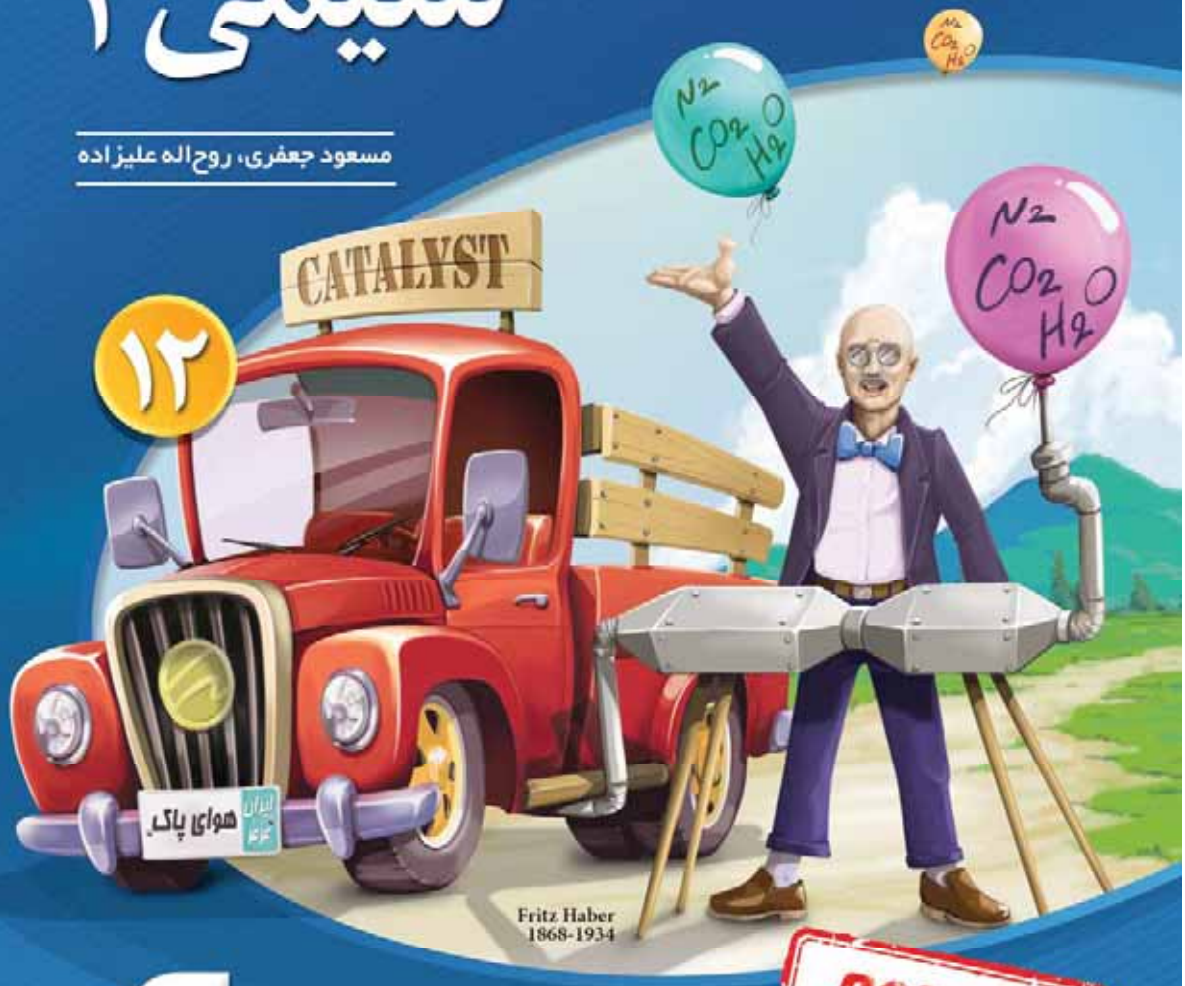
درس‌نامه + پرسش‌های چهارگزینه‌ای + پاسخ‌های کاملاً تشریحی

شیمی ۳

مسعود جعفری، روح‌اله علیزاده



جلد دوم

- شامل فصل‌های سوم و چهارم

نشر الگو

مقدمهٔ مؤلفان

به نام هستی بخش

از سال ۹۵ که تغییرات زیادی در محتوای کتاب‌های شیمی به وجود آمد و کتاب‌های درسی شیمی با رویکرد زمینه‌محور چاپ شد، ما نیز با کتاب‌های نسل جدید شیمی نشر الگو در مسیر جدیدی قدم نهادیم و از همان ابتدا سعی کردیم بر اساس یک سری اصول استاندارد و علمی به دنبال تولید محتوا، تست و کلاس درس باشیم و کتابی بنویسیم که فرایند آموزش درس شیمی را تقویت نماید و برای دانش‌آموزان عزیز این امکان را فراهم آورد که با استفاده از کتاب‌های شیمی نشر الگو بتوانند مفاهیم کتاب درسی را به‌طور کامل و مفهومی بیاموزند و برای شرکت در آزمون‌های مختلف و به ویژه کنکور سراسری آماده شوند. البته با مشورت گرفتن از بسیاری از دبیران عزیز، محتوای کتاب را طوری تنظیم کردیم که دبیران گرامی بدون هیچ‌گونه چالشی در کلاس‌های مدارس و در کنار آموزش خوب خود از این کتاب نیز به عنوان یک منبع تستی که خط به خط کتاب درسی را با پرسش‌های استاندارد پوشش داده است، استفاده کنند.

سطح سؤالات این کتاب، کاملاً منطقی و استاندارد برای آموزش و همچنین سنجش است. البته گروه شیمی نشر الگو برای اهداف مختلف خود، کتاب‌های متنوعی تولید کرده است که هر کدام در بخشی از فرایند آموزش مفهومی به دانش‌آموزان عزیز کمک می‌کنند. شما باکتاب‌های تست نشر الگو می‌توانید تمام نکات کتاب درسی و نکات کنکوری را بیاموزید و با تست‌های کاملاً استاندارد، بر مطالب مسلط شوید. با کتاب‌های موج‌آزمون می‌توانید با استفاده از تعداد زیادی آزمون استاندارد، هنر تست‌زنی و آزمون دادن خود را تقویت کرده و با سبک آزمون‌محور، مطالب را دوره کنید. همچنین، باکتاب‌های جمع‌بندی نشر الگو می‌توانید پس از اتمام هر فصل، خیلی سریع مطالب را دوره کنید. به هر حال برای رسیدن به درصدهای خیلی بالا در درس شیمی، ما کتاب‌های ویژه‌ای برایتان تولید کرده‌ایم و این کتاب‌ها را به تمام دانش‌آموزان عزیز و دوست داشتنی پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم تقدیم می‌کنیم.

اما مختصری هم در رابطه با ساختار کتاب تست شیمی دوازدهم نشر الگو با هم صحبت کنیم. این کتاب قسمت‌های مختلفی دارد که در ادامه به معرفی آن‌ها می‌پردازیم .

۱- خلاصهٔ نکات مهم، در ابتدای هر فصل

در ابتدای هر فصل، بخشی طراحی شده است که در آن، تمام مطالب فصل به صورت خلاصه‌های جعبه‌ای و نموداری بیان شده است. با استفاده از این قسمت، شما می‌توانید مطالب اصلی را خیلی سریع مرور کنید.

۲-مجموعه تست کامل با توجه به سبک جدید کنکورهای سراسری، با تعداد تست منطقی.

در زیر، به توضیح ویژگی تست‌های این کتاب می‌پردازیم:

الف) تعداد مناسب سؤال‌های تالیفی: درتست‌ها، از انواع تیپ‌های سؤال‌های کنکور سراسری استفاده شده است تا همهٔ مطالب و سؤالات بیان شده در قسمت‌های مختلف کتاب درسی، به‌طور کامل پوشش داده شوند و نکتهٔ مبهمی باقی نماند.

ب) با توجه به اینکه یکی از ویژگی‌های کتاب شیمی، تصویرمحور بودن آن است، برای تمام شکل‌های کتاب درسی، تست‌های دقیق و نکته‌داری طرح شده است.

پ) سؤالات شمارشی، تیپ جدیدی از سؤالات هستند که در کنکور چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند. به همین دلیل تلاش شده است که از این نوع سؤال‌ها، به‌طور کنترل‌شده و با برنامه و البته منطقی، در میان تست‌ها استفاده شود، تا دانش‌آموزان به خوبی با این نوع از سؤال‌ها آشنا شوند.

ت) طراحی سؤالات به گونه‌ای است که سطح آن‌ها به ترتیب به صورت ساده، متوسط و دشوار می‌باشند و در پاسخ‌نامه، سطح سؤالات ساده، متوسط و دشوار به ترتیب با حروف A، B و C نمایش داده شده است.

ث) جهت تسلط بیشتر دانش‌آموزان، بعد از چند زیرفصل، تعدادی سؤال با عنوان سؤالات ترکیبی، از مفاهیم این زیرفصل‌ها طراحی شده است تا به مرور مطالب و عمق‌بخشی به یادگیری دانش‌آموزان کمک کند.

ج) به منظور آشنایی شما با سؤالات کنکور، در هر زیرفصل که سؤال کنکوری داشته است، سؤالات جدید کنکوری آن زیر فصل را در کادری مجزا قرار دادیم.

چ) در انتهای سؤالات هر فصل، تعدادی سؤال ترکیبی از کل فصل طراحی شده است که پاسخ به این سؤالات، نیاز به اشراف دانش‌آموزان به کل مطالب فصل دارد و توصیهٔ ما این است که بعد از مطالعهٔ مطالب هر فصل، به این نوع از سؤالات پاسخ داده شود.

ح) تست‌های منتخب نیز یکی دیگر از ویژگی‌های این کتاب است. برای دانش‌آموزانی که تمایل دارند با حل تعدادی تست در زمان کمتر، توانایی لازم برای شرکت در آزمون‌ها و امتحانات مدارس را کسب کنند، سؤالاتی با علامت ( ) طراحی شده است که مهم‌ترین سؤالات در آن مبحث می‌باشند.

خ) در انتهای فصل، بخشی با عنوان «سؤالات سطح دوم» طراحی گردیده است که در این بخش، تعدادی سؤال دشوار قرار داده شده است تا نیاز دانش‌آموزانی که تمایل به حل سؤالاتی با سطح بالاتر دارند را برطرف کنیم. بهتر است که پس از حل و بررسی کامل سؤالات معمولی، سؤالات سطح دوم را حل کنید تا اثر بیشتری در یادگیری شما داشته باشد.

۳- آموزش مفاهیم و نکات کتاب درسی به همراه نکات کنکوری در قالب کلاس درس

الف) برای آموزش مطالب، ما فکر کردیم که همانند کلاس‌های درسمان می‌خواهیم به شما آموزش دهیم و دقیقاً فضای یک کلاس درس را برای شما تداعی نموده‌ایم. به همین دلیل، عنوان کلاس درس را برای این قسمت انتخاب کردیم و تمام مطالب لازم برای یادگیری کامل هر زیرفصل را در آن‌ها به صورت منظم بیان کردیم.

ب) در انتهای برخی از کلاس‌های درس، جمع‌بندی مطالب کلاس درس بیان شده است. این قسمت به منظور دورهٔ راحت و سریع مطالب و جلوگیری از فراموشی، طراحی شده است.

۴- پاسخنامهٔ کاملاً تشریحی به همراه بررسی تمامی گزینه‌ها و عبارت‌ها

الف) اگر نتوانستید به تستی پاسخ دهید، اصلاً نگران نباشید و به پاسخ‌های تشریحی این کتاب مراجعه کنید.

ب) در کلاس‌های درس و همچنین پاسخنامهٔ تشریحی، نکات اصلی و مهم، برجسته شده است که این موضوع به ماندگاری این نکات در ذهن شما کمک خواهد کرد.

کلام آخر: کتاب ما، قطعاً ماحصل یک کار گروهی و منسجم بوده است. بدون یاری و مهربانی و دقت دوستانی که در زیر نامشان را می‌آوریم، قطعاً کار ما به سرانجام نمی‌رسید:

- از همکاران گرامی، آقایان، سعید نوری، مسعود علوی امامی، رضا رضوی، محمدرضا زهره‌وند و ایمان حسین‌نژاد که ویرایش علمی کتاب را انجام دادند، تشکر می‌کنیم.
- از دانشجویان با دقت که از نخبگان کنکور هستند، خانم‌ها محبوبه بیک‌محمدی و شهرزاد حسین‌زاده و آقایان متین هوشیار و میلاد شیخ‌الاسلامی که ویراستاری و نمونه‌خوانی کتاب بر عهدهٔ آن‌ها بود و همچنین از خانم نجمه بوریاباف (ویراستار نشر الگو) سپاسگزاریم.
- واحد تألیف انتشارات الگو به سرپرستی سرکار خانم سکینه مختار که در فرایند تهیهٔ کتاب زحمات زیادی در ساعات اداری و حتی روزهای تعطیل داشتند، سپاس ویژه‌ای از تلاش و پیگیری بی‌وقفهٔ آن‌ها داریم.

سربلند و اثرگذار باشید.

جعفری، علیزاده

فهرست

فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

خلاصهٔ نکات و مفاهیم اصلی ۲

پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۱۱

سؤالات سطح دوم ۴۹

پاسخ‌های کلیدی ۵۲

پاسخ‌های تشریحی (همراه درسنامه) ۵۴

فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

خلاصهٔ نکات و مفاهیم اصلی ۱۴۴

پرسش‌های چهارگزینه‌ای ۱۵۳

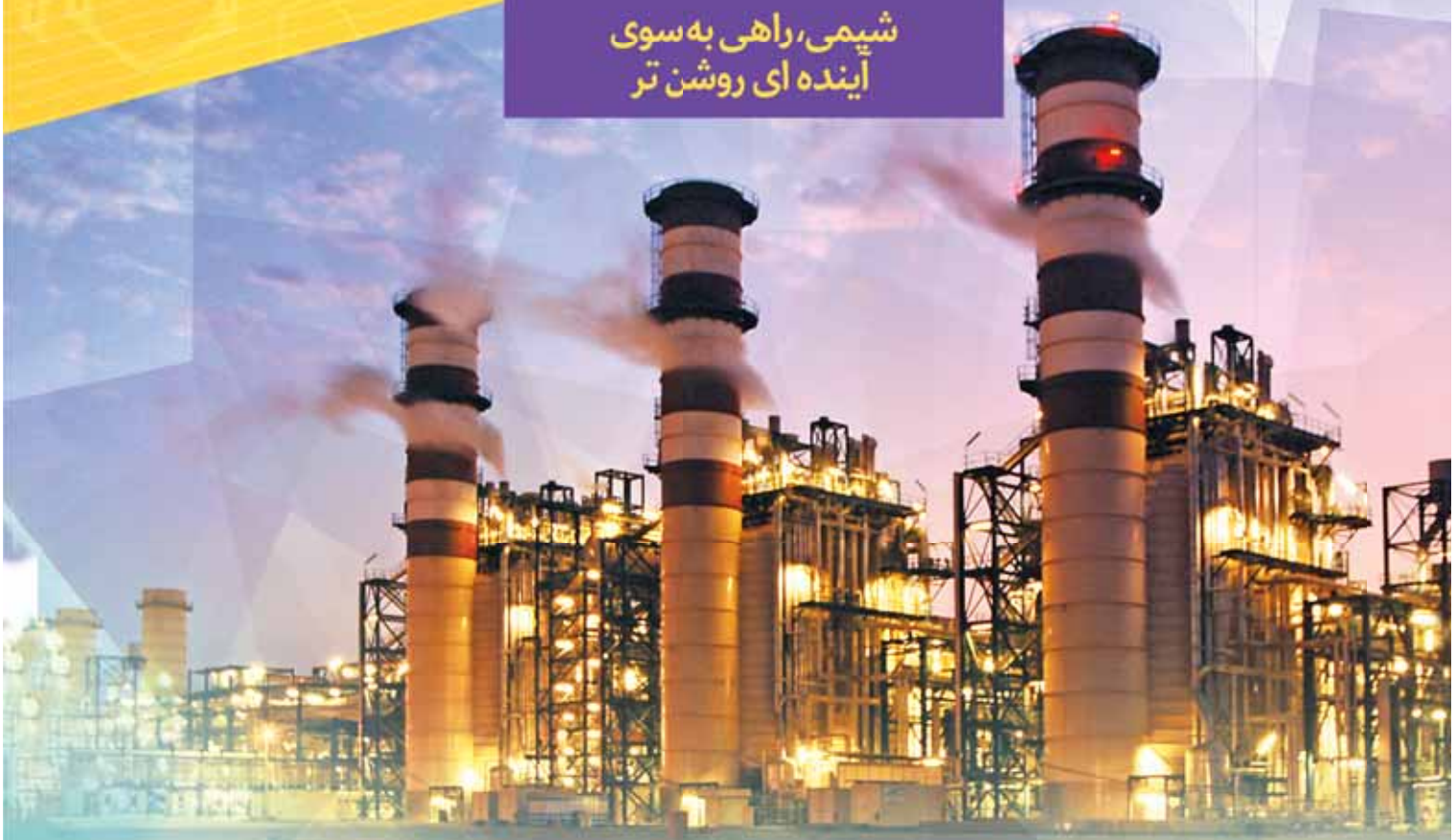
سؤالات سطح دوم ۲۰۸

پاسخ‌های کلیدی ۲۱۱

پاسخ‌های تشریحی (همراه درسنامه) ۲۱۳

فصل چهارم

شیمی، راهی به سوی آینده ای روشن تر



در ابتدای این فصل، با برخی دستاوردهای شیمی در جهان آشنا می‌شویم و در ادامه مختصری در مورد هوای پاک و آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها صحبت می کنیم. سپس به یکی از موضوعات مهم در شیمی یعنی انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی خواهیم پرداخت و با کاتالیزگرها و نقش آن‌ها در واکنش‌های شیمیایی آشنا می‌شویم. در ادامه، دربارهٔ میدل‌های کاتالیستی در خودروهای دیزلی به‌عنوان راه‌حلی برای حذف یا کاهش آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها صحبت می کنیم. در اواسط فصل، ضمن مرور نکات مربوط به ثابت تعادل، با اصل لوشاتلیه و عوامل مؤثر بر جابه‌جایی تعادل، بحث را دنبال می‌کنیم. سپس فرایند هابر را دوباره بررسی کرده و نکات بیش‌تری در مورد آن می‌آموزیم. در انتهای این فصل در مورد ارزش فناوری‌های شیمیایی و گروه‌های عاملی به‌عنوان کلید سنتز مولکول‌های آلی، پلی‌اتیلن ترفتالات، الگوی تولید و بازیافت آن صحبت می کنیم. آخرین موضوع فصل، روش‌های تهیه متانول و طراحی واکنش‌ها با کم‌ترین آسیب به محیط‌زیست است.

تعداد سوالات فصل

نوع سوال	تعداد	نوع سوال	تعداد
سوالات تألیفی	۳۹۴	سوالات کنکور	۲۴
سوالات ترکیبی	۲۱	سوالات سطح‌دوم	۱۳

فصل چهارم

شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

نقش دانش شیمی در برطرف کردن چالش‌های زندگی

۱- رشد و پیشرفت هر جامعه تنها در سایهٔ تلاش هدفمند و آگاهانه افراد خبره دست یافتنی است.

۲- از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه می‌توان دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری نو را نام برد. چند نمونه از فناوری‌هایی که در آن‌ها دانش شیمی همراه با انگیزه و تلاش راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر را رقم می‌زند عبارتند از:

الف) بهره‌گیری از مبدل کاتالیستی در خودرو

ب) بهره‌گیری از کود شیمیایی سبز

پ) تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند

۳- مجموعهٔ تلاش‌های انسان برای حل مشکلات و چالش‌هایی که با آن‌ها روبه‌رو بوده است، در گذر زمان منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است. یکی از آن‌ها دانش شیمی و فناوری‌های آن است. برخی از دستاوردهای مهم شیمی برای رسیدن به زندگی مدرن امروزی عبارتند از:

۱- فناوری تصفیه آب ۲- فناوری تولید پلاستیک ۳- فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی بیوتیک ۴- فناوری شناسایی و تولید کودهای مناسب ۵- فناوری تولید بنزین ۶- فناوری تولید مبدلهای کاتالیستی ۶- گسترش فناوری‌های صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیک

۴- پیش‌بینی می‌شود که انسان در آینده چالش‌های تازه و حیاتی پیش رو داشته باشد و بدیهی است که برطرف کردن هر یک از آن‌ها به دانش و فناوری‌های پیشرفته‌تری نیاز خواهد داشت. با توجه به کارآمدی علوم تجربی بسیاری بر این باورند که این علوم و از جمله دانش شیمی می‌توانند آیندهٔ روشنی را برای جهان رقم بزنند.

استفادهٔ بهینه و درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می‌کند. اما استفادهٔ نادرست از آن، آثار مخرب‌تر و زیان‌بارتری به دنبال خواهد داشت.

به دنبال هوای پاک

۱- داشتن هوای پاک یکی از چالش‌های مهم و اساسی در جهان امروز می‌باشد زیرا هوای آلوده نفس کشیدن را دشوار و مشکلات تنفسی زیادی را ایجاد می‌کند.

۲- هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.

۳- هوای آلوده شامل گازهای گوناگونی مانند CO، NO، SO_2، O_3، NO_2، ذره‌های معلق و مواد آلی فرار است.

۴- به دلیل وجود آلاینده‌ها هوای آلوده آسیب‌هایی را برای جامعه به همراه خواهد داشت که عبارتند از:

الف) داشتن بوی بد

ب) زشت کردن چهرهٔ شهر

پ) سرعت بخشیدن به فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها

ت) ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ

آلاینده‌های NO، NO_2 و O_3

۱- مقدار این آلاینده‌ها در ساعات ابتدایی روز به دلیل افزایش ناگهانی تعداد خودروهای در حال تردد به بیشترین حد خود می‌رسد.

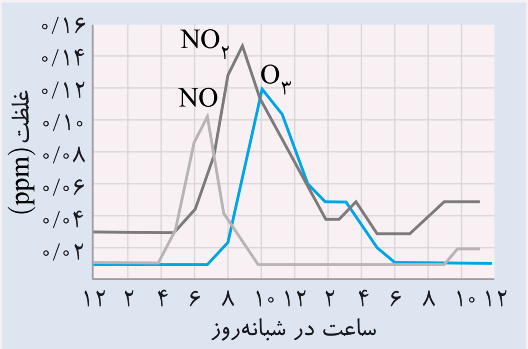
۲- گاز NO در هوای آلوده با گاز اکسیژن واکنش داده و به گاز NO_2 که قهوه‌ای رنگ است تبدیل می‌شود:

$$2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g)$$

۳- اوزون تروپوسفری آلاینده‌ای سمی و خطرناک است که از واکنش میان گازهای NO_2 و O_2 تولید می‌شود:

$$NO_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{\text{نور خورشید}}NO(g)+O_3(g)$$

۴- در ساعاتی از روز با کاهش مقدار گاز NO_2، مقدار گاز O_3 رو به افزایش است زیرا طی واکنش بالا، نور خورشید موجب می‌شود NO_2 مصرف شده و گاز اوزون (O_3) تولید شود.



