در واکنش ۵، به دلیل یکسان بودن تعداد مول‌های گازی سمت راست و چپ، تغییر فشار بروی آن مؤثر نیست.

پرسش ۲۱:

اثر دما را بر واکنش تعادلی زیر بررسی کنید.



اثر دما بر تعادل $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$



NO_2 خالص

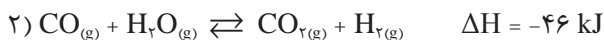
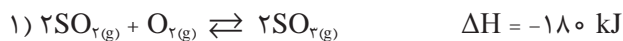
N_2O_4 خالص

پاسخ:

مطابق شکل و واکنش تعادلی، با افزایش دما، رنگ نمونه پررنگ تر می شود و گاز NO_2 بیشتری تولید می شود.

پرسش ۲۲:

اثر دما را بر واکنش های زیر بررسی کنید.



پاسخ:

ΔH منفی، به مفهوم گرماده بودن و ΔH مثبت، به معنی گرماگیر بودن واکنش ها است. با افزایش دما، در واکنش های گرماده (واکنش های ۱، ۲، ۳ و ۵)، واکنش به سمت مواد اولیه و در واکنش های گرماگیر (واکنش ۴) به سمت تولید محصول بیشتر پیش می رود.

تحقیق کنید ۶:

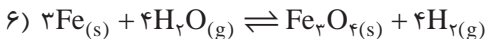
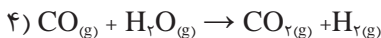
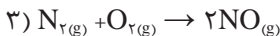
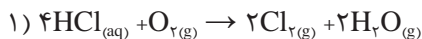
در مورد انرژی فعال سازی واکنش ها تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

هنرآموزان محترم با راهنمایی هنجرویان توسط شکل ۱۶، شیوه تحقیق کتابخانه ای و یا اینترنت، به آنان کمک کنند تا تفاوت نمودارهای انرژی فرایندهای گرماگیر و گرماده را بفهمند.

پرسش ۲۳:

برای تعادل های زیر، ثابت تعادل را بنویسید.



پاسخ:

$$۱) K = \frac{[\text{Cl}_2]^۲ \times [\text{H}_2\text{O}]^۲}{[\text{HCl}]^۴ \times [\text{O}_2]}$$

$$۲) K = \frac{[\text{CO}_2]^۲}{[\text{CO}]^۲ \times [\text{O}_2]}$$

$$۳) K = \frac{[\text{NO}]^۲}{[\text{N}_2] \times [\text{O}_2]}$$

$$۴) K = \frac{[\text{CO}_2] \times [\text{H}_2]}{[\text{CO}] \times [\text{H}_2\text{O}]}$$

$$۵) K = \frac{[\text{SO}_3]^۲}{[\text{SO}_2]^۲ \times [\text{O}_2]}$$

$$۶) K = \frac{[\text{H}_2]^۴}{[\text{H}_2\text{O}]^۴}$$

پرسش ۲۴:

شکل زیر را تفسیر کنید.

مقدار ثابت تعادل



پاسخ:

هر چقدر میزان ثابت تعادل کوچک تر باشد، میزان واکنش رفت کمتر و محصول کمتری تولید خواهد شد و برعکس هر چه مقدار آن بزرگ تر باشد، واکنش رفت غالب است و محصول بیشتری تولید خواهد شد.

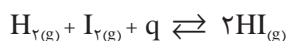
پرسش ۲۵:

جدول زیر نسبت ترکیب یک مخلوط تعادلی را در دمای 485°C نشان می دهد.
الف) معادله واکنش و معادله ثابت تعادل آن را بنویسید.
ب) مقدار ثابت تعادل را برای هر یک از دو مخلوط تعادلی بنویسید. فرض کنید حجم این مخلوط یک لیتر است.

مقدار HI (مول)	مقدار I_2 (مول)	مقدار H_2 (مول)	
۰/۱۷۲۰	۰/۰۲۸۴	۰/۰۲۲۶	مخلوط اول
۰/۱۷۸۰	۰/۰۴۰۶	۰/۰۱۶۷	مخلوط دوم

پاسخ:

از آتجایی که حجم مخلوط یک لیتر است، مول داده شده مواد، همان غلظت مولار آنها است.



$$K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \times [\text{I}_2]} \quad \text{الف)}$$

$$\text{ب) } K_1 = \frac{(0/172)^2}{(0/0284) \times (0/0226)} = 46/09$$

$$K_2 = \frac{(0/178)^2}{(0/0406) \times (0/0167)} = 46/73$$

پرسش ۲۶:

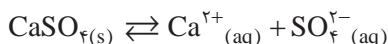
مخلوطی از هیدروژن و ید تا 490°C گرما داده شده است. محاسبه نشان می‌دهد که مقدار K برای واکنش $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ ، برابر ۴۶ است. تعیین غلظت‌های HI و I_2 با واحدهای میلی‌مولار (mM) که برابر یک هزارم مولار است) نشان داد که $[\text{H}] = 2/7 \text{ mM}$ و $[\text{I}_2] = 3/1 \text{ mM}$ است. غلظت H_2 را در این مخلوط تعادلی حساب کنید.

$$46 = \frac{(2/7)^2}{(\text{H}_2) \times (3/1)} \Rightarrow [\text{H}_2] = 0/511 \text{ mM}$$

پاسخ:

پرسش ۲۷:

سنگ معدن گچ مطابق معادله زیر اندکی در آب حل می‌شود و محلول سیرشده‌ای پدید می‌آید، رابطه تعادلی این فرایند را بنویسید.



پاسخ:

رابطه تعادلی این واکنش به صورت زیر درمی‌آید:

$$K = \frac{[\text{Ca}^{2+}] \times [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{CaSO}_4]} \Rightarrow K[\text{CaSO}_4] = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

و از آنجا که $[\text{CaSO}_4]$ ثابت است، خواهیم داشت:

$$K = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

به عبارت دیگر، عوامل متغیر در این تعادل و در دمای ثابت فقط غلظت یون‌های محلول یعنی یون‌های Ca^{2+} و SO_4^{2-} است.

تحقیق کنید ۷:

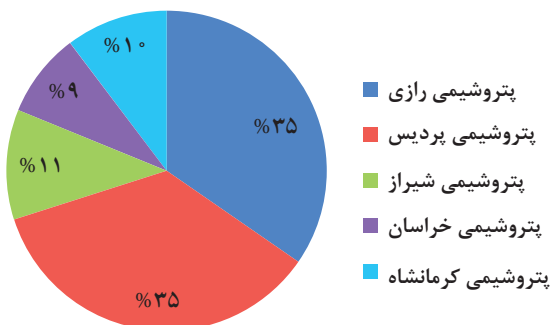
۱ در ارتباط با وضعیت موجود و چشم‌انداز بازار جهانی آمونیاک و سهم ایران تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

آمونیاک یکی از محصولاتی است که سهم بالایی از کل تولیدات پتروشیمی ایران دارد. این محصول کاربردهای زیادی دارد که از جمله آنها می‌توان به کودهای

شیمیایی اشاره کرد که بیشترین سهم را در بین کاربردهای مختلف به خود اختصاص می‌دهد.

دیگر کاربردهای این ماده مهم صنعتی، استفاده به‌عنوان مادهٔ سردکننده، مادهٔ اولیهٔ تولید نیتریک‌اسید و مواد منفجره، تولید آکریلونیتریل، الیاف مصنوعی نیتروپارافین و نیتروسولوز و نیز تصفیهٔ فاضلاب، استخراج فلزات از سنگ معدن و لاستیک‌سازی هستند. ایران بیش از ۲۳ درصد ظرفیت تولید آمونیاک خاورمیانه را در اختیار دارد که این مقدار معادل ۲ درصد کل ظرفیت تولید آمونیاک دنیا است. پتروشیمی پردیس و رازی مهم‌ترین مجتمع‌های پتروشیمی ایران هستند که به ترتیب ۳۵/۵ و ۳۴/۶ درصد از ظرفیت تولید آمونیاک کشور را در اختیار دارند. در مجموع ۷۰ درصد از ظرفیت تولید آمونیاک ایران متعلق به این دو مجتمع است. پتروشیمی شیراز، خراسان و کرمانشاه نیز از جمله شرکت‌های دیگری هستند که بخشی از کل آمونیاک ایران را تولید می‌کنند.



ظرفیت اسمی تولید آمونیاک ایران در سال ۱۳۹۳ به تفکیک مجتمع‌های پتروشیمی

۲ در مورد کشف سولفوریک‌اسید تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

سولفوریک‌اسید که در گذشته با نام جوهر گوگرد خوانده می‌شد، اسیدی بسیار قوی است که با هر درصدی در آب حل می‌شود. سولفوریک‌اسید برای نخستین بار توسط جابر بن حیان (قرن هشتم) کشف شد. البته بعضی کشف این اسید را در قرن نهم به شیمیدان ایرانی به نام زکریای رازی ربط می‌دهند.

۳ در مورد کاربردهای سولفوریک‌اسید تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

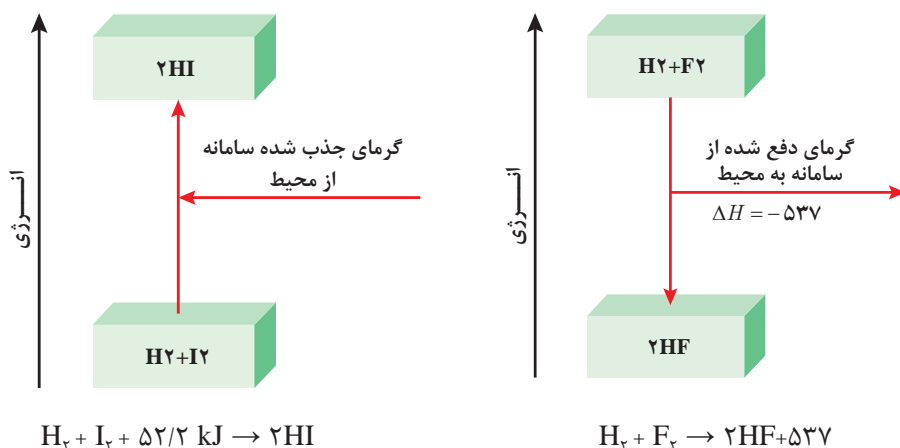
پاسخ:



تمرین:

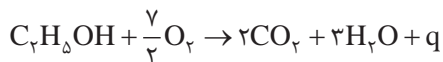
۱ نمودار تغییر انرژی برای واکنش های زیر را رسم کنید.

پاسخ:



۲ با استفاده از گرماهای تشکیل، گرمای سوختن الکل معمولی را محاسبه کنید.

پاسخ:



$\Delta H_f = [\text{مجموع گرمای تشکیل واکنش دهنده‌ها}] - [\text{مجموع گرمای تشکیل فراورده‌ها}]$

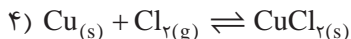
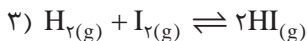
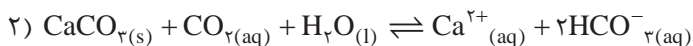
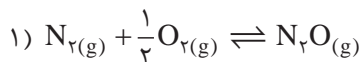
$$\Delta H_f = 7(-393/5) + 3(-241/8) - 1(-277/7) - 7/2(0) = -787 - 725/4 - 277/7 = -1790/1 \text{ kJ/mol}$$

۳ از حل شدن ۵ گرم آمونیم کلرید در آب، چه مقدار گرما در فشار ثابت نیاز است؟

پاسخ:

مطابق جدول ۴، حل شدن یک مول آمونیم کلرید در آب، ۱۵/۲ کیلوژول گرما نیاز دارد و یک مول آمونیم کلرید معادل ۵۳/۵ گرم است، بنابراین مقدار گرمای حاصل از ۵ گرم آن، ۱/۴۲ گرما نیاز دارد.

۴ همگن یا ناهمگن بودن هر یک از تعادل‌های زیر را مشخص کنید.



پاسخ:

تعادل واکنش‌های ۱ و ۳ همگن و ۲ و ۴ ناهمگن هستند.

جدول ارزشیابی فصل تحلیل گرما و تعادل در واکنش ها

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)	استاندارد عملکردی (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص ها، دآوری، نمره دهی)	نمره
گرما و تعادل در واکنش ها	محاسبه گرما و واکنش ها	توانایی محاسبه گرما و واکنش های شیمیایی و به کار گیری عوامل مؤثر بر واکنش های تعادلی	بالاتر از حد انتظار	گرمای واکنش در فرایند حجم ثابت و فشار ثابت را بررسی کند. آنتالپی (گرمای سوختن، گرمای حل شدن، گرمای تشکیل) را توضیح دهد. روش های مختلف تعیین گرمای واکنش را معرفی کند. مفهوم فرایند تعادلی و تفاوت آن با فرایند یک طرفه را بیان کند. مفهوم ثابت تعادل و بررسی های عددی در موارد گوناگون را تفسیر کند.	۳
	بررسی عوامل مؤثر بر واکنش های تعادلی		در حد انتظار	فرایندهای گرماده و گرماگیر را شناسایی کند. اصل لوشاتلیه را در جابه جایی تعادل ها به کار برد. مفهوم ثابت تعادل و بررسی های عددی در موارد گوناگون را تفسیر کند.	۲
			پایین تر از انتظار	فرایندهای گرماده و گرماگیر را شناسایی کند. اصل لوشاتلیه را در جابه جایی تعادل ها به کار برد.	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی فصل از ۳				
	نمره فصل از ۲۰				



فصل ۲

بررسی تعادل در محلول‌های آبی



راهنمای یاددهی و یادگیری

جلسه	فعالیت های یادگیری ساخت یافته
جلسه اول	مفهوم فرایند حل شدن با کمک مثال های مختلف، تصویر، پرسش و بحث گروهی توضیح داده شود.
	حل شدن ترکیبات یونی از دیدگاه تغییر انرژی و بی نظمی با کمک مثال، تصویر، پرسش و نمایش فیلم بررسی شود.
	حل شدن ترکیب های کووالانسی ناقطبی با کمک مثال، پرسش، تصویر و تحقیق کنید توضیح داده شود.
جلسه دوم	حل شدن ترکیب های کووالانسی قطبی با کمک مثال، پرسش، تصویر و تحقیق کنید توضیح داده شود.
	حل شدن ترکیب های دارای پیوند هیدروژنی با کمک مثال، پرسش و تصویر توضیح داده شود.
	اثر یون مشترک با کمک تصویر، مثال و پرسش بررسی شود.
جلسه سوم	فرایند هیدرولیز با کمک مثال، بحث گروهی و پرسش توضیح داده شود.
	محلول های تامپون با کمک مثال، پرسش و نمایش فیلم توضیح داده شود و اهمیت آن بیان شود.
	محلول های تامپون را در موارد لازم به کار برد.
جلسه چهارم	قابلیت حل شدن با کمک مثال، تصویر و پرسش توضیح داده شود.
	اثر ماهیت ماده بر قابلیت حل شدن با کمک مثال و تصویر توضیح داده شود.
	اثر دما بر قابلیت حل شدن با کمک مثال، تصویر و پرسش توضیح داده شود.
جلسه پنجم	اثر فشار بر قابلیت حل شدن با کمک تصویر و پرسش توضیح داده شود.
	اثر یون مشترک بر قابلیت حل شدن با کمک تصویر و پرسش توضیح داده شود.
	اثر pH بر قابلیت حل شدن با کمک تصویر و پرسش توضیح داده شود.
جلسه ششم	ثابت حاصل ضرب حلالیت و مفهوم آن با کمک مثال، پرسش و تصویر توضیح داده شود.
	با استفاده از ثابت حاصل ضرب حلالیت غلظت یک یون، قابلیت حل شدن را محاسبه کند و پیش بینی تشکیل رسوب را انجام دهد.
	رسوب گیری و عوامل مؤثر در آن با کمک مثال و پرسش توضیح داده شود.
جلسه هفتم	ارزشیابی به صورت پرسش های شفاهی و کتبی کلاسی، نمره مستمر و آزمون کلی پایانی در پایان پودمان انجام شود.

در این فصل، هنرجویان با کاربرد حاصل ضرب حل‌پذیری در پیش‌بینی تشکیل رسوب، کاربرد آبکافت و محلول‌های تامپون آشنا می‌شوند. آموزش این پودمان به صورت تدریس نظری پیش‌بینی شده است. لازم است که هنرآموزان محترم با آموزش و راهنمایی هنرجویان، به طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرمای توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام وظایف و کارهای محول پیروی از قوانین)، و کار گروهی (حضور فعال در فعالیت‌های گروهی مانند بحث‌های گروهی، تحقیق کنید) توجه ویژه داشته باشند.

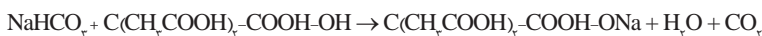
حل‌پذیری

بحث گروهی ۱:

اگر پودر جوش شیرین و جوهرلیمو را که هر دو جامد هستند، با هم مخلوط کنیم، واکنشی انجام نمی‌دهند اما اگر در آب حل گردند و سپس بر هم اثر داده شوند، واکنش بین آنها صورت می‌گیرد و گاز کربن دیوکسید آزاد می‌شود. به نظر شما علت چیست؟

پاسخ:

زمانی که این دو ماده جامد در آب حل شوند، محلولی از این دو ماده خواهیم داشت. وقتی محلول‌های به دست آمده را بر هم اثر دهیم، محلول‌های یونی از جوش شیرین و جوهرلیمو تشکیل می‌شود که یون‌های این دو ماده با هم واکنش داده، کربنیک‌اسید تولید می‌شود. کربنیک‌اسید به دلیل ناپایدار بودن، تجزیه می‌گردد و به کربن دیوکسید و آب تبدیل می‌شود.



پرسش ۱:

اگر گیاهان در خاک حاوی کود و مواد مورد نیاز قرار گیرند ولی آب به آنها داده نشود، چه نتیجه‌ای خواهد داشت؟ علت چیست؟

پاسخ:

گیاهان غذای مورد نیاز خود را به صورت محلول جذب می‌کنند. اگر به گیاه آب داده نشود، نمی‌تواند مواد مورد نیاز در کود را دریافت کند؛ بنابراین رشد آن متوقف خواهد شد.

پرسش ۲:

در جدول زیر انواع محلول‌ها آمده است. در هر مورد مثال مناسب بیان کنید.

پاسخ:

نوع محلول	مثال
جامد در مایع	نمک در آب، شکر در آب
جامد در جامد	موزائیک، آلیاژها
جامد در گاز	ذرات سرب معلق در هوا
مایع در مایع	الکل در آب، سرکه در آب
مایع در جامد	جیوه در نقره (ملغمه دندانسازی)
گاز در جامد	هیدروژن جذب شده به روی سطح فلز پالادیم
گاز در مایع	نوشابه‌های گازدار، اکسیژن در آب
گاز در گاز	هوا، بخار آب در هوا

بحث گروهی ۲:

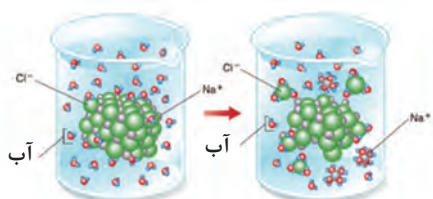
آیا حل شدن نمک طعام مانند حل شدن شکر در آب است؟

پاسخ:

نمک طعام (سدیم کلرید) ترکیب یونی است، زمانی که به حلال قطبی مانند آب افزوده شود، یون‌های سازنده آن از هم تفکیک می‌شود و محلول یونی را به وجود می‌آورد. شکر یک مولکول غیرقطبی است و در آب به صورت مولکولی حل می‌شود. بنابراین حل شدن این دو ماده مشابه نیست.

فرایند حل شدن

حل شدن ترکیبات یونی



حل شدن نمک سدیم کلرید در آب

بحث گروهی ۳:

با توجه به شکل، چگونگی حل شدن نمک سدیم کلرید در آب را بیان کنید.

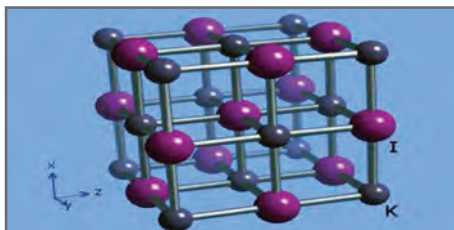
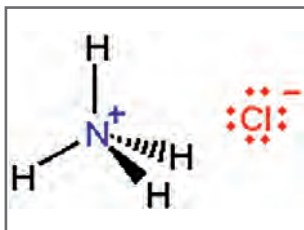
پاسخ:

با توجه به مطالب خوانده شده در پایه دهم در مورد انواع پیوندهای یونی، قطبی و کووالانسی، چگونگی حل شدن ترکیب یونی سدیم کلرید توضیح داده می شود. وقتی نمک سدیم کلرید به آب اضافه شود، مولکول های آب از سر مثبت (سر هیدروژن) به سمت یون های منفی کلرید جذب می شود، همچنین مولکول های دیگر آب از سر منفی (سر اکسیژن) به سمت یون های مثبت سدیم جذب می شوند. در نتیجه این برهم کنش ها، نیروی جاذبه بین مولکول های آب و یون های نمک بر نیروی جاذبه بین یون ها در شبکه یونی غلبه می کند، شبکه بلوری نمک از هم گسسته می گردد و یون های سدیم و کلرید بین مولکول های آب پراکنده می شوند.

پرسش ۳:

مولکول های آمونیوم کلرید NH_4Cl و پتاسیم یدید KI در شکل نشان داده شده است. حل شدن آمونیوم کلرید NH_4Cl و پتاسیم یدید KI در آب را بررسی کنید.

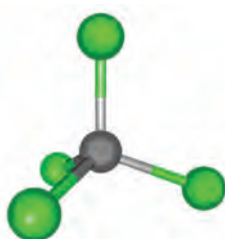
پاسخ:



مولکول های پتاسیم یدید و آمونیوم کلرید

ترکیب KI مانند سدیم کلرید ترکیب یونی با یون‌های مثبت پتاسیم و یون‌های منفی یدید است. اگر نمک KI در آب قرار گیرد، یون‌های سطحی منفی و مثبت در تماس با مولکول‌های آب تحت تأثیر نیروهای جاذبه یون دوقطبی قرار می‌گیرند، یون‌ها توسط مولکول‌های آب احاطه شده و از شبکه بلور جدا می‌شوند. این تغییرات موجب فروریختگی بلور KI می‌شود، در نتیجه، باعث حل شدن این نمک در آب می‌شود. در ترکیب آمونیوم کلرید نیز که شامل یون‌های مثبت و منفی است، حل شدن مانند ترکیب‌های یونی خواهد بود.

حل شدن ترکیبات کووالانسی ناقطبی



مولکول کربن تتراکلرید

پرسش ۴:

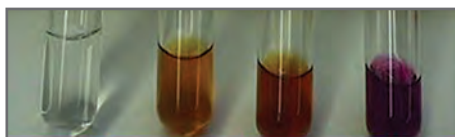
ساختار کربن تتراکلرید، (CCl_4)، در شکل نشان داده شده است. این ماده حلالی ناقطبی است. چرا؟

پاسخ:

کربن در مرکز چهار وجهی منتظم و چهار اتم کلر در چهار گوشه قرار دارند؛ در حالی که پیوندهای C-Cl قطبی هستند، ولی به دلیل شکل هندسی متقارن، قطبیت پیوندها خنثی می‌شود و در کل، مولکول ناقطبی خواهد بود.

تحقیق کنید ۱:

مطابق شکل، ید در اتانول که مایعی قطبی است، حل می‌شود و محلولی قهوه‌ای رنگ ایجاد می‌کند. همچنین در استون و کربن تتراکلرید حل می‌گردد و محلول رنگی تولید می‌کند. در مورد فرایند حل شدن ید در هر مورد تحقیقی انجام دهید و نتیجه را در کلاس گزارش کنید.