آلاینده‌های خودرو

۱- آلاینده‌های موجود در خروجی اگزوز خودروها عبارتند از: CO، SO_2، NO و C_xH_y

۲- چگونگی تشکیل آلاینده‌ها در خودرو

۱- **تولید CO**: اگر در سوختن هیدروکربن‌ها غلظت گاز اکسیژن موجود کافی باشد (سوختن کامل)، گاز CO_2 تولید می‌گردد و اگر غلظت گاز اکسیژن موجود کافی نباشد (سوختن ناقص)، گاز CO یا دوده (C) تولید می‌شود.

۲- **تولید SO_2**: در سوخت‌های فسیلی با کیفیت پایین مقداری گوگرد وجود دارد که با سوزاندن این سوخت‌ها در نیروگاه‌ها و خودروها گوگرد موجود در آن‌ها سوخته و تبدیل به گاز SO_2 می‌شود:

$$S(s)+O_2(g)\rightarrow SO_2(g)$$

۳- **تولید NO**: گاز نیتروژن درون موتور خودروها در دمای بالا با گاز اکسیژن واکنش داده و به گاز NO یا NO_2 تبدیل می‌شود:

$$N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$$

۴- **تولید هیدروکربن‌ها (C_xH_y)**: مقداری از هیدروکربن‌های گازی شکل بدون این‌که بسوزند از اگزوز خودروها خارج شده و وارد هواکره می‌شوند.

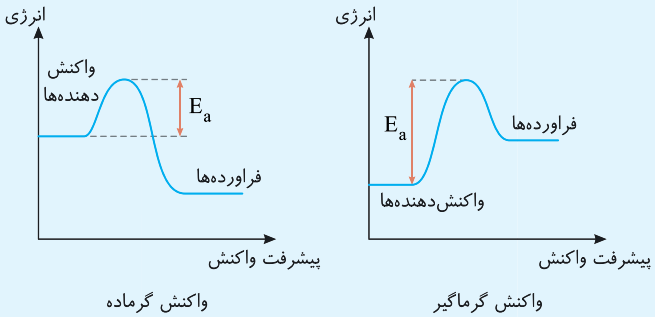
انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی

۱- آشنایی با واکنش‌های شیمیایی و رفتار آلاینده‌ها، انرژی فعال‌سازی و نقش کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی می‌تواند به ما در حل مسئله «چگونگی کاهش آلاینده‌ها در هواکره» کمک کند.

۲- واکنش‌های شیمیایی با سرعت‌های گوناگون انجام می‌شوند. برای نمونه واکنش زنگ زدن آهن کند، درحالی که واکنش سوختن متان تند است.

۳- هر واکنش برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای این‌که یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش‌دهنده‌ها مقدار معینی انرژی داشته باشند که به آن انرژی فعال سازی (E_a) می‌گوییم. یکای E_a کیلوژول است.

۴- نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» برای واکنش‌های گرماده و گرماگیر:



۵- واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده‌ها تبدیل شوند. واکنش‌های شیمیایی صرف‌نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی نیاز دارند.

۶- یکی از راه‌های تأمین E_a، گرما دادن به واکنش‌دهنده‌هاست. همچنین افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود.

رابطهٔ بین E_a و سرعت واکنش

۱- سرعت واکنش با انرژی فعال سازی (E_a) واکنش رابطه عکس دارد:

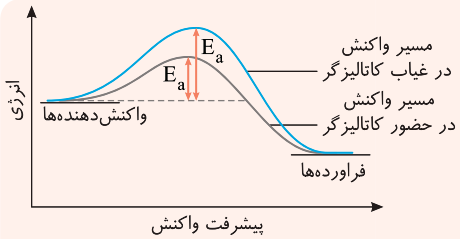
هرچه انرژی فعال‌سازی واکنشی بیشتر ← سرعت آن کمتر ← واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می‌شود.

۲- بزرگ بودن E_a نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها برای رسیدن به فراورده‌ها باید از سد انرژی بیشتری عبور کنند.

۳- افزایش دما ← افزایش انرژی واکنش‌دهنده‌ها ← افزایش شمار ذره‌هایی که در واحد زمان به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند ← افزایش سرعت واکنش

کاتالیزگر

۱- کاتالیزگر ماده‌ای است که با تغییر مسیر واکنش، انرژی فعال‌سازی را کاهش و سرعت واکنش را افزایش می‌دهد، اما آنتالپی واکنش ثابت می‌ماند.



۲- کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند، اما در پایان واکنش مصرف نشده باقی می‌مانند به همین دلیل می‌توان از آن‌ها بارها استفاده کرد.

۳- کاتالیزگرها در صنایع گوناگون سبب کاهش آلودگی محیط زیست می‌شوند زیرا کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال سازی موجب می‌شود واکنش در دمای پایین‌تری (نسبت به حالت انجام واکنش بدون حضور کاتالیزگر) انجام شود. که این موضوع مقدار سوخت مورد نیاز را کاهش داده و موجب می‌شود آلودگی هوا کمتر شود.

۴- برخی واکنش‌ها در صنعت انرژی فعال‌سازی زیادی دارند، از این‌رو فقط در دما و فشار بالا انجام می‌شوند و تولید فراورده‌ها در آن‌ها صرفهٔ اقتصادی ندارد ← برای انجام چنین واکنش‌هایی در دما و فشار پایین و با سرعت مناسب می‌بایست انرژی فعال‌سازی آن‌ها را با استفاده از کاتالیزگر کاهش داد.

کاتالیزگر بر موارد زیر بی‌تاثیر است	کاتالیزگر بر موارد زیر موثر است
۱- انجام‌پذیر بودن یا انجام‌ناپذیر بودن واکنش	۱- مسیر انجام واکنش را تغییر می‌دهد.
۲- ΔH واکنش	۲- کاهش (رفت) E_a و (برگشت) E_a به یک اندازه
۳- سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها	۳- افزایش سرعت واکنش
۴- نوع، مقدار و پایداری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها	۴- کاهش زمان انجام واکنش

واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن در شرایط گوناگون

واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی‌شود، زیرا انرژی فعال سازی این واکنش بسیار زیاد است و در دمای اتاق تامین نمی‌شود. به همین دلیل سرعت این واکنش بسیار ناچیز است.

$2H_2(g)+O_2(g) \xrightarrow{\text{در دمای اتاق}}$ واکنش بسیار کند و تقریباً بی‌اثر

برای اینکه واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق انجام شود می‌توان از دو روش زیر استفاده کرد:

الف) ایجاد جرقه در مخلوط این دو گاز: ایجاد جرقه به طور ناگهانی دمای مخلوط را به شدت افزایش داده و انرژی فعال سازی مورد نیاز برای آغاز واکنش را تامین می‌کند به طوری که این واکنش به حالت انفجاری انجام می‌شود.

ب) استفاده از کاتالیزگرها (مانند پودر روی و توری پلاتینی): کاتالیزگرها با کاهش انرژی فعال سازی سرعت واکنش را افزایش می‌دهند.

$2H_2(g)+O_2(g) \xrightarrow[\text{(کاتالیزگر)}]{\text{در حضور پودر روی، توری پلاتینی}} 2H_2O(l)$ واکنش سریع و انفجاری

ایجاد جرقه در مخلوط این دوگاز و استفاده از کاتالیزگرها آنتالپی واکنش را تغییر نمی‌دهند.

مبدل‌های کاتالیستی

۱- آلاینده‌ها در کسری از ثانیه از موتور خودرو خارج و وارد هواکره می‌شوند. همچنین دمای آن‌ها در این زمان بسیار کوتاه به سرعت کاهش می‌یابد، بنابراین به دام انداختن و انجام واکنش روی این آلاینده‌ها دشوار است.

۲- برای حذف آلاینده‌های CO، NO و C_xH_y قطعه‌ای به نام مبدل کاتالیستی را در مسیر خروج گازها قرار می‌دهند که با انجام واکنش‌هایی می‌تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها شود.

۳- با انجام واکنش‌های گرماده زیرآلاینده‌ها به ترکیب‌های بی‌خطر یا کم‌خطرتر تبدیل می‌گردند:

مصرف CO: $2CO(g)+O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

مصرف C_xH_y: $C_xH_y(g)+(x+\frac{y}{4})O_2(g) \rightarrow xCO_2(g)+\frac{y}{2}H_2O(g)$

مصرف NO: $2NO(g) \rightarrow N_2(g)+O_2(g)$

توجه این واکنش‌ها به دلیل داشتن انرژی فعال‌سازی بالا، فقط در دماهای بالا انجام می‌شوند و در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.

۴- چند مقایسهٔ مهم در رابطهٔ واکنش‌های مصرف CO و NO در مبدل کاتالیستی:

مقایسه میزان گرمادهی: ΔH (واکنش مصرف CO) > ΔH (واکنش مصرف NO)

مقایسه انرژی فعال‌سازی: E_a (واکنش مصرف CO) > E_a (واکنش مصرف NO)

مقایسه سرعت واکنش: R (واکنش مصرف CO) > R (واکنش مصرف NO)

فصل چهارم

شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

شیمی و فناوری

صفحهٔ ۸۹ تا ۹۱ کتاب درسی

۱- کدام گزینه نادرست است؟

۱) رشد و پیشرفت هر جامعه تنها در سایهٔ تلاش هدفمند و آگاهانه افراد خبره، کاردان و ورزیده دست‌یافتنی است.

۲) دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری‌های قدیمی از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه است.

۳) بهره‌گیری از مبدل‌های کاتالیستی در خودرو و کودهای شیمیایی سبز از جمله فناوری‌های شیمیایی است.

۴) تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند از جمله فناوری‌هایی است که دانش شیمی در آن راهی را به سوی آینده‌ای روشن‌تر رقم می‌زند.

۲- همهٔ عبارت‌های زیر درست است، به جز ...

۱) به دلیل کنجکاوی و پرسشگری که یکی از ویژگی‌های ذاتی انسان است، وی پیوسته در پی شناخت محیط پیرامون خود است.

۲) انسان همواره برای زندگی و ادامه آن با چالش‌ها و مشکلات گوناگونی روبه‌رو بوده است.

۳) انسان با بهره‌گیری از هوش، خرد و الهام از طبیعت توانسته برای پرسش‌های خود پاسخ و راهکارهای عملی بیابد.

۴) به دلیل سادگی راهکارهای ارائه شده توسط انسان، هر کدام از آن‌ها در جای خود نوآورانه و کارآمد بوده‌اند.

۳- در کدام یک از عبارت‌های زیر، فناوری داده شده در یک زمینه به درستی بیان شده است؟

الف) دگرگون کردن صنعت پوشاک ← فناوری تولید پلاستیک

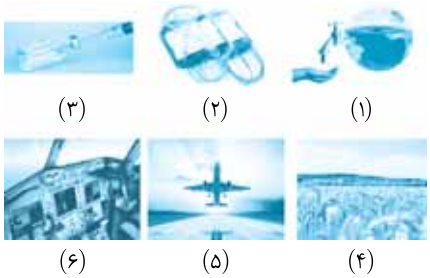
ب) تامین غذای جهان ← فناوری تصفیه آب

پ) سرعت بخشیدن به حمل و نقل ← تولید بنزین

ت) هموار شدن راه برای جراحی ← شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی بیوتیک

۱) (پ) و (ت) **۲)** (ب) و (پ) **۳)** (الف)، (پ) و (ت) **۴)** (الف)، (ب) و (ت)

۴- کدام گزینه درباره شکل‌های روبه‌رو نادرست است؟



(۱) (۲) (۳)

(۴) (۵) (۶)

۱) شکل‌های روبه‌رو برخی از دستاوردهای شیمی در راستای گذر از تنگناها و رسیدن به زندگی مدرن امروزی را نشان می‌دهد.

۲) فناوری مربوط به شکل (۱)، مانع گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده است.

۳) شکل (۵) دو فناوری مربوط به تولید بنزین و مبدل‌های کاتالیستی را نشان می‌دهد که باعث افزایش سرعت در حمل و نقل و کاهش آلودگی می‌شود.

۴) شکل (۴) مربوط به فناوری تولید خاک‌های مناسب است که نقش چشمگیری در تامین غذای جمعیت جهان دارد.

۵- در کدام گزینه، ترتیب تولید فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی از لحاظ زمانی به درستی بیان شده است؟

۱) اوره ← آمونیاک ← مواد عایق گرما ← ویتامین «آ»

۲) آمونیاک ← اوره ← ویتامین «آ» ← مواد عایق گرما

۳) آمونیاک ← ویتامین «آ» ← اوره ← مواد عایق گرما

۴) کودهای شیمیایی ← پوشش‌های دوست‌دار محیط زیست ← مراقبت‌های بهداشتی

۶- کدام گزینه نادرست است؟

۱) با توجه به پیشرفت‌های بشر، پیش‌بینی می‌شود که در آینده چالش‌های تازه و حیاتی پیش‌رو داشته باشد.

۲) تولید آمونیاک و اوره قبل از انقلاب صنعتی و تولید ویتامین «آ» و مواد عایق گرما بعد از آن اتفاق افتاده است.

۳) دانش شیمی و فناوری‌های آن می‌تواند آیندهٔ روشنی را برای جهان رقم بزند.

۴) تولید سلاح‌های شیمیایی نمونه‌ای از استفاده نادرست از دانش و فناوری است.

۷- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف) اوره و آمونیاک، به عنوان کود شیمیایی و مواد عایق گرما، به عنوان پوشش‌های دوست‌دار محیط زیست کاربرد دارند.

ب) فناوری‌های تصفیه آب، تولید پلاستیک و تولید مواد بی‌حس کننده از جمله فناوری‌های در راستای پیشرفت در زمینه بهداشت هستند.

پ) تولید کودهای شیمیایی و پوشش‌های دوست‌دار محیط زیست بعد از انقلاب صنعتی انجام شده‌اند.

ت) استفاده درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه و استفاده نادرست از آن، آثار مخرب‌تر و زیان‌بارتری به دنبال خواهد داشت.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

به دنبال هوای پاک

صفحهٔ ۹۱ و ۹۲ کتاب درسی

۸- **کدام یک از موارد زیر جمله داده شده را به درستی تکمیل نمی‌کند؟**
با ..... دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است.
۱) رشد دانش و فناوری ۲) تولید مبدل‌های کاتالیستی ۳) انجام رفتارهای نادرست ۴) گسترش صنایع گوناگون

۹- **چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟**
الف) لایهٔ قهوه‌ای روشن در سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان، در فصل تابستان بیشتر مشاهده می‌شود.
ب) هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.
پ) یکی از چالش‌های اساسی و موضوعات مهم در جهان امروز داشتن هوای پاک است.
ت) در هوای آلوده علاوه بر گازهای آلاینده، ذره‌های معلق و برخی مواد آلی فرّار وجود دارد.
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰- **کدام یک از گزینه‌های زیر از عوارض مخرب آلاینده‌های موجود در هواکره نیست؟**
۱) هوای آلوده بوی بدی دارد و چهرهٔ شهرها را زشت می‌کند.
۲) فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها را سرعت می‌بخشد.
۳) سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی مانند برونشیت، آسم و سرطان ریه می‌شود.
۴) تنفس در این هوا در طولانی مدت نمی‌تواند منجر به مرگ شود.

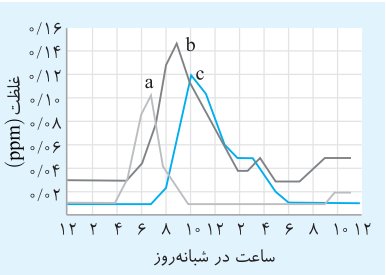
۱۱- **کدام موارد از مطالب زیر درست‌اند؟**
الف) لایهٔ قهوه‌ای روشن که سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان را پوشانده، به دلیل حضور گاز نیتروژن دی‌اکسید است.
ب) هوای آلوده افزون بر گازهای سازنده هواکره شامل گازهای گوناگونی مانند SO_2، O_3، NO_2، CO و NO است.
پ) وجود ذره‌های معلق و مواد آلی فرار یکی از عوامل ایجاد بیماری‌های تنفسی و مرگ‌ومیر است.
ت) بوی بد هوای آلوده به دلیل وجود یکی از اکسیدهای کربن است که عدد اکسایش کربن در آن (+۲) است.
۱) (الف)، (ب) و (ت) ۲) (الف) و (پ) ۳) (ب)، (پ) و (ت) ۴) (الف)، (ب) و (پ)

۱۲- **چند مورد از موارد زیر را می‌توان به گازهایی که فقط در هوای آلوده وجود دارند، نسبت داد؟**
الف) آلوتروپی از اکسیژن که واکنش‌پذیری بیشتری دارد.
ب) ترکیب کربن‌داری که از سوختن کامل هیدروکربن تولید می‌شود.
پ) وجود پیوند سه‌گانه در ساختار لوویس دو مورد از این گازها.
ت) وجود گاز سه‌اتمی در بین این گازها.
ث) وجود پیوند دوگانه و جفت الکترون ناپیوندی برای اتم مرکزی در ساختار لوویس ترکیبی که دارای گوگرد است.
۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

آلاینده‌های هواکره

صفحهٔ ۹۲ کتاب درسی

۱۳- **با توجه به نمودار مقابل که غلظت برخی از آلاینده‌ها را در نمونه‌ای از هوای یک شهر بزرگ نشان می‌دهد، a، b و c به ترتیب از راست به چپ کدام گازها هستند؟**
خود را بیازمایید صفحهٔ ۹۲ کتاب درسی



۱) O_3, NO, NO_2
۲) NO, NO_2, O_3
۳) NO_2, O_3, NO
۴) O_3, NO_2, NO

۱۴- **با توجه به نمودار سوال قبل، چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ غلظت برخی از آلاینده‌ها در نمونه‌ای از هوای یک شهر بزرگ، درست است؟**
الف) مقدار اوزون در حوالی ساعت ۱۰ صبح به بیشترین مقدار خود می‌رسد.
ب) مقدار نیتروژن مونوکسید بین ساعات ۴ تا ۱۰ صبح متغیر است و در باقی ساعات شبانه روز یکسان و ثابت است.
پ) بیشترین آلاینده در اول و آخر هر روز به ترتیب گاز قهوه‌ای NO_2 و گاز اوزون هستند.
ت) بیشترین مقدار آلاینده در طول روز مربوط به نیتروژن دی‌اکسید است.
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵- **کدام گزینه نادرست است؟**
خود را بیازمایید صفحهٔ ۹۲ کتاب درسی
۱) علت وجود SO_2 در میان گازهای خروجی از اگزوز خودرو، وجود گوگرد در سوخت‌هایی با کیفیت پایین است.
۲) در واکنش‌های موازنه شدهٔ تولید SO_2 و NO در اگزوز خودروها، مجموع ضرایب مواد شرکت کننده در هر واکنش، با یکدیگر برابر است.
۳) گاز NO در موتور خودرو از واکنش گازهای N_2 و O_2 حاصل شده و در هواکره می‌تواند به گاز NO_2 تبدیل شود.
۴) واکنش تولید گازهای کربن مونوکسید، کربن دی‌اکسید و گوگرد دی‌اکسید از نوع سوختن هستند.

۱۶- همهٔ عبارت‌های زیر درست است، به جز ... خود را بیازمایید صفحهٔ ۹۲ کتاب درسی

۱) دلیل وجود هیدروکربن‌ها در گازهای خروجی از اگزوز خودرو، عدم سوختن تمام سوخت در موتور خودرو است.

۲) هوای آلوده افزون بر گازهای خروجی از اگزوز شامل گازهای اوزون و نیتروژن دی‌اکسید نیز می‌باشد.

۳) دلیل رنگ قهوه‌ای هوای آلوده وجود آلاینده‌ای است که حوالی ظهر مقدارش به اوج خود می‌رسد.

۴) در واکنش تولید اوزون تروپوسفری در حضور نور خورشید، ضرایب همه ترکیبات با هم برابر است.

۱۷- **پاسخ درست هر سه پرسش زیر در کدام گزینه بیان شده است؟**

الف) مقدار گاز NO در چه ساعتی از روز به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟

ب) با کاهش مقدار گاز NO، مقدار کدام گاز افزایش پیدا می‌کند؟

پ) چرا کربن مونوکسید در گازهای خروجی خودرو مشاهده می‌شود؟

۱) بین ساعت ۶ تا ۱۰ صبح - گاز اوزون - سوختن ناقص بنزین

۲) بین ساعت ۶ تا ۸ صبح - گاز اوزون و NO_2 - سوختن ناقص بنزین

۳) بین ساعت ۶ تا ۸ صبح - گاز NO_2 - نسوختن همهٔ بنزین

۴) بین ساعت ۶ تا ۱۰ صبح - گازهای اوزون و NO_2 - نسوختن همهٔ بنزین

۱۸- **چند مورد از مطالب زیر درست است؟**

الف) هنگام شب، مقدار آلاینده‌های خروجی از خودروها، کمتر از مقدار آن‌ها در ظهر می‌باشد.

ب) در اثر تابش خورشید با کاهش مقدار گاز نیتروژن دی‌اکسید، مقدار گاز اوزون افزایش می‌یابد.

پ) اکسیدهای نیتروژن‌دار NO و N_2O جزء آلاینده‌های هواکره به شمار می‌آیند.

ت) آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو شامل NO، SO_2، CO و C_xH_y می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۹- **با توجه به واکنش تولید آلاینده‌های هوا در خودروها، کدام گزینه درست نیست؟**

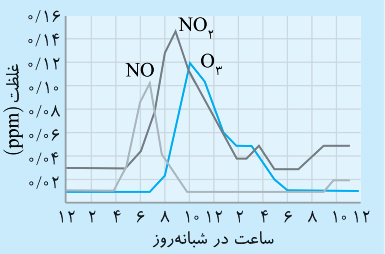
۱) ضریب گاز اکسیژن در واکنش تشکیل SO_2، با ضریب این گاز در واکنش تبدیل NO به NO_2 برابر است.

۲) بیشترین مقدار آلایندهٔ NO_2 موجود در هوا از بیشترین مقدار NO و O_3 کمتر است.

۳) واکنش‌دهنده‌ها در واکنش تولید گاز CO_2 و CO یکسان هستند.

۴) با توجه به واکنش‌دهنده‌های اولیه، به ازای مصرف یک مول O_2، تعداد مول‌های مختلفی از NO و SO_2 به‌دست می‌آید.