کربن تتراکلرید اتانول استون آب

محلول‌های حاصل از حل شدن ید در کربن تتراکلرید، اتانول و استون

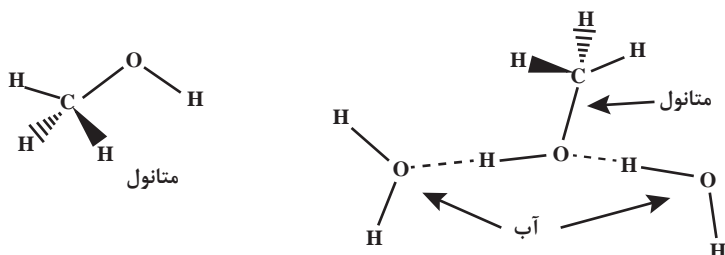
پاسخ:

ید و کربن تتراکلرید ناقطبی، اتانول و استون قطبی هستند. براساس قانون حل پذیری، ترکیب ناقطبی در حلال ناقطبی حل می شود؛ بنابراین ید در کربن تتراکلرید به صورت مولکولی حل می شود و محلول حاصل به رنگ بنفش، مشابه رنگ ید جامد خواهد بود. حل شدن ید در حلال های اتانول و استون با تشکیل نیروهای دوقطبی های لحظه ای انجام می شود. مولکول های ید که ناقطبی است، تحت تأثیر مولکول های قطبی اتانول و استون به صورت لحظه ای قطبی می شوند و نیروهای جاذبه ضعیف دوقطبی - دوقطبی لحظه ای موجب می شود که ید به میزان جزئی در آب حل شود و رنگ محلول زرد تا قهوه ای کم رنگ خواهد بود.

حل شدن ترکیب های کووالانسی قطبی

پرسش ۵:

آیا متانول در حلال های ناقطبی (مانند کربن تتراکلرید) قابل حل است؟ چرا؟

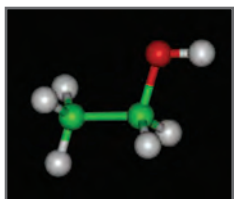


پاسخ:

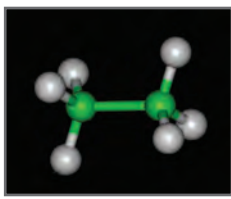
در متانول، مولکول ها قطبی هستند و بین مولکول ها پیوندهای هیدروژنی برقرار است. نیروهای جاذبه بین مولکولی شدید در متانول خالص را فقط آن دسته از حلال ها می توانند خنثی کنند که مانند مولکول های متانول دارای نیروهای جاذبه بین مولکولی قوی بوده و به عبارت ساده تر قطبی باشند. بنابراین متانول در حلال های ناقطبی قابل حل نیست.

پرسش ۶:

اتان (C_2H_6) در آب نامحلول است؛ در صورتی که اتانول (C_2H_5-OH) در آب به خوبی حل می شود. چگونه می توان آن را توجیه کرد؟



ب) مولکول اتانول



الف) مولکول اتان

پاسخ:

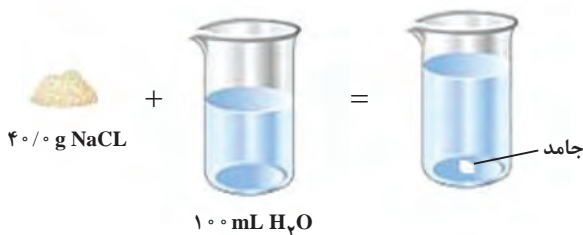
مولکول‌های اتان ناقطبی هستند و بین مولکول‌های آن نیروهای واندروالس وجود دارد. این مولکول‌ها قادر نیستند به صورت قابل ملاحظه‌ای جذب مولکول‌های آب شوند. از سوی دیگر مولکول‌های آب با تشکیل پیوند هیدروژنی سخت به یکدیگر متصل هستند؛ به طوری که مولکول‌های اتان نمی‌توانند بر آن نیرو غلبه کند و مولکول‌ها را از هم جدا سازند؛ بنابراین علی‌رغم افزایش بی‌نظمی، اتان در آب نامحلول است.

در اتانول، مانند آب، بین مولکول‌ها پیوند هیدروژنی وجود دارد و در فرایند حل‌پذیری پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های آب و اتانول شکسته می‌شود و پیوندهای هیدروژنی جدید بین مولکول‌های اتانول و آب تشکیل می‌شوند، این امر موجب حل شدن اتانول در آب می‌شود. در حل شدن اتانول در آب، افزایش بی‌نظمی نیز یک عامل کمک‌کننده قوی است.

قابلیت حل‌پذیری

بحث گروهی ۴:

مطابق شکل اگر در یک بشر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب 25°C بریزید و به آن ۴۰ گرم نمک سدیم کلرید اضافه کنید، بعد از هم زدن مقداری از نمک به صورت جامد در محلول باقی می‌ماند. به چه دلیل تمام نمک حل نمی‌شود؟



حل شدن سدیم کلرید در آب

پاسخ:

حل پذیری مواد در حلال‌ها در دماهای مختلف متفاوت است. به بیان دیگر در دمای معین مقدار مشخصی از ماده جامد می‌تواند در حلال حل شود. حل پذیری سدیم کلرید در آب در دمای 25°C مقدار $35/9$ گرم در 100 میلی لیتر آب است؛ بنابراین مقداری از نمک به صورت نامحلول در آب باقی می‌ماند.

پرسش ۷:

چگونه می‌توان یک محلول سیرشده را از سیرنشده تشخیص داد ؟ چگونه می‌توان مقدار ماده بیشتری در محلول سیرشده حل کرد؟

پاسخ:

مقدار کمی از ماده حل‌شونده به محلول اضافه کنید و هم بزنید. در صورتی که ماده جامد کامل حل شود، محلول سیر نشده است. اگر پس از هم‌زدن مقدار کمی جامد حل نشده در محلول باقی بماند، محلول سیر شده است. اگر محلول را گرم کنید، ماده جامد بیشتری می‌توانید در آن حل کنید.

پرسش ۸:

در یک بشر حاوی آب گرم، کم‌کم سدیم‌استات اضافه کنید و مخلوط را هم بزنید تا ماده جامد به‌طور کامل حل شود. این کار را تا جایی ادامه دهید تا ماده جامد حل نشود. محلول را به آرامی سرد کنید، سپس یک دانۀ بلور کوچک از سدیم‌استات به محلول اضافه نمایید. پس از مدتی مشاهده می‌کنید، سدیم‌استات عمل بلور شدن و خارج شدن از فاز محلول را شروع می‌کند و بعد از مدتی عمل بلور شدن متوقف می‌شود. چگونه این پدیده را توجیه می‌کنید؟



حل شدن نمک سدیم‌استات در آب و تشکیل بلور در اثر سرد شدن محلول

پاسخ:

اگر به محلول گرم آن قدر ماده جامد بیفزایید که دیگر قادر به حل کردن نباشد، یک محلول سیرشده تهیه شده است. زمانی که دمای محلول کاهش یابد، میزان ماده جامد حل شده در حجم مشخصی از حلال نیز کاهش می‌یابد و مقدار اضافی ماده حل شده به‌صورت ذرات جامد بلوری ظاهر می‌شود. وجود بلور کوچکی از سدیم‌استات موجب می‌شود که ذرات اضافی دور بلور تجمع یابد و به صورت بلورهای درشت‌تر مشاهده گردد.

پرسش ۹:

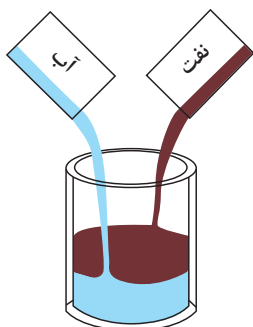
چگونه می‌توان محلول ابرسیرشده تهیه کرد؟ به چه دلیل محلول ابرسیرشده ناپایدار است؟

پاسخ:

به حلال در حال گرم شدن کم کم ماده حل شونده اضافه گردد و هم زده شود. این کار تا جایی ادامه یابد که حلال گرم دیگر نتواند ماده جامد را حل کند. در این حالت یک محلول فراسیرشده تهیه شده است. محلول فراسیرشده به دلیل حل کردن مقدار ماده جامد بیشتر، ناپایدار است و با یک شوک کوچک مانند ضربه، یک ذره جامد یا فروبردن یک جسم در محلول، بلافاصله مقدار اضافی ماده جامد حل شده به صورت بلور از محلول خارج می‌شود.

عوامل مؤثر در حل پذیری

ماهیت حلال و جسم حل شونده



مخلوط شدن نفت و آب

پرسش ۱۰:

به نظر شما و مطابق شکل، چرا نفت در آب حل نمی‌شود؟

پاسخ:

نفت یک مخلوط ناقطبی است؛ در حالی که آب یک ماده قطبی است؛ بنابراین نفت نمی‌تواند در آب حل شود.

تأثیر دما در حل پذیری

بحث گروهی ۵:

با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:
■ آیا حل پذیری همه جامدات به دما بستگی دارد؟

پاسخ:

همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، حل پذیری همه جامدات به دما بستگی دارد.

■ میزان وابستگی حل پذیری همه جامدات با دما یکسان است؟

پاسخ:

وابستگی حل پذیری جامدات با دما یکسان نیست. برخی نمک‌ها با افزایش دما حل پذیری بیشتر و برخی حل پذیری کمتر دارند. در تعداد محدودی از جامدات، حل پذیری وابستگی چندانی به تغییرات دما ندارد.

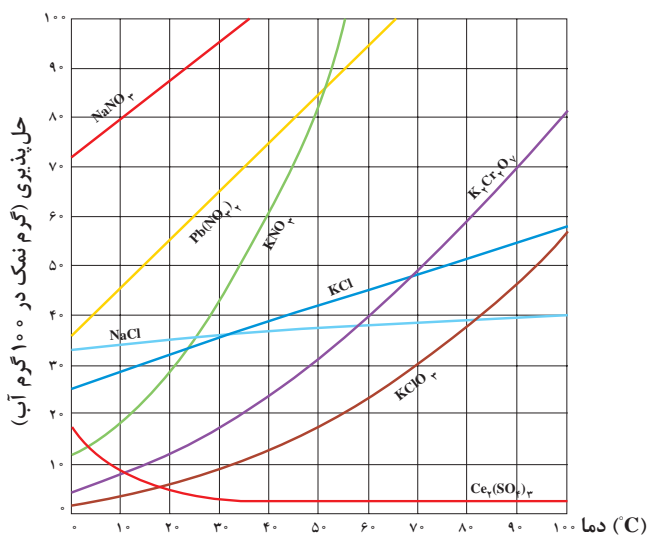
■ مقدار حل پذیری پتاسیم نیترات (KNO_3) و پتاسیم کلرید (KCl) را در دماهای $20^\circ C$ و $50^\circ C$ مقایسه کنید.

پاسخ:

حل پذیری پتاسیم نیترات در $20^\circ C$ مقدار ۲۸ گرم و در $50^\circ C$ مقدار ۸۳ گرم در 100 گرم حلال است. پتاسیم کلرید در $20^\circ C$ مقدار ۳۲ و در $50^\circ C$ مقدار ۴۲ گرم در 100 گرم آب حل می شود. از مقایسه حل پذیری این دو نمک نتیجه می گیریم که حل پذیری پتاسیم نیترات نسبت به پتاسیم کلرید وابستگی بیشتری به دما دارد. ■ برای حل پذیری بیشتر نمک سریم سولفات ($Ce_2(SO_4)_3$) چه پیشنهادی دارید؟

پاسخ:

با توجه به نمودار حل پذیری، حل شدن سریم سولفات در آب گرماده است؛ بنابراین با سرد کردن می توان حل پذیری نمک سریم سولفات را افزایش داد. ■ هر گروه از هنرجویان، حل پذیری یکی از نمک‌ها را توضیح دهد.



نمودار حل پذیری نمک‌های مختلف در آب

پرسش ۱۱:

با توجه به جدول ۱ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

جدول ۱- حل‌پذیری گازها در آب در فشار یک اتمسفر و در دماهای مختلف

حل‌پذیری (مول لیتر)			
دما			گاز
۵°C	۲۵°C	۵۰°C	
۰/۰۰۰۴۹	۰/۰۰۰۶۴	۰/۰۰۱۰۵	N _۲
۰/۰۰۰۹۳	۰/۰۰۱۲۶	۰/۰۰۲۱۸	O _۲
۰/۰۰۱۰۱	۰/۰۰۱۳۹	۰/۰۰۲۳۶	Ar
۰/۰۱۹۵	۰/۰۳۳۸	۰/۰۷۶۵	CO _۲
۰/۰۵۳۶	۰/۰۸۸۸	۰/۲۰۶	Cl _۲

■ افزایش دما چه تأثیری بر حل‌پذیری گازها دارد؟

پاسخ:

در گازها با افزایش دما حل‌پذیری کاهش می‌یابد.

■ آیا تأثیر دما بر حل‌پذیری گازها در همه نمونه‌ها مشابه است؟

پاسخ:

در همه نمونه‌های جدول، افزایش دما موجب کاهش حل‌پذیری می‌شود.

■ چرا حل‌پذیری پنج گاز مندرج در جدول از نیتروژن به کربن در هر دمای معین، افزایش می‌یابد؟ چه نظامی در این جدول وجود دارد؟ توضیح دهید.

پاسخ:

اگر شرایط قطبیت مولکول‌ها مشابه باشد، مولکول‌های سنگین‌تر نسبت به مولکول‌های سبک‌تر حل‌پذیری بیشتری دارند. در گازهای مندرج در جدول، همه مولکول‌ها ناقطبی هستند و با افزایش جرم مولکولی از بالا به پایین، حل‌پذیری نیز افزایش می‌یابد.



اثر فشار بر قابلیت حل پذیری

پرسش ۱۲:

یک بطری نوشابهٔ گازدار را مطابق شکل در نظر بگیرید. چرا زمانی که در آن را باز می‌کنید، نوشابه به سرعت از آن خارج می‌شود؟



خارج شدن سریع نوشابه به همراه گاز بلافاصله پس از باز شدن در ظرف

پاسخ:

تغییر فشار در حل پذیری گازها مؤثر است. افزایش فشار گاز روی سطح مایع، میزان حل شدن گاز در مایع را افزایش می‌دهد. در کارخانه‌های نوشابه‌سازی نیز از همین ویژگی برای حل کردن گاز کربن دی‌اکسید در نوشابه استفاده می‌کنند. به بیان دیگر، در کارخانه تحت فشار مقدار گاز کربن دی‌اکسید بیشتری در نوشابه حل شده است. زمانی که در نوشابه باز شود، به دلیل کاهش فشار درون ظرف، حل پذیری گاز کاهش می‌یابد و تعداد زیادی از مولکول‌های گاز از نوشابه خارج می‌شود.

اثر یون مشترک بر قابلیت حل پذیری

پرسش ۱۳:

الف) حل پذیری NaCl در محلول NaOH یا HCl نسبت به حل پذیری آن در آب خالص کمتر است. چرا؟
ب) اگر به محلولی از استیک اسید (CH_3COOH)، سدیم استات (CH_3COONa) اضافه کنید، چه اتفاقی روی می‌دهد؟
پ) اگر محلولی از HF داشته باشید، با افزودن NaF به محلول، چه تغییری به وجود خواهد آمد؟
ت) حل پذیری Ca(OH)_2 را در هریک از حالت‌های داده شده بررسی کرده و در مورد پاسخ خود علت را بیان کنید.

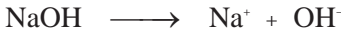
■ حل پذیری Ca(OH)_2 در محلول KOH بیشتر است یا در آب خالص؟

■ حل پذیری Ca(OH)_2 در محلول CaCl_2 بیشتر است یا در آب خالص؟



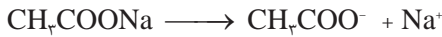
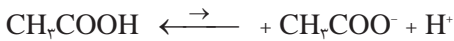
پاسخ:

الف) در محلول سدیم هیدروکسید خواهیم داشت:



در این محلول به دلیل وجود یون سدیم و اثر یون مشترک آن، حل پذیری سدیم کلرید در محلول سدیم هیدروکسید کمتر از آب است. حل پذیری سدیم کلرید در محلول HCl نیز به دلیل اثر یون مشترک Cl^- کمتر از آب خواهد بود.

ب)



در محلول استیک اسید یون های استات و هیدروژن وجود دارند. با افزایش نمک سدیم استات در اثر حل شدن مقداری یون استات به محلول اضافه می شود که باعث برهم خوردن واکنش تعادلی در محلول می شود و یون های CH_3COO^- اضافی با یون های H^+ ترکیب می شوند و مولکول های CH_3COOH را تشکیل می دهند؛ بنابراین PH کاهش می یابد.



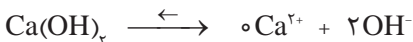
پ) در محلول HF داریم:

با افزودن نمک NaF یون های سدیم و فلوئورید به محلول اضافه می شود.



در اثر حل شدن سدیم فلوئورید و افزایش یون F^- تعادل در محلول برهم می خورد و به سمت چپ جابه جا می شود. به عبارت دیگر، یون های F^- با یون های H^+ ترکیب می شوند و مولکول های HF را تشکیل می دهند. که این مسئله موجب کاهش غلظت H^+ و در نتیجه کاهش PH می شود.

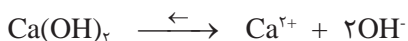
ت) در محلول KOH خواهیم داشت:



در محلول پتاسیم هیدروکسید، یون های هیدروکسید به فراوانی وجود دارند. در اثر حل شدن Ca(OH)_2 یون های کلسیم و هیدروکسید آزاد می شوند. به دلیل وجود یون های هیدروکسید در محلول KOH و اثر یون مشترک OH^- تعدادی از یون های کلسیم با یون های اضافی هیدروکسید ترکیب می شوند و ماده جامد کلسیم هیدروکسید را

تشکیل می‌دهند. بنابراین حل‌پذیری کلسیم‌هیدروکسید در محلول KOH کمتر از آب خالص است.

در محلول CaCl_2 خواهیم داشت:

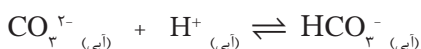


به دلیل وجود یون‌های کلسیم در محلول، تعدادی از یون‌های Ca^{2+} با یون‌های OH^- ترکیب می‌شوند و ماده جامد Ca(OH)_2 را تشکیل می‌دهند. بنابراین حل‌پذیری کلسیم‌هیدروکسید در آن کمتر از آب خالص خواهد بود.

اثر pH بر قابلیت حل‌پذیری

پرسش ۱۴:

با توجه به واکنش‌های داده شده، بررسی کنید کاهش pH محلول چه تأثیری در حل‌پذیری باریم کربنات BaCO_3 دارد؟

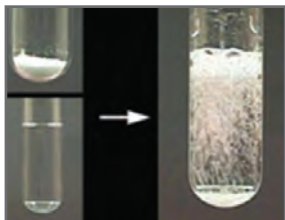


پاسخ:

با کاهش pH غلظت یون‌های H^+ در محلول افزایش یافته و برطبق واکنش دوم غلظت یون‌های کربنات CO_3^{2-} کاهش می‌یابد. در نتیجه این تغییرات واکنش تعادلی اول به سمت راست جابه‌جا می‌شود و قابلیت حل‌پذیری باریم کربنات افزایش می‌یابد.

پرسش ۱۵:

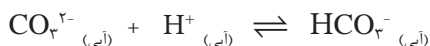
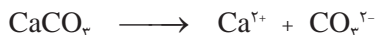
با توجه به شکل داده شده، اثر کاهش pH محلول را بر حل‌پذیری نمک کلسیم کربنات بررسی کنید.



اثر افزایش محلول هیدروکلریک اسید بر حل‌پذیری کلسیم کربنات

پاسخ:

در محلول کلسیم کربنات خواهیم داشت:



با افزایش محلول HCl غلظت یون های H^+ در محلول افزایش می یابد. برطبق واکنش های (۲) و (۳) یون های کربنات در واکنش با یون های H^+ شرکت می کنند و در نتیجه غلظت یون های کربنات در محلول کاهش می یابد. با کاهش یون کربنات واکنش تعادلی (۱) به سمت راست جابه جا شده و موجب حل پذیری بیشتر کلسیم کربنات می شود.

ثابت حاصل ضرب حل پذیری K_{sp}

بحث گروهی ۶:

در ۱۰۰ میلی لیتر آب 20°C مقدار ۴۰ گرم از هریک از مواد جوش شیرین، شکر، نمک طعام و گچ بیفزایید و هم بزنید. در همه بشرها وضعیت یکسانی مشاهده نمی شود. نتایج بررسی در جدول زیر داده شده است:

ماده حل شونده	جوش شیرین	شکر	نمک	گچ
وضعیت محلول	کمی محلول	کاملاً محلول	کمی نامحلول	کاملاً نامحلول

به چه دلیل همه مواد در آب حل نشده اند؟ در مورد علت آن بحث کرده و نتیجه را در کلاس بیان کنید.

راهنمایی: برای دادن پاسخ از قابلیت حل پذیری این مواد در دمای خواسته شده استفاده شود.

این آزمایش نشان می دهد که حل پذیری همه مواد یکسان نیست. برخی از مواد جامد حل پذیری بیشتر و برخی حل پذیری کمتری دارند. برخی از مواد جامد نیز حل پذیری بسیار بسیار کمی دارند.

پرسش ۱۶:

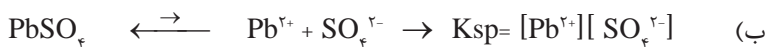
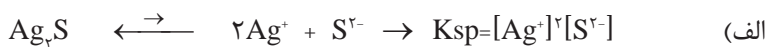
عبارت K_{sp} را برای ترکیب‌های زیر بنویسید.

الف) نقره سولفید Ag_2S

ب) سرب سولفات $PbSO_4$

پ) قلع (IV) هیدروکسید $Sn(OH)_4$

پاسخ:



پرسش ۱۷:

در جدول زیر مقدار ثابت حل پذیری برخی از مواد داده شده است.

نام ترکیب	فرمول شیمیایی	K_{sp}
نقره برمید	$AgBr$	$5/0 \times 10^{-15}$
نقره سولفید	Ag_2S	$6/3 \times 10^{-50}$
باریم هیدروکسید	$Ba(OH)_2$	$5/0 \times 10^{-3}$

در مورد حل پذیری این مواد بحث کرده و آنها را به ترتیب کاهش حل پذیری مرتب کنید.

پاسخ:

هر قدر مقدار K_{sp} نمک‌ها کوچک‌تر باشد، حل پذیری آنها کمتر است. با مقایسه مقدار K_{sp} مواد داده شده، حل پذیری باریم هیدروکسید از همه بیشتر و حل پذیری نقره برمید از همه کمتر است.



کاربرد ثابت حاصل ضرب حل پذیری (K_{sp})

الف) تعیین غلظت یک یون با معلوم بودن غلظت یون دیگر

پرسش ۱۸:

غلظت یون های کلرید Cl^- موجود در آب دریا $۰/۵۳$ مول در لیتر است. با فرض اینکه آب دریا در $۲۵^\circ C$ نسبت به $AgCl$ سیر شده باشد، آیا از نظر اقتصادی ارزش دارد که نقره را از آب دریا استخراج کنید؟

پاسخ:

$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = ۱/۷ \times ۱۰^{-۱۰}$$

$$[Ag^+] = \frac{۱/۷ \times ۱۰^{-۱۰}}{۰/۵۳}, \quad [Ag^+] = ۳/۲ \times ۱۰^{-۱۰} M$$

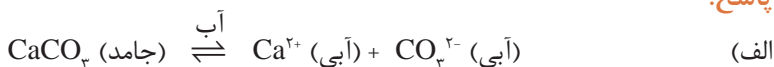
از هر لیتر آب دریا $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۰}$ مول یون نقره به دست می آید که بسیار اندک است. این مقدار یون نقره برابر $۳/۴۵۶ \times ۱۰^{-۸}$ گرم نقره است. با توجه به مقدار بسیار کم نقره استخراج شده، تهیه نقره از آب دریا ارزش اقتصادی ندارد.

ب) تعیین قابلیت حل پذیری (S):

پرسش ۱۹:

برای هریک از ترکیب های داده شده، مقدار قابلیت حل پذیری (S) را محاسبه کنید.