*** با توجه به نمودار زیر که غلظت آلاینده‌ها در نمونه‌ای از هوای یک شهر بزرگ را نشان می‌دهد، به سه سوال بعدی پاسخ دهید.**



۲۰- **کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟**

۱) در ساعات انتهایی شب، غلظت آلاینده‌ها در هواکره ناچیز است.

۲) در ساعات انتهایی شب، مقایسهٔ مقدار آلاینده‌ها به صورت $NO_2 > O_3 > NO$ است.

۳) از ساعت ۴ تا ۹ صبح رنگ قهوه‌ای هوا به تدریج زیاد می‌شود.

۴) حداکثر غلظت O_3 در روز بیشتر از حداکثر غلظت NO و کمتر از حداکثر غلظت NO_2 است.

۲۱- **تفاوت مقدار اوزون وارد شده به شش‌های یک فرد بالغ در هر بار تنفس، در ساعت ۱۰ صبح و ۱۰ شب چند گرم است؟ (هر فرد بالغ در هنگام تنفس ۰/۵ لیتر هوا را وارد ریه‌هایش می‌کند، چگالی هوا را $1/2 g.L^{-1}$ در نظر بگیرید.)**

۱) 66×10^{-9} ۲) 66×10^{-6} ۳) 66×10^{-7} ۴) 66×10^{-8}

۲۲- **هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه تنفس می‌کند و هر بار ۰/۵ لیتر هوا به ریه‌هایش وارد می‌شود. در حدود ساعت ۷ صبح، تقریباً در هر دقیقه تنفس یک فرد بالغ، چند میلی‌گرم از اکسیدهای نیتروژن وارد شش‌های او می‌شود؟ (چگالی هوا را $1/2 g.L^{-1}$ در نظر بگیرید.)**

۱) $0/576\times10^{-6}$ ۲) $1/152\times10^{-6}$ ۳) $1/152\times10^{-3}$ ۴) $0/576\times10^{-3}$

۲۳- با توجه به جدول روبه‌رو اگر در جهان روزانه صد میلیون خودرو در بخش‌های گوناگون فعالیت کنند و هر خودرو به طور میانگین ۵۰km مسافت طی کند، به ترتیب از راست به چپ چند تن از آلاینده‌های CO، NO و C_xH_y وارد هواکره می‌شود؟

فرمول شیمیایی آلاینده	مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر (گرم)
CO	۵/۹۹
C_xH_y	۱/۶۷
NO	۱/۰۴

۱) ۲۹۹۵۰ - ۸۳۵۰ - ۵۲۰۰
۲) ۲۹۹۵ - ۸۳۵ - ۵۲۰
۳) ۲۹۹۵۰۰ - ۸۳۵۰۰ - ۵۲۰۰۰
۴) ۲۹۹/۵ - ۸۳/۵ - ۵۲

۲۴- در صورتی که یک خودرو به طور میانگین در روز ۱۰ کیلومتر مسافت را طی کند و در شهر تهران ۵ میلیون خودرو تردد کند، اختلاف جرم دو آلایندهٔ کربن‌دار ایجاد شده بر حسب کیلوگرم در یک روز چقدر است؟ (مقدار گازهای CO و C_xH_y تولیدی هر خودرو به ازای طی یک کیلومتر به ترتیب برابر ۵/۹۹ و ۱/۶۷ گرم است.)

۱) $2/16\times10^{5}$ ۲) $2/16\times10^{8}$ ۳) $4/32\times10^{5}$ ۴) $4/32\times10^{8}$

۲۵- یک خودرو به طور میانگین در هر روز ۶ کیلومتر مسافت را می‌پیماید. اگر مقدار گاز نیتروژن مونوکسید تولیدی این خودرو به ازای طی یک کیلومتر برابر ۱/۰۴ گرم باشد، در طول یک سال این خودرو چند مول نیتروژن مونوکسید را وارد هواکره می‌کند؟ $(N=14, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۶۵/۵ ۲) ۷۳ ۳) ۷۵/۹۲ ۴) ۱۷۳

۲۶- مقدار گاز CO تولیدی هر خودرو به ازای طی یک کیلومتر تقریباً برابر ۶ گرم است. روزانه در کشور ما ۱۰ میلیون خودرو فعالیت و هرکدام به طور میانگین ۲۰ کیلومتر طی می‌کنند. اگر همه کربن مونوکسید تولید شده در هوا بسوزد، روزانه چند مترمکعب گاز کربن دی اکسید در شرایط STP توسط خودروها تولید می‌شود؟ $(C=12, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۹۶۰۰۰۰ ۲) ۳۵۹۴۰۰ ۳) ۱۱۹۸۰۰ ۴) ۲۸۷۵۲۰

۲۷- با توجه به جدول مقابل اگر یک خودرو به طور میانگین در روز ۲۰ کیلومتر مسافت را طی کند، در فصل بهار تقریباً چند درصد جرمی گازهای تولید شده توسط این خودرو را C_xH_y تشکیل می‌دهد؟

فرمول شیمیایی آلاینده	مقدار آلاینده بر حسب گرم به ازای طی یک کیلومتر
CO	۵/۹۹
C_xH_y	۱/۶۷
NO	۱/۰۴

۱) ۳۳/۴
۲) ۱۹/۱۹
۳) ۱۰/۰۲
۴) ۱۲/۸۸

۲۸- کدام موارد از مطالب زیر در مورد آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها درست است؟

الف) در واکنش تولید SO_2 ، $\Delta H<0$ است.

ب) کمترین مقدار آلایندهٔ خروجی از اگزوز خودروها مربوط به C_xH_y می‌باشد.

پ) گاز اوزون در موتور خودرو از واکنش یکی از آلاینده‌های خروجی از اگزوز ماشین با اکسیژن به‌دست می‌آید.

ت) گاز N_2 در شرایط موتور خودرو می‌تواند با اکسیژن ترکیب شده و واکنش دهد.

۱) (الف) و (ب) ۲) (الف) و (پ) ۳) (ب)، (پ) و (ت) ۴) (الف) و (ت)

۲۹- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف) کمترین مقدار گاز قهوه‌ای رنگ موجود در هوای آلوده در طول یک شبانه روز، بیشتر از کمترین مقدار گاز اوزون است.

ب) گاز آلاینده‌ای که متشکل از چند نوع مولکول مختلف است، کمترین مقدار را برحسب گرم در میان گازهای خروجی از اگزوز خودرو دارد.

پ) در واکنش تولید گاز اوزون در تروپوسفر، آلوتروپ پایدارتر اکسیژن جزء واکنش‌دهنده‌هاست.

ت) واکنش میان گازهای NO_2 و O_2 فراورده‌ای دارد که کمترین جرم را در میان آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو دارد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی

صفحهٔ ۹۳ تا ۹۵ کتاب درسی

۳۰- کدام گزینه نادرست است؟

۱) واکنش‌های شیمیایی با سرعت‌های گوناگون انجام می‌شوند.
۲) واکنش زنگ زدن آهن، یک واکنش کند و واکنش سوختن متان، یک واکنش تند است.
۳) افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود.
۴) N_2 و O_2 در دمای اتاق به آرامی واکنش داده اما در موتور خودرو به سرعت واکنش می‌دهند.

۳۱- **درون موتور خودرو، تعداد ..... از مولکول‌های گاز نیتروژن و گاز اکسیژن با یکدیگر وارد واکنش می‌شوند. این واکنش در دمای اتاق ..... و علت آن ..... است.**

۱) زیادی - انجام می‌شود - مناسب بودن دمای اتاق برای شکستن پیوندهای $N \equiv N$ و $O = O$

۲) کمی - انجام نمی‌شود - شعاع کوچک اتم‌های نیتروژن و اکسیژن و احتمال کم برخورد مولکول‌ها به یکدیگر برای انجام واکنش

۳) کمی - انجام نمی‌شود - انرژی پیوند بالای پیوندهای $N \equiv N$ و $O = O$

۴) زیادی - انجام می‌شود - واکنش‌پذیری بسیار بالای مولکول‌های اکسیژن و نیتروژن

۳۲- **چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟**

الف) حداقل انرژی لازم برای آغاز یک واکنش شیمیایی را انرژی فعال‌سازی گویند.

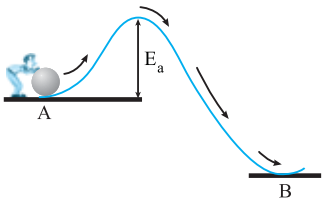
ب) تنها روش تامین انرژی فعال‌سازی، گرما دادن به واکنش‌ها است.

پ) همه واکنش‌های شیمیایی، چه گرماگیر و چه گرماده به انرژی فعال‌سازی نیاز دارند.

ت) دمای موتور خودروها بیشتر از $1000^{\circ}C$ بوده و می‌تواند انرژی فعال‌سازی واکنش میان گازهای نیتروژن و اکسیژن را تامین کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۳- **شکل روبه‌رو، برای بیان کدام مفهوم در کتاب درسی، آمده است؟**



۱) خود به خودی انجام شدن واکنش بدون نیاز به مقدار اولیه‌ای از انرژی

۲) حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی

۳) اثر افزایش دما روی سرعت واکنش

۴) تغییرات آنتالپی در یک واکنش گرماگیر

۳۴- **چند مورد از مطالب زیر درست است؟**

الف) برای این‌که یک واکنش شیمیایی آغاز شود، واکنش‌دهنده‌ها باید مقدار معینی انرژی داشته باشند.

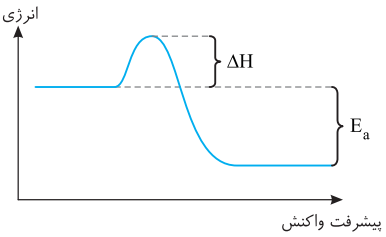
ب) گرمای تولید شده در اثر کشیده شدن نوک کبریت روی سطح زبر قوطی کبریت، انرژی فعال‌سازی یک واکنش شیمیایی را تأمین می‌کند.

پ) انرژی فعال‌سازی واکنش را با نماد E_a نمایش می‌دهند و با یکای کیلوکالری گزارش می‌کنند.

ت) اگر انرژی فعال‌سازی یک واکنش شیمیایی تأمین نشود، واکنش‌دهنده‌ها دست‌نخورده باقی می‌مانند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۵- **کدام گزینه درست است؟**



۱) در واکنش‌های سوختن، انرژی فراورده‌ها بیشتر از انرژی واکنش‌دهنده‌ها است.

۲) در مقایسهٔ نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» دو واکنش با فرض برابر بودن سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها، واکنشی که قلهٔ نمودار آن پایدارتر باشد انرژی فعال‌سازی کمتری دارد.

۳) در همه واکنش‌ها پایداری فراورده‌ها بیشتر از پایداری واکنش‌دهنده‌ها است.

۴) نمودار روبه‌رو می‌تواند مربوط به سوختن متان باشد و در آن انرژی فعال‌سازی و آنتالپی واکنش به درستی نمایش داده شده است.

۳۶- **کدام موارد از مطالب زیر در ارتباط با واکنش سوختن متان نادرست است؟**

الف) یک واکنش گرماده است و جرقه یا شعلهٔ فندک و کبریت می‌تواند انرژی فعال‌سازی این واکنش را تأمین کند.

ب) مجموع آنتالپی‌های فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است.

پ) مقایسهٔ «اختلاف سطح انرژی قله و واکنش‌دهنده‌ها > اختلاف سطح انرژی قله و فراورده‌ها > $\Delta H_{\text{واکنش}}$» از نظر اندازهٔ انرژی‌ها به درستی صورت گرفته است.

ت) فراورده‌های این واکنش پایداری بیشتری نسبت به واکنش‌دهنده‌ها دارند.

۱) (ب) و (پ) ۲) فقط (ب) ۳) فقط (پ) ۴) (ب)، (پ) و (ت)

۳۷- **عبارت کدام گزینه دربارهٔ همهٔ واکنش‌های سوختن، درست نیست؟**

۱) در همهٔ واکنش‌های سوختن، پایداری فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است.

۲) همهٔ واکنش‌های سوختن با سرعت بالایی انجام می‌شوند و برای انجام شدن به انرژی فعال‌سازی نیاز دارند.

۳) در همهٔ واکنش‌های سوختن مواد گازی، مجموع آنتالپی‌های پیوند واکنش‌دهنده‌ها کوچک‌تر از مجموع آنتالپی‌های پیوند فراورده‌هاست.

۴) رنگ نور تولید شده در اثر واکنش سوختن یک ترکیب معین در همهٔ شرایط ثابت است.

۳۸- **کدام گزینهٔ زیر برای تکمیل جمله مناسب نیست؟**

هر چه انرژی فعال‌سازی واکنشی ..... باشد، .....

۱) بیشتر - واکنش در مدت زمان طولانی‌تری به انجام می‌رسد.

۲) کمتر - واکنش در شرایط آسان‌تر و دمای پایین‌تری انجام می‌شود.

۳) بیشتر - واکنش‌دهنده‌ها برای رسیدن به قله در نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» به انرژی بیشتری نیاز دارند.

۴) کمتر - گرمای کمتری در اثر انجام آن واکنش با محیط تبادل می‌شود.

۳۹- با توجه به جدول زیر، کدام مطلب درست است؟ (هر دو واکنش در شرایط یکسان قرار دارند.)

شمارهٔ واکنش / داده‌ها	معادلهٔ واکنش	ΔH (kJ)	E_a ($kJ.mol^{-1}$)
۱	$A \rightleftharpoons B$	+۳۱	۴۵
۲	$C \rightleftharpoons D$	−۴۱	۵۰

۱) واکنش (۲) با سرعت بیشتری انجام می‌شود، چون آنتالپی کمتری دارد.
۲) واکنش (۱) با سرعت بیشتری انجام می‌شود، چون انرژی فعال‌سازی کمتری دارد.
۳) واکنش (۲) با سرعت بیشتری انجام می‌شود، چون انرژی فعال‌سازی بیشتری دارد.
۴) سرعت مصرف A در واکنش (۱) به اندازهٔ $5mol.s^{-1}$ از سرعت مصرف C در واکنش (۲) بیشتر است.

۴۰- با توجه به داده‌های زیر که مربوط به دو واکنش در شرایط یکسان می‌باشد، چند مورد از مطالب زیر نادرست است؟

واکنش (۱): $A+2B \rightleftharpoons 2C$ $\quad E_a(\text{رفت}) = 14/5 kJ.mol^{-1}$

واکنش (۲): $D \rightleftharpoons E+2F$ $\quad E_a(\text{برگشت}) = 29 kJ.mol^{-1}$

الف) سرعت واکنش (۲) در جهت برگشت، دو برابر سرعت واکنش (۱) در جهت رفت است.
ب) سرعت واکنش (۲) در جهت رفت، از سرعت واکنش (۱) در جهت برگشت، بیشتر است.
پ) سرعت واکنش (۱) در جهت رفت، دو برابر سرعت واکنش (۲) در جهت برگشت است.
ت) سرعت واکنش (۱) در جهت رفت، از سرعت واکنش (۲) در جهت برگشت بیشتر است.

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

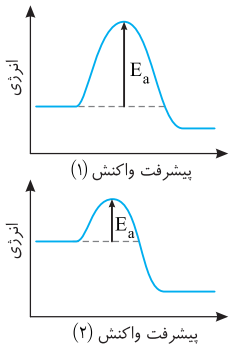
۴۱- با افزایش دما، همه موارد بیان شده رخ می‌دهند، به جز ...
۱) انرژی واکنش‌دهنده‌ها بیشتر می‌شود.
۲) شمار ذره‌های تبدیل شده به فراورده در واحد زمان بیشتر می‌شود.
۳) انرژی لازم برای شروع واکنش کاهش می‌یابد.
۴) سرعت واکنش و تولید فراورده‌ها بیشتر می‌شود.

۴۲- عبارت کدام گزینه درست است؟
۱) انرژی فعال‌سازی واکنش نیتروژن و اکسیژن در دمای اتاق بیشتر از درون موتور خودرو است.
۲) انرژی فعال‌سازی واکنش‌های گرماده کمتر از واکنش‌های گرماگیر است.
۳) واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده‌ها تبدیل شوند.
۴) هر چه واکنش گرماگیرتر باشد، انرژی فعال‌سازی آن بیشتر است.

۴۳- کدام موارد از گزینه‌های زیر، عبارت داده شده را به درستی تکمیل می‌کند؟
«تفاوت سطح انرژی ..... با ..... را ..... می‌نامند.»
الف) واکنش‌دهنده‌ها – فراورده‌ها ΔH
ب) قلهٔ نمودار «انرژی – پیشرفت واکنش» – فراورده‌ها $E_a(\text{رفت})$
پ) واکنش‌دهنده‌ها – قلهٔ نمودار «انرژی – پیشرفت واکنش» $E_a(\text{برگشت})$

۱) (ب) و (پ) **۲)** (الف) و (ب) **۳)** فقط (الف) **۴)** (الف)، (ب) و (پ)

۴۴- کدام موارد از مطالب زیر درست است؟ (دمای واکنش، دمای اتاق است.) خود را بیازمایید صفحهٔ ۹۵ کتاب درسی



الف) نمودارهای (۱) و (۲) به ترتیب می‌توانند مربوط به سوختن فسفر سفید و هیدروژن در دمای اتاق باشند.
ب) فرم کلی همه واکنش‌های سوختن از نظر نوع تبادل گرما مانند نمودارهای داده شده است.
پ) نمودارهای (۱) و (۲) می‌توانند مربوط به سوختن فسفر سفید به ترتیب در دماهای ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس و ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس باشد.
ت) پایداری قلهٔ نمودار (۲)، بیشتر از پایداری قلهٔ نمودار (۱) است.

۱) (الف)، (ب) و (ت)
۲) (ب)، (پ) و (ت)
۳) (الف) و (ب)
۴) (ب) و (ت)

۴۵- کدام یک از واکنش‌های زیر در دمای اتاق قابل انجام است؟

۱) $2H_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$
۲) $P_4(s)+5O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(s)$
۳) $N_2(g)+3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
۴) $N_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

۴۶- مطلب عنوان شده در همهٔ گزینه‌های زیر درست است، به‌جز ...

۱) انرژی فعال‌سازی واکنش رفت، همواره از مجموع انرژی پیوندهای مواد واکنش‌دهنده در حالت گازی کمتر است.

۲) هر چه انرژی فعال‌سازی واکنشی بیشتر باشد، مجموع انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها نیز در آن واکنش بیشتر است.

۳) در یک واکنش هر طرف معادلهٔ واکنش که انرژی فعال‌سازی بیشتری دارد، استحکام پیوندهای میان مولکول‌های آن طرف بیشتر می‌باشد.

۴) در یک واکنش گرماگیر، انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت، بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش رفت است.

۴۷- اگر انرژی پیوند $A-A$ برابر ۳۱۶ کیلوژول بر مول باشد، کدام مقایسه دربارهٔ انرژی فعال‌سازی واکنش $A_2(g)+B(g)\rightarrow AB(g)+A(g)$ درست است؟

۱) $E_a<۳۱۶$ **۲)** $E_a>۳۱۶$ **۳)** $E_a=۳۱۶$ **۴)** $E_a=۶۳۲$

بررسی نمودارهای «انرژی - پیشرفت واکنش»

صفحهٔ ۹۴ و ۹۵ کتاب درسی

۴۸- در یک واکنش گرماگیر، سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها ..... و انرژی فعال‌سازی واکنش رفت از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت ..... است.

۱) پایین‌تر - کمتر **۲)** بالاتر - بیشتر **۳)** بالاتر - کمتر **۴)** پایین‌تر - بیشتر

۴۹- چند مورد از مقایسه‌های زیر دربارهٔ واکنش‌های گرماگیر درست است؟

الف) پایداری: قلهٔ نمودار «انرژی- پیشرفت واکنش» > فراورده‌ها> واکنش‌دهنده‌ها

ب) سرعت واکنش برگشت > سرعت واکنش رفت

پ) $E_a(\text{رفت})>\Delta H$

ت) $\Delta H+E_a(\text{رفت})<E_a(\text{برگشت})$

۱) ۱ **۲)** ۲ **۳)** ۳ **۴)** ۴

۵۰- کدام مطلب دربارهٔ واکنش‌های گرماده نادرست است؟

۱) مجموع ΔHهای پیوند واکنش‌دهنده‌ها از مجموع ΔHهای پیوند فراورده‌ها کمتر است.

۲) انرژی فعال‌سازی واکنش رفت از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت کمتر است.

۳) سطح انرژی قلهٔ نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» به سطح انرژی فراورده‌ها نزدیک‌تر است.

۴) پایداری فراورده‌ها از پایداری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است.

۵۱- در یک واکنش .....، هر چه سطح انرژی قلهٔ نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» ..... باشد، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت ..... بوده و سرعت واکنش ..... است.

۱) گرماگیر - پایین‌تر - بیشتر - کمتر **۲)** گرماده - بالاتر - بیشتر - کمتر

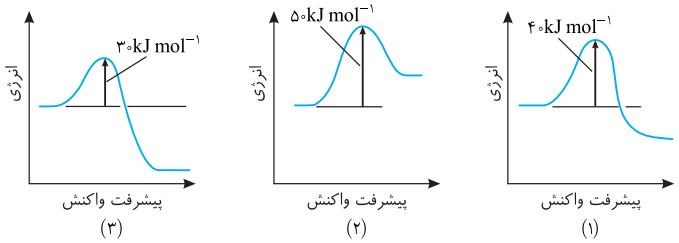
۳) گرماده - پایین‌تر - کمتر - کمتر **۴)** گرماگیر - بالاتر - بیشتر - بیشتر

۵۲- با توجه به نمودارهای داده شده، پاسخ درست پرسش‌های زیر در کدام گزینه بیان شده است؟

خود را بیازمایید صفحهٔ ۹۵ کتاب درسی

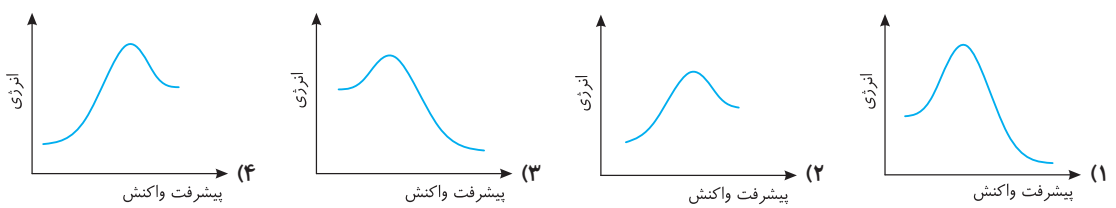
الف) چه تعداد از نمودارهای زیر مربوط به واکنش‌های گرماگیر هستند؟

ب) از بین واکنش‌های (۱) تا (۳) کدام یک با سرعت بیشتری انجام می‌شود؟



۱) ۱ - واکنش (۳) **۲)** ۱ - واکنش (۲) **۳)** ۲ - واکنش (۲) **۴)** ۲ - واکنش (۳)

۵۳- کدام یک از نمودارهای « انرژی - پیشرفت واکنش» زیر، مربوط به واکنشی گرماگیر است که سریع‌تر انجام می‌شود؟ (در شرایط یکسان از لحاظ دما و فشار)



فصل چهارم

شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

پاسخ‌های تشریحی

A ۱- گزینهٔ ۲

۱ کلاس درس شیمی و فناوری

برای اینکه جامعه‌ای دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری نو داشته باشد، نیازمند رشد و پیشرفت است. برای رشد و پیشرفت جامعه نیز داشتن دانش، توانایی، مهارت و زیرساخت‌های لازم و البته تلاش هدفمند و آگاهانهٔ افراد خبره و کاردان ضروری است. در این کلاس درس به بررسی نقش شیمی در رشد و پیشرفت جامعه خواهیم پرداخت.

دستاوردهای شیمی در جهان

تلاش انسان و راهکارهای عملی او برای یافتن پاسخ پرسش‌های ذهنی خود در گذر زمان، منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است. دانش شیمی یکی از این دانش‌ها است که نقش پررنگی برای گذر از تنگناها و رسیدن به زندگی مدرن امروزی داشته است. به عنوان مثال استفاده از مبدل کاتالیستی در خودرو و کود شیمیایی سبز (کود شیمیایی که دوست‌دار محیط زیست است) و همچنین تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند از جمله فناوری‌هایی به شمار می‌رود که در آن‌ها دانش شیمی نقش پررنگی دارد. البته این فقط بخش کوچکی از نقش شیمی در فناوری‌های مختلف است.

توجه **مبدل کاتالیستی** قطعه‌ای است که در مسیر گازهای خروجی از خودروها قرار می‌گیرد و باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها می‌شود.

برخی از دستاوردهای شیمی در جهان عبارتند از:

۱- **فناوری تصفیه آب**: مانع گسترش بیمارهای واگیرداری از جمله وبا در جهان شده است. از فصل اول به یاد داریم که وبا نوعی بیماری واگیردار است که به دلیل آلوده شدن آب و نبود بهداشت شایع می‌شود.

۲- **فناوری تولید پلاستیک**: صنعت پوشاک و صنعت بسته‌بندی (غذا، دارو و ...) را دگرگون ساخت.

۳- **فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی بیوتیک‌ها**: راه را برای جراحی‌های گوناگون هموار کرد.

۴- **فناوری‌های شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب**: نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد.

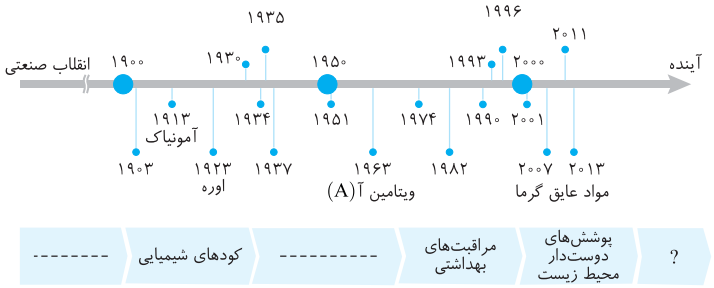
۵- **فناوری تولید بنزین**: به حمل و نقل سرعت بخشید و فناوری مبدل‌های کاتالیستی که آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.

۶- **فناوری صفحه‌های نمایشگر**: گسترش فناوری صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیکی مدیون دانش شیمی است.

فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی در گذر زمان

با گذشت زمان نیازهای انسان برای داشتن یک زندگی همراه با آسایش و رفاه تغییر می‌کند و چالش‌های جدیدی برای انسان به وجود می‌آید. انسان برای برطرف کردن و حل هر یک از این چالش‌های تازه و حیاتی به دانش و فناوری‌های پیشرفته‌تری نیاز دارد. علم شیمی در هر زمان با توجه به نیازهای جوامع مختلف سعی کرده با تولید محصولات جدید به یاری انسان‌ها بیاید.

نمودار زیر برخی فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی را در گذر زمان نمایش می‌دهد:



با توجه به این نمودار و مطالب عنوان شده در کتاب درسی می‌توان به نتایج زیر رسید:

۱- با توجه به کارآمدی علوم تجربی، بسیاری بر این باورند که این علوم و از جمله دانش شیمی و فناوری‌های آن می‌توانند با تولید محصولات جدید ضمن پاسخ‌گویی به نیازهای جدید انسان، آینده روشنی را نیز برای جهان رقم بزنند.

۲- همان طور که استفاده درست از دانش و فناوری آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می‌کند، استفاده نادرست از آن آثار مخرب و زیان باری به دنبال خواهد داشت. به عنوان مثال تولید سلاح‌های شیمیایی استفاده نادرست از دانش و فناوری را نشان می‌دهد.

۳- مقایسه ترتیب زمانی تولید برخی از فراورده‌های حاصل از فناوری‌های شیمیایی به صورت زیر است:

آمونیاک (NH_3) ← اوره $(CO(NH_2)_2)$ ← ویتامین A $(C_{20}H_{30}O)$ ← مواد عایق گرما

۴- در بازه‌ای از زمان یکی از نیازهای جامعه تولید کودهای شیمیایی برای جلوگیری از تخریب محصولات کشاورزی و افزایش بازدهی تولید مواد غذایی بوده است که علم شیمی با فناوری‌های شیمیایی پاسخی مناسب برای این نیاز پیدا کرد. به عنوان مثال آمونیاک (NH_3) به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود و باعث افزایش بازدهی تولید غلات می‌شود. از شیمی دهم به یاد داریم که آمونیاک طی یک فرایند شیمیایی به نام فرایند هابر تولید می‌شود.

۵- اوره $(CO(NH_2)_2)$ یک ترکیب قطبی و محلول در آب است. یکی از کاربردهای اصلی اوره استفاده از آن در کشاورزی به عنوان کود شیمیایی است. ازآنجایی که اوره به میزان قابل توجهی در آب حل می‌شود برای استفاده در محلول‌های کودی نیز مناسب است. اوره در خاک به آمونیاک و کربن دی اکسید تبدیل می‌شود. آمونیاک حاصل توسط باکتری‌های موجود در خاک جذب گیاهان می‌شود.

۶- بعد از کودهای شیمیایی، دغدغه‌ها و نیازهای دیگری برای انسان مطرح شد، مراقبت‌های بهداشتی و تولید پوشش‌های دوست‌دار محیط زیست برخی از این نیازها بودند که شیمی در این زمینه نیز به کمک انسان آمد. قطعا در آینده نیازهای دیگری برای انسان مطرح خواهد شد و بدون شک شیمی پاسخی مناسب برای آن نیازها نیز خواهد داشت.

از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه می‌توان دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری نو را نام برد.

بررسی گزینه‌های (۳) و (۴): بهره‌گیری از مبدل کاتالیستی در خودرو و کود شیمیایی سبز و همچنین تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند از جمله فناوری‌هایی به شمار می‌رود که در آن‌ها دانش شیمی همراه با انگیزه و تلاش راهی را به سوی آینده‌ای روشن‌تر رقم می‌زنند.

A **۲- گزینهٔ ۴** برخی پاسخ‌های ارائه شده و راهکارهای استفاده شده، ساده و برخی دیگر پیچیده‌اند، اما هر یک از آن‌ها در جای خود نوآورانه و کارآمد بوده‌اند.

B **۳- گزینهٔ ۳** فناوری‌های مطرح شده در عبارت‌های (الف)، (پ) و (ت) درست بیان شده‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): فناوری تولید پلاستیک، صنعت پوشاک و صنعت بسته‌بندی (غذا، دارو و ...) را دگرگون ساخت.

عبارت (ب): فناوری‌های شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب، نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد درحالی که فناوری تصفیه آب، مانع گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده است.

عبارت (پ): فناوری تولید بنزین به حمل و نقل سرعت بخشید.

عبارت (ت): فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی بیوتیک، راه را برای جراحی‌های گوناگون هموار کرد.

A **۴- گزینهٔ ۴** شکل(۴)، مربوط به فناوری‌های شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب (نه خاک مناسب) است که نقش چشمگیری در تأمین غذای جمعیت جهان دارد.

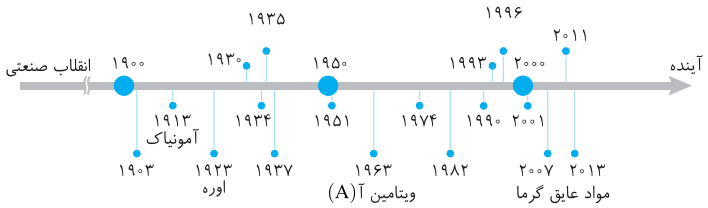
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): شکل‌های نشان داده شده مربوط به برخی دستاوردهای شیمی در جهان است.

گزینهٔ (۲): شکل (۱)، نشان دهنده فناوری تصفیه آب است که مانع گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده است.

گزینهٔ (۳): شکل (۵)، نشان دهنده فناوری تولید بنزین است که به حمل و نقل سرعت بخشید و همچنین تولید مبدل‌های کاتالیستی که آلودگی ناشی از مصرف بنزین را کاهش می‌دهد.

A **۵- گزینهٔ ۲** با توجه به نمودار زیر، ترتیب درست به صورت (آمونیاک ← اوره ← ویتامین «آ» ← مواد عایق گرما) است.



A **۶- گزینهٔ ۲** تولید آمونیاک، اوره، ویتامین «آ» و مواد عایق گرما همگی بعد از انقلاب صنعتی انجام شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): شواهد تاریخی در گذر زمان نشان می‌دهد که انسان به تدریج با مسائل پیچیده‌تر روبه‌رو شده است. از این‌رو پیش‌بینی می‌شود که در آینده چالش‌های حیاتی و تازه پیش‌رو داشته باشد.

گزینهٔ (۳): با توجه به کارآمدی علوم تجربی، بسیاری بر این باورند که علوم تجربی و از جمله دانش شیمی و فناوری‌های آن می‌توانند آینده روشن را برای جهان رقم بزنند.

گزینهٔ (۴): نوع استفاده از دانش و فناوری دو روی یک سکه هستند. برای نمونه تولید سلاح‌های شیمیایی استفاده نادرست از دانش و فناوری را نشان می‌دهد.

B **۷- گزینهٔ ۴** همه عبارت‌های داده شده، درست هستند.

A ۸- گزینهٔ ۲

۲ کلاس درس به دنبال هوای پاک

با رشـد دانش و فناوری، گسـترش صنایع گوناگون و با رفتارهای نادرست، دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. یکی از چالش‌های اساسی و موضوعات مهم در جهان امروز داشتن هوای پاک است. تنفس در هوای پاک همیشه لذت‌بخش و شادی آفرین بوده و برای سلامتی انسان‌ها ضروری است، در حالی که تنفس در هوای آلوده نه تنها شادی آفرین نیست بلکه نفس کشیدن را دشوار کرده و مشکلات تنفسی ایجاد می‌کند.

۱- هوای خشـک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون اسـت که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند. مقایسه درصد حجمی گازهای تشکیل دهنده هوای پاک و خشک در لایه تروپوسفر به صورت روبه‌رو است:

$$\underbrace{N_2 > O_2 > Ar}_{\text{عنصر (بیش از ۹۹٪)}} > \underbrace{CO_2}_{\text{ترکیب}} > \underbrace{Ne > He > Kr > Xe}_{\text{عنصر}}$$

توجه در هوای خشک بخار آب $(H_2O(g))$ وجود ندارد.

۲- در هوای آلوده افزون بر گازهای موجود در هوای خشـک و پاک، گازهای گوناگون دیگری مانند کربن مونوکسـید (CO)، نیتروژن مونوکسـید (NO)، گوگرد دی اکسید (SO_2)، اوزون (O_3)، نیتروژن دی اکسید (NO_2)، ذره‌های معلق و مواد آلی فرار (مانند برخی هیدروکربن‌های سبک) وجود دارد.

توجه مواد آلی فرار موادی با نقطه جوش پایین هستند که خیلی راحت تبخیر شده و وارد هوا می‌شوند.

۳- ذرات معلق هوا یک مخلوط پیچیده از ذرات جامد و مایع متشکل از مواد آلی و معدنی معلق در هوا هستند. این ذرات بیش از تمام آلاینده‌های هوا مردم را تحت تأثیر قرار داده و سـلامتی آن‌ها را به خطر می‌اندازند. این گردوغبارها صرفاً متشـکل از دانه‌های خاک، شن و ماسه و ذرات نمک نیستند بلکه ترکیب پیچیده‌ای از عناصر شیمیایی هستند. عناصری از فلزهای قلیایی خاکی، سیلیس، کربن، کلسیم، پتاسیم و برخی دیگر از عناصر آلی و نیز یون‌های محلول در آب (یون‌های آمونیوم، سولفات، نیترات، کلرید و یون‌های سدیم، کلسیم، پتاسیم و منیزیم) مشاهده می‌شود.

۴- لایه قهوه‌ای روشن که سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان را به ویژه در زمستان می‌پوشاند در واقع به دلیل حضور یک آلاینده یعنی گاز نیتروژن دی اکسید (NO_2) قهوه‌ای رنگ در هوای آلوده است.

۵- هوای آلوده به دلیل داشتن آلاینده‌های مخرب، آسیب‌های زیادی را برای جامعه دربرخواهد داشت که در زیر به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

الف) ایجاد بوی بد و زشت کردن چهره شهر.

ب) سرعت بخشیدن به فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها.

پ) سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی مانند: برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ می‌شود.

با رشد دانش و فناوری، گسترش صنایع گوناگون و رفتارهای نادرست، دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. فناوری تولید مبدل‌های کاتالیستی آلودگی ناشی از مصرف بنزین در وسایل نقلیه را کاهش می‌دهد.

B ۹- گزینهٔ ۱ فقط عبارت (الف) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت(الف): لایهٔ قهوه‌ای روشن که در سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان، در فصل زمستان بیشتر مشاهده می‌شود.

عبارت(ب): هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون (مانند نیتروژن، اکسیژن و ...) است که به طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.

عبارت(پ): یکی از چالش‌های اساسی و موضوعات مهم در جهان امروز داشتن هوای پاک است.

عبارت(ت): هوای آلوده شامل گازهای گوناگونی مانند NO_2 ، O_3 ، SO_2 ، NO ، CO ذره‌های معلق و مواد آلی فرار است.

A ۱۰- گزینهٔ ۴ تنفس در هوای آلوده برای مدت طولانی سلامت انسان را به خطر می‌اندازد و ممکن است برای افرادی که مبتلا به سرطان ریه هستند و یا افرادی که به بیماری‌های ریوی شدید دارند، مرگ آفرین باشد.

B ۱۱- گزینهٔ ۴ عبارت‌های (الف)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت(الف): لایهٔ قهوه‌ای روشن که سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان را پوشانده است و به ویژه در فصل زمستان مشاهده می‌شود، به دلیل حضور گاز نیتروژن دی‌اکسید است.

عبارت‌های(ب) و (پ): هوای آلوده شامل گازهای گوناگونی مانند NO_2 ، O_3 ، SO_2 ، NO ، CO ذره‌های معلق و مواد آلی فرار است که این هوا سبب ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی گوناگون و حتی مرگ می‌شود.

عبارت (ت): هوای آلوده بوی بدی دارد که این بوی بد به دلیل وجود آلاینده‌ها در هوای آلوده است، البته CO (اکسیدی از کربن که عدد اکسایش کربن در آن $(+2)$ است) بی‌بو است؛ بنابراین در بد بو بودن هوای آلوده نقشی ندارد.

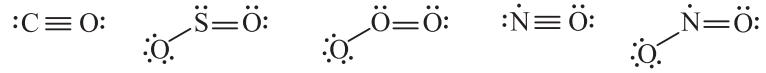
B **۱۲- گزینهٔ ۲** موارد (الف)، (ت) و (ث) را می‌توان به گازهایی که فقط در هوای آلوده وجود دارند (SO_2 ، O_3 ، NO_2، CO و NO) نسبت داد.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): یکی از گازهای موجود در هوای آلوده O_3 است که آلوتروپی از اکسیژن است که نسبت به آلوتروپ دیگر (O_2) واکنش‌پذیری بیشتری دارد.

عبارت (ب): ترکیب کربن‌داری که فقط در هوای آلوده یافت می‌شود، CO است که از سوختن ناقص هیدروکربن‌ها تولید می‌شود.

عبارت (پ): در بین گازهایی که فقط در هوای آلوده یافت می‌شوند، فقط در ساختار لوویس CO، پیوند سه‌گانه وجود دارد.



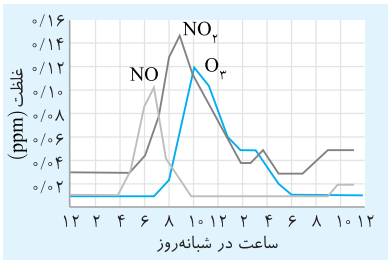
عبارت (ت): در بین این گازها، SO_2، NO_2 و O_3 مشاهده می‌شوند که سه‌اتمی هستند.

عبارت (ث): ترکیب گوگرددار همان SO_2 است که اتم مرکزی آن (S)، دارای جفت الکترون ناپیوندی و پیوند دوگانه است.

A **۱۳- گزینهٔ ۴**

۳ کلاس درس آلاینده‌های هواکره

هوای آلوده افزون بر آلاینده‌هایی که از اگزوز خودرو خارج می‌شوند $(C_xH_y$ ، SO_2 ، NO ، CO) شامل دو آلایندهٔ دیگر یعنی نیتروژن دی اکسید $(NO_2(g))$ و اوزون $(O_3(g))$ نیز است. نمودار روبه‌رو، غلظت آلاینده‌های NO، NO_2 و O_3 را در نمونه‌ای از هوای یک شهر بزرگ نشان می‌دهد:



با توجه به این نمودار به نتایج زیر می‌رسیم:

۱- در ساعات اولیهٔ روز یعنی ساعت ۶ تا ۱۰ صبح مقدار این آلاینده‌ها در هوا بیشترین مقدار خود را دارد. زیرا در این ساعت تردد وسایل نقلیه به شدت افزایش می‌یابد که این موضوع منجر به تولید مقدار بیشتری از این آلاینده‌ها می‌شود.

توجه در ساعات ابتدایی روز بر اثر انجام دو واکنش زیر غلظت آلاینده‌های NO و NO_2 افزایش می‌یابد.

$$N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g) \qquad 2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g)$$

سؤال مفهومی

چرا در اواسط روز با کاهش مقدار گاز NO_2 مقدار گاز O_3 رو به افزایش است؟

توضیح: با نزدیک شدن به اواسط روز و افزایش شدت تابش نور خورشید، NO_2 بیشتری طبق واکنش زیر مصرف شده و در نتیجه O_3 بیشتری تولید می‌شود:

$$NO_2(g)+O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g)+O_3(g)$$

۲- مقایسهٔ بیشترین مقدار آلاینده‌های NO، NO_2 و O_3 در یک شبانه روز به صورت $NO_2>O_3>NO$ است. در جدول زیر بیشترین مقدار این سه آلاینده در طول یک شبانه روز را به صورت تقریبی مشاهده می‌کنید:

نوع آلاینده	NO	NO_2	O_3
بیشترین غلظت در یک شبانه روز	کمی بیشتر از ۰/۱۰ppm	۰/۱۵ppm	۰/۱۲ppm
بیشترین غلظت در چه ساعتی اتفاق می‌افتد؟	۶ تا ۷ صبح	۸ تا ۹ صبح	تقریبا ۱۰ صبح

مقایسهٔ بیشترین مقدار آلاینده‌ها در یک شبانه روز: $NO_2>O_3>NO$

نتیجه: با توجه به این‌که برای تولید $NO_2(g)$ نیاز به NO (g) داریم بنابراین منطقی است که در نمودار بالا نقطهٔ ماکزیمم غلظت برای NO_2 بعد از نقطهٔ ماکزیمم غلظت برای NO قرار داشته باشد (هر چه مقدار واکنش‌دهنده یعنی NO بیشتر باشد مقدار فراورده یعنی NO_2 نیز بیشتر خواهد بود). از طرفی O_3 از واکنش NO_2 با O_2 به‌دست می‌آید، بنابراین بیشترین غلظت O_3 در نمودار بالا باید بعد از بیشترین مقدار NO_2 قرار داشته باشد. به بیان دیگر بیشترین مقدار O_3 زمانی اتفاق می‌افتد که ما بیشترین مقدار NO_2 را داشته باشیم.

۳- هر سه نمودار ابتدا روندی صعودی و سپس روندی نزولی دارند. (البته روند تغییرات غلظت NO_2 بعد از ساعت ۲ بعدازظهر منظم نیست.) به عنوان مثال روند تغییرات نیتروژن دی اکسید (NO_2) در شبانه روز به این صورت است که از ساعت تقریباً ۴ صبح تا ساعت تقریباً ۹ صبح روند صعودی داشته و سپس به طور کلی روند نزولی داشته است.

توجه از ساعت ۱۰ صبح به بعد، غلظت NO ثابت و غلظت NO_2 و O_3 به طور کلی کاهش می‌یابد.

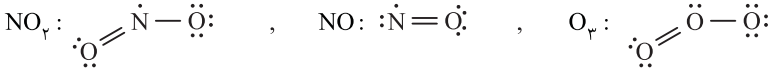
۴- در **نیمه شب** (ساعت ۱۲ شب تا حدود ۵ صبح) که تردد خودروها بسیار کم است، غلظت آلاینده‌های NO، NO_2 و O_3 **بسیار کم است و ثابت** است.

توجه مقدار این آلاینده‌ها در نیمه شب صفر نیست؛ مقایسهٔ غلظت این سه آلاینده در نیمه شب به صورت زیر است:

مقدار آلاینده‌ها در نیمه شب: $NO_2 > NO > O_2$

۵- همانطور که قبلاً هم اشاره کردیم دلیل رنگ قهوه‌ای هوای آلوده، وجود آلاینده نیتروژن دی اکسید (NO_2) در آن است. چون از ساعت ۴ صبح تا حدود ۹ صبح مقدار گاز NO_2 در هوا مدام افزایش می‌یابد بنابراین هوا نیز در این ساعات رفته رفته قهوه‌ای‌تر می‌شود. اما با نزدیک شدن به اواسط روز و مصرف NO_2 هوای آلوده شهر به قهوه‌ای روشن تغییر رنگ می‌دهد.

۶- ساختار لوویس سه آلاینده‌ای که در نمودار بالا مشاهده کردید به صورت زیر است:



نکته

هر سه آلاینده مولکول‌هایی قطبی هستند. گازهای NO و NO_2 به دلیل داشتن الکترون تک (جفت نشده) در ساختار لوویس خود بسیار واکنش‌پذیر هستند. در ضمن اوزون (O_3) از اکسیژن (O_2) واکنش‌پذیری بیشتری دارد، به همین دلیل پایداری کمتری نسبت به اکسیژن دارد.