پاسخ:

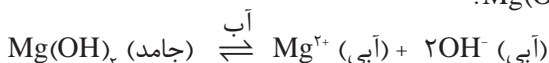


$$[Ca^{2+}] = [CO_3^{2-}] = S$$

$$K_{sp} = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}] = ۵ \times ۱۰^{-۹}$$

$$S^2 = K_{sp} \Rightarrow S = \sqrt{K_{sp}}$$

ب) محاسبه برای $Mg(OH)_2$:



$$K_{sp} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 \quad [Mg^{2+}] = S \quad [OH^-] = 2S$$

$$K_{sp} = S \times (2S)^2$$

$$K_{sp} = 4S^3, \quad S = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}$$

پرسش ۲۰:

الف) در مورد هر یک از ترکیب‌های نقره کرومات Ag_2CrO_4 و آلومینیم هیدروکسید $\text{Al}(\text{OH})_3$

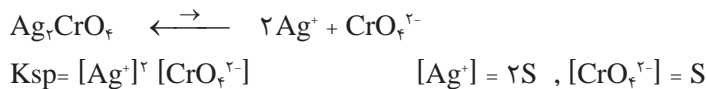
■ عبارت K_{sp} را برای ترکیب‌های داده شده بنویسید.

■ قابلیت حل پذیری (S) را بر حسب K_{sp} به دست آورید.

ب) قابلیت حل پذیری کلسیم کربنات 7×10^{-5} و قابلیت حل پذیری نقره کلرید برابر 1.3×10^{-5} مول در لیتر است. با مقایسهٔ حل پذیری، بررسی کنید کدام یک از نمک‌های فوق کم‌محلول‌تر است؟

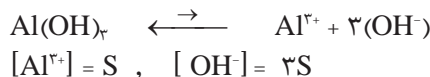
پاسخ:

الف)



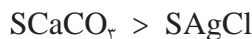
$$K_{sp} = (2S)^2 S = 4S^3 \longrightarrow S = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}$$

محاسبه برای $\text{Al}(\text{OH})_3$:



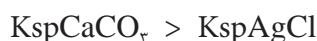
$$K_{sp} = [\text{Al}^{3+}] [\text{OH}^-]^3 = S \times (3S)^3 = 9S^4 \longrightarrow S = \sqrt[4]{\frac{K_{sp}}{9}}$$

ب) از مقایسهٔ قابلیت حل پذیری (S) کلسیم کربنات با نقره کلرید درمی‌یابیم که:



$$7 \times 10^{-5} > 1.3 \times 10^{-5}$$

همچنین K_{sp} برای کلسیم کربنات بزرگ‌تر از $K_{sp} \text{ AgCl}$ در 25°C است.



$$5 \times 10^{-9} > 1.7 \times 10^{-10}$$

پ) پیش‌بینی تشکیل رسوب از روی ثابت حاصل ضرب حل‌پذیری

پرسش ۲۱:

Ksp برای کلسیم کربنات در دمای 25°C برابر 5×10^{-9} است.

الف) اگر به محلولی که دارای یون‌های Ca^{2+} با غلظت $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ است، یون‌های CO_3^{2-} را طوری اضافه کنید که غلظت یون‌ها در آن برابر 1×10^{-5} شود، آیا رسوبی تشکیل می‌شود؟

ب) به همین محلول، محلول سدیم کربنات $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ اضافه کنید. در این حالت چگونه؟ آیا رسوبی تشکیل می‌شود؟

پاسخ:

الف) عبارت Ksp برای کلسیم کربنات چنین خواهد بود:

$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 5 \times 10^{-9}$$

سپس حاصل ضرب غلظت یون‌ها محاسبه می‌شود:

$$[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = (1 \times 10^{-4})(1 \times 10^{-5}) = 1 \times 10^{-9}$$

چون مقدار حاصل ضرب غلظت یون‌های شرکت‌کننده 1×10^{-9} ، از مقدار 5×10^{-9} Ksp کوچک‌تر است؛ بنابراین رسوبی تشکیل نمی‌شود.

ب) ابتدا حاصل ضرب یون‌ها محاسبه می‌شود:



$$1 \times 10^{-4} \text{ M} \quad 2 \times 10^{-4} \text{ M} \quad 1 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = (1 \times 10^{-4})(1 \times 10^{-4}) = 1 \times 10^{-8} \text{ M}$$

در این شرایط حاصل ضرب غلظت یون‌های به‌کار رفته (1×10^{-8}) از مقدار $K_{sp} = 5 \times 10^{-9}$ بزرگ‌تر است؛ بنابراین رسوب کلسیم کربنات تشکیل می‌شود و تشکیل رسوب با مصرف شدن یون‌های کلسیم و کربنات آن قدر ادامه می‌یابد تا حاصل ضرب غلظت یون‌ها تا حد Ksp پایین بیاید.

فرایند تشکیل رسوب و عوامل مؤثر در رسوب‌گیری

رسوب‌گیری از قدیمی‌ترین روش‌های شناخته شده‌است که برای خالص‌سازی و جداسازی ترکیب‌های شیمیایی از یکدیگر به‌کار می‌رود. فاز جامدی که در جریان رسوب‌گیری به‌وجود می‌آید، رسوب نامیده می‌شود. این رسوب ممکن

بیشتر بدانید



است در اثر اضافه کردن یک ترکیب شیمیایی به محلول به وجود آید که این عمل را رسوب گیری می نامند.

معمولاً بیشتر رسوب ها در جریان تشکیل، برخی ترکیب های موجود در محلول ها را هم به همراه خود ته نشین می سازند. این پدیده به عنوان هم رسوبی شناخته می شود که بررسی نقش آن در جداسازی دارای اهمیت است.

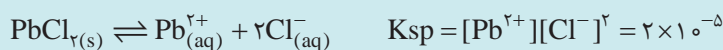
استفاده از رسوب گیری برای جداسازی، به دو منظور انجام می گیرد:

- جداسازی به منظور شناسایی و اندازه گیری یک گونه شیمیایی معین
- جداسازی به منظور حذف یک گونه شیمیایی به عنوان مزاحم تشخیص یا اندازه گیری گونه دیگر.

تشکیل رسوب و کامل شدن آن

هراندازه رسوب کم محلول تر باشد، واکنش مربوط به تشکیل آن کامل تر خواهد بود؛ به گونه ای که می توان از آن واکنش برای جداسازی به عنوان یک عنصر مزاحم و یا اندازه گیری با یک روش وزنی استفاده کرد.

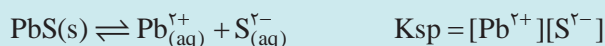
یکی از روش های اندازه گیری یون ها در محلول ها، روش تجزیه وزنی است. فرض کنید بخواهید گونه Pb^{2+} را با یک روش وزنی سنجش کنید. هر دو ترکیب سرب کلرید ($PbCl_2$) و سرب سولفید (PbS)، رسوب می باشند. اگر بخواهید سرب را با یک روش وزنی سنجش کنید، از تشکیل رسوب سولفید آن استفاده می شود، علت آن است که سرب سولفید کم محلول تر از سرب کلرید است.



$$[Pb^{2+}] = S$$

$$[Cl^{-}] = 2S \quad S = \sqrt{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^{-5}}{4}} = 2.24 \times 10^{-3} M$$

$$K_{sp} = (S)(2S)^2$$



$$S = \sqrt{3 \times 10^{-28}} = 1.73 \times 10^{-14} M$$

پس تشکیل PbS کامل تر از سرب کلرید است. فرض کنید محلولی در اختیار است که حاوی یون‌های Pb^{2+} است اما وجود هرگونه یون Ba^{2+} مشکوک است، و می‌خواهید Ba^{2+} را با تشکیل ترکیب کم‌محلول $BaSO_4$ سفید رنگ شناسایی کنید. سرب سولفات ترکیبی کم‌محلول و سفید رنگ است. در این شرایط گونه Pb^{2+} در شناسایی Ba^{2+} با تشکیل رسوب سفید رنگ باریم سولفات مزاحم است؛ پس باید Pb^{2+} را جدا سازید و چنانچه به‌عنوان دو انتخاب از ترکیب‌های کم‌محلول سرب سولفید و یا سرب کلرید بخواهید استفاده کنید، با در نظر گرفتن این مطلب که واکنش تشکیل سرب کلرید کاملاً کمتی نیست، باید از تشکیل رسوب کم‌محلول سرب سولفید بهره جست؛ زیرا اگر از تشکیل سرب کلرید استفاده کنید، تمامی Pb^{2+} موجود در محلول رسوب نخواهد کرد و در نتیجه در شناسایی Ba^{2+} مواجه با اشکال خواهید شد؛ چون در این شرایط حتی اگر محلول فاقد یون Ba^{2+} باشد، تشکیل رسوب سرب سولفات سفید رنگ به حساب شناسایی یون Ba^{2+} گذاشته خواهد شد.

در استفاده از واکنش‌های رسوب‌گیری، علاوه بر ویژگی‌های شیمیایی، باید خواص فیزیکی رسوب‌ها و چگونگی تشکیل و کامل شدن آنها را نیز مورد توجه قرار داد.

تشکیل ترکیب کم‌محلول زمانی کامل تلقی می‌گردد که غلظت معرف رسوب‌دهنده بیش از حد استوکیومتری انتخاب گردد (اثر یون مشترک)، مشروط بر آنکه ترکیب کم‌محلول در زیادی یون مشترک با ایجاد یک ترکیب محلول (کمپلکس) حل نگردد و اگر ترکیب محلول در زیادی یون مشترک حل گردد، در این شرایط از آن واکنش به‌منظور سنجش و جداسازی به‌منظور حذف یک گونه شیمیایی به‌عنوان مزاحم تشخیص استفاده نمی‌گردد.

تمرین :

۱ تعادل زیر در محلول آبی را در نظر بگیرید:



حل کردن مقدار کمی KCl جامد در محلول چه اثری بر غلظت تعادلی یون Ag^+ دارد؟ بر غلظت یون Cl^- چطور؟ بر مقدار رسوب $AgCl$ چه اثری دارد؟

پاسخ:

حل شدن پتاسیم کلرید در آب به صورت کامل انجام می‌شود:



با حل شدن پتاسیم کلرید، مقداری یون کلرید در محلول اضافه می‌شود. بنابراین در ابتدا غلظت یون کلرید در محلول افزایش خواهد داشت. در واکنش تعادلی یون‌های کلرید اضافی با تعدادی از یون‌های نقره واکنش داده و نمک رسوبی نقره کلرید را تشکیل می‌دهند. در اثر این واکنش غلظت یون‌های نقره کاهش می‌یابد. مقدار رسوب AgCl نیز افزایش خواهد داشت.

۲ غلظت‌های Ba^{2+} و SO_4^{2-} در یک محلول در حال تعادل با BaSO_4 در 25°C سلسیوس به ترتیب برابر با $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ و $1 \times 10^{-6} \text{ M}$ است. K_{sp} را برای BaSO_4 محاسبه کنید.

پاسخ:

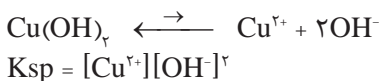
$$K_{\text{sp}} [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = (1 \times 10^{-4}) (1 \times 10^{-6}) = 1 \times 10^{-10}$$

۳ کدام گزینه عبارت K_{sp} برای $\text{Cu(OH)}_2(\text{s})$ را بیان می‌کند؟

$$\text{الف) } [\text{Cu}^{2+}] \times [\text{OH}^-] \quad \text{ب) } [\text{Cu}^{2+}] \times [\text{OH}^-]^2$$

$$\text{پ) } [\text{Cu}^{2+}]^2 \times [\text{OH}^-] \quad \text{ت) } \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{OH}^-]^2}{\text{Cu(OH)}_2}$$

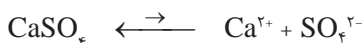
پاسخ:



جواب صحیح گزینه ب است.

۴ اگر ثابت حاصل ضرب حل‌پذیری کلسیم سولفات $K_{\text{sp}} = 2.4 \times 10^{-4}$ باشد، قابلیت حل‌پذیری آن را تعیین کنید. و توضیح دهید که این ماده جزء کدام یک از مواد (محلول، نامحلول و یا کم‌محلول) است؟

پاسخ:



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = S.S = S^2 \rightarrow S = \sqrt{K_{sp}}$$

$$S = \sqrt{2/4 \times 10^{-4}} = 1/55 \times 10^{-2}$$

با توجه به اینکه مقدار حل پذیری از ۱/۵۵ مول در لیتر کمتر و از ۱/۵۵۰۰۱ مول در لیتر بیشتر است، بنابراین کلسیم سولفات ماده کم محلول محسوب می شود.

۵ محلول سیرشده ای از CaSO_4 در اختیار دارید. دو واکنشگر نام ببرید که به وسیله اثر یون مشترک، مقداری از CaSO_4 را از محلول رسوب دهند.

پاسخ:

ماده ای مانند کلسیم کلرید که یون Ca^{2+} ، یا ماده ای مانند سدیم سولفات که یون SO_4^{2-} به محلول می افزاید، مقداری از نمک CaSO_4 را از محلول رسوب می کنند.

۶ هرگاه در محلولی غلظت Ca^{2+} برابر $2 \times 10^{-2} \text{ M}$ و غلظت SO_4^{2-} برابر $1 \times 10^{-2} \text{ M}$ باشد، آیا رسوب کلسیم سولفات تشکیل خواهد شد؟

پاسخ:

$$[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = (2 \times 10^{-2}) \times (1 \times 10^{-2}) = 2 \times 10^{-4}$$

با توجه به اینکه ثابت حاصل ضرب حل پذیری کلسیم سولفات برابر $2/4 \times 10^{-4}$ است، و حاصل ضرب غلظت یون ها کمتر از مقدار K_{sp} است، بنابراین رسوب کلسیم سولفات تشکیل نخواهد شد.

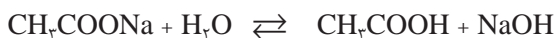
آبکافت (هیدرولیز)

بحث گروهی ۷:

دو لوله آزمایش انتخاب کنید، در یکی محلول نمک سدیم استات CH_3COONa و در دیگری محلول آلومینیم کلرید AlCl_3 بریزید. به هر کدام از لوله ها چند قطره شناساگر تورنسل اضافه کنید. مشاهده می کنید که در لوله اول رنگ آبی و در لوله دوم رنگ قرمز ظاهر می شود. در صورتی که در فرمول هر دو ماده عامل اسیدی (H^+) و عامل بازی (OH^-) وجود ندارد و هر دو ماده، نمک هستند. چگونه تغییر رنگ ایجاد شده را می توان توجیه کرد؟ در مورد پاسخ های ممکن بحث کنید.

پاسخ:

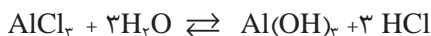
سدیم استات در محلول آبکافت انجام می دهد و اسید ضعیف و باز قوی تولید می کند.



باز قوی اسید ضعیف

استیک اسید به طور جزئی تفکیک می گردد، ولی سدیم هیدروکسید کامل تفکیک می شود؛ بنابراین محلول خاصیت قلیایی خواهد داشت و شناساگر تورنسل به رنگ آبی تغییر می کند.

نمک آلومینیم کلرید در محلول آبکافت انجام می دهد و اسید قوی و باز ضعیف تولید می کند. اسید به طور کامل تفکیک می گردد ولی باز به صورت جزئی تفکیک می شود؛ در نتیجه محلول خاصیت اسیدی داشته و شناساگر تورنسل قرمز رنگ خواهد شد.



اسید قوی باز ضعیف

پرسش ۲۲:

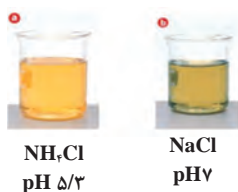
محلول سدیم استات در حضور شناساگر فنل فتالئین چه رنگی به وجود خواهد آورد؟

پاسخ:

محلول سدیم استات در آب خاصیت قلیایی دارد؛ بنابراین شناساگر فنل فتالئین را به رنگ ارغوانی تغییر خواهد داد.

پرسش ۲۳:

چگونه می توان با استفاده از آبکافت نمک های NaCl و NH_4Cl ، گستره pH محلول آنها را تعیین کرد؟



پاسخ:



حاصل آبکافت اسید قوی و باز قوی است، بنابراین محلول خاصیت خنثی خواهد داشت.

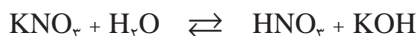


حاصل آبکافت اسید قوی و باز ضعیف است؛ بنابراین محلول خاصیت اسیدی داشته و pH آن کمتر از هفت خواهد بود.

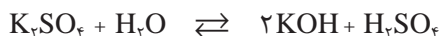
پرسش ۲۴:

بررسی کنید محلول حاصل از آبکافت نمک‌های KNO_3 و K_2SO_4 اسیدی، بازی یا خنثی است؟

پاسخ:



حاصل آبکافت اسید قوی و باز قوی است؛ بنابراین محلول خاصیت خنثی خواهد داشت.



حاصل آبکافت اسید قوی و باز قوی است؛ بنابراین محلول حالت خنثی خواهد داشت.

محلول‌های تامپون (بافر)

بحث گروهی ۸:

اگر مقدار کمی آبلیمو یا سرکه که اسیدهای خوراکی هستند میل کنید، چه احساسی خواهید داشت؟ اگر به‌طور اشتباهی یک لیوان از آبلیمو یا سرکه میل کنید، حال شما چگونه خواهد بود؟ چرا؟

پاسخ:

pH خون افراد سالم متعادل است. مواد غذایی مصرف شده در هنگام گوارش، مواد بازی یا اسیدی تولید می‌کنند. بدن انسان برای داشتن عملکرد خوب به pH تقریباً ثابتی نیاز دارد. کنترل pH مایعات بدن توسط سامانه‌هایی انجام می‌شود. با وجود سامانه‌های کنترل کننده، خوردن مقدار کمی سرکه یا آبلیمو تغییری در pH بدن ایجاد نمی‌کند؛ ولی استفاده از مواد غذایی اسیدی به مقدار زیاد موجب برهم خوردن تعادل pH بدن شده و زمینه‌ساز ابتلا به بیماری را فراهم می‌آورد.

پرسش ۲۵:

در یک بشرکوچک ۲۵ میلی‌لیتر محلول استیک اسید و ۲۵ میلی‌لیتر محلول سدیم استات (غلظت هر دو محلول ۰/۱ مولار) بریزید. در یک بشر دیگر ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر بریزید و pH هر دو را به کمک کاغذ pH، یا با استفاده از دستگاه pH متر اندازه‌گیری کنید. pH محلول‌ها چه حدودی خواهد بود؟ اگر چند قطره از یک محلول اسید قوی مانند HCl در هر یک از دو بشر اضافه

کنید، تغییرات pH آنها چگونه خواهد بود؟ پیش‌بینی شما از تغییرات ایجاد شده چیست؟ اگر مقدار بیشتری از محلول هیدروکلریک اسید (HCl) اضافه کنید، چه تغییری در pH محلول‌ها مشاهده خواهید کرد؟

پاسخ:

مخلوط استیک اسید و سدیم استات pH کمتر از هفت (حالت اسیدی) خواهد داشت، ولی pH آب هفت (خنثی) خواهد بود. اگر چند قطره از اسید قوی به بشرها اضافه شود، در بشر حاوی استیک اسید و سدیم استات تغییر چندانی مشاهده نمی‌شود؛ زیرا مخلوط فوق نقش بافری دارد، ولی در بشر حاوی آب تغییر مشخصی در pH مشاهده خواهد شد. اگر مقدار بیشتری از اسید اضافه شود، در هر دو بشر تغییر pH مشاهده خواهد شد.

تحقیق کنید ۲:

در مورد اهمیت و کاربرد محلول‌های تامپون تحقیقی انجام دهید و در کلاس ارائه کنید.

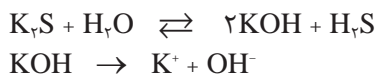
راهنمایی:

کاربرد و اهمیت محلول‌های تامپون و کنترل pH: محلول‌های تامپون اهمیت بسیار زیادی در واکنش‌های شیمیایی دارند. بعضی از واکنش‌ها در pH معینی قابل انجام است. عده‌ای از اجسام اکسیدکننده در pH ویژه‌ای فعالیت خوبی دارند، برخی از ترکیبات کمپلکس در pH معینی تشکیل می‌شوند و سرانجام ته‌نشینی بعضی از نمک‌ها در pH معینی امکان‌پذیر است. علاوه بر این، غلظت یون‌های H^+ محیط، روی فعالیت آنزیم‌ها (کاتالیزگرهای حیاتی) تأثیر دارد. همچنین pH در شیمی محیط‌های زنده نقش اساسی دارد. تمام واکنش‌های زیست‌شناختی در گستره معینی از pH انجام می‌شوند و خارج از آن زندگی تمام موجودات از میکروارگانیسم‌های ساده گرفته تا انسان، مختل و متوقف می‌شود. از این دیدگاه، محیط‌های زیست‌شناختی باید دارای خاصیت تامپونی باشند.

استفاده از بافرها بخش مهمی، در بسیاری فرایندهای صنعتی است. آبکاری، تهیه چرم و مواد عکاسی و رنگ‌ها از جمله موارد کاربرد آنها است. در پژوهش‌های باکتری‌شناسی برای حفظ pH لازم جهت رشد باکتری‌های مورد مطالعه، محیط‌های کشت معمولاً بافری هستند. بدن انسان به وسیله بی‌کربنات، فسفات و سامانه‌های پیچیده پروتئین در حالت بافری است.

تمرین:

۱ واکنش یونی آبکافت پتاسیم سولفید (K_2S) را در آب بنویسید و علت قلیایی بودن محلول آن را توضیح دهید.



پاسخ:

حاصل آبکافت اسید ضعیف H_2S و باز قوی KOH است. اسید ضعیف به صورت جزئی تفکیک درحالی که پتاسیم هیدروکسید به طور کامل تفکیک می شود و یون های OH^- در محلول آزاد می کند؛ در نتیجه محلول خاصیت قلیایی خواهد داشت.

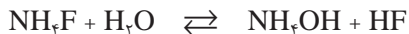
۲ واکنش آبکافت آمونیوم استات (CH_3COONH_4) را در آب بنویسید. با توجه به اینکه برای استیک اسید $K_a = 1/8 \times 10^{-5}$ و برای آمونیاک $K_b = 1/8 \times 10^{-5}$ است، توضیح دهید که محلول حاصل اسیدی است یا قلیایی؟



پاسخ:

حاصل آبکافت اسید ضعیف و باز ضعیف است. از آنجا که مقدارهای K_a و K_b در هر دو برابر است، محلول حاصل خنثی خواهد بود.

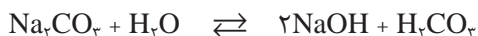
۳ واکنش آبکافت آمونیوم فلورید را در آب بنویسید. با توجه به اینکه برای هیدروفلوریک اسید $K_a = 6/8 \times 10^{-4}$ و برای آمونیاک $K_b = 1/8 \times 10^{-5}$ است، توضیح دهید که محلول حاصل اسیدی است یا قلیایی؟



پاسخ:

با توجه به اینکه مقدار $6/8 \times 10^{-4}$ بزرگ تر از $1/8 \times 10^{-5}$ است، محلول حالت اسیدی خواهد داشت.

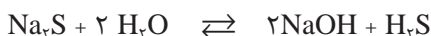
۴ پیش بینی کنید که pH محلول نمک های Na_2CO_3 ، Na_2S و $AgNO_3$ بیش از ۷، کمتر یا مساوی ۷ است؟ چرا؟



پاسخ:

حاصل آبکافت باز قوی و اسید ضعیف است. باز قوی به طور کامل تفکیک می شود؛

در حالی که اسید ضعیف به صورت جزئی تفکیک می‌شود؛ بنابراین محلول حالت قلیایی داشته و pH آن بیشتر از ۷ خواهد بود.



حاصل آبکافت باز قوی سدیم هیدروکسید و اسید ضعیف هیدروژن سولفید است. مانند مورد قبل محلول خاصیت قلیایی داشته و pH آن بیشتر از ۷ خواهد بود.



حاصل آبکافت اسید قوی و باز ضعیف است. اسید قوی به طور کامل تفکیک می‌شود؛ در حالی که باز ضعیف به صورت جزئی تفکیک می‌شود؛ بنابراین محلول حالت اسیدی داشته و pH آن کمتر از ۷ خواهد بود.

۵ هیدروژن فلوئورید در آب حل می‌شود و اسید ضعیفی پدید می‌آورد. هرگاه واکنش تفکیک آن به صورت زیر نوشته شود:



توضیح دهید که چگونه هر یک از تغییرات زیر بر غلظت یون H^+ اثر می‌گذارد؟
الف) با گرم کردن محلول مقداری از HF به صورت گاز خارج شود.
ب) مقداری NaF به محلول اضافه شود.

پ) مقداری کلسیم کلرید در محلول ریخته شود (کلسیم فلوئورید در آب خیلی کم حل می‌شود)

پاسخ:

الف) در واکنش تعادلی با خارج شدن مقداری از HF تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود و غلظت یون‌های H^+ کاهش می‌یابد.

ب) با افزودن NaF مقداری یون F^- به محلول اضافه شده و به دلیل اثر یون مشترک، یون‌های F^- و H^+ با هم ترکیب می‌گردند و تعادل به سمت چپ جابه‌جا می‌شود؛ بنابراین غلظت یون‌های H^+ کاهش می‌یابد.

پ) با افزودن مقداری کلسیم کلرید خواهیم داشت:



در نتیجه، غلظت یون‌های F^- کاهش می‌یابد و واکنش تعادلی تفکیک HF به سمت راست جابه‌جا می‌شود؛ بنابراین غلظت یون‌های H^+ افزایش می‌یابد.

تمرین‌های اضافی از تاملون‌ها

۱ تغییر pH حاصل از افزایش

الف) ۱۰ mL هیدروکلریک اسید ۱ M

ب) ۱۰ mL محلول سدیم هیدروکسید ۱ M

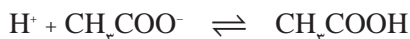
را به یک لیتر از محلول بافری که نسبت به هریک از دو ترکیب استیک اسید و سدیم استات ۰/۱ مولار است، به دست آورید.

پاسخ:

الف) مقدار هیدروکلریک اسید اضافه شده برابر است با:

$$\frac{10 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \times 1 \text{ M} = 0.01 \text{ mol}$$

محلول HCl یک اسید قوی است و تقریباً در محلول به شکل یون‌های H^+ و Cl^- است. بنابراین، ۰/۰۱ مول از آن دارای ۰/۰۱ مول H^+ است. یون‌های H^+ وقتی در محلول دارای استیک اسید و سدیم استات وارد می‌شوند، با یون‌های استات ترکیب می‌شوند و مولکول‌های استیک اسید غیر یونیزه را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین غلظت یون‌های استات به اندازه ۰/۰۱ mol/L کاهش می‌یابد.



و مقدار استیک اسید تقریباً به اندازه ۰/۰۱ mol/L افزایش پیدا می‌کند؛ بنابراین

خواهیم داشت:

$$\text{pH} = 4.75 + \log \frac{0.01 - 0.01}{0.01 + 0.01}$$

$$\text{pH} = 4.75 + \log \frac{0.09}{0.11} = 4.66$$

بنابراین، pH نسبت به مثال الف به اندازه ۰/۰۹ کاهش می‌یابد.

$$4/75 - 4/66 = 0/09$$

که چندان قابل ملاحظه نیست. لازم به ذکر است که افزایش ۱۰ میلی‌لیتر هیدروکلریک‌اسید ۱M به یک لیتر آب مقطر با pH برابر ۷، ما را با کاهشی به میزان ۵ واحد pH مواجه می‌کند.
(ب) مقدار یون OH^- اضافه‌شده برابر با:

$$\frac{10\text{mL}}{1000\text{mL}} \times 1\text{M} = 0/01\text{mol}$$

۰/۰۱ مول یون‌های هیدروکسید (OH^-)، با ۰/۰۱ مول اسید ضعیف واکنش می‌دهند و ۰/۰۱ مول از آنیون‌های CH_3COO^- اضافی را تشکیل می‌دهند. بنابراین غلظت استیک‌اسید ۰/۰۱ مول کاهش و غلظت سدیم‌استات ۰/۰۱ مول افزایش می‌یابد. حال با توجه به غلظت‌های جدید اسید و نمک داریم:

$$\text{pH} = 4/75 + \log \frac{0/1 - 0/01}{0/1 - 0/01 + 0/01}$$

$$\text{pH} = 4/75 + \log \frac{0/11}{0/09} \quad \text{pH} = 4/84$$

و تغییرات pH برابر خواهد بود با :
در اینجا pH به اندازه ۰/۰۹ واحد افزایش می‌یابد که باز هم قابل ملاحظه نیست. همچنین افزایش ۱۰ میلی‌لیتر ۱M NaOH مولار به یک لیتر آب مقطر با pH برابر ۷، ما را با افزایشی به میزان ۵ واحد pH مواجه می‌کند.

جدول ارزشیابی فصل بررسی تعادل در محلول های آبی

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نمره
تعادل در محلول های آبی	کاربرد حاصل ضرب حل پذیری در پیش بینی تشکیل رسوب کاربرد آبکافت، محلول های تامپون	توانایی به کارگیری آبکافت محلول های تامپون و حاصل ضرب حل پذیری در پیش بینی تشکیل رسوب	بالا تر از حد انتظار	<ul style="list-style-type: none">■ فرایند حل شدن را توضیح دهد.■ عوامل مؤثر در قابلیت حل شدن را بررسی کند.■ مفهوم آبکافت را توضیح دهد.■ مفهوم تامپون و کاربرد آن را توضیح دهد.■ ثابت حاصل ضرب حل پذیری را توضیح دهد.■ مفهوم ترکیبات کم محلول، محلول و نامحلول را توضیح دهد.	۳
	کاربرد حاصل ضرب حل پذیری در پیش بینی تشکیل رسوب		در حد انتظار	<ul style="list-style-type: none">■ فرایند حل شدن را توضیح دهد.■ عوامل مؤثر در قابلیت حل شدن را بررسی کند.■ مفهوم تامپون و کاربرد آن را توضیح دهد.■ مفهوم ترکیبات کم محلول، محلول و نامحلول را توضیح دهد.	۲
			پایین تر از حد انتظار	<ul style="list-style-type: none">■ فرایند حل شدن را توضیح دهد.■ مفهوم ترکیبات کم محلول، محلول و نامحلول را توضیح دهد.	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی فصل از ۳					
نمره فصل از ۲۰					

فصل ۳

به کارگیری هیدروکربن های آلیفاتیک



جلسه	فعالیت های یادگیری ساخت یافته
جلسه اول	روش مهم تهیه اتیلن در صنعت با نمایش تصویر و فیلم بیان شود.
	نام گذاری آلکن ها و نوشتن فرمول آنها با مثال و تمرین توضیح داده شود.
	ایزومرهای ممکن برای یک آلکن نوشته و نام گذاری آن با کمک تصویر و تمرین شرح داده شود.
جلسه دوم	مفهوم ایزومری سپس - ترانس با کمک تصویر و ذکر یک مثال بیان شود.
	با در اختیار داشتن یک هیدروکربن مجهول، راه و روشی برای تشخیص آلکان یا آلکن بودن آن، پیشنهاد کند.
	چگونگی واکنش افزایشی در آلکن ها با ذکر یک مثال توضیح داده شود.
جلسه سوم	نقش برخی آلکن ها در زندگی روزمره و صنعت با مثال و نمایش فیلم بیان شود.
	پلیمر و مونومر را با ذکر مثال و تصویر تعریف کند.
	پلاستیک گرما نرم و پلاستیک گرماسخت را با ذکر مثال و نمایش تصویر و فیلم توضیح دهد.
جلسه چهارم	ساختار هیدروکربن هایی را که پیوند سه گانه کربن - کربن دارند، رسم کرده و نام آنها را به طور صحیح بنویسد.
	هیدروکربن های با پیوند سه گانه کربن - کربن را نام گذاری کند.
	واکنش های مهم هیدروکربن های استیلنی را توضیح دهد.
جلسه پنجم	روش های صنعتی مهم تهیه استیلن را با کمک فرمول واکنش و نمایش فیلم بیان کند.
	کاربردهای هیدروکربن های استیلنی را با نمایش تصویر و فیلم بیان کند.
	با استفاده از خواص شیمیایی، هیدروکربن های استیلنی را از سایر هیدروکربن ها تشخیص دهد.
جلسه ششم	ساختار هیدروکربن های سیر شده حلقوی را رسم کند.
	روش نام گذاری و پیدایش ایزومری در هیدروکربن های سیر شده حلقوی را بررسی کند.
	خواص سیکلوآلکان ها را با هیدروکربن های سیر شده زنجیری مقایسه کند.
جلسه هفتم	ارزشیابی

در این فصل هنرجویان با کاربرد الکن‌ها، آلکین‌ها و سیکلوآلکان‌ها آشنا می‌شوند. آموزش این پودمان به صورت تدریس نظری پیش‌بینی شده است. لازم است که هنرآموزان محترم با آموزش و راهنمایی هنرجویان، به طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرمای توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین و غیره)، کار گروهی (مانند بحث گروهی و تحقیق کنید) توجه ویژه داشته باشند.

آلکن‌ها

فکر کنید ۱:

آیا تاکنون فکر کرده‌اید که قرمز شدن گوجه فرنگی به چه دلیل می‌باشد؟



پاسخ:

اتیلن، نوعی هورمون گیاهی است که باعث رسیدن میوه‌ها، باز شدن شکوفه‌ها و گل‌ها و همچنین ریزش برگ‌ها در پاییز می‌شود. به دلیل این خاصیت در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از خراب شدن میوه‌هایی مانند سیب، گلابی و موز، در حمل و نقل یا انبار، آنها را کمی نارس می‌چینند و قبل از وارد کردن به بازار، تحت تأثیر اتیلن قرار می‌دهند تا رسیده شود.

خواص فیزیکی آلکن‌ها

به طور کلی، خواص فیزیکی آلکن‌ها مشابه آلکان‌هاست. آلکن‌ها در حلال‌های غیرقطبی مانند اتر، کلروفرم و دی‌کلرو متان محلول، ولی در آب نامحلول هستند و از آب نیز سبک‌ترند. نقطه جوش آلکن‌ها با افزایش تعداد کربن‌ها افزایش می‌یابد. به جز آلکن‌های کوچک، نقطه جوش آلکن‌ها به ازای افزایش یک اتم کربن بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد. مانند آلکان‌ها، شاخه‌دار شدن آلکن‌ها موجب کاهش نقطه جوش می‌شود.

آلکن‌ها اندکی قطبی‌تر از آلکان‌ها هستند این قطبیت اندک در اثر خصلت الکترون‌دهی و الکترون‌گیری گروه‌ها ایجاد می‌گردد. وقتی روی آلکن‌ها، گروه‌های القایی با قدرت بیشتر قرار می‌گیرد، ممان دو قطبی اندکی افزایش می‌یابد.

ترکیب	۱- بوتن	پروپان	اتان
فرمول	C_4H_8	C_3H_8	C_2H_6
ساختار مولکولی			
تعداد	۴	۳	۲
نقطه جوش (°C)	-۶/۵	-۴۷	-۱۰۲

تحقیق کنید ۱:

چرا می‌گویند انبه را نزدیک میوه‌های دیگر نگهداری نکنید؟

پاسخ:

انبه جزو میوه‌هایی است که اگر کنار میوه‌هایی مانند سیب یا هلو قرار بگیرد، به سرعت گاز اتیلن از خود متصاعد می‌کند و خراب می‌شود. به همین خاطر انبه را باید جدا از میوه‌ها و سبزی‌های دیگر داخل یخچالی با دمای معمولی نگهداری کرد.

گاز خالص اتیلن



تحقیق کنید ۲:

درباره نکات ایمنی گاز اتیلن تحقیق کنید و در کلاس ارائه کنید.

پاسخ:

- در زمان آتش‌سوزی ابتدا منبع نشت گاز اتیلن را ببندید، سپس آتش را خاموش کنید.
- در هنگام کار کردن با گاز اتیلن حتماً از عینک محافظ استفاده گردد.
- از ضربه زدن به سیلندر اتیلن جداً خودداری شود.
- جهت حمل و نقل سیلندره‌های اتیلن حتماً از چرخ دستی استفاده شود.
- با دست روغنی، دستکش روغنی و یا لباس روغنی کپسول گاز اتیلن را جابه‌جا نکنید.
- سیلندر گاز اتیلن همیشه به صورت عمودی قرار گیرد.
- سیلندر گاز اتیلن در محیط خشک، خنک و همراه با تهویه مناسب قرار گیرد.



ساختار مولکول اتیلن

برای رسیدن به فرمول مولکولی، همچنین فرمول ساختاری و کیفیت پیوندهای یک ماده آلی، باید مراحل متعددی از روش علم را طی کرد. مطابق این روش، داده‌ها و واقعیت‌های جمع‌آوری شده درباره خواص ماده مورد نظر را کنار یکدیگر می‌گذاریم، آن‌گاه از طریق مقایسه و استدلال و کشف روابط علت و معلولی، نوعی فرضیه برای توجیه مشاهده‌های خود ارائه می‌دهیم. برای انجام این‌گونه پژوهش‌ها، چه در آزمایشگاه و چه در زندگی، راه و روش‌های فراوانی وجود دارد. در این‌جا یک روش مناسب برای کشف فرمول و ساختار اتیلن را در این سطح تحصیلی، ارائه می‌دهیم تا هم علم بیاموزیم و هم روش علم را تجزیه کنیم.

آزمایش نشان می‌دهد که وزن یک لیتر گاز اتیلن در دما و فشار استاندارد (فشار ۱ atm و $^{\circ}\text{C}$ برابر ۱۲۵ گرم است. بنابراین، چگالی این گاز، $d = 1.25 \text{ g/l}$ است. وزن مولکولی این گاز نیز، برابر وزن $22/4$ لیتر آن در شرایط مذکور است.

$$M = 22/4 \times 1.25 = 28 \text{ g}$$

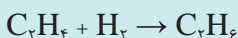
حال از خود می‌پرسیم که این مولکول، چند اتم کربن و چند اتم هیدروژن دارد؟

پاسخ این پرسش برای این مولکول کوچک آسان است. با توجه به این که وزن اتمی کربن ۱۲ گرم است، این مولکول نمی‌تواند یک اتم کربن داشته باشد، چون در این صورت باید ۱۶ گرم و به عبارتی ۱۶ اتم هیدروژن داشته باشد، و این ناممکن است. در مرحله دوم، فرض می‌کنیم که این مولکول دو اتم کربن دارد، در نتیجه، ۴ اتم هیدروژن خواهد داشت. چرا؟ این فرض به ظاهر معقول را می‌پذیریم، زیرا نمی‌توان سه اتم کربن برای این مولکول در نظر گرفت. چرا؟ بنابراین، فرمول مولکولی اتیلن C_2H_4 است.

اتیلن: ابتدا داده‌های در دسترس را مرور می‌کنیم.

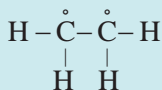
الف) اتیلن در شرایط عادی پایدار است.

ب) آزمایش نشان می‌دهد که یک مولکول اتیلن در مجاورت کاتالیزگر مناسب، با یک مولکول هیدروژن واکنش می‌دهد و سیر می‌شود و دقیقاً یک مولکول گاز اتان، که فرمول آن برای ما شناخته شده است، پدید می‌آورد.



در گام نخست، می‌توان تصوّر کرد که اتیلن مانند اتان، یک پیوند کربن - کربن داشته باشد. با رعایت اصل چهارظرفیتی بودن کربن و یک‌ظرفیتی بودن هیدروژن، دو اتم هیدروژن به هر یک از اتم‌های کربن متصل می‌کنیم

و به تصویر زیر می‌رسیم.

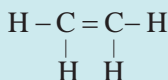


در این جا با یک اشکال روبه‌رو می‌شویم:

«اصول ظرفیت را به‌درستی رعایت نکرده‌ایم. اتم کربن، در یک ترکیب پایدار باید به‌وسیله ۴ جفت الکترون احاطه شود (قاعده هشتایی^۱ یا اُکت).

پرسش: در این فرمول پیشنهادی، چند الکترون پیرامون هر اتم کربن در سطح ظرفیت آن وجود دارد؟

برای رفع اشکال مزبور، این فرضیه را پیشنهاد می‌کنیم که دو الکترون فرد موجود در دو اتم کربن مجاور، با یکدیگر یک جفت الکترون مشترک اضافی تشکیل می‌دهند.



بنابراین، مطابق فرضیه پیشنهادی، در فرمول ساختاری اتیلن باید دو جفت الکترون مشترک و به‌عبارتی یک «پیوند دوگانه» میان اتم‌های کربن وجود داشته باشد. یک فرضیه موقعی پذیرفته می‌شود که دارای توجیه خواص شناخته شده را داشته باشد و گاهی بتواند پیشگویی‌هایی درباره برخی خواص ناشناخته نیز ارائه دهد.

در مبحث بعدی و هنگام مطالعه خواص شیمیایی اتیلن، خواهیم دید که فرضیه وجود این پیوند دوگانه، چنین توانایی‌های ارزشمندی را دارد.

فکر کنید ۲:

از آنجا که فرمول عمومی هیدروکربن‌های آلکانی $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ است، فرمول عمومی خانواده آلکن‌هایی که یک پیوند دوگانه دارند، به چه صورت درمی‌آید؟

پاسخ:

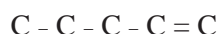
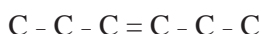
به صورت C_nH_{2n} درمی‌آید.

۱- منظور از قاعده هشتایی یا اُکت، پر شدن اوربیتال S و P سطح ظرفیت عنصر کربن و سایر نافلزها، هنگام تشکیل مولکول پایدار با عنصرهای دیگر است. این اوربیتال‌های چهارگانه جمعاً با ۸ الکترون پر می‌شوند. octa به معنی هشت است.

نام گذاری آلکن ها به روش آیوپاک^۱

تمرین ۱:

فرمول های زیر را نام گذاری کنید.



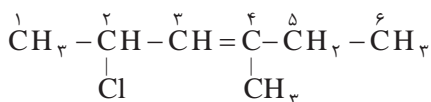
پاسخ:

۳- هگزن

۱- پنتن

پرسش ۱:

چرا در مثال ۲ شماره گذاری را از سمت چپ زنجیر اصلی آغاز کردید؟ چرا نام شاخه کلرو، مقدم بر شاخه متیل است؟



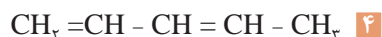
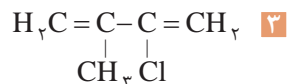
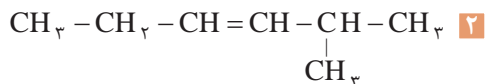
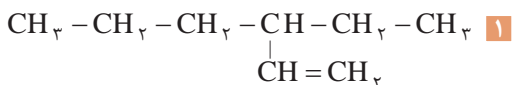
۲- کلرو-۴- متیل-۳- هگزن

پاسخ:

زیرا شماره گذاری از سمت چپ، عدد کمتری به کربن پیوند دوگانه داده می شود. همچنین در ترتیب حروف الفبایی، کلرو بر متیل تقدم دارد.

تمرین ۲:

ترکیب های زیر را نام گذاری کنید.



^۱ - International Union of Pure and Applied Chemistry

پاسخ:

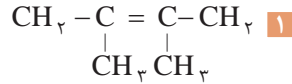
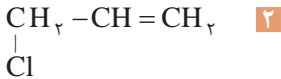
- ۱ - ۳ اتیل - ۱ - هگزن
- ۲ - ۲ متیل - ۳ - هگزن
- ۳ - ۲ کلرو - ۳ - متیل - ۱، ۳ - بوتادی‌ان
- ۴ - ۳، ۱ - پنتادی‌ان

تمرین ۳:

فرمول‌های ساختاری مواد زیر را رسم کنید.

- ۱ - ۲، ۳ - دی متیل - ۲ - بوتن
- ۲ - ۳ کلرو پروپن
- ۳ - ۳ برومو - ۱ - بوتن

پاسخ:



بحث گروهی ۱:

به کمک دوستان خود بگویید آیا: ۱- بوتن می‌تواند ایزومرهای هندسی (سیس و ترانس) داشته باشد؟ چرا؟

پاسخ:

با رسم ساختار: ۱- بوتن مشاهده خواهید کرد که نمی‌توان برای آن ایزومرهای هندسی (سیس و ترانس) رسم کرد.

تحقیق کنید ۳

چرا دمای جوش ایزومرهای سیس و ترانس - ۲- بوتن متفاوت است؟

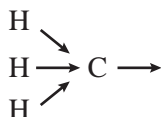
پاسخ:

آزمایش نشان می‌دهد که مولکول سیس - ۲ بوتن که دو گروه متیل آن در یک سوی پیوند دوگانه قرار دارند، اندکی خواص قطبی دارد. در صورتی که مولکول ترانس - ۲- بوتن، که دو گروه متیل آن در دوسوی پیوند دوگانه هستند، کاملاً

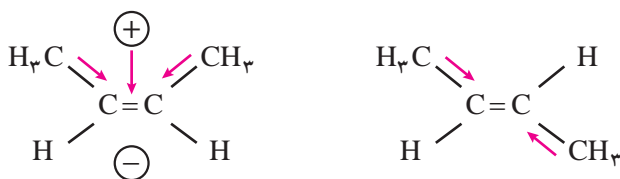
غیرقطبی است.

بدیهی است که جاذبهٔ میان مولکول‌های قطبی، از جاذبهٔ میان مولکول‌های غیرقطبی که فرمول یکسان دارند، بیشتر است. در نتیجه، جداکردن مولکول‌های آن از یکدیگر مشکل‌تر و دمای جوش مایع آن بالاتر است.

علت قطبی‌شدن سیس ۲- بوتن را می‌توان به این ترتیب توضیح داد که چون الکترونگاتیوی کربن از هیدروژن بیشتر است (الکترونگاتیوی کربن ۲/۵ و الکترونگاتیوی هیدروژن ۲/۱ است)، الکترون‌های پیوندهای C-H در گروه متیل بیشتر به سمت کربن کشیده می‌شوند و در نتیجه، اتم کربن برای حفظ تعادل الکترونی خود، الکترون‌ها را از سوی دیگر از خود دور می‌سازد. بدین جهت گروه متیل را یک گروه الکترون‌دهنده، به‌شمار می‌آورند.

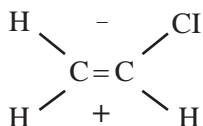
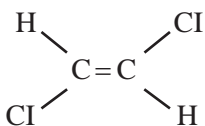


از آنجا که ابر الکترونی پیوند π ، نسبتاً غیرمستقر و سست است، گروه الکترون‌دهندهٔ متیل به نسبت بیشتری می‌تواند روی آن اثر کند ($\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}=\text{C}$) و توزیع چگالی الکترونی آن‌را به نفع یک‌سو و به زیان سوی دیگر تغییر دهد. در سیس-۲-بوتن، اثر هر دو گروه متیل در جابه‌جایی ابر الکترونی در یک‌سو می‌باشد، اما در ترانس-۲-بوتن، برخلاف جهت یکدیگر است (شکل ۳-۵).



شکل ۳-۵

چون میزان قطبی‌شدن مولکول‌چندان زیاد نیست، در نتیجه، اختلاف دمای جوش دو ایزومر سیس و ترانس نیز کم است (در حدود ۳ درجه). اگر فرضیهٔ فوق صحیح باشد، پیش‌بینی می‌شود که در مولکول‌های مشابه - در صورتی که میزان قطبی‌بودن بیشتر باشد اختلاف دمای جوش نیز زیادتر می‌شود. برای امتحان فرضیهٔ فوق، دو ایزومر ۲،۱- دی‌کلرواتیلن را بررسی می‌کنیم. به فرمول ساختاری و الگوهای گلوله - فنر و فشرده‌ی آنها، مطابق شکل ۳-۶، توجه کنید.



فرمول‌های ساختاری و الگوهای گلوله - فنر و فشرده ۲،۱- دی کلرواتیلن

در این مورد، چون الکترونگاتیوی کلر از کربن بیشتر است، بخشی از مولکول که دو اتم کلر در آن قرار دارد به نسبت بیشتری منفی و بخش دیگر مثبت خواهد شد. در این مورد، میزان قطبی بودن مولکول بیشتر است و انتظار می‌رود که اختلاف دمای جوش دو ایزومر، به اندازه قابل ملاحظه‌ای زیاد باشد. آزمایش، این پیشگویی را تأیید می‌کند؛ به طوری که دمای جوش سیس - ۱، ۲- دی کلرواتیلن، برابر 60°C ، و دمای جوش ترانس - ۱، ۲- دی کلرواتیلن، برابر 48°C است.

تهیه اتیلن و هیدروکربن‌های اتیلنی

فکر کنید ۳:

چرا هیدروکربن‌های اتیلنی از نظر شیمیایی (واکنش پذیری) فعال هستند؟

پاسخ:

به علت وجود پیوند دوگانه در هیدروکربن‌های اتیلنی، این ترکیب‌ها از نظر شیمیایی فعال هستند.