قسمت در میلیون (ppm) برای گازها

در نمودار بالا محور عمودی بیانگر غلظت آلاینده‌ها برحسب ppm می‌باشد. به همین بهانه به یادآوری زیر از شیمی دهم توجه نمایید:

یادآوری از شیمی دهم:

۱- یکی از روش‌های بیان غلظت محلول‌ها به ویژه محلول‌های رقیق (محلول‌هایی که مقدار حل‌شونده آن‌ها بسیار کم باشد)، قسمت در میلیون (ppm) است که از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$$

در واقع غلظت ppm، نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل‌شونده حل شده است.

۲- برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها موجود در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا از غلظت ppm استفاده می‌شود.

نکته

برای محاسبهٔ غلظت یک گاز بر حسب ppm از روابط زیر می‌توان استفاده کرد:

$$ppm = \frac{\text{حجم گاز مورد نظر}}{\text{حجم کل هوا}} \times ۱۰^۶ \quad \text{یا} \quad ppm = \frac{\text{شمار مولکول‌های گاز مورد نظر}}{\text{شمار کل مولکول‌های موجود در یک نمونه از هوا}} \times ۱۰^۶$$

نتیجه: برای محاسبهٔ ppm در گازها از یک نسبت مولکولی (نسبت شمار مولکول‌ها یا مول‌ها یا حجم‌ها) استفاده می‌کنیم، (در حالی که برای محاسبهٔ ppm در محلول‌های آبی از یک نسبت جرمی استفاده می‌کنیم.

اوزون $(O_3(g))$ با دو نقش متفاوت

۱- از شیمی دهم به یاد داریم که اوزون $(O_3(g))$ در لایه استراتوسفر نقش مفید و محافظتی دارد به طوری که بدون حضور اوزون در این لایه ادامه حیات برای موجودات زنده میسر نیست. در واقع مولکول‌های اوزون با جذب بخش عمده‌ای از پرتوهای فرابنفش خورشید از رسیدن این پرتوهای پر انرژی و خطرناک به سطح زمین جلوگیری می‌کنند و بدین ترتیب موجودات زنده از آثار زیان‌بار این پرتوها در امان می‌مانند.

۲- اوزون در لایه تروپوسفر نیز یافت می‌شود اما در این لایه به عنوان یک آلایندهٔ سمی و خطرناک مطرح است. به طوری که وجود اوزون (O_3) در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشم و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود بنابراین در لایه تروپوسفر ما با نقش زیان‌بار و مضر اوزون مواجه هستیم.

با توجه به نمودار صفحهٔ ۹۲ کتاب درسی، «a» مربوط به گاز نیتروژن مونوکسید (NO)، «b» مربوط به گاز نیتروژن دی‌اکسید (NO_2) و «c» مربوط به گاز اوزون (O_3) است.

B **۱۴- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): با توجه به نمودار صفحه ۹۲ کتاب درسی، مقدار گاز اوزون در حدود ساعت ۱۰ صبح به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

عبارت (ب): مقدار نیتروژن مونوکسید بین ساعت‌های ۴ تا ۱۰ صبح و ۹ تا ۱۰ شب متغیر است.

عبارت (پ): در اول و آخر هر روز، بیشترین مقدار آلاینده مربوط به NO_2 است.

عبارت (ت): بیشترین مقدار آلاینده در طول روز مربوط به NO_2 است.

A ۱۵- گزینهٔ ۲

۴ کلاس درس چگونگی پیدایش آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها

از شیمی دهم به یاد داریم که آلاینده‌های گازی شکل کربن مونوکسید (CO)، گوگرد دی اکسید (SO_2)، نیتروژن مونوکسید (NO) و هیدروکربن‌ها (C_xH_y) در خروجی اگزوزها وجود دارند. در ادامه به بررسی چگونگی پیدایش این آلاینده‌ها می‌پردازیم.

چگونگی تشکیل آلاینده‌ها در خودرو

۱- سوخت‌های فسیلی (زغال سنگ، نفت خام، گازوئیل و بنزین) با کیفیت پایین، مقادیر متفاوتی گوگرد (S) در خود دارند که با سوزاندن این مواد در نیروگاه‌ها و خودروها، گوگرد موجود در آن‌ها سوخته و تبدیل به گاز SO_2 می‌شود:

$$S(s)+O_2(g)\rightarrow SO_2(g)$$

۲- می‌دانیم گاز نیتروژن واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و در شرایطی معمولی با گاز اکسیژن (O_2) واکنش نمی‌دهد، اما با تغییر شرایط واکنش (مثلاً افزایش دما) می‌توان واکنش‌پذیری مواد را تغییر داد. گاز نیتروژن در درون موتور خودروها که دمای بسیار بالایی دارند (دمای موتور خودروها بالاتر از $1000^\circ C$ است.) با گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و به نیتروژن مونوکسید (NO) تبدیل می‌شود:

$$N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$$

توجه گاز نیتروژن دی اکسید (NO_2) جزء آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو نیست، از اگزوز خودرو گاز نیتروژن مونوکسید (NO) خارج می‌شود که ممکن است پس از ورود به هوا کره و واکنش با اکسیژن هوا به NO_2 تبدیل شود.

۳- گاز نیتروژن مونوکسید (NO) خارج شده از اگزوز خودروها می‌تواند در هواکره با اکسیژن هوا واکنش داده و به گاز نیتروژن دی اکسید (NO_2) که قهوه‌ای رنگ است تبدیل شود:

$$2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g)$$

یادآوری از شیمی دهم:

گاز نیتروژن در اثر رعد و برق و افزایش قابل توجه دمای مولکول‌های هوا (در ناحیه‌ای که رعد و برق ایجاد می‌شود) با اکسیژن هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن $(NO(g)$ و $NO_2(g))$ تبدیل می‌شود:

$$N_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{\text{در اثر رعد و برق}} NO(g) \text{ و } NO_2(g)$$

$$N_2(g)+O_2(g)\xrightarrow[\text{بی‌اثر}]{\text{در شرایط عادی}}$$

۴- هیدروکربن‌ها در شرایط گوناگون با توجه به غلظت گاز اکسیژن به طور ناقص یا کامل می‌سوزند و فراورده‌های متفاوتی تولید می‌کنند. اگر غلظت اکسیژن در محیط کافی باشد، گاز کربن دی اکسید (CO_2) و اگر غلظت اکسیژن در محیط کافی نباشد، گاز کربن مونوکسید (CO) یا دودهٔ جامد $(C(s))$ تولید می‌شود.

مثال: معادله‌های شیمیایی سوختن کامل و ناقص بنزین (ایزو اوکتان، C_8H_{18}) به صورت زیر است:

سوختن کامل اوکتان:
$$2C_8H_{18}(l)+25O_2(g)\rightarrow 16CO_2(g)+18H_2O(g)$$

سوختن ناقص اوکتان:
$$\begin{cases} 2C_8H_{18}(l)+17O_2(g)\rightarrow 16CO(g)+18H_2O(g) \\ 2C_8H_{18}(l)+9O_2(g)\rightarrow 16C(s)+18H_2O(g) \end{cases}$$

۵- از مقایسهٔ واکنش‌های سوختن کامل و ناقص هیدروکربن‌ها به نتایج زیر می‌رسیم:

الف) در بین فراورده‌های واکنش‌های سوختن کامل و ناقص، یک فراورده مشترک یعنی $H_2O(g)$ وجود دارد.

ب) فراورده غیرمشترک این واکنش‌ها، $CO_2(g)$ در سوختن کامل، $CO(g)$ و $C(s)$ در سوختن ناقص است.

پ) به جز گاز اکسیژن $O_2(g)$، ضریب استوکیومتری بقیه مواد در هر دو نوع واکنش سوختن کامل و سوختن ناقص شبیه به هم است، مثلا در هر سه واکنش بالا ضریب $H_2O(g)$ برابر ۱۸، ضریب $CO_2(g)$، $CO(g)$ و $C(s)$ برابر ۱۶ و ضریب $C_8H_{18}(l)$ برابر ۲ است. در حالی که ضریب اکسیژن ۲۵، ۱۷ و ۹ است.

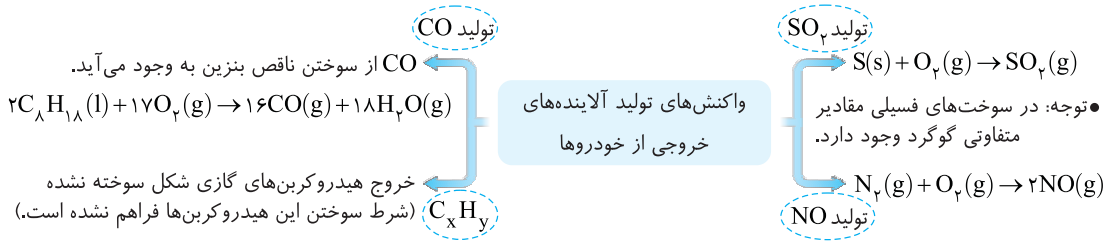
۶- مقداری از هیدروکربن‌های گازی شکل (C_xH_y) بدون اینکه بسوزند از اگزوز خودروها خارج شده و وارد هوا کره می‌شوند؛ در واقع منشأ هیدروکربن‌های خروجی از اگزوز، هیدروکربن‌های سوخته نشده در موتور خودرو است.

اشتباه نکنید هیدروکربن‌هایی که نمی‌سوزند و از اگزوز خارج می‌شوند را به طور میانگین نمی‌توان به صورت C_8H_{18} نمایش داد، زیرا بنزین یک ماده شیمیایی ساده نیست و مخلوطی از چند هیدروکربن متفاوت (مانند C_6H_6، C_8H_{18} و ...) است که به دلیل اینکه در بین این هیدروکربن‌ها ایزو اوکتان درصد بیشتری دارد معمولا بنزین را همان ایزو اوکتان و فرمول آن را C_8H_{18} در نظر می‌گیریم. ایزو اوکتان نسبت به دیگر هیدروکربن‌های موجود در بنزین بهتر و راحت‌تر و کامل‌تر می‌سوزد که این موضوع سبب می‌شود در بین هیدروکربن‌هایی که به صورت نسوخته از اگزوز خارج می‌شوند ایزو اوکتان بسیار کمی مشاهده شود، به همین دلیل ما فرمول هیدروکربن‌هایی که به صورت نسوخته از اگزوز خودرو خارج می‌شوند را C_8H_{18} در نظر نمی‌گیریم و به صورت C_xH_y در نظر می‌گیریم.

نکته

شرایط لازم برای سوختن هیدروکربن‌های مختلف موجود در بنزین با یکدیگر متفاوت است به همین دلیل تعدادی از هیدروکربن‌ها به خاطر فراهم نشدن شرایط لازم برای سوختن به صورت نسوخته از اگزوز خودرو خارج می‌شوند. یکی از دلایل فراهم نشدن شرایط لازم برای سوختن برخی از هیدروکربن‌ها زمان کم انجام واکنش در موتور خودرو است.

جمع‌بندی کلاس درس ۴



واکنش تولید SO_2 و NO_2 به صورت روبه‌رو است:

$S(s)+O_2(g)\rightarrow SO_2(g)$ مجموع ضرایب: ۳

$N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$ مجموع ضرایب: ۴

همان طور که می‌بینید مجموع ضرایب مواد در این دو واکنش با یکدیگر برابر نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در سوخت‌های فسیلی با کیفیت پایین مقداری گوگرد وجود دارد که با سوزاندن این سوخت‌ها در نیروگاه‌ها و خودروها گوگرد موجود در آن‌ها سوخته و تبدیل به گاز SO_2 می‌شود.

گزینهٔ (۳): گاز NO در موتور خودرو از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن با یکدیگر به‌دست می‌آید. $N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g)$

و همچنین این گاز در هواکره در اثر واکنش با اکسیژن به NO_2 تبدیل می‌شود. $2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g)$

گزینهٔ (۴): هر سه واکنش تشکیل CO، CO_2 و SO_2 از نوع سوختن هستند.

A **۱۶- گزینهٔ ۳** دلیل رنگ قهوه‌ای هوای آلوده، گاز نیتروژن دی‌اکسید است که بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح به اوج مقدار خود می‌رسد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): به دلیل این‌که همه سوخت در سیلندر ماشین نمی‌سوزد، در گازهای خروجی از اگزوز مقداری از هیدروکربن‌های نسوخته نیز وجود دارند. با سوختن ناقص اشتباه گرفته نشود زیرا در اثر سوختن ناقص کربن مونوکسید تولید می‌شود.

گزینهٔ (۲): هوای آلوده افزون بر آلاینده‌های خروجی از اگزوز مانند C_xH_y، NO، SO_2 و CO شامل گازهای اوزون و نیتروژن دی اکسید نیز می‌باشد.

گزینهٔ (۴): واکنش تولید اوزون تروپوسفری از گازهای نیتروژن دی اکسید و اکسیژن به صورت زیر است:

$NO_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{\text{نور خورشید}}NO(g)+O_3(g)$

با توجه به معادلهٔ واکنش نوشته شده، مشاهده می‌کنید که ضرایب همهٔ ترکیب‌ها با هم برابر است.

A **۱۷- گزینهٔ ۲** پاسخ پرسش (الف): با توجه به نمودار صفحه ۹۲ کتاب درسی، مقدار گاز NO بین ساعت‌های ۶ تا ۸ صبح به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

پاسخ پرسش (ب): با توجه به نمودار صفحه ۹۲ کتاب درسی، با کاهش مقدار NO مقدار گازهای اوزون و NO_2 افزایش می‌یابد.

پاسخ پرسش (پ): کربن مونوکسید در اثر ناقص سوختن سوخت (بنزین) تولید می‌شود.

B **۱۸- گزینهٔ ۳** عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): هنگام شب مقدار آلاینده‌های کمتری نسبت به ظهر در هوا دیده می‌شود.

عبارت (ب): با انجام واکنش $NO_2(g)+O_2(g)\xrightarrow{\text{نور خورشید}}NO(g)+O_3(g)$ به مرور زمان از مقدار NO_2 کاسته و به مقدار اوزون افزوده می‌شود.

عبارت (پ): گازهای NO و NO_2 جزء آلاینده‌های هواکره به شمار می‌آیند. گاز NO از اگزوز خودرو و گاز NO_2 در اثر واکنش گاز NO در هوا با اکسیژن تولید می‌شود.

عبارت (ت): آلاینده‌های C_xH_y، NO، SO_2 و CO در خروجی اگزوز خودروها وجود دارند.

A **۱۹- گزینهٔ ۲** مقایسهٔ بیشترین مقدار این سه گاز در هوا به صورت مقابل می‌باشد: $NO_2 > O_3 > NO$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): واکنش تشکیل $SO_2(g)$ و واکنش تبدیل NO به NO_2 صورت روبه‌رو است: $2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g)$ $S(s)+O_2(g)\rightarrow SO_2(g)$

ضریب گاز O_2 در واکنش تشکیل $SO_2(g)$، همانند ضریب گاز N_2 در واکنش تشکیل NO، برابر یک است.

گزینهٔ (۳): واکنش‌دهنده‌ها در واکنش تشکیل CO و CO_2، هیدروکربن و گاز اکسیژن هستند.

گزینهٔ (۴): با توجه به واکنش‌های تولید $SO_2(g)$ و NO، به ازای مصرف ۱ مول O_2، ۲ مول NO و ۱ مول SO_2 تولید می‌شود.

$$\begin{cases} S(s)+O_2(g)\rightarrow SO_2(g) \\ N_2(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO(g) \end{cases}$$

A **۲۰- گزینهٔ ۲** در ساعات انتهایی شب مقایسهٔ مقدار آلاینده‌ها به صورت « $NO_2 > NO > O_3$ » است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در ساعات انتهایی شب به علت کم شدن تردد وسایل نقلیه، مقدار آلاینده‌ها در هواکره ناچیز است.

گزینهٔ (۳): از ساعت ۴ تا ۹ صبح مقدار گاز NO_2 در هواکره افزایش می‌یابد. این گاز عامل ایجاد رنگ قهوه‌ای در هواکره است.

گزینهٔ (۴): مقایسهٔ حداکثر غلظت آلاینده‌ها به صورت « $NO < O_3 < NO_2$ » است.

C **۲۱- گزینهٔ ۱** با توجه به نمودار داده شده مقدار اوزون در ساعت ۱۰ صبح برابر ۰/۱۲ppm و در ساعت ۱۰ شب برابر ۰/۰۱ ppm است. پس تفاوت مقدار آن‌ها برابر ۰/۱۱ ppm می‌باشد. با توجه به چگالی هوا و حجم هوایی که در هر تنفس وارد ریه‌های یک فرد بالغ می‌شود، تفاوت جرم گاز ورودی به بدن را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,air = ۰/۵\,L\,air \times \frac{۱/۲\,g\,air}{۱\,L\,air} = ۰/۶\,g\,air$$

با توجه به رابطهٔ ppm، تفاوت مقدار اوزون وارد شده به ریه‌های فرد را به‌دست می‌آوریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow ۰/۱۱ = \frac{x\,g\,O_3}{۰/۶} \times ۱۰^۶ \Rightarrow x = ۶۶ \times ۱۰^{-۹}\,g$$

C **۲۲- گزینهٔ ۳** با توجه به نمودار داده شده غلظت گازهای NO و NO_2 در ساعت ۷ صبح یکسان و تقریباً برابر ۰/۰۸ppm است، پس مجموع غلظت آن‌ها برابر ۰/۱۶ppm می‌باشد. با توجه به چگالی هوا و حجم هوایی که در هر تنفس وارد ریه‌های فرد بالغ می‌شود، جرم گاز ورودی به بدن را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,air = ۱۲\,\text{تنفس} \times \frac{۰/۵\,L\,air}{\text{۱ تنفس}} \times \frac{۱/۲\,g\,air}{۱\,L\,air} = ۷/۲\,g\,air$$

با توجه به رابطهٔ ppm مقدار اوزون وارد شده به ریه‌های فرد را به‌دست می‌آوریم:

$$ppm = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ \Rightarrow ۰/۱۶ = \frac{x\,g}{۷/۲} \times ۱۰^۶ \Rightarrow x = ۱/۱۵۲ \times ۱۰^{-۶}\,g = ۱/۱۵۲ \times ۱۰^{-۳}\,mg$$

A **۲۳- گزینهٔ ۱**

۵ کلاس درس مقایسهٔ میزان آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها

در جدول روبه‌رو، مقدار برخی آلاینده‌های موجود در گازهای خروجی از اگزوز خودروها داده شده است:

فرمول شیمیایی آلاینده	مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر (گرم)
CO	۵/۹۹
C_xH_y	۱/۶۷
NO	۱/۰۴

۱- این جدول نشان می‌دهد که به ازای یک کیلومتر حرکت خودرو چند گرم از آلاینده‌های C_xH_y، NO و CO تولید می‌شود.

۲- با توجه به این جدول می‌توان نتیجه گرفت که در بین این سه آلاینده، NO کمترین و CO بیشترین مقدار را دارد. مقایسهٔ میزان آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو پس از یک کیلومتر حرکت به صورت زیر است:

مقایسهٔ مقدار آلاینده‌ها در غیاب مبدل: $CO > C_xH_y > NO$

توجه پس از یک کیلومتر از حرکت خودرو میزان CO خروجی از اگزوز بیش از دو برابر مجموع میزان دو آلاینده C_xH_y و NO است:

$$\frac{\text{میزان } CO \text{ تولید شده}}{\text{مجموع میزان } NO \text{ و } C_xH_y} = \frac{۵/۹۹}{۱/۶۷+۱/۰۴} = \frac{۵/۹۹}{۲/۷۱} \simeq ۲/۲$$

۳- در کلاس درس قبل با واکنش‌های تولید آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودروها آشنا شدیم. با توجه به این واکنش‌ها می‌توان گفت که ضریب استوکیومتری CO در واکنش تولید آن عددی بزرگ است به همین دلیل مقدار CO خارج شده از اگزوز خودروها بیشتر از آلاینده‌های دیگر است.