تمرین ۴:

عبارت زیر را با انتخاب کلمه‌های مناسب، کامل کنید.
واکنش هیدروژن زدایی از اتان گرماگیر، و واکنش افزایش هیدروژن به اتیلن گرماده است.

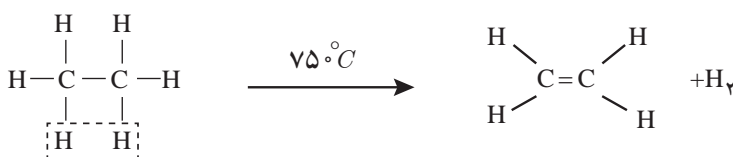
تمرین ۵:

مطابق اصل لوشاتلیه، پیش بینی کنید که هرگاه:

■ دما را افزایش دهیم، واکنش تعادلی تبدیل اتان به اتیلن به کدام سو جابه‌جا می‌شود، و نسبت کدام ماده در مخلوط تعادلی، افزایش می‌یابد؟

پاسخ:

در واکنش تعادلی تبدیل اتان به اتیلن بر اثر افزایش دما مطابق اصل لوشاتلیه به سمت واکنش گرماگیر و اتیلن پیش می‌رود و مقدار اتیلن افزایش پیدا می‌کند.

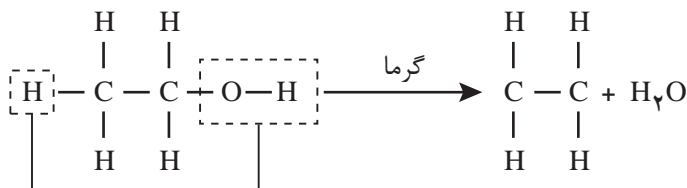


■ فشار را بر مخلوط تعادلی افزایش می‌دهیم، واکنش تعادلی به کدام سو جابه‌جا می‌شود؟

پاسخ:

در واکنش تعادلی تبدیل اتان به اتیلن بر اثر افزایش فشار مطابق اصل لوشاتلیه به سمت کاهش تعداد مولکول‌های گازی (تولید اتان) پیش می‌رود.

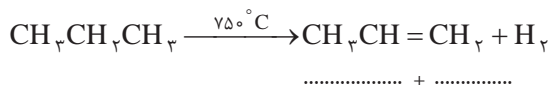
تهیه گاز اتیلن در آزمایشگاه: یک راه آسان برای تهیه گاز اتیلن در آزمایشگاه، مخلوط کردن الکل معمولی (اتیل الکل $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) با سولفوریک اسید غلیظ و گرم کردن محتاطانه مخلوط است.



آب حاصل، جذب سولفوریک اسید می‌شود. عکس این روش، یعنی ترکیب آب با گاز اتیلن، از مهم‌ترین روش‌های تولید الکل در صنایع پتروشیمی است. بنابراین، در اینجا نیز با یک واکنش برگشت‌پذیر روبه‌رو هستیم، که با تغییر شرایط می‌توان آن را به‌سوی تولید الکل یا اتیلن بیشتر سوق داد.

پرسش ۲:

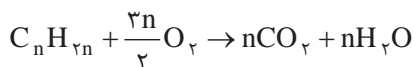
واکنش زیر را کامل کنید:



واکنش‌های شیمیایی آلکن‌ها

تمرین ۶:

آلکن‌های دیگر نیز در هوا می‌سوزند. فرمول عمومی سوختن آنها را بنویسید.



پاسخ:

فکر کنید ۴:

به چه علت از اتیلن گلیکول به عنوان ضدیخ استفاده می‌شود؟

پاسخ:

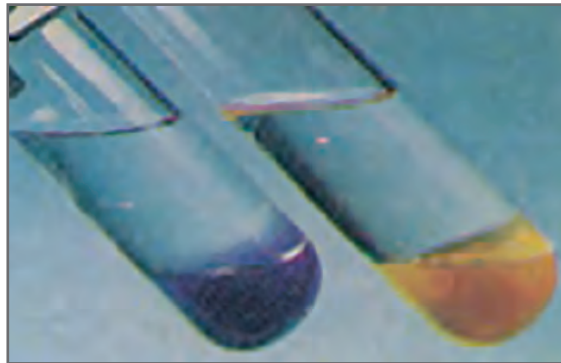
اتیلن گلیکول، مایعی است دیرجوش (دمای جوش آن در حدود 197°C است)، دمای انجماد آن نیز پایین است ($-13/5^\circ\text{C}$). در آب به خوبی حل می‌شود. این ویژگی موجب می‌شود که از آن به عنوان ضدیخ استفاده شود.

۱ مقاومت محلول اتیلن گلیکول در آب در مقابل انجماد به قرار زیر است:

درصد ضدیخ	درصد آب	درجه انجماد محلول $^\circ\text{C}$
٪۱۰	٪۹۰	-۲
٪۱۷	٪۸۳	-۷
٪۲۵	٪۷۵	-۱۱
٪۳۳	٪۶۷	-۱۸
٪۵۰	٪۵۰	-۳۷

فعالیت عملی ۱:

شکل زیر دو لوله آزمایش را نشان می‌دهد که یکی مایع n - هگزان و دیگری مایع ۱ - هگزن دارد. بر روی هردوی آنها محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات ریخته‌ایم. به نظر شما، کدام یک آلکن است؟



آزمایش تشخیص آلکن از آلکان

پاسخ:

پیشنهاد می‌شود با انجام آزمایش، فرصت مشاهده تغییر رنگ و تفکر درباره علت آن را برای هنرجو فراهم آورد و سپس پاسخ صحیح را ارائه دهید.

تحقیق کنید ۴:

با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر، درباره خواص اتیلن گلیکول و کاربرد آن اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

راهنمایی:

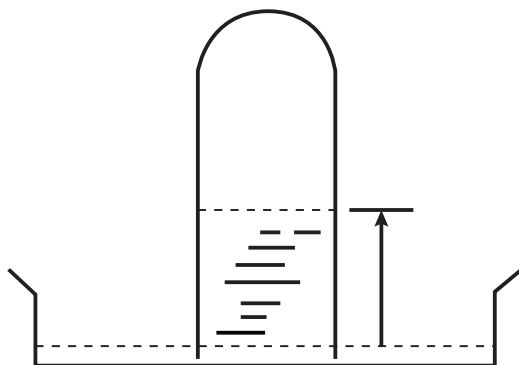
هنرجویان را به استفاده از منابع علمی و جست‌وجو در منابع اینترنتی با کمک کلید واژه‌ها، تشویق نمایید.

واکنش‌های افزایشی اتیلن

فعالیت عملی ۳:

گازهای کلر و اتیلن را در یک لوله آزمایش وارد کنید و بر روی تشتکی که از

محلول سیرشدهٔ نمک طعام پرشده است، واژگون سازید (شکل زیر)، پس از مدتی، سطح آب نمک در لوله بالا می‌رود. بالارفتن سطح آب نمک، نشانهٔ آن است که واکنش بین گاز کلر و گاز اتیلن با کم شدن حجم همراه است.



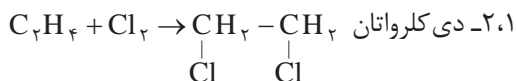
واکنش کلر با اتیلن روی سطح آب نمک

می‌توان نتیجه گرفت که بین اتیلن و کلر نوعی «واکنش افزایشی» صورت گرفته است (مانند واکنش افزایشی قبلی برم با اتیلن).

تمرین ۷:

معادله واکنش را بنویسید و محصول را نام گذاری کنید.

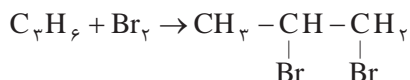
پاسخ:



تمرین ۸:

معادله واکنش برم را با پروپیلن بنویسید و محصول عمل را نام گذاری کنید.

پاسخ:



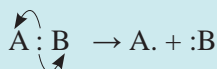
۱، ۲-دی برموپروپان



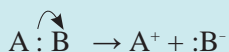
نگاهی عمیق‌تر به واکنش افزایشی HBr با اتیلن: پیش از این، با مکانیسم جانشینی رادیکالی آشنا شدید که از ویژگی‌های هیدروکربن‌های سیر شده است. حال بجاست با مکانیسم واکنش افزایشی نیز آشنا شوید که از ویژگی‌های مهم هیدروکربن‌های سیر نشده است. تفاوت مهم این دو واکنش، آن است که واکنش جانشینی رادیکالی، از طریق تشکیل رادیکال‌های آزاد انجام می‌گیرد و هر ذره آن یک الکترون فرد دارد. در صورتی که واکنش افزایشی، در بسیاری از موارد از طریق تشکیل یون‌های مثبت و منفی انجام می‌گیرد.

ابتدا دو روش شکسته‌شدن یک پیوند کووالانسی را که می‌توانند در یک مولکول Br:Br یا H:Br و یا به‌طور کلی A:B وجود داشته باشند، مرور می‌کنیم. می‌دانیم که همهٔ واکنش‌های شیمیایی شامل شکسته‌شدن پیوندها و تشکیل آن‌هاست. بنابراین، هرگاه مولکول A:B در یک واکنش شرکت کند، پیوند آن به یکی از دو روش زیر می‌شکند.

شکستن رادیکالی پیوند: این شکستن، متقارن است. یک الکترون، روی هر ذره قرار می‌گیرد.



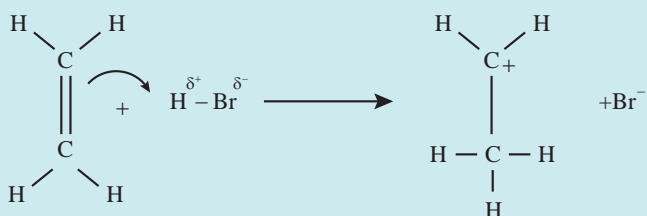
شکستن یونی پیوند: این شکستن، نامتقارن است. هر دو الکترون مشترک روی یک ذره قرار می‌گیرند.



چون اتم B افزون بر الکترون خود، یک الکترون از اتم A می‌گیرد، به‌صورت یک یون منفی (آنیون) درمی‌آید. و چون یک الکترون از اتم A کاسته می‌شود، پس این اتم به‌صورت یک یون مثبت (کاتیون) درمی‌آید. حال اگر اتم A کربن باشد، مانند سایر یون‌های مثبت، **یون کربونیوم** یا **کربوکاتیون** پدید می‌آید. با از دست‌رفتن یک جفت الکترون از اتم کربن، سه جفت الکترون برای کربوکاتیون باقی می‌ماند؛ به‌عبارت دیگر، یک اوربیتال از چهار اوربیتال سطح ظرفیت آن خالی می‌شود. پس از این مقدمه، با آسانی بیشتری، می‌توان به مکانیسم واکنش افزایشی و چگونگی شکستن و تشکیل پیوندهای جدید در آن پرداخت.

مرحله اول:

برخورد مولکول HBr با پیوند π و تشکیل کربوکاتیون ناپایدار: در نخستین مرحله مولکول $\text{Br}^{\delta-} : \text{H}^{\delta+}$ در یک برخورد ممکن است از سر هیدروژنی خود، به جفت الکترون سست پیوند π نزدیک شود. چون سر هیدروژنی مثبت و الکترون دوست (الکتروفیل^۱) است، از این رو، از جزء منفی برم دور می شود و با استفاده از جفت الکترون پیوند π ، یک پیوند جدید C:H با یک اتم کربن (اتم بالایی در فرمول ساختاری ترسیم شده)، تشکیل می دهد.

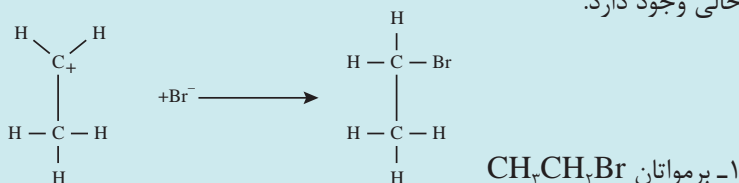


اتم کربن دیگر (اتم پایینی) به علت جدا شدن جفت الکترون پیوندی از آن، یک اوربیتال خالی پیدا می کند؛ از آنجا که سهم این اتم کربن در جفت الکترون π از دست رفته، فقط یک الکترون بوده است، از این رو یک بار مثبت روی این اتم پدید می آید.

نتیجه آن که، مجموعه حاصل به صورت یون مثبت کربوکاتیون درمی آید که بسیار ناپایدار است، و پس از تشکیل فوراً مصرف می شود. به همین دلیل، این گونه کربوکاتیون ها نوعی ترکیب واسطه محسوب می شوند و در فرمول نویسی معمولاً آنها را در میان براکت می نویسیم.

مرحله دوم:

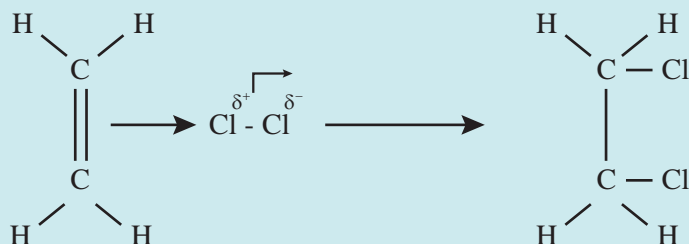
از آنجا که یون برمید Br^- دارای چهار جفت الکترون است و پس از جدا شدن پروتون (H^+) از آن، هم چنان در محیط واکنش وجود دارد، بنابراین، احتمال برخورد آن با اتم مثبت کربن و تشکیل پیوند C:Br در محل اوربیتال خالی وجود دارد.



۱- ELECTROPHILE ذره الکتروفیل یا الکترون دوست، ذره ای است که پذیرای جفت الکترون است. یون های مثبت که کمبود الکترونی دارند، معمولاً ذره الکتروفیل شمرده می شوند، که بهترین مثال آنها پروتون (H^+) است.

یادآوری ۱: باید توجه داشت که در مرحله اول، جفت الکترون π به سوی سر مثبت $\text{H}^{\delta+} : \text{Br}^{\delta-}$ کشیده می شود و پروتون با یکی از اتم های کربن پیوند کووالانسی تشکیل می دهد. در مرحله دوم، یون برمید، Br^- که یک ذره هسته دوست است، با اتم کربن حامل بار مثبت، پیوند برقرار می کند. ذره هسته دوست را ذره **نوکلئوفیل**^۱ می نامند. ذره نوکلئوفیل مانند یون Br^- به یون مثبت (کربوکاتیون) حمله نوکلئوفیلی می کند و جفت الکترون خود را در اختیار آن می گذارد و با آن پیوند کووالانسی تشکیل می دهد.

واکنش افزایشی Cl_2 با اتیلن: واکنش افزایشی Cl_2 (یا Br_2) با اتیلن، مانند واکنش HBr با این آلکن است. هنگامی که مولکول Cl_2 به پیوند π مولکول اتیلن نزدیک می شود، می تواند ابر الکترونی سست گونه این پیوند را اندکی به سوی خود بکشد. همین جابه جا شدن الکترون ها از مولکول اتیلن به سمت مولکول کلر، موجب می شود که پیوند $\text{Cl} - \text{Cl}$ که در حالت عادی غیر قطبی است، مطابق شکل اندکی قطبی می شود:



در نتیجه، اتم کلری که در نزدیکی پیوند π قرار گرفته است، دارای مقداری بار مثبت و اتم کلر دورتر، دارای مقداری بار منفی می گردد. پس از قطبی شدن مولکول کلر، مراحل واکنش افزایشی، مانند آنچه که در مورد مولکول قطبی HBr دیده شد، انجام می گیرد و مولکول ۱،۱-دی کلرواتان پدید می آید.

بحث گروهی ۲:

چرا روغن مایع برای سلامتی بهتر از روغن جامد است؟

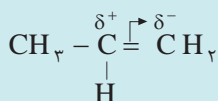


راهنمایی: سعی شود اکثر هنرجویان در بحث شرکت کنند و دلایل آنها در جمع بیان شود. سپس پاسخ های نزدیک و مرتبط دسته بندی و در نهایت به پاسخ صحیح راهنمایی شوند.



توجیه علمی قاعده مارکونیکف

می‌دانید، گروه متیل (CH_3^-) می‌تواند الکترون‌های پیوندی را از خود دور سازد. با استفاده از این مفهوم، می‌توان قاعده مارکونیکف را به صورت زیر توجیه کرد:



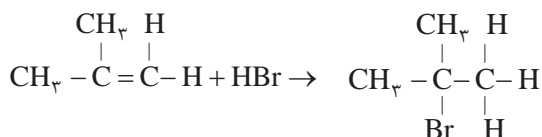
همان‌طور که نشان داده شده است، وقتی در پروپن، گروه متیل الکترون‌های پیوندی را به سمت کربن میانی براند، الکترون‌های π در پیوند دوگانه (که خیلی سست هستند)، به سمت کربن انتهایی (اتم کربن سمت راست در شکل) رانده می‌شوند، و در نتیجه، پیوند دوگانه به صورتی که نشان داده شده است، قطبی می‌شود. یعنی اتم کربن میانی، حامل مقدار کمی بار مثبت و اتم کربن انتهایی، حامل مقدار کمی بار منفی خواهد بود. می‌توان پذیرفت که در واکنش افزایشی HBr با پروپن، هیدروژن (که حامل مقداری بار مثبت است)، بر روی کربنی که حامل مقداری بار منفی است می‌نشیند، و برم (که حامل مقداری بار منفی است)، به کربنی که حامل مقداری بار مثبت است، افزوده می‌شود.

تمرین ۹:

معادله واکنش HBr را با ۲- متیل پروپیل بنویسید، و ماده حاصل را نام گذاری کنید.

پاسخ:

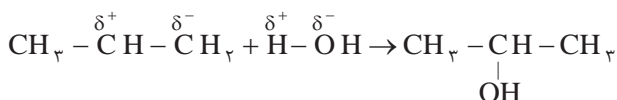
۲- برم - ۲- متیل پروپان



تمرین ۱۰:

می‌توان فرمول آب را به صورت $\text{H}^{\delta+}-\text{O}^{\delta-}\text{H}$ نوشت و قطبی بودن مولکول آن را نشان داد. معادله واکنش آب را با پروپن بنویسید (نام ترکیب حاصل که نوعی الکل است، هیدروکسی پروپان است).

پاسخ:



بسیارشی آلکن‌ها

بحث گروهی ۳:

در مورد تصاویر زیر با دوستان خود گفت‌وگو کنید:



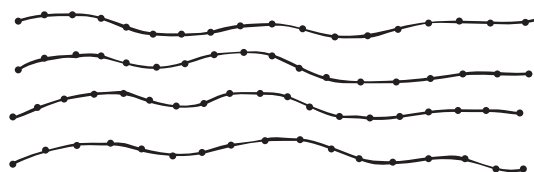
راهنمایی: از هنجریان خواسته شود اطلاعات خود را در مورد کاربرد و همچنین مواد اولیه ساخت این وسایل بیان کنند و در نهایت به اهمیت و ارزش بسیارها در زندگی امروز پی ببرند و انگیزه لازم برای شناخت بسیارها را پیدا کنند.

خواص و کاربردهای پلی‌اتیلن (پلی‌تن)

(الف) پلی‌اتیلن سفت (پلی‌تن سخت):

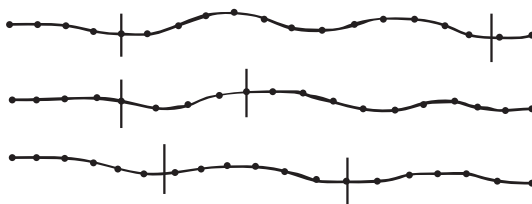
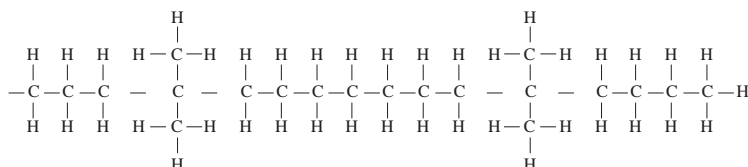
هرگاه شرایط واکنش طوری کنترل شود که فقط زنجیرهای بلند بدون شاخه تشکیل شود، پلی‌اتیلن حاصل دارای چگالی بیشتر است و دمای نرم‌شدگی آن

بالاست؛ زیرا زنجیرهای ماکرومولکولی آن، مطابق شکل زیر، به یکدیگر نزدیک می‌شوند و نیروهای جاذبه الکتروستاتیک بیشتری میان آنها برقرار می‌گردد. از این نوع پلی‌اتیلن، برای ساختن اشیای نسبتاً سخت مانند اسباب‌بازی و ظروف آشپزخانه استفاده می‌شود.



نمایشی برای پلی‌اتیلن سخت

(ب) **پلی‌اتیلن نرم:** هرگاه هنگام تهیه پلاستیک پلی‌اتیلن، اندکی از آلکن‌های شاخه‌دار مانند متیل پروپن ($\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$)، قبل از پلیمر شدن به اتیلن افزوده شود، زنجیرهای اتیلن با تعدادی مونومرهای شاخه‌دار همراه خواهد بود (شکل زیر)^۱.



نمایشی برای پلی‌اتیلن نرم

بنیان‌های متیل، مانع نزدیک شدن زیاد زنجیرها به یکدیگر می‌شوند و پلاستیک حاصل دارای چگالی کمتر و دمای نرم‌شوندگی پایین‌تری خواهد بود. از چنین

۱- درصدد به‌خاطر سپردن فرمول پیچیده بالای شکل نباشید.

پلاستیک‌های نرمی برای ساختن شیلنگ آب، کیسه زباله و ورقه‌های نازک استفاده می‌شود. افزون بر این، پلی اتیلن کاربرد فراوانی در عایق‌بندی سیم و وسایل الکتریکی دارد. چون این نوع پلاستیک، نسبت به آب و گاز نفوذ ناپذیر است، برای بسته‌بندی مواد غذایی، ابزار و سایر وسایل به کار می‌رود. از ورقه‌های نازک و شفاف آن، برای پوشانیدن بوته‌های سبزیجات و میوه و جلوگیری از سرمازدگی آنها استفاده می‌شود. و بالاخره به علت پایداری در مقابل مواد شیمیایی، برای ساختن بشکه‌های مواد شیمیایی و حمل و نقل آنها کاربرد دارد. باید به خاطر سپرد که اغلب انواع پلی اتیلن، در دمای $130^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$ نرم می‌شوند و شکل اولیه خود را از دست می‌دهند. شکل ۱۵-۳، دو نوع ظرف پلاستیکی از جنس پلی اتیلن را نشان می‌دهد که یکی بر اثر فشار دست، فرورفته و دیگری تغییر شکل نداده است.

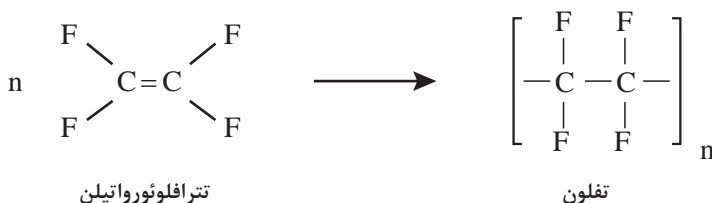


دو ظرف پلی اتیلن سفت و نرم

■ خواص و کاربردهای پلاستیک پلی پروپیلن

این نوع پلاستیک، سفید شیری‌رنگ است که بر اثر گرما نرم می‌شود. از نظر شیمیایی پایدار است. دمای نرم‌شوندگی آن بالاتر از پلی اتیلن است ($160^{\circ} - 170^{\circ}$) و استحکام آن بیشتر است. برای ساختن عایق‌های الکتریکی محکم‌تر، کابل برق، لوله و وسایل آزمایشگاهی به کار می‌رود.

پلاستیک تفلون: تفلون از پلیمر شدن مولکول‌های اتیلنی فراهم می‌شود که هر چهار اتم هیدروژن آنها به وسیله چهار اتم فلوئور جایگزین شده باشند.



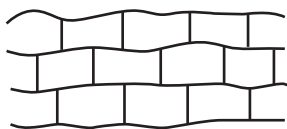
تفلون نمی‌سوزد، تا دماهای 250°C و 250°C - مقاوم است. این پلیمر بسیار لغزنده است. در حلال‌های گوناگون حل نمی‌شود. از این رو، ظرف‌های آشپزخانه و همچنین سینی‌های شیرینی‌پزی را با ورقه‌های نازکی از تفلون می‌پوشانند تا از چسبیدن مواد غذایی به ته ظرف جلوگیری شود (ظرف نجسب).



ماهی تابه تفلون

طبقه‌بندی پلیمرهای پلاستیکی از نظر رفتار آنها در گرما و سرما : از این نظر پلاستیک‌ها را به دو دسته تقسیم می‌کنند:

الف) پلیمرهای ترموپلاستیک^۱ (پلیمرهای گرما نرم): مثال آنها پلی‌اتیلن، پلاستیک معروف به P.V.C و نایلون که بر اثر گرما نرم می‌شوند. این نوع پلاستیک‌ها، شامل زنجیرهای بلند هستند که مطابق شکل اتصالات جانبی میان رشته‌ای ندارند. دمای ذوب این نوع پلاستیک‌ها، نسبتاً پایین است. بر اثر گرما، بدون این که تجزیه شوند، نرم و ذوب می‌شوند.



ب) گرماسخت



الف) گرما نرم

نمایش طرح ساختاری پلاستیک

ب) پلیمرهای ترموست^۲ (گرما سخت): مثال این پلیمرها، پلاستیک‌های معروف به باکلیت (مانند پلاستیک به‌کاررفته در کلید برق و دستگاه تلفن) و ملامین است که بر اثر گرما نرم نمی‌شوند. این پلاستیک‌ها شامل زنجیرهای بلند با اتصالات میان‌رشته‌ای هستند. معمولاً سخت و محکم‌اند. دمای ذوب آنها نسبتاً بالاست و بر اثر گرمای ملایم تجزیه نمی‌شوند.

۱- PLASTIC به معنی نرم شدن است. THERMOPLASTIC به معنی نرم شدن به وسیله گرما است.

۲- THERMOSETTINGPLASTIC به معنی پلاستیک سخت‌شونده بر اثر گرما است.

آلکین‌ها

بحث گروهی ۴:

تمرین ۱۱:

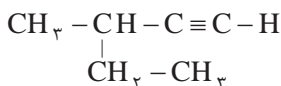
تعیین کنید هر یک از هیدروکربن‌های زیر به کدام گروه (آلکان، آلکن، آلکین) تعلق دارند؟

الف) C_5H_{10} ب) C_8H_{12} ج) C_5H_8

پاسخ:

الف) آلکن ب) آلکان ج) آلکین

تمرین ۱۲:

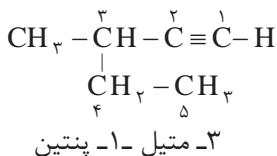


الف) نام آیوپاک هیدروکربن داده شده را بنویسید.

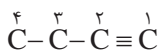
ب) چرا در نام‌گذاری آلکینی که سه اتم کربن دارد، به شماره‌گذاری نیازی نیست؟
ج) فرمول ساختاری آلکینی را که نام آیوپاک آن ۳،۳-دی‌متیل - ۱-بوتین است، بنویسید.

پاسخ:

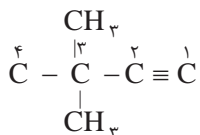
الف) همان‌طور که می‌بینید، طولی‌ترین زنجیر کربنی در این هیدروکربن، پنج اتم کربن دارد. این زنجیر را از سمت راست شماره‌گذاری می‌کنیم، چون به نخستین کربن پیوند سه‌گانه نزدیک‌تر است. گروه متیل، به‌عنوان شاخه بر روی کربن شماره ۳ قرار دارد. بنابراین، نام کامل این هیدروکربن، به روش آیوپاک، ۳-متیل - ۱-پنتین خواهد بود:



ج) ۱-بوتین، یعنی آلکینی که دارای چهار اتم کربن است و پیوند سه‌گانه در آن بین کربن‌های ۱ و ۲ قرار دارد. اگر موقتاً از قرار دادن هیدروژن‌ها صرف‌نظر کنیم، خواهیم داشت:



افزون بر این، بر روی کربن شماره ۳، دو گروه متیل، به عنوان شاخه وجود دارد.



بنابراین بعد از قرار دادن هیدروژن‌های لازم، فرمول ساختاری کامل این آلکین، به صورت زیر نوشته می‌شود:



تمرین ۱۳:

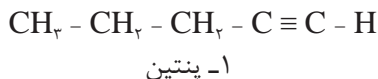
الف) با توجه به یک ظرفیتی بودن هیدروژن و چهار ظرفیتی بودن کربن، برای هیدروکربنی به فرمول C_8H_{14} ، چند ایزومر ساختاری می‌توان رسم کرد که دارای پیوند سه گانه کربن - کربن باشند؟ نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

پاسخ:

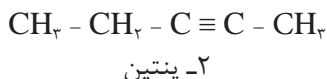
الف) نخست، پنج اتم کربن را پشت سر هم می‌نویسیم و پیوند سه گانه را بین کربن‌های اول و دوم قرار می‌دهیم.



بعد هیدروژن‌های لازم را اضافه می‌کنیم. ساختار زیر به دست می‌آید که به روش آیوپاک ۱- پنتین نامیده می‌شود.

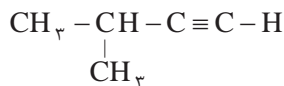


به همین ترتیب، برای به دست آوردن ساختار دوم، پیوند سه گانه را بین کربن‌های دوم و سوم قرار می‌دهیم. نام آیوپاک این ساختار ۲- پنتین است.



سرانجام چهار اتم کربن را پشت سر هم در یک ردیف می‌نویسیم و پیوند سه گانه را بین کربن‌های اول و دوم قرار می‌دهیم. کربن پنجم را به عنوان شاخه، به کربن

شماره ۳ متصل می‌کنیم. بعد از اضافه کردن هیدروژن‌های لازم، به ساختار زیر دست می‌یابیم که به روش آیوپاک، ۳-متیل -۱-بوتین نامیده می‌شود:



۳-متیل -۱-بوتین

ب) آیا در پرسش بالا می‌توان پنج اتم کربن را پشت سر هم در یک ردیف نوشت و پیوند سه‌گانه را بین کربن‌های سوم و چهارم قرار داد؟ نام آیوپاک این ترکیب چه خواهد بود؟

پاسخ:

این ترکیب همان ۲-پنتین است.

ج) چرا در بعضی آلکن‌ها ایزومری هندسی مشاهده می‌شود، ولی در آلکین‌ها مشاهده نمی‌شود؟ توضیح دهید؟

پاسخ:

زیرا پیوند سه‌گانه، خطی است.

د) ایزومرهای استیلنی هیدروکربنی به فرمول C_6H_{10} را رسم کنید و نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

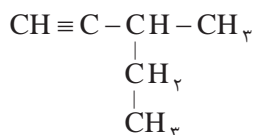
پاسخ:



ر) آیا در تمرین د، ایزومری داشته‌اید که نام آیوپاک آن ۳-اتیل - ۱- بوتین باشد؟ ساختار این ایزومر را رسم کنید. چه اشکالی در نام‌گذاری آن وجود دارد؟ توضیح دهید.

پاسخ:

نام آن ۳- متیل - ۱- پنتین است و نام ۳- اتیل - ۱ بوتین اشتباه می‌باشد زیرا در نام‌گذاری بلندترین زنجیر دارای پیوند سه‌گانه در نظر گرفته می‌شود.



خواص شیمیایی استیلن و سایر آلکین‌ها

فعالیت عملی ۴:

در یک آزمایشگاه دو شیشه دارو بدون برچسب پیدا شده، ولی در نزدیکی‌های این شیشه‌ها، دو برچسب بر زمین افتاده است. بر روی یکی از برچسب‌ها ۱- هگزین و بر روی برچسب دیگر n- هگزان نوشته شده است. این شیشه‌ها دارای مایعاتی شفاف و بی‌رنگ‌اند. چگونه می‌توانید معلوم کنید که هر برچسب متعلق به کدام شیشه است؟ توضیح دهید.

پاسخ:

مقدار کمی از هریک را در یک لوله آزمایش ریخته و با افزودن برم و تغییر رنگ آن می‌توان به پاسخ رسید. مایع لوله‌ای که تغییر رنگ نداده است n- هگزن است.

تحقیق کنید ۵:

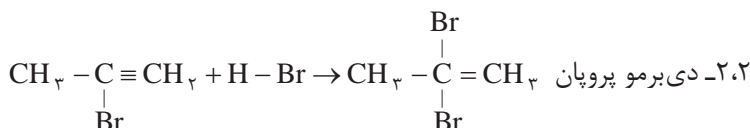
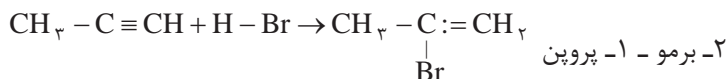
در مورد کابردهای پلی‌وینیل کلرید اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس گزارش دهید.

راهنمایی: پیشنهاد می‌شود پس از اینکه هنرجویان گزارش‌های خود را به اطلاع هم‌کلاسی‌های خود رساندند، از هنرجویان بخواهید اهمیت بسیار پلی‌وینیل کلرید در صنعت را نتیجه‌گیری نمایند.

تمرین ۱۴:

معادله شیمیایی مراحل افزایش دو مولکول هیدروژن برمید را به پروپین بنویسید. در هر مرحله چه ترکیبی تشکیل می‌شود؟ نام هر یک را بنویسید.

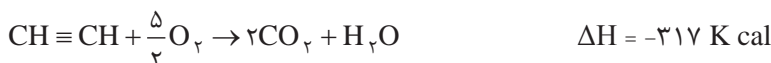
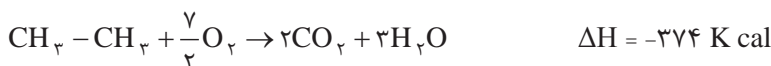
پاسخ:



تمرین ۱۵:

گرمای حاصل از سوختن یک مول اتین ($\Delta H = -317 \text{ Kcal}$) در اکسیژن خالص کمتر از گرمای سوختن یک مول اتن ($\Delta H = -337 \text{ Kcal}$) و اتان ($\Delta H = -374 \text{ Kcal}$) است. واکنش‌های سوختن این سه هیدروکربن را با اکسیژن بنویسید و بگویید چرا گرمای سوختن اتین کمتر از گرمای سوختن دو هیدروکربن دیگر است؟

پاسخ:



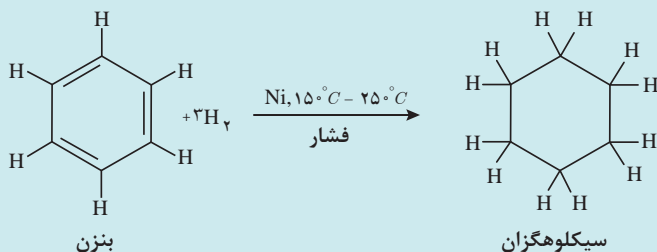
تمرین ۱۶:

دمای شعله سوختن یک حجم استیلن با بیست حجم هوا بالاتر است یا با پنج حجم اکسیژن خالص؟ معادله‌های واکنش را در هر دو حالت بنویسید و درباره پاسخ خود توضیح دهید (راهنمایی: یک پنجم حجم هوا، اکسیژن و چهار پنجم آن، نیتروژن است).

پاسخ:



هیدروکربن‌های آروماتیک، در مجاورت کاتالیزگر، هیدروکربن‌های سیرشده حلقوی، به ویژه مشتق‌های سیکلوهگزان را به دست می‌دهد. یک مثال مهم از نوع واکنش، هیدروژن‌دار کردن بنزن و تولید سیکلوهگزان خالص است.



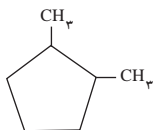
سیکلوهگزان یک ماده مهم اولیه در ساخت نایلون است.

تمرین ۱۷:

۱- هیدروکربن داده شده را نام‌گذاری کنید:

پاسخ:

۱، ۲- دی متیل سیکلو پنتان



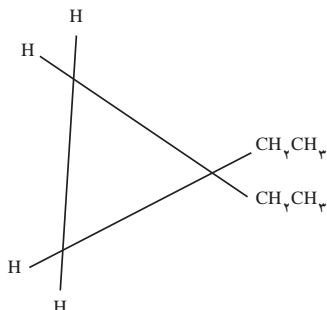
۲- فرمول‌های ساختاری هیدروکربن‌های زیر را بنویسید:

الف) ۱، ۱- دی اتیل سیکلو پروپان

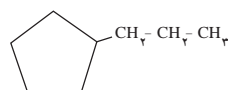
ب) n - پروپیل سیکلوپنتان

پاسخ:

الف)



ب) n - پروپیل سیکلوپنتان

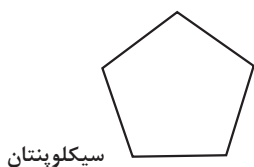


تمرین اضافی:

ساختار ایزومرهای حلقوی هیدروکربنی با فرمول مولکولی، C_5H_{10} و نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

پاسخ:

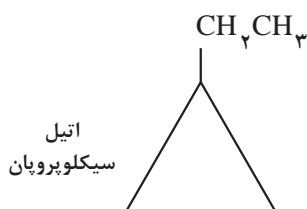
برای پیدا کردن ایزومرهای حلقوی هیدروکربنی با فرمول C_5H_{10} ، ابتدا فرض می‌کنیم که پنج اتم کربن موجود در این هیدروکربن، می‌تواند یک حلقه پنج‌ضلعی (سیکلوپنتان) تشکیل دهد.



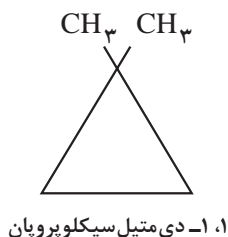
سپس با چهار اتم کربن یک حلقه چهارضلعی (سیکلوپنتان) تشکیل می‌دهیم و کربن پنجم را، به عنوان شاخه به این حلقه چهارضلعی متصل می‌کنیم. در این صورت، متیل‌سیکلوپنتان به دست می‌آید.



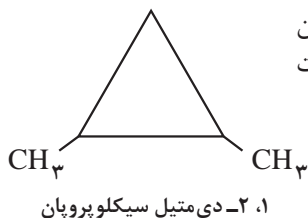
به همین ترتیب، با سه کربن یک حلقه سه‌ضلعی (سیکلوپروپان) بنا می‌کنیم و دو کربن باقیمانده را به عنوان شاخه در نظر می‌گیریم که با چند حالت روبه‌رو می‌شویم:



۱ دو کربن باقی‌مانده را به صورت یک شاخه اتیل، $-CH_2CH_3$ ، به حلقه سیکلوپروپان متصل می‌کنیم. در این حالت، اتیل‌سیکلوپروپان خواهیم داشت:



۲ دو کربن باقی‌مانده را به صورت دو شاخه متیل، $-CH_3$ ، به جای دو اتم هیدروژن در یکی از گوشه‌های حلقه سیکلوپروپان قرار می‌دهیم. در این حالت، ۱، ۱-دی‌متیل‌سیکلوپروپان به دست می‌آوریم.



۳ دو شاخه متیل را در دو گوشه مختلف، جانشین هیدروژن های حلقه سیکلو پروپان می کنیم. در این حالت به ۱، ۲- دی متیل سیکلو پروپان دست می یابیم:

تمرین ۱۸:

هیدروکربن های زیر را به ترتیب کاهش دمای جوش، از چپ به راست منظم کنید (هیدروکربنی را که دارای دمای جوش بالاتر است، در سمت چپ بنویسید). برای انتخاب خود، چه دلیلی ارائه می دهید؟
الف) سیکلو پنتان ب) n- پنتان ج) ایزوبوتان

پاسخ:

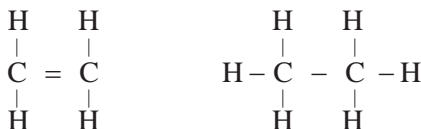
ایزوبوتان > n - پنتان > سیکلوپنتان

پرسش های پایانی

۱ مولکول اتن را با مولکول اتان، در موارد زیر مقایسه کنید.

- الف) تعداد یون های میان اتم ها
- ب) تعداد جفت الکترون های پیرامون هر اتم
- ج) ظرفیت کربن

پاسخ:



- الف) تعداد پیوندها در مولکول اتان ۷ و در مولکول اتن ۶ است.
- ب) چهار جفت الکترون پیرامون اتم کربن و یک جفت الکترون اطراف هیدروژن وجود دارد.
- ج) ظرفیت کربن در هر دو مولکول مساوی ۴ است.

۲ کدام یک از ترکیب‌های زیر دارای ایزومرهای سیس و ترانس است؟

(الف) ۱- بوتن (ندارد) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$

(ب) ۲- پنتن (دارد)

(ج) ۲- متیل بوتن (ندارد) $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - (\text{CH}_3)_2$

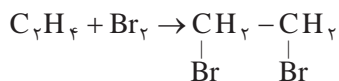
(د) ۲- متیل پروپن (ندارد) $(\text{CH}_3)_2 - \text{C} = \text{CH}_2$

فرمول ساختاری ایزومرهای احتمالی را رسم کنید.

۳ با عبور دادن اتیلن از آبی برم، وزن محلول ۱۴ گرم افزایش یافت، حجم اتیلن

جذب شده در شرایط دما و فشار استاندارد چه قدر بوده است؟

پاسخ:



$$V_{\text{C}_2\text{H}_4}(\text{L}) = 14\text{g} \times \frac{22/4\text{L}}{28\text{g}} = 11/2\text{L}$$

۴ نام آیوپاک هر یک از آلکین‌های زیر را بنویسید:

(الف) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CH}$

(ب) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CCH}_3$

(ج) $\text{CH}_3\text{C} \equiv \text{C} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CHCH}}(\text{CH}_3)_2$

پاسخ:

(الف) ۱- پنتین (ب) ۲- پنتین (ج) ۵،۴- دی‌متیل ۲- هگزین

۵ ساختار فرآورده عملی به دست آمده از واکنش ۱- هگزین را با واکنش‌گرهای

زیر بنویسید:

(الف) هیدروژن (دو مول)، پلاتین

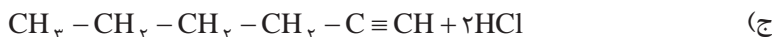
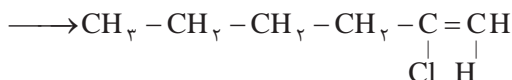
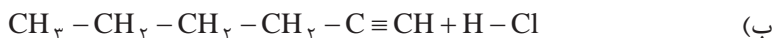
(ب) هیدروژن کلرید (یک مول)

(ج) هیدروژن کلرید (دو مول)

پاسخ:

(الف) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH} + 2\text{H}_2$





۶ چگونه می‌توان با یک آزمایش ساده، هیدروکربن‌های زیر را از یکدیگر تشخیص داد؟

(الف) ۲- بوتین و بوتان (ب) ۱- بوتین و ۱- بوتن (ج) ۲- بوتین و بوتان

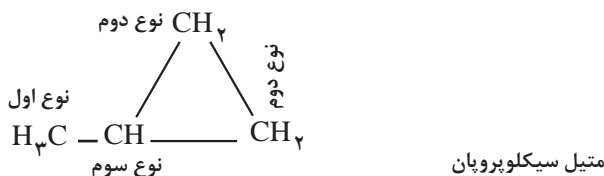
پاسخ:

(الف) با افزودن گاز کلر و ... ۲- بوتین واکنش می‌دهد ولی بوتان تغییر نمی‌کند.
(ب) با افزودن برم مایع به هر دو، وجود پیوند سه‌گانه و دوگانه تشخیص داده می‌شود.

(ج) ۲- بوتن به علت وجود پیوند دوگانه با گاز کلر و محلول برم و ... واکنش می‌دهد درحالی‌که بوتان ترکیب نمی‌شود.

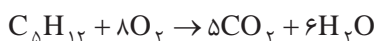
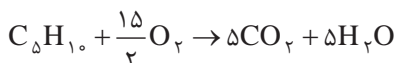
۷ فرمول ساختاری متیل سیکلوپروپان را بنویسید. کربن‌های این هیدروکربن را به عنوان کربن نوع اول، کربن نوع دوم و کربن نوع سوم مشخص کنید.

پاسخ:



۸ معادلهٔ واکنش سوختن یک مول سیکلوپنتان را در هوا بنویسید. به نظر شما، از سوختن یک مول سیکلوپنتان بیشتر گرما تولید می‌شود یا یک مول n- پنتان؟ توضیح دهید.

پاسخ:

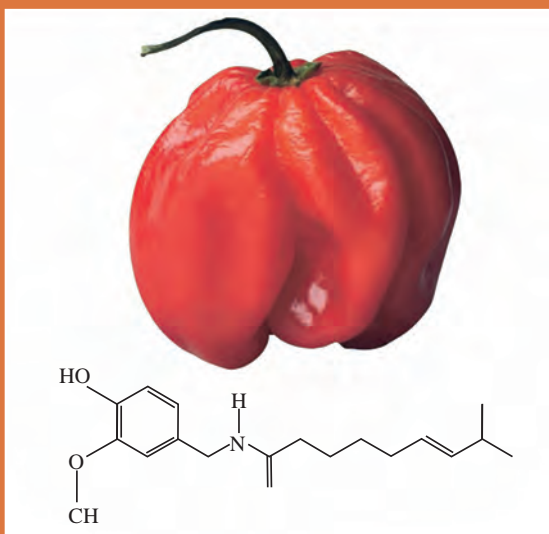


جدول ارزشیابی فصل به کارگیری هیدروکربن‌های آلیفاتیک

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
هیدروکربن‌های آلیفاتیک	کاربرد آلکن‌ها	رسم ساختار و نام‌گذاری و رسم ایزومرهای ممکن آلکن‌ها و آلکین‌ها و سیکلوآلکان‌ها را انجام دهد. کاربرد هیدروکربن‌های آلیفاتیک را توضیح دهد.	بالاتر از حد انتظار	چگونگی واکنش‌های آلکن‌ها و آلکین‌ها را شرح دهد.	۳
	کاربرد آلکین‌ها و سیکلوآلکان‌ها		در حد انتظار	ساختار سیکلوآلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها را رسم و آنها را نام‌گذاری کند. ایزومرهای آلکن‌ها و آلکین‌های اولیه را رسم کند. پلیمری و خواص آن را بیان کند. روش تهیه اتیلن و استیلن را شرح دهد.	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	موارد بالا را با بیش از یک اشتباه انجام دهد.	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی فصل از ۳					
نمره فصل از ۲۰					

فصل ۴

به کارگیری ترکیبات آلی آروماتیک و اکسیژن دار



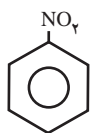
راهبردهای یاددهی و یادگیری

جلسه	فعالیت های یادگیری ساخت یافته
جلسه اول	ترکیب های آروماتیک را توضیح دهد.
	ساختار ویژه بنزن را بررسی کند.
	برخی مشتق های ساده بنزن را نامگذاری کند.
جلسه دوم	واکنش های بنزن را بررسی کند.
	اهمیت واکنش های بنزن را در زندگی روزمره بیان کند.
	در مورد اهمیت هیدروکربن های آروماتیک در صنعت توضیح دهد.
جلسه سوم	هیدروکربن های هم خانواده بنزن را شرح دهد.
	چند نمونه از هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه را بشناسد.
	در مورد سرطان زا بودن هیدروکربن های آروماتیک با ذکر مثال توضیح داده شود.
جلسه چهارم	ترکیب های اکسیژن دار مهم را با کمک تصویر و نمایش فرمول دسته بندی کند.
	عامل های الکلی، اتری و فنولی با نمایش فرمول و تصویرشناسایی شود.
	عامل های آلدئیدی، کتونی با نمایش فرمول و تصویرشناسایی شود.
جلسه پنجم	عامل های اکسیژن دار گروه کربوکسیل و عامل استری را بشناسد و تعریف کند.
	روش تهیه دو الکل مهم (اتیل الکل و متیل الکل) را بیان کند.
	روش تهیه استیک اسید (جوهر سرکه) را بیان کند.
جلسه ششم	نقش الکل ها، آلدئیدها و کتون ها، استیک اسید و استرها را در زندگی روزمره و در صنعت برشمارد.
	الکل های چند عاملی مانند اتیلن گلیکول و گلیسرول (گلیسرین) و فنول معمولی را بشناسد.
	ساختار چربی ها و روغن ها را تحت عنوان استر اسیدهای چرب با گلیسرول شرح دهد.
جلسه هفتم	ارزشیابی

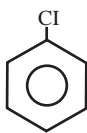
در این فصل، هنرجویان با به کارگیری ترکیبات آروماتیک و به کارگیری ترکیبات آلی اکسیژن دار آشنا می شوند. آموزش این پودمان به صورت تدریس تئوری پیش بینی شده است. لازم است که هنرآموزان محترم با آموزش و راهنمایی هنرجویان، به طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرامی توجه داشته باشند که در فرصت های یادگیری پیش بینی شده به شایستگی های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه ای (وقت شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام وظایف و کارهای محول پیروی از قوانین و غیره)، کار گروهی (مانند بحث گروهی، تحقیق کنید) توجه ویژه داشته باشند.