۴- اگـر خودرویـی یک کیلومتر حرکت کند درمجمـوع ۸/۷ گرم آلاینده وارد هوا کره می‌کند، بنابراین اگر روزانه یـک میلیون خودرو و هر خودرو به طور میانگین ۵۰ کیلومتر مسافت طی کند در مجموع ۴۳۵ تن آلاینده وارد هواکره می‌کند:

مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر برای یک خودرو: $۵/۹۹+۱/۶۷+۱/۰۴=۸/۷g$

$$\text{تن آلاینده } ۴۳۵=\text{خودرو } ۱۰^۶\times\frac{۵۰km}{\text{خودرو }۱}\times\frac{۸/۷g\text{ آلاینده}}{۱km}\times\frac{\text{تن آلاینده }۱}{۱۰^۶g\text{ آلاینده}}$$

$$?\text{ تولیدی CO}=\text{جرم }۱۰^۸\text{ خودرو}\times\frac{۵۰km}{\text{خودرو }۱}\times\frac{۵/۹۹g\ CO}{۱km}\times\frac{۱ton\ CO}{۱۰^۶g\ CO}=۲۹۹۵۰ton\ CO$$

$$?\text{ تولیدی } C_xH_y=\text{جرم }۱۰^۸\text{ خودرو}\times\frac{۵۰km}{\text{خودرو }۱}\times\frac{۱/۶۷g\ C_xH_y}{۱km}\times\frac{۱ton\ C_xH_y}{۱۰^۶g\ C_xH_y}=۸۳۵۰ton\ C_xH_y$$

$$?\text{ تولیدی NO}=\text{جرم }۱۰^۸\text{ خودرو}\times\frac{۵۰km}{\text{خودرو }۱}\times\frac{۱/۰۴g\ NO}{۱km}\times\frac{۱ton\ NO}{۱۰^۶g\ NO}=۵۲۰۰ton\ NO$$

B **۲۴- گزینهٔ ۱** آلاینده‌های کربن‌دار C_xH_yها و CO هستند. مقدار این آلاینده‌ها را به ازای ۵×۱۰^۶ خودرو و طی مسافت ۱۰ کیلومتر برای هر خودرو به‌دست می‌آوریم.

$$?\text{ تولیدی CO}=\text{جرم }۵\times۱۰^۶\text{ خودرو}\times\frac{۱۰km}{\text{خودرو }۱}\times\frac{۵/۹۹g\ CO}{۱km}\times\frac{۱kg\ CO}{۱۰۰۰g\ CO}=۲۹۹۵۰۰kg\ CO$$

$$?\text{ تولیدی } C_xH_y=\text{جرم }۵\times۱۰^۶\text{ خودرو}\times\frac{۱۰km}{\text{خودرو }۱}\times\frac{۱/۶۷g\ C_xH_y}{۱km}\times\frac{۱kg\ C_xH_y}{۱۰۰۰g\ C_xH_y}=۸۳۵۰۰kg\ C_xH_y$$

$$۲۹۹۵۰۰-۸۳۵۰۰=۲۱۶۰۰۰kg=۲/۱۶\times۱۰^۵kg$$

B **۲۵- گزینهٔ ۳** هر خودرو به ازای طی یک کیلومتر، ۱/۰۴ گرم NO وارد هواکره می‌کند. ابتدا حسـاب می‌کنیم این خودرو در هر روز به ازای طی ۵ کیلومتر چند مول NO وارد هواکره می‌کند.

$$?\text{ mol NO}=۶km\times\frac{۱/۰۴g}{۱km}\times\frac{۱\text{ mol NO}}{۳۰g}=۰/۲۰۸\text{mol NO}$$

حال حساب می‌کنیم این خودرو در یک سال (۳۶۵ روز) چند مول NO وارد هوا می‌کند.

$$?\text{ mol NO}=۳۶۵\text{ روز}\times\frac{۰/۲۰۸\text{mol NO}}{۱\text{ روز}}=۷۵/۹۲\text{mol NO}$$

B **۲۶- گزینهٔ ۱** هر خودرو به ازای طی ۱ کیلومتر، ۶ گرم گاز CO آزاد می‌کند حال باید حسـاب کنیم $۱۰^۷$ خودرو به ازای طی ۲۰ کیلومتر در روز چقدر CO تولید می‌کند.

$$?\text{ ton CO}=۱۰^۷\text{ خودرو}\times\frac{۲۰km}{\text{خودرو }۱}\times\frac{۶g\ CO}{۱km}\times\frac{۱ton\ CO}{۱۰^۶g\ CO}=۱۲۰۰\text{ تن}$$

کربن مونوکسید با اکسیژن هوا ترکیب شده و به کربن دی اکسید تبدیل می‌شود:

$$۲CO(g)+O_۲(g)\rightarrow ۲CO_۲(g)$$

$$?m^۳CO_۲=۱۲۰۰\times۱۰^۶g\ CO\times\frac{۱\text{ mol CO}}{۲۸g\ CO}\times\frac{۲\text{mol }CO_۲}{۲\text{mol CO}}\times\frac{۲۲/۴L\ CO_۲}{۱\text{mol }CO_۲}\times\frac{۱m^۳}{۱۰۰۰L}=۹۶۰۰۰۰m^۳\ CO_۲$$

B **۲۷- گزینهٔ ۲** در فصل بهار ماه‌ها ۳۱ روزه هستند. مقدار هر یک از آلاینده‌ها را در فصل بهار محاسبه می‌کنیم.

$$?g\ C_xH_y=۳۱\times\text{روز }۳\times\frac{۲۰km}{۱\text{ روز}}\times\frac{۱/۶۷g\ C_xH_y}{۱km}=۳۱۰۶/۲g\ C_xH_y$$

$$?g\ CO=۳۱\times\text{روز }۳\times\frac{۲۰km}{۱\text{ روز}}\times\frac{۵/۹۹g\ CO}{۱km}=۱۱۱۴۱/۴g\ CO$$

$$?g\ NO=۳۱\times\text{روز }۳\times\frac{۲۰km}{۱\text{ روز}}\times\frac{۱/۰۴g\ NO}{۱km}=۱۹۳۴/۴g\ NO$$

$$C_xH_y\text{ درصد}=\frac{C_xH_y\text{ جرم}}{\text{جرم کل}}\times۱۰۰=\frac{۳۱۰۶/۲}{۳۱۰۶/۲+۱۱۱۴۱/۴+۱۹۳۴/۴}\times۱۰۰=٪۱۹/۱۹$$

توجه درصد جرمی آلاینده‌های تولیدی در یک روز با یک ماه و یک فصل و یک سال تفاوت ندارد پس بدون محاسبهٔ جرم آلاینده‌ها در فصل بهار، می‌توان درصد جرمی این آلاینده را برای یک روز و به ازای طی مسافت یک کیلومتر هم محاسبه کرد و این عدد برابر درصد آلاینده‌ها در فصل بهار است:

$$C_xH_y\text{ درصد}=\frac{C_xH_y\text{ جرم}}{\text{جرم کل}}\times۱۰۰=\frac{۱/۶۷}{(۱/۶۷+۱/۰۴+۵/۹۹)}\times۱۰۰=٪۱۹/۱۹$$

B **۲۸- گزینهٔ ۴** عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): واکنش تولید SO_2 از نوع سوختن است و واکنش‌های سوختن گرماده $(\Delta H<0)$ هستند.

عبارت (ب): کمترین مقدار آلایندهٔ خروجی از اگزوز خودروها مربوط به NO است.

عبارت (پ): گاز اوزون در هوا از واکنش NO_2 با O_2 به‌دست می‌آید.

عبارت (ت): در موتور خودرو دما بسیار بالا است و گاز N_2 می‌تواند در این دمای بسیار بالا با گاز O_2 وارد واکنش شود.

B **۲۹- گزینهٔ ۴** تنها عبارت (ب) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): با توجه به نمودار صفحهٔ ۹۲ کتاب درسی، حداقل مقدار گاز NO_2 موجود در هوا در طول یک شبانه روز بیشتر از حداقل مقدار گاز اوزون است.

عبارت (ب): C_xH_y متشکل از چند نوع مولکول مختلف است درحالی که کمترین مقدار بر حسب گرم مربوط به NO است.

عبارت (پ): گاز اکسیژن آلوتروپ پایدارتر اکسیژن و اوزون آلوتروپ فعال‌تر اکسیژن است. معادله این واکنش به صورت زیر می‌باشد.

$$NO_2(g)+O_2(g)\rightarrow NO(g)+O_3(g)$$

عبارت (ت): واکنش میان گازهای NO_2 و O_2 منجر به تولید NO و O_3 می‌شود. NO آلاینده‌ای است که کمترین جرم را در میان آلاینده‌های خروجی از اگزوز خودرو دارد.

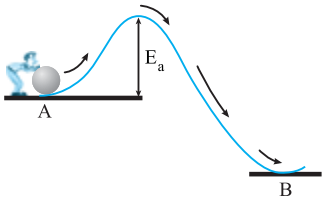
A **۳۰- گزینهٔ ۴**

۶ کلاس درس انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی

عبور از سد انرژی با انرژی فعال‌سازی

هر واکنش شیمیایی برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای اینکه یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش‌دهنده‌ها مقدار معینی انرژی داشته باشند. برای درک بهتر موضوع به مثال زیر توجه نمایید.

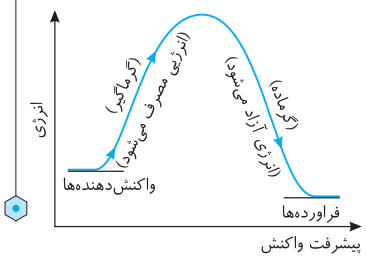
مثال: فرض کنید مانند شکل روبه‌رو شخصی می‌خواهد گلوله‌ای را از نقطه A به نقطه B منتقل کند، با توجه به این شکل می‌توان گفت که:



الف) برای رساندن این گلوله به نقطهٔ B او دست کم باید انرژی لازم برای رساندن گلوله به بالای قله (E_a) را تأمین کند، زیرا از آن به بعد گلوله بر اثر نیروی گرانش روی سطح شیب‌دار به پایین سرازیر می‌شود. درواقع برای رساندن گلوله از قله به نقطهٔ B نیاز به صرف انرژی توسط شخص نیست.

ب) بدیهی است که هر چه قله کوتاه‌تر باشد انتقال گلوله آسان‌تر و سریع‌تر انجام می‌شود. زیرا نیاز به انرژی کمتری دارد.

پ) در این نمودار اگر خط آبی نشان دهنده مسیر انجام واکنش باشد انتقال گلوله از نقطه A به نقطه B همچون تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها در یک واکنش شیمیایی است. با این توضیح نمودار انرژی - پیشرفت یک واکنش به صورت روبه‌رو است:



نتیجه: فرایند رسیدن واکنش‌دهنده‌ها به نوک قله، فرایندی گرماگیر بوده و نیاز به صرف انرژی (انرژی فعال‌سازی) دارد. در حالی که فرایند انتقال از قله به فراورده‌ها گرماده بوده و انرژی آزاد می‌کند.

نکته

برای آغاز هر واکنش شیمیایی، صرف‌نظر از گرماده یا گرماگیر بودن آن‌ها، مقدار معینی انرژی لازم است که به آن انرژی فعال‌سازی واکنش می‌گوییم. در واقع انرژی فعال‌سازی حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی است. این انرژی موجب می‌شود تا واکنش‌دهنده‌ها با عبور از سد انرژی به فراورده‌ها تبدیل شوند. انرژی فعال‌سازی را با نماد E_a نمایش می‌دهند و با یکای کیلوژول گزارش می‌کنند.

نیتروژن و اکسیژن در دمای اتاق واکنش نمی‌دهند اما درون موتور خودرو اندکی از آن‌ها به نیتروژن مونوکسید تبدیل می‌شود.

A **۳۱- گزینهٔ ۳** درون موتور خودرو تعداد کمی‌از مولکول‌های $N_2(g)$ و $O_2(g)$ با یکدیگر وارد واکنش می‌شوند. این واکنش در دمای اتاق انجام نمی‌پذیرد زیرا به انرژی فعال‌سازی زیادی نیاز دارد؛ مقدار انرژی که باید بتواند پیوندهای مستحکم $N\equiv N$ و $O=O$ را سست کند که این مقدار انرژی در دمای اتاق و بدون حضور کاتالیزگر تأمین نمی‌شود.

B **۳۲- گزینهٔ ۱** فقط عبارت (ب) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): طبق تعریف برای آغاز هر واکنش شیمیایی مقدار معینی از انرژی لازم است که به آن انرژی فعال‌سازی می‌گویند.

عبارت (ب): یکی از روش‌های تأمین انرژی فعال‌سازی، گرما دادن به واکنش‌دهنده‌ها است.

عبارت (پ): هر واکنش شیمیایی صرف نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشد، برای آغاز شدن نیاز به انرژی فعال‌سازی دارند.

عبارت (ت): دمای موتور خودروها بیشتر از $1000^\circ C$ است. در این دما واکنش بین گازهای نیتروژن و اکسیژن که در دمای اتاق انجام نمی‌شود، به دلیل تأمین انرژی فعال‌سازی انجام می‌شود.

A **۳۳- گزینهٔ ۲** این شکل کتاب درسی با هدف تعریف انرژی فعال‌سازی یک واکنش آورده شده است. برای اینکه یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش‌دهنده‌ها مقدار معینی انرژی داشته باشند. به این حداقل انرژی معین انرژی فعال‌سازی E_a گویند.

A **۳۴- گزینهٔ ۳** عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند.

عبارت (پ): انرژی فعال‌سازی را با یکای کیلوژول گزارش می‌کنند.

توجه رابطهٔ بین ژول و کالری به صورت $1\,cal = 4/184\,J$ می‌باشد.

A **۳۵- گزینهٔ ۲**

۷ کلاس درس | افزایش دما، راهی برای تأمین انرژی فعال‌سازی

تأمین انرژی فعال‌سازی با گرما دادن به واکنش‌ها

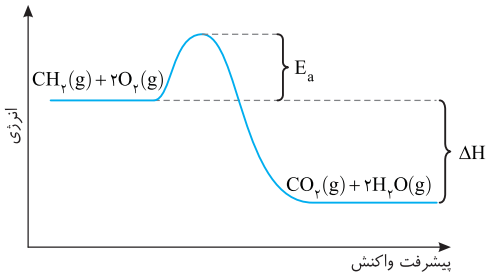
فرض کنید می‌خواهید شمع تولدتان را فوت کنید! برای این کار لازم است ابتدا شمع را روشن کنید بنابراین نیاز به یک کبریت یا فندک دارید. شمع بعد از روشن شدن شروع به سوختن کرده و گرما تولید می‌کند. هرچند سوختن شمع واکنشی گرماده است اما برای انجام این واکنش نیاز است که شمع روشن شود. در واقع ما با استفاده از شعله کبریت روشن یا فندک انرژی مورد نیاز برای شروع واکنش سوختن شمع را فراهم می‌کنیم و پس از آن واکنش گرماده سوختن شمع انجام می‌شود.

۱- یکی از روش‌های تأمین انرژی، گرما دادن به واکنش‌دهنده‌ها است. واکنش‌های شیمیایی صرف نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای شروع به انرژی نیاز دارند.

۲- به طور کلی انرژی فعال‌سازی (E_a) هر واکنش با سرعت واکنش رابطه عکس دارد به طوری که هر چه انرژی فعال‌سازی واکنش بیشتر باشد سرعت آن کمتر است. در نتیجه واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می‌شود زیرا بزرگ بودن E_a نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها برای عبور از این سد به انرژی بیشتری نیاز دارند.

۳- افزایش دما انرژی واکنش‌دهنده‌ها را افزایش می‌دهد به طوری که شمار ذره‌هایی که در واحد زمان می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند افزایش یافته و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

مثال: واکنش سوختن کامل متان (گاز شهری) در اجاق گاز هرچند واکنشی گرماده است اما برای آغاز شدن به جرقه یا شعله نیاز دارد. در واقع جرقه یا شعله فندک و کبریت، انرژی فعال‌سازی واکنش را تأمین می‌کند. نمودار «انرژی - پیشرفت» این واکنش به صورت روبه‌رو است:



واکنش سوختن متان: $CH_4(g)+2O_2(g) \xrightarrow[\text{انرژی فعال‌سازی}]{\Delta: \text{گرمای لازم برای تأمین}} CO_2(g)+2H_2O(g)$ ، $\underbrace{\Delta H=-802\,kJ}_{\text{واکنش گرماده}}$

نتیجه: این نمودار نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی (انرژی فعال‌سازی) را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده‌ها تبدیل شوند. در واقع اگر انرژی فعال‌سازی این واکنش تأمین نشود واکنش‌دهنده‌ها دست نخورده باقی می‌مانند. در واکنش بالا اگر گرمای لازم برای شروع واکنش توسط شعله کبریت یا فندک تأمین نشود انرژی فعال‌سازی لازم برای سوختن متان فراهم نشده و واکنش انجام نمی‌شود.

افزایش دما و تأثیر آن بر سرعت واکنش

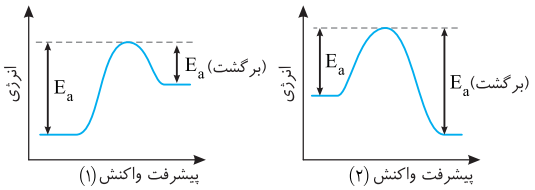
۱- دما از عوامل موثر بر سرعت واکنش است، افزایش دمای یک واکنش، انرژی جنبشی ذره‌های واکنش‌دهنده را افزایش می‌دهد، در نتیجه این ذره‌ها بیشتر و موثرتر با یکدیگر برخورد کرده و سرعت واکنش افزایش می‌یابد. به بیان دیگر با افزایش دما تعداد مولکول‌هایی که در واحد زمان به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند و همچنین انرژی این برخوردها افزایش می‌یابد، در نتیجه می‌توان گفت که سرعت واکنش افزایش می‌یابد:

افزایش دما در واکنش‌های شیمیایی ← افزایش انرژی جنبشی واکنش‌دهنده‌ها ← افزایش سرعت واکنش‌های گرماده و گرماگیر

۲- گاز نیتروژن با گاز اکسیژن در دمای اتاق واکنش نمی‌دهد زیرا این واکنش نیاز به انرژی فعال‌سازی زیادی دارد که در دمای اتاق تأمین نمی‌شود اما درون موتور خودرو دما به قدری بالا است که ذره‌های واکنش‌دهنده دارای انرژی جنبشی بسیار زیادی خواهند بود به همین دلیل انرژی فعال‌سازی این واکنش تأمین شده و **اندکی** از آن‌ها به نیتروژن مونوکسید تبدیل می‌شود.

۳- می‌دانیم یکی از راه‌های تولید گرما سایش بین دو سطح جامد است. اگر نوک کبریت روی سطح زبر قوطی کبریت کشیده شود، گرما تولید می‌شود. این گرما انرژی فعال‌سازی واکنش شیمیایی انجام شده را تأمین می‌کند.

۴- در شرایط یکسان تغییر دما روی سرعت واکنش‌هایی که E_a بیشتری دارند، تأثیر بیشتری دارد. به بیان دیگر اگر دمای انجام دو واکنش را به یک اندازه افزایش دهیم، سرعت واکنشی که E_a بیشتری دارد، بیشتر افزایش می‌یابد. به عنوان مثال با توجه به نمودارهای زیر اگر دمای هر دو واکنش (۱) و (۲) را به یک اندازه افزایش دهیم افزایش سرعت واکنش (۱) بیشتر خواهد بود:



توجه در واکنش‌های برگشت‌پذیر افزایش دما سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را افزایش می‌دهد اما نه به یک اندازه! به عنوان مثال در واکنش (۲) افزایش دما سرعت واکنش برگشت را بیشتر افزایش می‌دهد زیرا انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت بیشتر از واکنش رفت است.

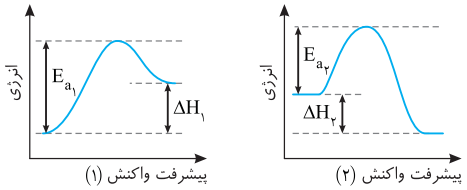
۵- افزایش دما در دماهای پایین‌تر اثر بیشتری روی سرعت واکنش دارد. به عنوان مثال اگر دمای یک واکنش را در دو دمای متفاوت $25^\circ C$ و $40^\circ C$ به اندازه $20^\circ C$ افزایش دهیم میزان افزایش سرعت در واکنش اول که در دمای $25^\circ C$ انجام می‌شود بیشتر است. دقت کنید گفتیم میزان افزایش سرعت در واکنش اول بیشتر است نه سرعت نهایی.

اشتباه نکنید ارتباطی بین انرژی فعال‌سازی و گرماده یا گرماگیر بودن یک واکنش وجود ندارد، زیرا ممکن است انرژی فعال‌سازی یک واکنش گرماگیر، بیشتر از انرژی فعال‌سازی یک واکنش گرماده باشد، یا انرژی فعال‌سازی یک واکنش گرماده، بیشتر از انرژی فعال‌سازی یک واکنش گرماگیر باشد. در نکته زیر به بررسی دقیق این موضوع می‌پردازیم.

نکته

بین ΔH واکنش که یک کمیت ترمودینامیکی است و E_a آن رابطه‌ای وجود ندارد. یعنی ممکن است واکنشی دارای ΔH بزرگ بوده و بسیار گرماگیر باشد ولی E_a آن کوچک باشد و یا بالعکس، ممکن است ΔH واکنشی کوچک‌تر از صفر و بسیار گرماده باشد، ولی E_a آن بزرگ باشد، به عبارت دیگر نمی‌توان بیان کرد که اگر واکنشی گرماده باشد، با سرعت زیاد انجام می‌شود. همچنین نمی‌توان به این نتیجه رسید که سرعت انجام یک واکنش گرماده، از سرعت انجام یک واکنش گرماگیر بیشتر است، یعنی بین سرعت واکنش و ΔH آن هم رابطهٔ خاصی وجود ندارد.

به مثال زیر توجه کنید:



توضیح واکنش (۲) گرماده $(\Delta H<0)$ است، با توجه به این‌که E_a واکنش (۱) از E_a واکنش (۲) بیشتر است، در شرایط یکسان دما، فشار و غلظت، سرعت انجام واکنش (۱) که یک واکنش گرماگیر با $\Delta H>0$ است، از سرعت انجام واکنش (۲) کمتر می‌باشد.

جمع‌بندی کلاس درس ۷

واکنش شیمیایی (گرماده و گرماگیر) ← برای انجام شدن نیاز به انرژی فعال‌سازی دارند.
گرما دادن به واکنش‌دهنده‌ها، اغلب E_a واکنش‌ها را تأمین می‌کند.

هرچه E_a بیشتر باشد ← تغییر دما تأثیر بیشتری روی تغییر سرعت واکنش دارد.

هر چه قلهٔ نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» پایدارتر باشد، سطح انرژی آن پایین‌تر بوده و تفاوت سطح انرژی آن با واکنش‌دهنده‌ها که همان انرژی فعال‌سازی است، کمتر است. البته سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها در هر دو واکنش را برابر در نظر گرفتیم.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): سوختن مواد یک واکنش گرماده است پس سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها است و پایداری بیشتری دارند.

گزینهٔ (۳): در واکنش‌های گرماده پایداری واکنش‌دهنده‌ها کمتراز فراورده‌ها و در واکنش‌های گرماگیر پایداری واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فراورده‌ها است.

گزینهٔ (۴): در نمودار داده شده آنتالپی و انرژی فعال‌سازی به درستی مشخص نشده‌اند.

B **۳۶- گزینهٔ ۱** عبارت‌های (ب) و (پ) نادرست هستند.

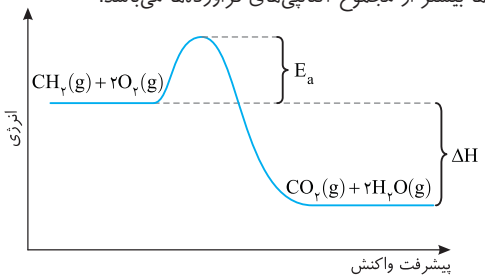
بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): واکنش سوختن متان یک واکنش گرماده است که به کمک جرقه یا شعلهٔ فندک و کبریت انرژی فعال‌سازی این واکنش تأمین می‌شود.

عبارت (ب): مقدار ΔH یک واکنش از رابطه «مجموع آنتالپی‌های واکنش‌دهنده‌ها - مجموع آنتالپی‌های فراورده‌ها $= \Delta H$» به‌دست می‌آید. با توجه به اینکه واکنش سوختن متان گرماده و حاصل عبارت بالا منفی است. مجموع آنتالپی‌های واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از مجموع آنتالپی‌های فراورده‌ها می‌باشد.

عبارت (پ): نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» این واکنش به صورت روبه‌رو است. با توجه به این نمودار می‌توان دریافت که:

«اختلاف سطح انرژی قله و واکنش‌دهنده‌ها $<\Delta H$ واکنش $>$ اختلاف سطح انرژی قله و فراورده‌ها»



عبارت (ت): سطح انرژی فراورده‌های واکنش پایین‌تر از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌هاست، در نتیجه فراورده‌ها پایداری بیشتری نسبت به واکنش‌دهنده‌ها دارند.