هیدروکربن های آروماتیک

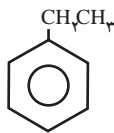
هیدروکربن هایی که شامل یک یا چند حلقه بنزنی است، هیدروکربن های آروماتیک نامیده می شود. ویژگی اصلی ساختاری که خواص شیمیایی ترکیبات آروماتیک را از ترکیبات دیگر متمایز می کند، ساختار حلقه بنزن است.



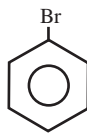
نیتروبنزن



کلروبنزن



اتیل بنزن



بروموبنزن

فکر کنید ۱:

چرا در نامگذاری بالا موضع گروه استخلافی با شماره مشخص نشده است؟

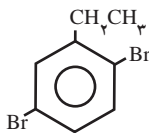
پاسخ:

زیرا، تمام هیدروژن های حلقه بنزن هم ارز هستند. بنابراین، نیازی نیست که موضع گروه استخلافی را بر روی حلقه بنزن با شماره مشخص کنیم.

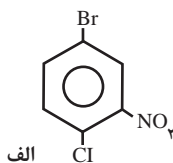
تحقیق کنید ۱:

با مراجعه به منابع کاربردهای تولوئن و استایرن را در جدول ۱ تکمیل نمایید.

راهنمایی: پیشنهاد می شود اطلاعات جمع آوری شده دو بسپار توسط هنرجویان مقایسه شود.



ب



الف

تمرین ۱:

نام ترکیب های زیر را به روش آیوپاک بنویسید.

پاسخ :

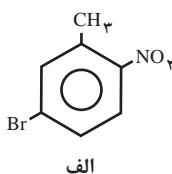
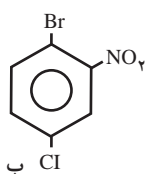
الف) ۱- برم - ۴- کلرو - ۳- نیتروبنزن
ب) ۱- ۴- دی برم - ۲- اتیل بنزن

تمرین ۲ :

فرمول‌های ساختاری ترکیب‌های زیر را بنویسید:

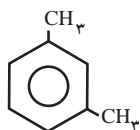
الف) ۵- برم - ۲- نیترو تولوئن

ب) ۱- برم - ۴- کلرو - ۲- نیترو بنزن

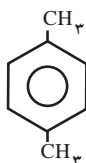


پاسخ :

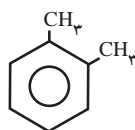
تمرین پیشنهادی : چند ایزومر با فرمول مولکولی C_8H_{10} می‌شناسید که دارای حلقه بنزنی باشند؟ نام هر یک را بنویسید.



۱-۳- دی متیل بنزن



۱-۴- دی متیل بنزن

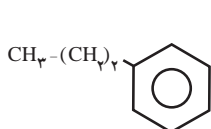


۱-۲- دی متیل بنزن

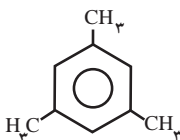
پاسخ :

تمرین پیشنهادی : برای هیدروکربنی با فرمول مولکولی C_9H_{12} ، در مجموع چند ایزومر می‌توانید رسم کنید که از بنزن مشتق شده باشند؟ نام هر یک را بنویسید.

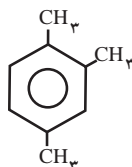
پاسخ :



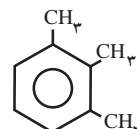
پروپیل بنزن



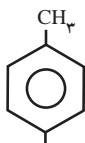
۱-۲-۴- تری متیل بنزن



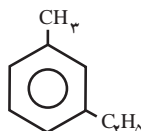
۱-۲-۳- تری متیل بنزن



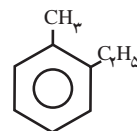
۱-۲-۵- تری متیل بنزن



پارا - اتیل متیل بنزن



متا - اتیل متیل بنزن



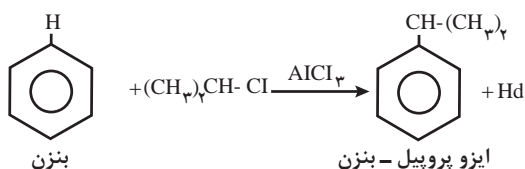
ارتو - اتیل متیل بنزن

آلکیل دار کردن (آلکیلاسیون) بنزن

تمرین ۴:

واکنش ایزوپروپیل $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ کلرید را در مجاورت آلومینیم کلرید بی آب، با بنزن بنویسید.

پاسخ:

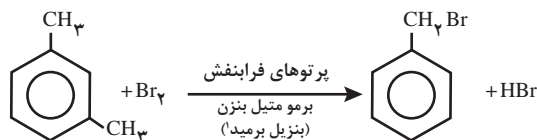


هیدروکربن های هم خانواده بنزن

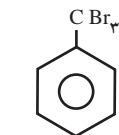
تمرین ۵:

معادله شیمیایی برم دار کردن کولون را در برابر پرتوهای فرابنفش، با فرمول نشان دهید و نام ترکیب های به دست آمده را بنویسید.

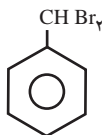
پاسخ:



واکنش برم با گروه متیل مانند واکنش کلر با متان، یعنی از نوع جانشینی رادیکالی است. با ادامه واکنش هالوژن دار کردن، ترکیب های زیر نیز تشکیل می شوند:



تری برم متیل - بنزن



دی برم متیل - بنزن

۱- گروه $-\text{CH}_2$ را گروه بنزیل می نامند.



ترکیب‌های آلی اکسیژن دار

فکر کنید ۲:

چرا از اتانول به عنوان یک حلال در عطرها استفاده می‌شود؟

پاسخ:

الکل‌ها به عنوان حلال، به شکسته شدن ترکیبات جامد استفاده شده در عطرها کمک می‌کنند. همچنین باعث می‌شود تا ترکیبات یا عناصر عطر با همدیگر مخلوط شده و ترکیب همگن و یک‌دست شود. الکل فقط نقش حلال را در عطر ایفا نمی‌کند، با تبخیر الکل، مولکول‌های عطر نیز به همراه الکل حمل شده و در هوا منتشر می‌شوند. مزایای استفاده اتانول عبارت‌اند از: فرآینت قابل قبول، سمی نبودن برای پوست بدن، قیمت مناسب و غیره می‌باشد.

تحقیق کنید ۲:

در مورد نکات ایمنی کار با فرمالین گزارشی تهیه کنید و در کلاس ارائه نمایید.

راهنمایی: پیشنهاد می‌شود در این تحقیق، هنرجویان را به اهمیت رعایت نکات ایمنی در کار با مواد شیمیایی هدایت کنید.

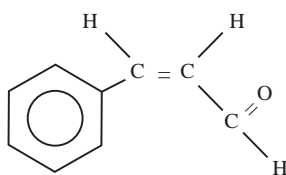


تحقیق کنید ۳:

با اطلاعاتی که تاکنون از ساختار یک ترکیب آلی به دست آورده‌اید، درباره چاشنی دارچین چه می‌توانید بگویید؟

پاسخ:

با توجه به ساختار مولکولی دارچین و اطلاعات هنرجو، انتظار می‌رود به موارد زیر اشاره نمایید:



سینامالدهید

(الف) آلدئید است.

(ب) از ترکیبات آروماتیک (معطر) است.

(ج) سینا مالدهید یک ایزومر سیس است.

تحقیق کنید ۴:

در مورد خواص و کاربرد بنزوئیک اسید گزارشی تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید.

راهنمایی: هنرجویان می‌توانند با مراجعه به منابع علمی و جست‌وجو در منابع اینترنتی به کمک کلید واژه‌ها، گزارش خود را تهیه کنند.

فکر کنید ۳:

با بررسی فرمول اسیدهای چرب در شکل ۱۰، در هر کدام مشخص کنید اسید چرب سیرشده است یا سیرنشده؟

پاسخ:



$C_{15}H_{31}-COOH$ پالمیتیک اسید (در روغن خرما)



$C_{17}H_{35}-COOH$ استئاریک اسید (در پیه)



$C_{17}H_{33}-COOH$ اولئیک اسید (در روغن زیتون)

پالمیتیک اسید : سیر شده

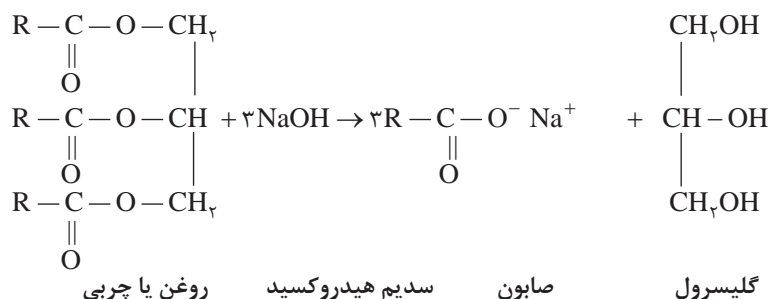
استئاریک اسید : سیر شده

اولئیک اسید : سیر نشده

تحقیق کنید ۴:

معادله واکنش صابونی شدن را با جست‌وجو در منابع قابل دسترس بنویسید.

پاسخ:





شیمی آلی در میز شام



تحقیق کنید ۵:

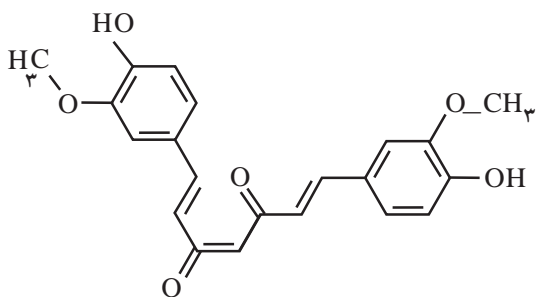
روغن زیتون و سرکه چه ساختاری دارند؟

راهنمایی: هدف از این تحقیق، این است که هنرجویان پس از جمع‌آوری اطلاعات به این نتیجه برسند که در ساختار هر دو اسیدهای آلی وجود دارد.

بحث گروهی: کورکومین^۱ یا دی‌فرلوئیل‌متان جزء فعال ادویه زردچوبه است و دارای خواص ضدالتهابی می‌باشد. کورکومین یک آنتی‌اکسیدان قوی است و خاصیت ضدسرطانی دارد. با توجه به تصویر چه بخش‌هایی از ساختار آن را می‌شناسید؟

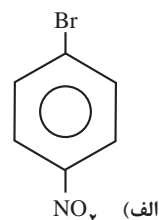
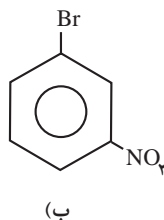
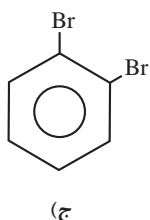
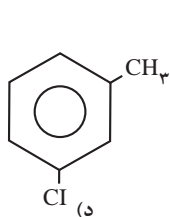
پاسخ:

هنرجو با توجه به ساختار زردچوبه، می‌بایست به گروه‌های عاملی اشاره کند مانند: حلق بنزنی، گروه الکی و گروه کتنی اشاره کند.



پرسش‌های پایانی

۱ نام ترکیب‌های زیر را بنویسید:

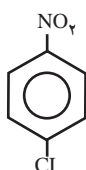


پاسخ :

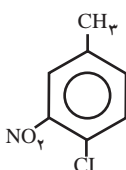
- الف) ۱- برم - ۴- نیترو بنزن (پارا - برم نیترو بنزن)
 ب) ۱- برم - ۳- نیترو بنزن (متا - برم نیترو بنزن)
 ج) ۱- ۲- دی برم بنزن (ارتو - دی برم بنزن)
 د) ۱- کلرو - ۳- متیل بنزن (متا - کلرو تولوئن)

۲ فرمول‌های ساختاری ترکیب‌های زیر را رسم کنید:

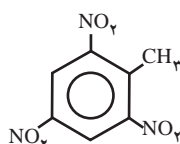
- الف) ۲، ۴، ۶- تری نیترو تولوئن
 ب) ۴- کلرو - ۳ - نیترو تولوئن
 ج) پارا- کلرو نیترو بنزن
 د) ۱ - برم - ۳- کلرو - ۵- ید و بنزن
 هـ) ۴- ایزوپروپیل تولوئن
 و) ۱ - فلوئورو- ۲، ۴- دی نیترو بنزن



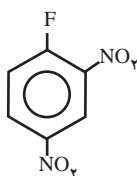
(ج)



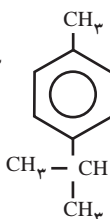
(ب)



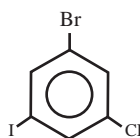
(الف)



(و)



(هـ)



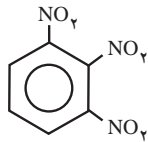
(د)

پاسخ :

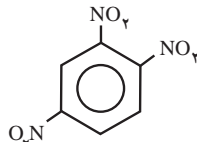
۳ ایزومرهای ممکن برای ترکیب‌های زیر را رسم کنید و نام هر یک را بنویسید:

- الف) تری نیترو بنزن
 ب) برم نیترو تولوئن

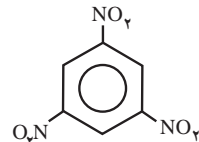
پاسخ : الف) تری نیترو بنزن



۱،۲،۳-تری نیترو بنزن

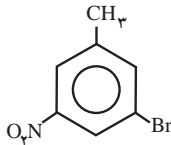


۱،۲،۴-تری نیترو بنزن

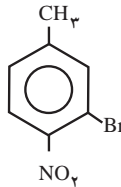


۱،۳،۵-تری نیترو بنزن

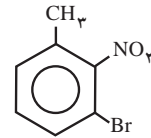
پاسخ : ب) برمو نیترو تولوئن



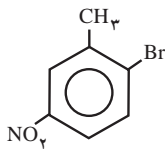
۳-برمو - ۵-نیترو تولوئن



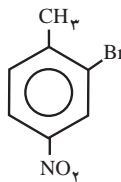
۳-برمو - ۴-نیترو تولوئن



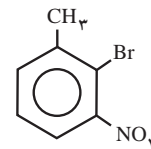
۳-برمو - ۲-نیترو تولوئن



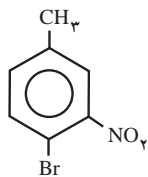
۲-برمو - ۵-نیترو تولوئن



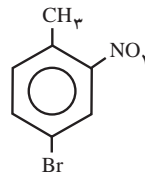
۲-برمو - ۴-نیترو تولوئن



۲-برمو - ۳-نیترو تولوئن



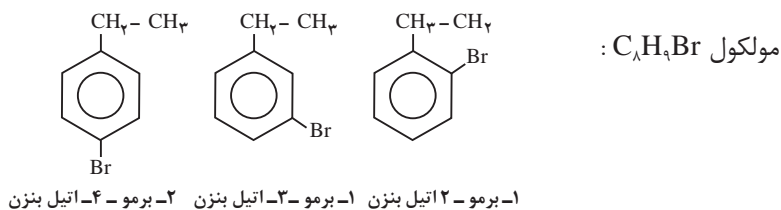
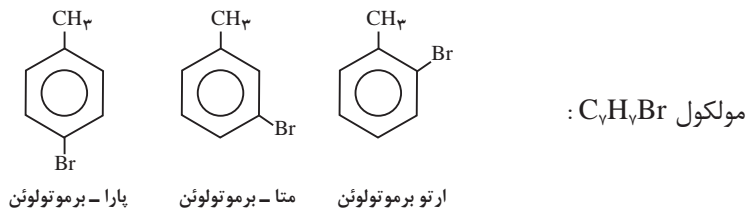
۴-برمو - ۳-نیترو تولوئن



۴-برمو - ۲-نیترو تولوئن

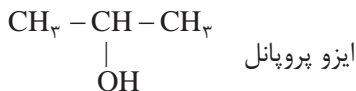
۴ نام تمام ترکیب‌های آروماتیکی (مشتق شده از بنزن) را که دارای فرمول مولکولی C_8H_9Br و C_7H_7Br هستند، بنویسید.

پاسخ :



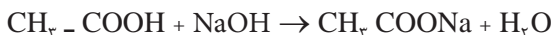
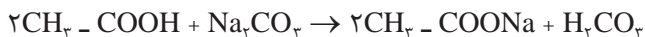
۵ متیل الکل را متانول و اتیل الکل را اتانول نیز می‌نامند. از پروپان چه الکلی مشتق می‌شود؟ آیا از این هیدروکربن تنها یک الکل مشتق می‌شود: نام الکل یا الکل‌های مشتق شده از پروپان را بنویسید.

پاسخ :



۶ استیک اسید یک اسید ضعیف است؛ با وجود این، در بسیاری از واکنش‌های خود مانند اسیدهای معمولی عمل می‌کند. معادله واکنش استیک اسید را با سدیم کربنات و سدیم هیدروکسید بنویسید.

پاسخ :

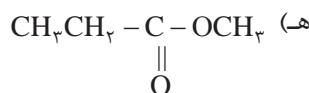
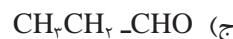
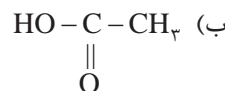


۷ چرا روغن‌ها را باید در ظرف‌های در بسته نگه داشت تا فاسد نشوند؟

پاسخ :

زیرا روغن‌ها (استرهای سیر نشده) در برابر هوا فاسد می‌شوند.

۸ کدام یک از فرمول‌های ساختاری زیر فرمول یک الکل، یک کربوکسیلیک اسید و یک آلدهید است؟

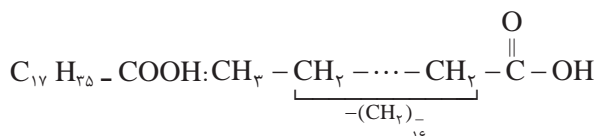


پاسخ :

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| الف) اتیل متیل اتر (اتر) | ب) استیک اسید (اسید) |
| ج) پروپانال (آلدهید) | د) پروپانل (الکل) |
| هـ) متیل پروپیونات (استر) | |

۹ استئاریک اسید یک اسید سیر شده زنجیری با ۱۸ اتم کربن است، که در شمع‌سازی (شمع بی اشک) از آن استفاده می‌شود، ساختار استئاریک اسید را رسم کنید.

پاسخ :



جدول ارزشیابی فصل به کارگیری ترکیبات آروماتیک و آلی اکسیژن دار

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نمره
ترکیبات آلی آروماتیک و اکسیژن دار	به کارگیری ترکیبات آروماتیک	ترکیبات آروماتیک، ترکیبات آلی اکسیژن دار و آمین ها را از روی ساختار و خواص آنها تشخیص دهد.	بالاتر از حد انتظار	<div>■ آروماتیک های چند حلقه را شرح دهد.</div> <div>■ ساختار چربی ها و واکنش صابونی شدن را بنویسد.</div>	۳
	به کارگیری ترکیبات آلی اکسیژن دار و نیتروژن دار		در حد انتظار	<div>■ ساختار بنزن و مشتق های ساده آن را بررسی کند.</div> <div>■ گروه های عاملی را در ترکیبات اکسیژن دار و نیتروژن دار تشخیص دهد.</div> <div>■ روش تهیه و کاربرد چند ترکیب اکسیژن دار را شرح دهد.</div>	۲
			پایین تر از حد انتظار	موارد بالا را با بیش از یک اشتباه انجام دهد.	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی فصل از ۳				
	نمره فصل از ۲۰				

فصل ۵

کسب اطلاعات فنی



جلسه	فعالیت های یادگیری ساخت یافته
جلسه اول	توانایی درک مطلب متن معرفی صنایع شیمیایی با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن دسته بندی صنایع شیمیایی با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن فرایند تقطیر با کمک تصویر و فیلم
جلسه دوم	توانایی درک مطلب متن فرایند کریستالیزاسیون با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن جذب با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن استخراج با کمک تصویر و فیلم
جلسه سوم	توانایی درک مطلب متن آلودگی هوا با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن تجهیزات حفاظت فردی با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن صافی ها با کمک تصویر و فیلم
جلسه چهارم	توانایی درک مطلب متن تاریخچه نفت خام با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن هیدروکربن های نفت خام با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن استخراج نفت خام با کمک تصویر فیلم
جلسه پنجم	توانایی درک مطلب متن معرفی وسایل آزمایشگاهی با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن معرفی بشر، ارلن، بالن حجمی با کمک تصویر و فیلم
جلسه ششم	توانایی درک مطلب متن کالبراسیون دماسنج با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن تعیین نقطه ذوب یخ در آزمایشگاه با کمک تصویر و فیلم
	توانایی درک مطلب متن تعیین نقطه جوش آب با کمک تصویر و فیلم
جلسه هفتم	ارزشیابی

فصل «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری پیوسته و همیشگی و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش استخراج اطلاعات فنی مورد نیاز از متن‌های فنی، نمودارها، نقشه‌ها و جدول‌های غیرفارسی، راهنمای تجهیزات آزمایشگاهی و صنعتی و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای انجام شده است. بنابراین هدف این فصل توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای هنرجویان بعد از اتمام دوره تحصیلی هنرستان است و به این ترتیب هنرجو باید بتواند در تمام عمر و در دنیای متغیر و متحول کار و فناوری اطلاعات خود را به روزرسانی کند. تدریس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد. هنرآموزان محترم توجه کنند که از بین چهار مهارت زبانی Listening، Speaking، Reading و Writing، بر مهارت خواندن و درک مطلب تمرکز شود. سعی شده است سه مرحله خواندن شامل Pre-reading، While-reading و Post-reading در تمامی فصل رعایت شود. همچنین در متن درس لغت‌های جدید زیادی وجود دارد که با روش‌های مختلفی سعی شود، هنرجو به مفهوم آنها برسد، بدون اینکه به طور مستقیم، لغت را به فارسی معنی کند. البته بر حسب سطح دانش هنرجویان کلاس، می‌توان برنامه‌ریزی کرد تا کلیه واژگان انگلیسی توسط هنرجویان به صورت گروهی یا فردی و یا هنرآموز تهیه شود و در ارزشیابی پایانی نیز در اختیار هنرجویان قرار گیرد. در این فصل هنرجویان با صنایع شیمیایی، تصفیه هوا، نفت خام و وسایل آزمایشگاهی و کالبره کردن دماسنج انبساطی به زبان انگلیسی آشنا می‌شوند. آموزش این فصل به صورت تدریس نظری و عملی پیش‌بینی شده است. لازم است که هنرآموزان محترم با آموزش و راهنمایی هنرجویان، به طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرامی توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام دادن وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین و غیره) و کار گروهی (حضور فعال در فعالیت‌های گروهی) توجه ویژه داشته باشند.

بسم الله الرحمن الرحيم

In the name of Allah, the compassionate, the merciful

اللهم اخرجنى من ظلمات الوهم

Oh Allah bring me out of the darkness of misunderstanding

و اكرمنى بنورفهم

And honour me with the light of under standing

اللهم افتح علينا ابواب رحمتك

Oh Allah, open the gates of your mercy to us

وانشر علينا خزائن علومك

And unfold us the treasury of your infinite knowledge

برحمتك يا ارحم الراحمين

May your mercy be upon us, you are all merciful

Word List

در صورت صلاحدید هنرآموز محترم، در ابتدای درس، مطالب و لغات زبان انگلیسی هنرجویان برای سال‌های تحصیلی هفتم تا یازدهم مرور شود.

Map of the Specialized English Language of Chemical Industries —

Part 1: Chemical industries

Chemical industries

Iran: A land of opportunity

Structure of the chemical industry

Traditional chemical engineering processes

✓Distillation

✓Crystallization

✓Adsorption

✓Membrane processes

✓Absorption and stripping

✓Extraction

Branches of various chemical industries

Part 2: Air purification

Air purification

Personal protective equipment

Filtration

Part 3: Crude oil

Crude oil

History of oil in Iran

Hydrocarbons in crude oil

Elemental composition of petroleum

Petroleum colour and viscosity

Crude oil refinery

Part 4: Chemical laboratory equipment

Chemical laboratory

Calibration of thermometer

- ✓Procedure
- ✓Calibration at the ice point of water
- ✓Calibration at the boiling point of water
- ✓Air temperature

Part One: Chemical industries

Match the pictures with phrases.