A **۳۷- گزینهٔ ۴** رنگ نور تولید شده در اثر واکنش سوختن یک ترکیب به غلظت گاز اکسیژن محیط بستگی دارد. اگر غلظت گاز اکسیژن در محیط کافی باشد و ترکیب به‌طور کامل بسوزد، رنگ شعلهٔ آن متفاوت از حالتی خواهد بود که به علت کمبود غلظت گاز اکسیژن ترکیب به صورت ناقص می‌سوزد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): همهٔ واکنش‌های سوختن گرماده هستند و در واکنش‌های گرماده سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌ها می‌باشد، در نتیجه فراورده‌ها پایدارتر هستند.

گزینهٔ (۲): سوختن، یک واکنش شیمیایی است که در آن یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد. واکنش‌های سوختن برای انجام شدن احتیاج به انرژی فعال‌سازی دارند.

گزینهٔ (۳): یکی از روابط محاسبهٔ ΔH به صورت زیر است. با توجه به گرماده بودن واکنش سوختن می‌توان نوشت:

$\Delta H =$ (مجموع آنتالپی‌های پیوند واکنش‌دهنده‌ها) $-$ (مجموع آنتالپی‌های پیوند فراورده‌ها) $<0 \Rightarrow$

مجموع آنتالپی‌های پیوند فراورده‌ها $>$ مجموع آنتالپی‌های پیوند واکنش‌دهنده‌ها

A **۳۸- گزینهٔ ۴**

۸ کلاس درس رابطه انرژی فعال‌سازی و سرعت واکنش

انرژی فعال‌سازی و رابطهٔ آن با سرعت واکنش

چندکوه با ارتفاع متفاوت را در نظر بگیرید. به نظرتان برای رسیدن به نوک کدام قله باید انرژی بیشتری صرف کرد؟ فرض کنید کوهنوردی می‌خواهد در برنامه سالانه خود کوه‌های دماوند، سبلان، دنا و سهند را فتح نماید، با توجه به جدول زیر به نظرتان درکدام مورد این کوهنورد با صرف انرژی کمتری به نوک قله کوه می‌رسد؟

نام کوه	دماوند	سبلان	دنا	سهند
ارتفاع کوه (متر)	۵۶۱۰	۴۸۱۱	۴۴۰۹	۳۷۰۷

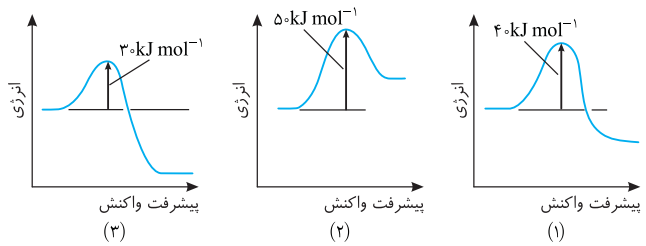
بله درست است برای رسیدن به نوک قله‌ای که ارتفاع بیشتری دارد باید انرژی بیشتری نیز صرف کرد بنابراین این کوهنورد برای رسیدن به نوک قله دماوند بیشترین انرژی و برای رسیدن به نوک قله سهند کمترین انرژی را باید صرف کند. واکنش‌های شیمیایی نیز برای آغاز با سدهای انرژی متفاوتی روبه‌رو هستند.

۱- واکنش‌های شیمیایی به دلیل داشتن انرژی فعال‌سازی متفاوت با سرعت‌های گوناگون انجام می‌شوند، برای نمونه واکنش زنگ زدن آهن کند است، زیرا برای انجام شدن نیاز به انرژی فعال‌سازی زیادی دارد، درحالی که واکنش سوختن متان تند است، زیرا انرژی فعال‌سازی کمی نیاز دارد.

۲- در مثال بالا به نظرتان سرعت صعود این کوهنورد در کدام مورد بیشتر است؟ کاملا مشخص است که هر چه ارتفاع قله بیشتر باشد، انرژی مصرف شده توسط کوهنورد و میزان خستگی او نیز بیشتر شده و سرعت صعودش کاهش خواهد یافت.

نتیجه: انرژی فعال‌سازی در واکنش‌های شیمیایی شبیه به ارتفاع کوه در مثال ما است. به طور کلی انرژی فعال‌سازی (E_a) هر واکنش با سرعت واکنش رابطهٔ عکس دارد، به طوری که هر چه انرژی فعال‌سازی واکنش بیشتر باشد سرعت آن کمتر است.

۳- در بین چند واکنش، سرعت واکنشی که انرژی فعال‌سازی کمتری دارد بیشتر است. به نمودارهای زیر توجه نمایید:



با توجه به این نمودارها به دو مقایسه مهم زیر می‌رسیم:

مقایسهٔ انرژی فعال‌سازی (E_a): واکنش (۳) $(۳۰kJ.mol^{-1})$ < واکنش (۱) $(۴۰kJ.mol^{-1})$ < واکنش (۲) $(۵۰kJ.mol^{-1})$

مقایسهٔ سرعت واکنش $(\bar{R})$: $\bar{R}$(واکنش(۳)) > $\bar{R}$(واکنش(۱)) > $\bar{R}$(واکنش(۲))

۴- بین انرژی فعال‌سازی و سرعت واکنش رابطه خطی وجود ندارد یعنی اگر در واکنشی در شرایط یکسان (دما، غلظت و فشار) E_a را دو برابر کنیم الزاماً سرعت واکنش نصف نخواهد شد. فقط می‌توان گفت که در اثر افزایش E_a سرعت واکنش کاهش می‌یابد.

مثال: با توجه به داده‌ها، کدام مطلب درست است؟

واکنش (۱): $A+2B \rightleftharpoons C$ $\quad E_{a_1}=45kJ$

واکنش (۲): $2E \rightleftharpoons F+2G$ $\quad E_{a_2}=135kJ$

۱) سرعت واکنش (۱)، سه برابر سرعت واکنش (۲) است.

۲) سرعت واکنش (۲)، از سرعت واکنش (۱) بیشتر است، زیرا انرژی فعال‌سازی واکنش (۲) از انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) بیشتر است.

۳) سرعت واکنش (۱)، از سرعت واکنش (۲) بیشتر است، زیرا انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) از انرژی فعال‌سازی واکنش (۲) کمتر است.

۴) انرژی فعال‌سازی برگشت واکنش (۱) از انرژی فعال‌سازی برگشت واکنش (۲) کمتر است.

راه‌حل: انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) از انرژی فعال‌سازی واکنش (۲) کمتر است، بنابراین سرعت واکنش (۱) از سرعت واکنش (۲) بیشتر می‌باشد.

اکنون به بررسی سایر گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینهٔ (۱): بین انرژی فعال‌سازی و سرعت واکنش رابطهٔ وارونهٔ خطی وجود ندارد، یعنی از این‌که انرژی فعال‌سازی واکنش (۱)، $\frac{1}{3}$ برابر انرژی فعال‌سازی واکنش (۲) است، نمی‌توانیم این نتیجه را بگیریم که سرعت واکنش (۱)، سه برابر سرعت واکنش (۲) است. فقط می‌توانیم بیان کنیم که سرعت واکنش (۱) از سرعت واکنش (۲) بیشتر می‌باشد.

گزینهٔ (۴): با دیدن معادلهٔ واکنش و داشتن E_a آن، نمی‌توانیم دربارهٔ E_a (برگشت) اظهارنظر کنیم، برای به‌دست آوردن E_a (برگشت)، باید علاوه بر E_a یک واکنش، ΔH آن را هم داشته باشیم. (گزینهٔ (۳))

جمع‌بندی کلاس درس ۸

انرژی فعالسازی (E_a) با سرعت واکنش رابطه عکس دارد.

- هرچه (E_a) بیشتر باشد ← سرعت واکنش کمتر است.
- هرچه (E_a) کمتر باشد ← سرعت واکنش بیشتر است.

مقدار انرژی فعال‌سازی یک واکنش ارتباطی با مقدار گرمایی که واکنش با محیط مبادله می‌کند، ندارد. ممکن است یک واکنش انرژی فعال‌سازی پایینی داشته باشد اما در اثر انجام آن مقدار زیادی گرما با محیط مبادله شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): هر چه انرژی فعال‌سازی واکنش بیشتر باشد، شرایط انجام آن واکنش سخت‌تر خواهد بود و واکنش با سرعت کمتری به انجام می‌رسد.

گزینهٔ (۲): مقدار انرژی فعال‌سازی با دمای لازم برای انجام واکنش رابطهٔ مستقیم دارد. بنابراین هر چه انرژی فعال‌سازی واکنشی کمتر باشد، آن واکنش در دمای پایین‌تر و در شرایط آسان‌تر به انجام می‌رسد.

گزینهٔ (۳): هر چه انرژی فعال‌سازی واکنشی بیشتر باشد، اختلاف سطح انرژی قله و واکنش‌دهنده‌ها در نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» بیشتر خواهد بود و واکنش برای انجام شدن به انرژی بیشتری نیاز دارد.

A **۳۹- گزینهٔ ۲** هرچه انرژی فعال‌سازی واکنش کمتر باشد سرعت انجام آن بیشتر است. در بین دو واکنش داده شده انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) از انرژی فعال‌سازی واکنش (۲) کمتر است، پس در شرایط یکسان سرعت واکنش (۱) از سرعت واکنش (۲) بیشتر می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): با آنتالپی واکنش نمی‌توان در مورد سرعت آن اظهار نظر کرد.

گزینهٔ (۳): انرژی فعال‌سازی با سرعت انجام واکنش رابطهٔ وارونه دارد.

گزینهٔ (۴): از این‌که E_a در واکنش (۱) به اندازهٔ $5kJ.mol^{-1}$ از E_a در واکنش (۲) کمتر است نمی‌توان نتیجه گرفت که سرعت مصرف A در واکنش (۱) به اندازهٔ $5mol.s^{-1}$ از سرعت مصرف C در واکنش (۲) بیشتر است. سرعت یک واکنش علاوه بر E_a و دما و فشار به عوامل دیگری مانند ماهیت واکنش‌دهنده‌ها و سطح تماس آن‌ها هم بستگی دارد.

۱- توضیح اضافی: البته یک رابطهٔ نمایی به صورت $K=Ae^{-E_a/RT}$ توسط دانشمندی به نام آرنیوس، ارائه شد که در این رابطه، K ثابت سرعت واکنش، A فاکتور فرکانس و E_a انرژی فعال‌سازی واکنش است. اولاً ملاحظه می‌کنید که رابطهٔ بین K و E_a یک رابطهٔ نمایی است (خطی نیست)، دوماً با توجه به این‌که با تغییر E_a، پارامتر A و یا حتی T هم تغییر می‌کند، پس تعیین دقیق این‌که با کم یا زیاد شدن E_a، سرعت واکنش چند برابر می‌شود، امکان‌پذیر نیست. جالب است بدانید، گاهی اوقات با نصف کردن انرژی فعال‌سازی یک واکنش (با استفاده از کاتالیزگر)، سرعت واکنش بیش از صدها هزار برابر افزایش پیدا می‌کند.

B **۴۰- گزینهٔ ۳** تنها عبارت (ت) درست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف) و (پ): بین انرژی فعال‌سازی و سرعت رابطه وجود دارد اما این رابطه خطی نیست و از روی دو برابر بودن انرژی فعال‌سازی نمی‌توان به دو برابر بودن سرعت یک واکنش پی‌برد.

عبارت (ب): با توجه به این‌که ΔH واکنش‌ها را نداریم پس نمی‌توانیم E_a (برگشت) در واکنش (۱) و E_a (رفت) در واکنش (۲) را تعیین کنیم و نمی‌توان سرعت رفت واکنش (۲) و سرعت برگشت واکنش (۱) را مقایسه کرد.

عبارت (ت): به دلیل کمتر بودن E_a (رفت) واکنش (۱) از E_a (برگشت) واکنش (۲) می‌توان فهمید که سرعت رفت واکنش (۱) در جهت رفت بیشتر از سرعت واکنش (۲) در جهت برگشت است.

A **۴۱- گزینهٔ ۳** بزرگ بودن انرژی فعال‌سازی نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها برای تبدیل به فراورده‌ها به انرژی زیادی نیاز دارند، از این رو با افزایش دما، انرژی واکنش‌دهنده‌ها بیشتر می‌شود. به طوری که شمار ذره‌هایی که در واحد زمان می‌توانند به فراورده‌ها تبدیل شوند بیشتر شده و در نتیجه سرعت واکنش افزایش می‌یابد. با افزایش دما انرژی فعال‌سازی یک واکنش کاهش نمی‌یابد بلکه تأمین می‌شود.

A **۴۲- گزینهٔ ۳** واکنش‌دهنده‌های هر واکنش برای آغاز واکنش باید از سد انرژی فعال‌سازی آن بگذرند تا به فراورده‌ها تبدیل شوند. انرژی فعال‌سازی در واقع مانند یک سد انرژی عمل می‌کند که فقط به گونه‌هایی که حداقل انرژی ممکن را داشته باشند اجازهٔ عبور می‌دهد.

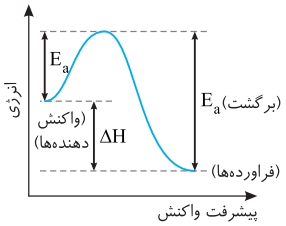
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): انرژی فعال‌سازی یک واکنش به دما بستگی ندارد و در هر دمایی ثابت است، اما از آنجا که با افزایش دما میانگین انرژی جنبشی ذرات ماده نیز افزایش می‌یابد، با افزایش دما سرعت واکنش افزایش یافته و انرژی فعال‌سازی آن تأمین می‌شود.

گزینهٔ (۲): انرژی فعال‌سازی به گرمای مبادله شده در واکنش وابسته نیست و اندازهٔ آن وابسته به کمیت‌های بنیادی واکنش است، یعنی واکنشی گرماگیر می‌تواند انرژی فعال‌سازی حتی کمتری نسبت به واکنش گرماده داشته باشد.

گزینهٔ (۴): همانگونه که در توضیح گزینهٔ (۲) ذکر کردیم، انرژی فعال‌سازی مستقل از میزان گرمای مبادله شده است.

B **۴۳- گزینهٔ ۳** مطابق نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» یک واکنش:



عبارت (الف): تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها را آنتالپی می‌نامند. $(\Delta H = H_2 - H_1)$

عبارت (ب): تفاوت سطح انرژی قلهٔ نمودار با واکنش‌دهنده‌ها را انرژی فعال‌سازی رفت گویند. $(E_a$ (رفت$))$

عبارت (پ): تفاوت سطح انرژی قلهٔ نمودار با فراورده‌ها را انرژی فعال‌سازی برگشت گویند. $(E_a$ (برگشت$))$

دقت کنید که قلهٔ نمودار انرژی ناپایدارترین قسمت است و سطح انرژی آن از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها بیشتر است.

A **۴۴- گزینهٔ ۴**

۹ کلاس درس | واکنش‌هایی که به دلیل انرژی فعال‌سازی بالا در دمای اتاق انجام نمی‌شوند

در شیمی دهم با تعدادی واکنش که در دمای اتاق انجام نمی‌شوند یا با سرعت بسیار کمی انجام می‌شوند آشنا شدیم. در این کلاس درس ضمن یادآوری این واکنش‌ها دلیل انجام نشدن این واکنش‌ها را بررسی کرده و در هر مورد نیز روشی برای انجام شدن آن‌ها بیان می‌کنیم.

۱- مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن با سرعت بسیار پایین با هم واکنش می‌دهند. زیرا شروع این واکنش نیاز به انرژی فعال‌سازی زیادی دارد. حال اگر در این واکنش از یک کاتالیزگر استفاده کنیم و یا در حضور جرقه واکنش انجام دهیم، مخلوط این دو گاز در یک واکنش سریع و شدید، منفجر می‌شود و آب تولید می‌کند.

$2H_2(g)+O_2(g) \rightarrow$ واکنش بسیار کند و تقریباً بی‌اثر

$2H_2(g)+O_2(g) \xrightarrow{\text{در حضور کاتالیزگر و جرقه}} 2H_2O(l)$ واکنش سریع، شدید و انفجاری

در واقع کاتالیزگر سرعت واکنش را به شدت افزایش می‌دهد، جرقه نیز با تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش، به واکنش سرعت می‌دهد.

۲- در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر با جرقه نیز، **هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد**:

$H_2(g)+N_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر و جرقه}}$ واکنشی رخ نمی‌دهد

توجه پیوند سه‌گانه بین اتم‌های نیتروژن در N_2 از استحکام بالایی برخوردار است به همین دلیل N_2 بسیار پایدار می‌باشد. بنابراین برای انجام واکنش بالا و غلبه بر انرژی پیوند در N_2 باید از سد انرژی بالایی عبور کرد که این کار نیاز به انرژی فعال‌سازی بسیار زیادی دارد که در دمای اتاق و یا با زدن جرقه نمی‌توان آن را تأمین کرد.

۳- بیش از ۷۸ درصد حجم هواکره را نیتروژن و حدود ۲۰ درصد آن را اکسیژن تشکیل می‌دهد، اما به دلیل واکنش‌پذیری بسیار کم نیتروژن این واکنش برای انجام شدن نیاز به انرژی فعال‌سازی زیادی دارد تا بتواند از سد انرژی پیوند بین اتم‌های اکسیژن در O_2 و نیز سد انرژی پیوند بین اتم‌های نیتروژن در N_2 عبور کند:

$N_2(g)+O_2(g) \xrightarrow{\text{در شرایط معمولی}}$ واکنشی رخ نمی‌دهد

واکنش بین N_2 و O_2 در موتور خودرو انجام می‌شود زیرا دمای موتور خودرو بیش از $1000^\circ C$ است و در این دما انرژی فعال‌سازی مورد نیاز برای انجام واکنش تأمین می‌شود. البته دقت داشته باشید که در موتور خودرو تعداد کمی از مولکول‌های N_2 و O_2 به نیتروژن مونوکسید تبدیل می‌شوند.

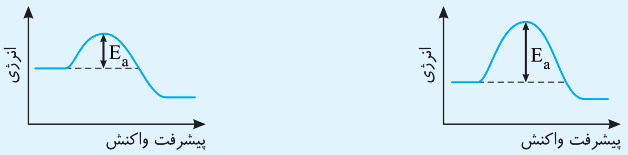
توجه در هنگام رعد و برق به دلیل افزایش دما در ناحیه‌ای که رعد و برق ایجاد شده، انرژی فعال‌سازی این واکنش تأمین شده و انجام می‌شود:

$$N_2(g)+O_2(g) \xrightarrow{\text{رعد و برق}} 2NO(g)$$

$$2NO(g)+O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

نکته

فسفر سفید(P_4) واکنش‌پذیری زیادی دارد و در هوای آزاد به سرعت با اکسیژن واکنش داده و می‌سوزد به همین دلیل برای نگهداری آن و جلوگیری از واکنش آن با اکسیژن هوا، آن را زیر آب نگهداری می‌کنند. فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می‌سوزد، این موضوع نشان می‌دهد که انرژی فعال‌سازی مورد نیاز برای سوختن فسفر سفید، کمتر از انرژی فعال‌سازی مورد نیاز برای سوختن هیدروژن است، به طوری که E_a سوختن فسفر سفید در دمای اتاق تأمین می‌شود. با این توضیح نمودار انرژی پیشرفت واکنش برای این دو واکنش به صورت زیر است:



واکنش بسیار کند و تقریباً بی‌اثر $2H_2(g)+O_2(g) \rightarrow$ $\quad$ $P_4(s)+5O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(s)$

جمع‌بندی کلاس درس ۹

واکنش	$H_2(g)+O_2(g) \rightarrow$	$H_2(g)+N_2(g) \rightarrow$	$N_2(g)+O_2(g) \rightarrow$	$P_4(s)+O_2(g) \rightarrow$
در دمای اتاق	بسیار کند، تقریباً انجام نمی‌شود.	انجام نمی‌شود.	انجام نمی‌شود.	انجام می‌شود.
در حضور کاتالیزگر یا جرقه	سریع و شدید و انفجاری انجام می‌شود.	انجام نمی‌شود.	انجام نمی‌شود ولی در دمای موتور خودرو انجام می‌شود.	نیاز به کاتالیزگر و جرقه ندارد.

با توجه به نمودارهای داده شده، انرژی فعال‌سازی واکنش (۱) بیشتر از واکنش (۲) می‌باشد، بنابراین عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): واکنش فسفر سفید برخلاف هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می‌سوزد، پس انرژی فعال‌سازی سوختن فسفر سفید می‌بایست مقدار کمتری از انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن هیدروژن باشد، پس نمودار (۱) می‌تواند مربوط به سوختن هیدروژن و نمودار (۲) مربوط به سوختن فسفر سفید باشد.

عبارت (ب): همهٔ واکنش‌های سوختن گرماده هستند و فرم کلی آن‌ها مشابه نمودارهای (۱) و (۲) می‌باشد.

عبارت (پ): تغییر دما تأثیری بر انرژی فعال‌سازی واکنش ندارد و تنها کاتالیزگر می‌تواند این کمیت را تغییر دهد.

عبارت (ت): هر چه سطح انرژی گونه‌ای پایین‌تر باشد، پایداری آن نیز بیشتر خواهد بود. در این نمودارها، قلهٔ نمودار (۱) دارای انرژی بیشتری از قلهٔ نمودار (۲) است، پس قلهٔ نمودار (۲) پایدارتر از قلهٔ نمودار (۱) می‌باشد.

A **۴۵- گزینهٔ ۲** واکنش سوختن فسفر سفید در دمای اتاق انجام‌پذیر است. سایر واکنش‌ها برای انجام شدن نیاز به مقدار زیادی انرژی فعال‌سازی دارند که در دمای اتاق و بدون حضور کاتالیزگر این انرژی تأمین نمی‌شود.

A **۴۶- گزینهٔ ۴**

۱۰ کلاس درس مقایسهٔ انرژی فعال‌سازی و آنتالپی پیوند

در شیمی یازدهم با آنتالپی پیوند آشنا شدیم حال در این کلاس درس قصد داریم به مقایسه آنتالپی پیوند و انرژی فعال‌سازی بپردازیم.

آنتالپی پیوند

یادآوری از شیمی یازدهم:

۱- **آنتالپی پیوند:** مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی در **مولکول گازی** و تبدیل آن به **اتم‌های گازی** است. در واقع با صرف انرژی، پیوند اشتراکی بین دو اتم در یک مولکول گازی را شکسته و دو اتم گازی جدا از هم تشکیل می‌شود.