A



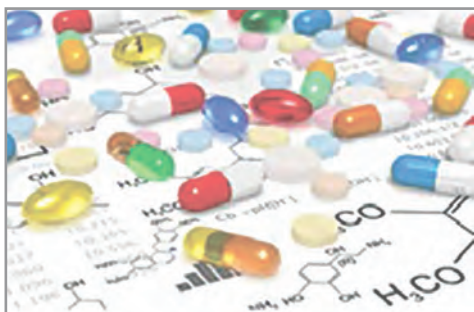
3. Oil, gas and petrochemicals

B



4. Agriculture

C














2. Drug

D



1. Water purification

Read and According to the below text, answer the following questions.

Economy and demographics	Iran's Petro chemical industry
 Second Largest economy in the Middle East and North Africa, after Saudi Arabia	 Second-Largest. gas reserves globally 34 trillion cubic feet.
 Production capacity expected to reach 180 mt/g by 2025	 4.8 Percent of the global petrochemical market
 Population: 80.8 million	 Controlled by the National petrochemical company (NPC)
 High levels of education: 71 percent of 18-24 year olds are enrolled in tertiary education.	 52 Petrochemical plants with a total production capacity of about 60 mt and an output of 51 mt (2016)
 Diversified economy: 18th largest automaker in the world, 14th largest steel producer.	 Production capacity expected to reach 180 mt per year by 2025
	 Key export partners: methanol, urea, Polyolefins, ammonia, monoethylene glycol (meg) and para-xylene.

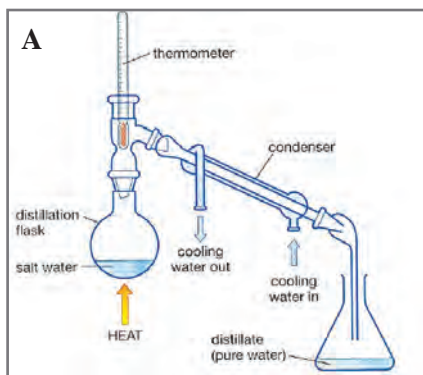
A. Choose the best answer.

- Iran is ~~(the first/)~~ the second largest economy in the Middle East and North Africa.
- In Iran, (~~population/~~ production capacity) is expected to reach 180 mt/y by 2025.

B. True/False

- Iran's petrochemical industry is ~~the largest~~ gas reserves globally. **False**
- Key export products of Iran are methanol, urea, polyolefins, ammonia, monoethylene glycol (meg) and para-xylene. **True**

Match the pictures with the words and phrases.



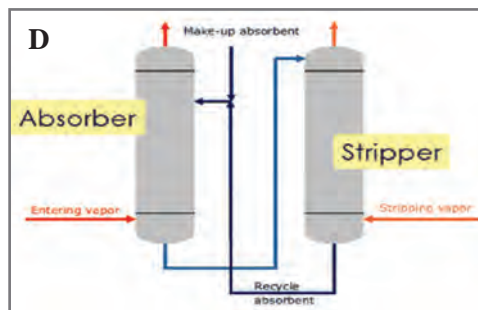
2. Distillation



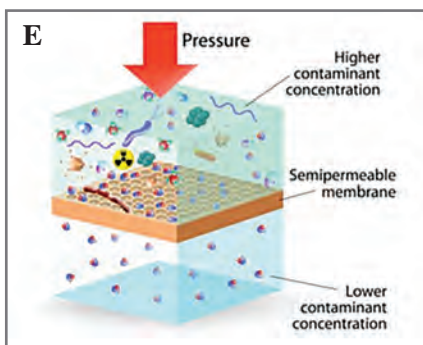
1. Crystallization



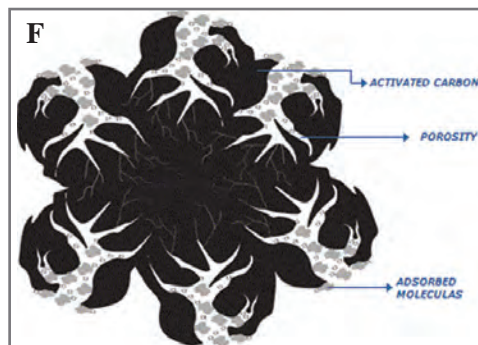
6. Extraction



5. Absorption and stripping

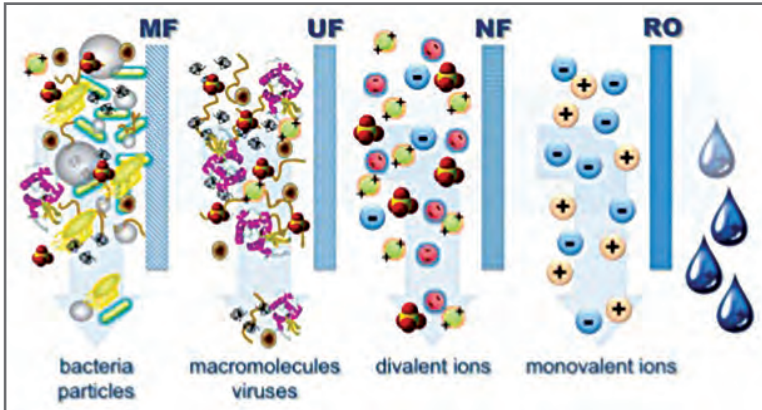


3. Membrane processes



4. Adsorption

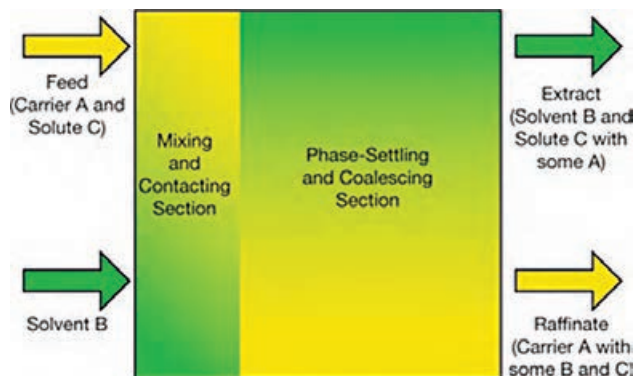
Look and then answer the questions with your own knowledge.



Membrane processes

- 1 Which filtration system is good for drinking water? (RO/MF)
- 2 Which filtration system is not commonly used for distilled water? (MF/None of them)
- 3 Which filtration system is suitable for deionized water? (All of them/RO)

Fill in the blanks with the given words.



Part Two: Air purification

Match the pictures with phrases.

A



4. Air pollution

B



1. Burning waste

C



6. Forest fires

D



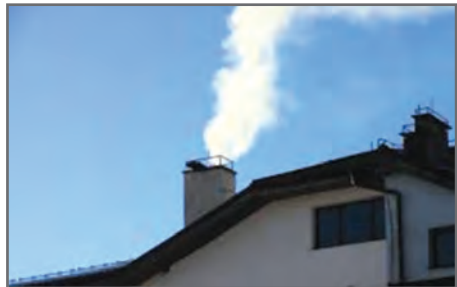
2. Vehicular emissions

E



3. Air purification

F



5. Household combustion devices

■ Use the appropriate phrases in parentheses.



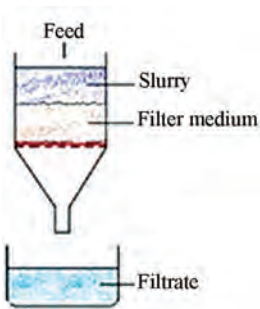
Clean air



Polluted air

Which one is better? (Clean air/~~Polluted air~~)
(Clean air/~~Polluted air~~) is synonym of fresh air.
(~~Clean air~~/Polluted air) is opposite of fresh air.

Match the words and phrases with your own knowledge.

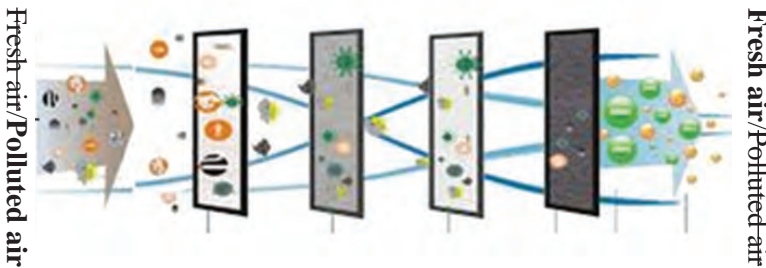


Word	Phrase
Feed, Slurry	Suspension to be filtered
Filter medium	Porous medium used to retain solid
Filter cake	Accumulated solids on the filter
Filtrate	Clear liquid passing through the filter

■ Choose the best answers.

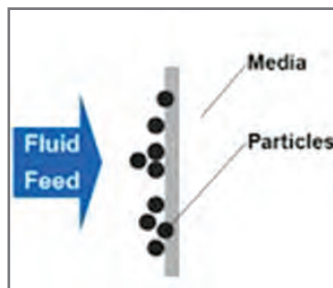
✓ A (filter cake/filtrate) is formed by the substances that are retained on a filter. The filter cake grows in the course of (filtration/filtrate), becomes “thicker” as particulate matter is being retained.

✓ Due to the deposition of (solids/liquids), the thickness of filter cake is (decreased/increased) and so it makes a limitation to further filtration.

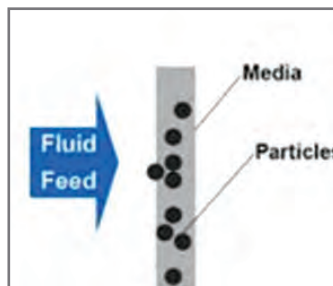


■ Which one is Surface Filtration or Depth Filtration?

Surface Filtration



Depth Filtration



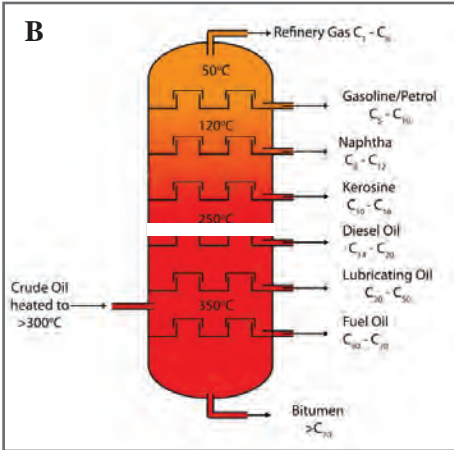
Part Three: Crude oil

Match the pictures with phrases.

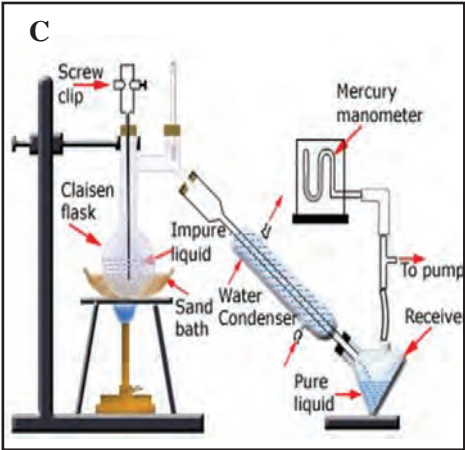
A



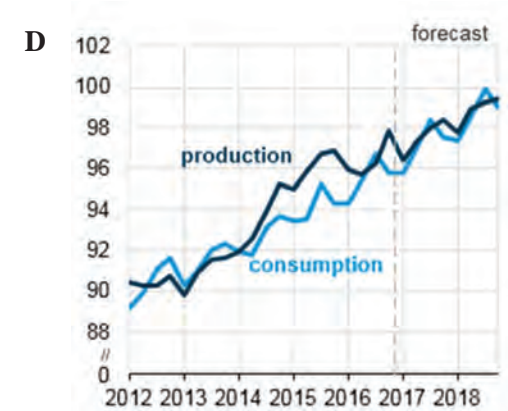
2. Crude oil



1. Crude oil distillation

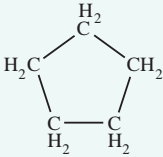
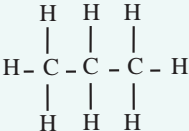
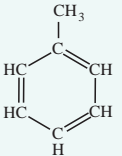
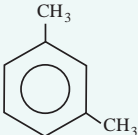


4. Vacuum distillation

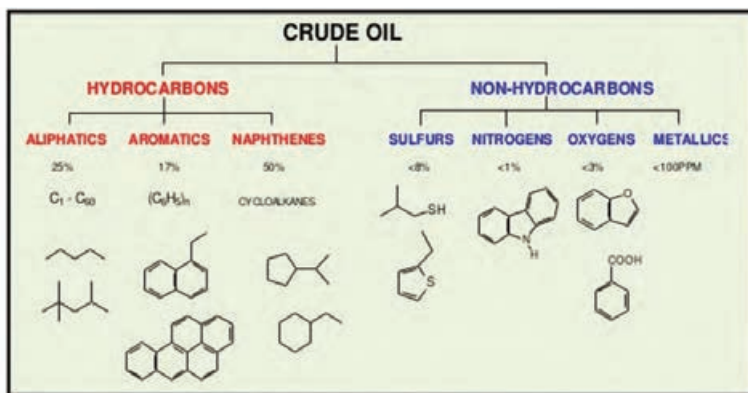


3. World fuels production/consumption (mb/d)

■ Choose the best answer with your own knowledge.

	Cyclopentane or Cyclohexane
	Butane or Propane
	Benzene or Toluene
	Xylene or Toluene

■ Look, Read and Practice.



■ B. True/False

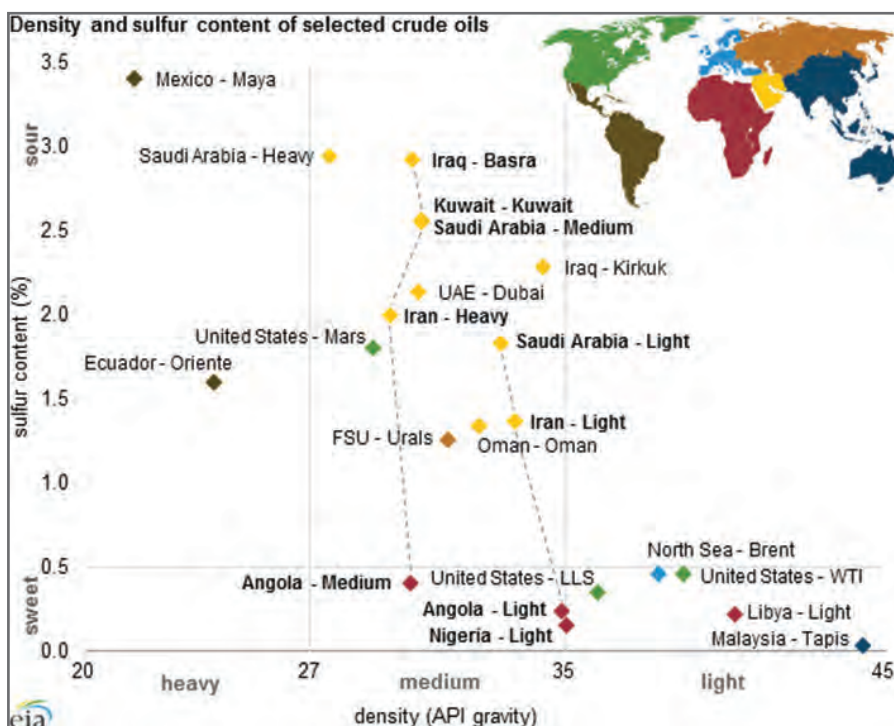
1 $(C_6H_5)_n$ is an aliphatic hydrocarbons. **False**

2  is a hydrocarbon substance in crude oil. **True**

3 Benzoic acid ($C_7H_6O_2$) is a colourless crystalline solid and a simple aromatic carboxylic acid. **True**

4 Cycloalkanes are also called naphthenes. **True**

Look at the picture carefully and then fill in the blanks with appropriate words.



_Types of selected crude oil of Iran are **Light** and **Heavy**.

_The density of Iran-Light crude oil is **34 API**, approximately.









_ Sulfur content of Iran-Heavy crude oil is about **2%**.

■ **Choose the appropriate words with your own knowledge.**

(~~Extraction~~/Distillation) is the process in which the components of a liquid mixture are separated by heating it to a certain temperature and condensing the resulting vapors. This process, which is a (physical/~~chemical~~) separation process and not a (physical/~~chemical~~) reaction, is a unit operation of practically universal importance in chemical industries.

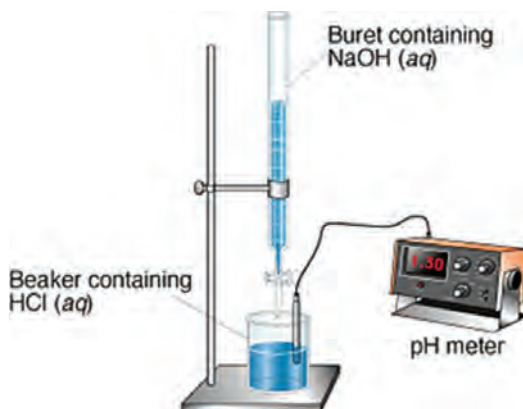
Part Four: Chemical laboratory equipment

Match the pictures with phrases.

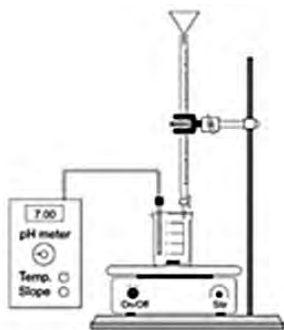
A.		8. Thermometer
B.		1. Safety goggle
C.		2. Beaker
D.		3. Erlenmeyer flasks
E.		7. Pipette
F.		5. Cylinders
G.		4. Burette
H.		6. Test tube

■ Fill in the blanks with the given phrases.

pH _meter, Beaker, Burette



1 Which titration setup is good for you? pH meter method or colour indicator method.



A: PH-meter method



B: Colour indicator method

Answer: pH is a measure of the concentration of hydronium (H_3O^+) ions in an aqueous solution. It is measured on a negative logarithmic scale from 0 to 14. Acidic solutions are below pH 7, with 0 being the most acidic. Basic solutions are above pH 7, with 14 being the most basic. A solution with a pH of 7 is considered

neutral. An example of a neutral solution is pure water at room temperature.

In the science classroom, there are many activities that require pH testing. They include chemistry titrations, environmental science water quality testing, and biological processes labs. As science teachers plan these activities, they may be overwhelmed by the variety of testing options available, including liquid pH indicators, pH test papers, and pH meters. Some activities clearly specify the type of measurement tool to be used, while others do not.

Liquid acid-base indicators are weak organic acids or bases that present as different colours in their acid and base forms. An indicator has a specific pH range over which it changes from its acid form to its base form. An indicator is not useful outside its pH range because the indicator does not change colour over these pH values. Some of the most widely-used pH testing tools are pH indicators, including phenolphthalein (range pH 8.2 to 10.0; colourless to pink), bromthymol blue (range pH 6.0 to 7.6; yellow to blue), and litmus (range pH 4.5 to 8.3; red to blue). There are problems to using pH indicators. The test sample should be fairly colourless to clearly see the indicator's colour change. Also, the indicators fundamentally measure pH at a low accuracy.

The pH meters measure a solution's pH by measuring the electrical potential difference between the pH electrode and a reference electrode. The pH meters are useful for advanced science, college, or research works. The pH meters require calibration and more upkeep than other pH testing equipment.

Calibration of thermometer

In this section, we explain how to calibrate a stem-type thermometer and how to use it to correctly measure the air temperature of the laboratory.

جدول ارزشیابی فصل کسب اطلاعات فنی

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کسب اطلاعات فنی	تصویر فرایندهای شیمیایی را به معادل‌های انگلیسی آن مرتبط کند.	به کارگیری مفاهیم اصلی صنایع شیمیایی و کتابچه راهنمای ابزار و دستگاه‌ها (به زبان انگلیسی)	بالاتر از حد انتظار	با استفاده از کاتالوگ انگلیسی دماسنج‌ها را تنظیم کند.	۳
	در حد انتظار		تصویر اصطلاحات و وسایل آزمایشگاهی را به معادل انگلیسی آنها ارتباط دهد.	۲	
	پایین تر از حد انتظار		مفهوم ساده‌ای از تعاریف و کالیبراسیون دماسنج را به فارسی بگوید.	۱	
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی فصل از ۳					
نمره فصل از ۲۰					

- ۱ برنامه درسی رشته صنایع شیمیایی ۱۳۹۳، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- ۲ مارتین سیلبربرگ، اصول شیمی عمومی، جلد اول و دوم، ترجمه مجید میرمحمد صادقی، غلامعباس پارسا، محمدرضا سعیدی، ۱۳۹۳، مرکز نشر نوپردازان.
- ۳ رابرت اسموت، ریچارد اسمیت، شیمی عمومی با نگرش کاربردی، جلد ۲ و ۳ ترجمه منصور عابدینی، علی سیدی، چاپ هفتم، ۱۳۹۰، انتشارات فاطمی.
- ۴ غلامعباس پارسا، علی پورجوادی، افشین شفیع، مهدی جلالی هروی، مجتبی باقرزاده، شیمی با نگرش تحلیلی، جلد ۲ و ۳، چاپ اول، ۱۳۸۸، انتشارات فاطمی.
- ۵ صدیقه عدنانی، مریم سراجیان، فاطمه محسنی، محلول‌ها، ۱۳۸۳، انتشارات محراب قلم.
- ۶ محمد امیری، شهرام تنگستانی‌نژاد، احمدرضا اسمعیل بیگ، شیمی تجزیه (۱)، ۱۳۹۳، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۷ اسگوک، وست، هالر، ترجمه ویدا توسلی، هوشنگ خلیلی، علی معصومی، مبانی شیمی تجزیه، جلد اول ۱۳۸۷، مرکز نشر دانشگاهی تهران، چاپ نهم.
- ۸ آزمایشگاه شیمی عمومی، محمد رزمجو، ۱۳۷۸، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
- ۹ احمد خواجه نصیر طوسی، شیمی و جامعه، ۱۳۷۲، انتشارات فاطمی.
- ۱۰ علی افضل صدی، شیمی عمومی، ۱۳۷۷، نشر نی.
- ۱۱ احمد خواجه نصیر طوسی، علی سیدی، شیمی عمومی با نگرش کاربردی، ۱۳۷۸، نشر فاطمی.
- ۱۲ چارلز مورتمبر، شیمی عمومی، ۱۳۷۷، نشر علوم دانشگاهی.
- ۱۳ منصور عابدینی، شیمی عمومی، ۱۳۹۴، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۱۴ علی سیدی اصفهانی، شیمی آلی، ۱۳۹۳، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

- ۱۵ Organic Chemistry, Jonathan Clayden Nick Greeves Stuart Warren, SECOND EDITION, Oxford University Press, 2012.
- ۱۶ Complete Chemistry for Cambridge IGCSE , Second Edition, RoseMarie Gallagher Paul Ingram, Oxford University Press, 2007.
- ۱۷ Steven S.Zumdahl, Susan A.Zumdahl - Chemistry - An Atoms First Approach (c2016, Cengage Learning)
- ۱۸ Raymond Chang, Jason Scott Overby - General Chemistry - The Essential Concepts, 6th Edition (2011, McGraw-Hill Companies),
- ۱۹ Daniel Vallero, "Fundamentals of Air Pollution", Elsevier, 5th edition, 1994, ISBN: 9780124017337.
- ۲۰ Stephen T. Holgate, Hillel S.Koren, Jonathan M. Samet, and Robert L. Maynard, "Air Pollution and Health", Academic Press, 1999, eBook ISBN:9780080526928.
- ۲۱ Warren L.McCabe, Julian C. Smith, and Peter Harriott, "Unit Operation of Chemical Engineering", McGraw-Hill, 1985, ISBN:0070448280.
- ۲۲ Jozef "Markos, Mass Transfer in Chemical Engineering Processes", InTech 2011, ISBN-13: 9789533076195.
- ۲۳ Standey M Walas, "Chemical Process Equipment", Butterworth-Heinemann Publications, 2010, ISBN: 978-12-372506-6.