به عنوان مثال، هیدروژن از مولکول‌های دواتمی تشکیل شده است که در هر یک از آن‌ها، دو اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل‌اند. بدیهی است برای تبدیل مولکول‌های H_2 به اتم‌های H، باید با صرف انرژی، پیوند اشتراکی میان آن‌ها شکسته شود. یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول H_2 گازی و تبدیل آن به دو مول اتم گازی H، حدود ۴۳۶KJ است: $H_2(g)+436KJ \rightarrow 2H(g)$

۲- هر چه مقدار آنتالپی پیوند بزرگ‌تر (مثبت‌تر) باشد، به این معنا است که استحکام پیوند بیشتر است. به عنوان مثال با توجه به جدول آنتالپی پیوند، می‌توان معادله‌های شکستن پیوند در H_2 و Cl_2 و HCl را به صورت زیر نوشت:

$$HCl(g)+۴۳۱KJ\rightarrow H(g)+Cl(g) \qquad H_2(g)+۴۳۶KJ\rightarrow H(g)+H(g) \qquad Cl_2(g)+۲۴۲KJ\rightarrow Cl(g)+Cl(g)$$

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که:

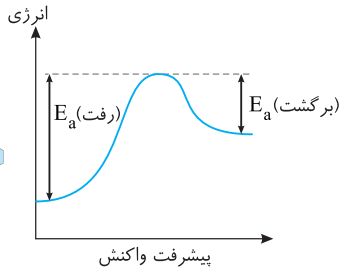
۱- مقایسهٔ ΔH: $\Delta H(H-H)>\Delta H(H-Cl)>\Delta H(Cl-Cl)$ ۲- مقایسهٔ استحکام پیوند: $H-H>H-Cl>Cl-Cl$

مقایسهٔ انرژی فعال‌سازی و انرژی پیوند

۱- انرژی فعال‌سازی واکنش رفت همواره از مجموع انرژی پیوندهای مواد واکنش‌دهنده (درحالت گازی) کمتر است. زیرا انرژی فعال‌سازی صرف شروع واکنش می‌شود و در واقع فقط صرف سست شدن برخی پیوندها (گاهی اوقات تمام پیوندها) می‌شود در حالی که مجموع انرژی پیوند مواد واکنش‌دهنده صرف شکستن کامل تمام پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها می‌شود.

۲- هر چه انرژی فعال‌سازی واکنشی بیشتر باشد مجموع انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها نیز در آن بیشتر خواهد بود. در ضمن می‌توان گفت که در یک واکنش هر طرف معادله واکنش که انرژی فعال‌سازی بیشتری دارد مجموع انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها در آن بیشتر است زیرا هر چه انرژی مورد نیاز برای سست کردن پیوندها (انرژی فعال‌سازی) بیشتر باشد قطعا انرژی مورد نیاز برای از بین بردن کامل پیوندها نیز بیشتر خواهد بود.

۳- در واکنش‌های گرماگیر انرژی فعال‌سازی واکنش رفت بیشتر از واکنش برگشت است بنابراین مجموع انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها بیشتر از فراورده‌ها می‌باشد:

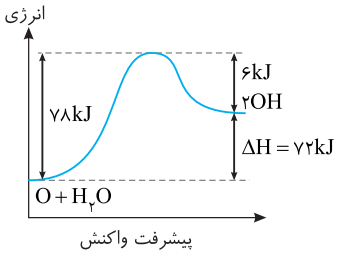


در واکنش‌های گرماگیر: E_a(برگشت)$>E_a$(رفت)$\Rightarrow$مجموع انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها>مجموع انرژی پیوند فراورده‌ها

۴- در واکنش‌های گرماده انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت، بیشتر از واکنش رفت است، بنابراین مجموع انرژی پیوند فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها می‌باشد:

در واکنش‌های گرماده: E_a(برگشت)$>E_a$(رفت)$\Rightarrow$مجموع انرژی پیوند واکنش‌دهنده‌ها>مجموع انرژی پیوند فراورده‌ها

مثال ۱: واکنش $O(g)+H_2O(g)\rightarrow OH(g)$ را در نظر بگیرید. در این واکنش یکی از پیوندهای $H-O$ در مولکول آب شکسته می‌شود که برای این کار به ۴۶۳ کیلو ژول انرژی نیاز است. این در حالی است که مقدار انرژی لازم برای آغاز واکنش یعنی انرژی فعال‌سازی واکنش برابر ۷۸ کیلوژول است. در واقع حداقل انرژی لازم برای سست کردن یکی از پیوندهای $H-O$ در مولکول آب برابر ۷۸ کیلوژول است.



مثال ۲: اگر انرژی پیوند $A-A$ برابر ۲۱۶ کیلوژول بر مول باشد، کدام مقایسه دربارهٔ انرژی فعال‌سازی (E_a) واکنش $A_2(g)+B(g)\rightarrow AB(g)+A(g)$ درست است؟

۱) $E_a>۲۱۶kJ$ ۲) $E_a<۲۱۶kJ$ ۳) $E_a=۲۱۶kJ$ ۴) $E_a=۴۳۲kJ$

راه‌حل: در واکنش‌دهنده‌ها، مولکول $A_2(g)$ و اتم $B(g)$ را داریم. B یک اتم تنها و فاقد پیوند است. انرژی فعال‌سازی یک واکنش از مجموع انرژی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها کمتر است، بنابراین انرژی فعال‌سازی این واکنش از انرژی پیوند $A-A$ ($۲۱۶kJ$) کمتر است. (گزینهٔ (۲))

در یک واکنش گرماگیر، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت است.

$$\Delta H=E_a(\text{واکنش رفت})-E_a(\text{واکنش برگشت})<۰\Rightarrow E_a(\text{واکنش رفت})<E_a(\text{واکنش برگشت})$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): انرژی فعال‌سازی صرف شروع واکنش می‌شود و در واقع فقط صرف سست شدن برخی پیوندها می‌شود در حالی‌که مجموع انرژی پیوند مواد واکنش‌دهنده صرف شکستن کامل تمام پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها می‌شود.

گزینهٔ (۲): هر چه انرژی مورد نیاز برای سست کردن پیوندها (انرژی فعال‌سازی) بیشتر باشد، قطعاً انرژی مورد نیاز برای از بین بردن کامل پیوندها نیز بیشتر خواهد بود.

گزینهٔ (۳): هر طرف که انرژی فعال‌سازی بیشتری دارد، مجموع انرژی پیوند بیشتری هم دارد و در نتیجه استحکام پیوندها هم در آن سمت بیشتر می‌باشد.

۴۷- گزینهٔ ۱ A انرژی فعال‌سازی واکنش رفت همواره از مجموع انرژی پیوندهای مواد واکنش‌دهنده در حالت گازی کمتر است. در این واکنش مجموع آنتالپی‌های پیوند واکنش‌دهنده‌ها برابر $۳۱۶kJ.mol^{-1}$ است؛ بنابراین E_a باید مقداری کمتر از $۳۱۶kJ.mol^{-1}$ باشد.

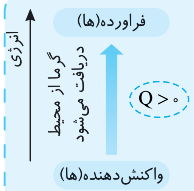
A ۴۸- گزینهٔ ۲

۱۱ کلاس درس نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش»، واکنش‌های گرماگیر

معرفی واکنش‌های گرماگیر

یادآوری از شیمی یازدهم:

۱- برخی از واکنش های شیمیایی برای انجام شدن باید از محیط پیرامون خود گرما جذب کنند. از این‌رو به دلیل دریافت گرما، به این واکنش‌ها، **گرماگیر** گفته می‌شود. در واکنش‌های گرماگیر، مواد واکنش‌دهنده با دریافت گرما و افزایش سطح انرژی، تبدیل به فراورده‌ها شده و پایداری آن‌ها کاهش می‌یابد. انجام این واکنش‌ها از دید انرژی به صورت روبه‌رو است:



۲- در نمودار انرژی تمام واکنش‌های گرماگیر، فراورده‌ها، سطح انرژی بیشتری از واکنش‌دهنده‌ها دارند، در ضمن می‌دانیم پایداری با سطح انرژی رابطهٔ عکس دارد، بنابراین در رابطه با واکنش‌های گرماگیر به دو نتیجهٔ مهم زیر می‌رسیم:

فراورده‌ها < واکنش‌دهنده‌ها :مقایسهٔ سطح انرژی در واکنش‌های گرماگیر

فراورده‌ها > واکنش‌دهنده‌ها :مقایسهٔ پایداری در واکنش‌های گرماگیر

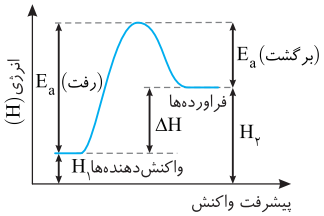
توجه فرم کلی واکنش‌های گرماگیر به صورت زیر است:

فرم کلی واکنش‌های گرماگیر: فراورده(ها) ← انرژی + واکنش‌دهنده(ها)

$$A + q \rightarrow B$$

نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» در واکنش‌های گرماگیر

نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» این دسته از واکنش‌ها به صورت زیر است:



انرژی فعال‌سازی واکنش رفت: E_a (رفت)

انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت: E_a (برگشت)

مجموع آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها: $H_۱$

مجموع آنتالپی فراورده‌ها: $H_۲$

تغییر آنتالپی واکنش: ΔH

نکته

برای واکنش‌های گرماگیر، می‌توان نکته‌های زیر را بیان کرد:

۱- مجموع آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها $(H_۱)$ < مجموع آنتالپی فراورده‌ها $(H_۲)$ $\Rightarrow H_۲ > H_۱ \Rightarrow H_۲ - H_۱ > ۰ \Rightarrow \Delta H > ۰$

۲- با توجه به این‌که مجموع آنتالپی فراورده‌ها از مجموع آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است، بنابراین فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها ناپایدارتر بوده و فعالیت شیمیایی بیشتری دارند: واکنش‌دهنده‌ها<فراورده‌ها :سطح انرژی و فعالیت

فراورده‌ها<واکنش‌دهنده‌ها :پایداری

۳- مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها<مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها $\Rightarrow \Delta H > ۰$

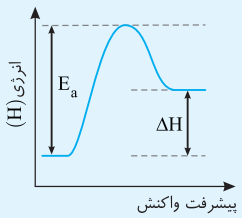
۴- ((E_a (برگشت)) انرژی فعالسازی واکنش برگشت < (E_a (رفت)) انرژی فعال‌سازی واکنش رفت $\Rightarrow E_a$ (رفت) $- E_a$ (برگشت) $> ۰ \Rightarrow \Delta H > ۰$

۵- از آنجا که انرژی فعال‌سازی واکنش رفت ((E_a (رفت)) از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت ((E_a (برگشت)) بیشتر است، بنابراین در واکنش‌های گرماگیر، سرعت واکنش رفت از سرعت واکنش برگشت، کمتر است.

۶- در یک واکنش گرماگیر، واکنش رفت گرماگیر $(\Delta H_{\text{رفت}} > ۰)$ است. بنابراین اگر واکنش برگشت‌پذیر باشد، واکنش برگشت گرماده $(\Delta H_{\text{برگشت}} < ۰)$ است.

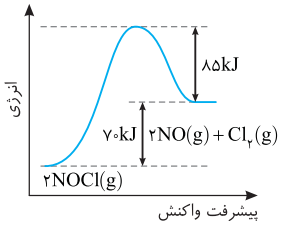
$$\Delta H_{\text{برگشت}} = -\Delta H_{\text{رفت}} \Rightarrow \Delta H_{\text{برگشت}} < ۰$$

۷- با توجه به نمودار زیر و رابطهٔ $\Delta H = E_a$ (برگشت) $- E_a$ (رفت)، نتیجه می‌گیریم که در واکنش‌های گرماگیر، E_a (رفت) از ΔH بیشتر است.



۸- در واکنش‌های گرماگیر، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت بیشتر است. بنابراین رسیدن واکنش‌دهنده‌ها به نوک قله در نمودار انرژی - پیشرفت کندتر (سخت‌تر) از رسیدن فراورده‌ها به نوک قله است.

مثال ۱: با توجه بـه نمودار روبه‌رو که به واکنش $2NOCl(g) \rightarrow 2NO(g)+Cl_2(g)$ مربوط اسـت، E_a برحسب $kJ.mol^{-1}$ و ΔH واکنش برحسب kJ به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



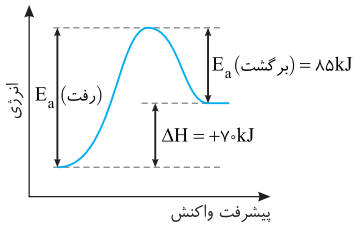
۱) ۸۵ و ۷۰−

۲) ۱۵۵ و ۷۰−

۳) ۱۵۵ و ۷۰+

۴) ۸۵ و ۷۰+

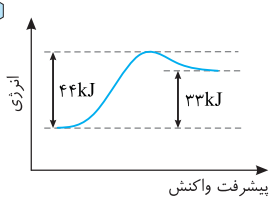
راه‌حل: ΔH، E_a (رفت) و E_a (برگشت) در نمودار مشخص شده‌اند.



$$\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow E_a(\text{رفت}) = \Delta H + E_a(\text{برگشت}) = (+۷۰) + ۸۵ = ۱۵۵ kJ$$

از آنجا که نمودار داده شده مربوط به یک واکنش گرماگیر است، بنابراین باید ΔH را برابر $+۷۰kJ$ در نظر بگیریم. (گزینهٔ (۳))

مثال ۲: با توجه به نمودار کدام مطلب درست است؟



۱) $\Delta H > ۰$ و سرعت واکنش رفت از سرعت واکنش برگشت بیشتراست.

۲) انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت برابر ۴۴ کیلوژول بر مول است.

۳) $\Delta H > ۰$ و فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها پایدارتر هستند.

۴) در این واکنش، واکنش رفت برای آغاز، سد انرژی بیشتری نسبت به واکنش برگشت پیش روی خود دارد.

راه‌حل: در این واکنش انرژی فعال‌سازی واکنش رفت بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت است به همین دلیل واکنش رفت برای آغاز سد انرژی بیشتری نسبت به واکنش برگشت پیش روی خود دارد.

۱) $\Delta H > ۰ \Rightarrow$ واکنش گرماگیر است.

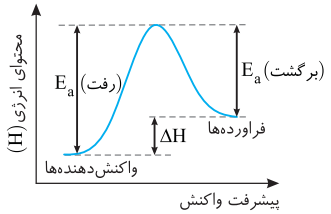
۲) $\Delta H > ۰ \Rightarrow E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) > ۰ \Rightarrow E_a(\text{رفت}) > E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow$ سرعت واکنش برگشت > سرعت واکنش رفت

۳) $\Delta H > ۰ \Rightarrow H_۲ > H_۱ \Rightarrow$ واکنش‌دهنده‌ها از فراورده‌ها پایدارترند. $\Rightarrow$ سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر است.

سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر است.

(گزینهٔ (۴)) $\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow +۳۳ = ۴۴ - E_a(\text{برگشت}) \Rightarrow ۴۴ - ۳۳ = ۱۱ kJ.mol^{-1}$

نمودار «انرژی پیشرفت» یک واکنش گرماگیر به صورت زیر است:



سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر و انرژی فعال‌سازی رفت بیشتر از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت است.

B **۴۹- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): پایداری با انرژی رابطهٔ عکس دارد پس در واکنش گرماگیر داریم:

نمودار قله انرژی > فراورده‌ها > واکنش‌دهنده‌ها :پایداری

عبارت (ب): با توجه به کمتر بودن انرژی فعال‌سازی برگشت پس سرعت واکنش برگشت بیشتر از رفت است.

عبارت (پ): مقدار آنتالپی ΔH از رابطهٔ « $\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت})$ » به‌دسـت می‌آید و با توجه به مثبت بودن ΔH می‌توان نتیجه گرفت که « $\Delta H > E_a(\text{رفت})$ » است.

عبارت (ت): در واکنش‌های گرماگیر $\Delta H > ۰$ و $E_a(\text{رفت})$ بزرگ‌تر از $E_a(\text{برگشت})$ است، پس « $\Delta H + E_a(\text{رفت})$ » از $E_a(\text{برگشت})$ بزرگ‌تر است.

A ۵۰- گزینهٔ ۳

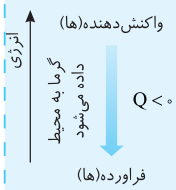
۱۲ کلاس درس نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش»، واکنش‌های گرماده

معرفی واکنش‌های گرماده

یادآوری از شیمی یازدهم:

۱- بسیاری از واکنش‌های شیمیایی هنگام انجام شدن، گرما از دست می‌دهند. به بیان دیگر، در این واکنش‌ها گرما از سامانه خارج می‌شود (**گرما آزاد می‌شود**). به همین دلیل چنین واکنش‌هایی را **گرماده** می‌نامیم. در این واکنش‌ها، واکنش‌دهنده‌ها با از دست دادن انرژی و پس از تبدیل به فراورده‌ها و کاهش سطح انرژی، به پایداری بیشتری می‌رسند.

انجام این واکنش‌ها از دید انرژی به صورت روبه‌رو است:



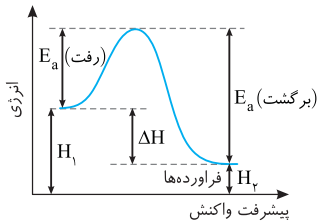
۲- در نمودار انرژی تمام واکنش‌های گرماده، فراورده‌ها **انرژی کمتری** از واکنش‌دهنده‌ها دارند. به بیان دیگر سطح انرژی فراورده‌ها، پایین‌تر از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها می‌باشد. بنابراین پایداری فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است.

توجه فرم کلی واکنش‌های گرماده به صورت زیر است:

$$\text{فرم کلی واکنش‌های گرماده}\begin{cases}\text{واکنش‌دهنده(ها)} \rightarrow \text{فراورده(ها)+انرژی}\\ A \rightarrow B+q\end{cases}$$

نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» در واکنش‌های گرماه

نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» این دسته از واکنش‌ها به صورت زیر است:



انرژی فعال‌سازی واکنش رفت: E_a (رفت)

انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت: E_a (برگشت)

مجموع آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها: $H_۱$

مجموع آنتالپی فراورده‌ها: $H_۲$

تغییر آنتالپی واکنش: ΔH

در زیر نکات مربوط به واکنش‌های گرماده و نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» آن‌ها را بیان می‌کنیم:

نکته

۱- مجموع آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها $(H_۱)$ > مجموع آنتالپی فراورده‌ها $(H_۲) \Rightarrow H_۲ < H_۱ \Rightarrow H_۲ - H_۱ < ۰ \Rightarrow \Delta H < ۰$

۲- از آن‌جا که مجموع آنتالپی فراورده‌ها از مجموع آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها کمتر است، بنابراین فراوردها از واکنش‌دهنده‌ها پایدارتر بوده و فعالیت شیمیایی کمتری دارند:

فراورده‌ها > واکنش‌دهنده‌ها :سطح انرژی و فعالیت

واکنش‌دهنده‌ها > فراورده‌ها :پایداری

۳- مجموع آنتالپی تشکیل واکنش دهنده‌ها > مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها $\Rightarrow \Delta H < ۰$

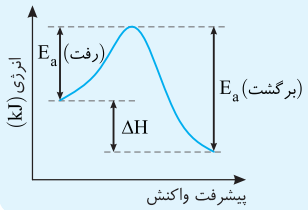
۴- $(E_a$ (برگشت)) انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت > $(E_a$ (رفت)) انرژی فعال‌سازی واکنش رفت $\Rightarrow ۰ <$ E_a (برگشت) $-$ E_a (رفت) $< ۰ \Rightarrow \Delta H$

۵- انرژی فعال‌سازی واکنش رفت $(E_a$ (رفت)) از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت $(E_a$ (برگشت)) کمتر است، بنابراین در واکنش‌های گرماده، سرعت واکنش رفت از سرعت واکنش برگشت، بیشتر است.

۶- در یک واکنش گرماده، واکنش رفت گرماده $(\Delta H_{\text{رفت}} < ۰)$ است، بنابراین اگر واکنش برگشت‌پذیر باشد، واکنش برگشت گرماگیر $(\Delta H_{\text{برگشت}} > ۰)$ است.

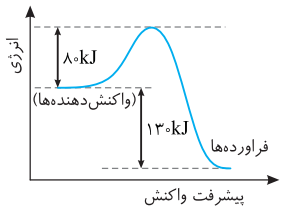
$$\Delta H_{\text{برگشت}} = -\Delta H_{\text{رفت}} \Rightarrow \Delta H_{\text{برگشت}} > ۰$$

۷- با توجه به نمودار زیر و همچنین رابطهٔ $\Delta H = E_a$ (برگشت) $- E_a$ (رفت)، می‌توانیم نتیجه بگیریم که در واکنش های گرماده، E_a (برگشت) از قدرمطلق ΔH $(|\Delta H|)$ بیشتر است.



۸- در واکنش‌های گرماده، انرژی فعال‌سازی واکنش رفت از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت کمتر است. بنابراین رسیدن واکنش‌دهنده‌ها به نوک قله در نمودار انرژی - پیشرفت سریع‌تر(آسان‌تر) از رسیدن فراورده‌ها به نوک قله است.

مثال ۱: با توجه به نمودار روبه‌رو می‌توان نتیجه گرفت که ΔH این واکنش در جهت ..... ، ..... از صفر بوده و سرعت آن در این جهت ..... است و ΔH واکنش در جهت برگشت برابر ..... کیلوژول است.



۱) رفت - کوچک‌تر - کمتر - ۱۳۰−

۲) برگشت - بزرگ‌تر - بیشتر - ۱۳۰+

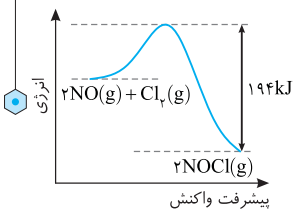
۳) رفت - کوچک‌تر - بیشتر - ۱۳۰+

۴) برگشت - کوچک‌تر - کمتر - ۱۳۰−

راه‌حل: در نمودار داده شده، سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر است. بنابراین واکنش رفت گرماده بوده و ΔH آن کوچک‌تر از صفر است. در واکنش‌های گرماده، E_a (رفت) از E_a (برگشت) کمتر است، از این‌رو سرعت واکنش رفت از سرعت واکنش برگشت بیشتر می‌باشد.

$\Delta H_{\text{رفت}} = -۱۳۰kJ \Rightarrow \Delta H_{\text{برگشت}} = -\Delta H_{\text{رفت}} = -(-۱۳۰kJ) = +۱۳۰kJ$ (گزینهٔ (۳))

مثال ۲: نمودار روبه‌رو به واکنش $۲NO(g)+Cl_۲(g) \rightarrow ۲NOCl(g)$ مربوط است، اگر برای آغاز این واکنش نیاز به عبور از سد انرژی معادل ۱۰۲ کیلوژول باشد، کدام مطلب نادرست است؟



۱) انرژی فعال‌سازی واکنش رفت به اندازهٔ ۹۲ کیلوژول از انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت کمتر است.

۲) مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها به اندازهٔ ۹۲ کیلوژول از مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها کمتر است.

۳) ΔH واکنش $۲NO(g)+Cl_۲(g) \rightarrow ۲NOCl(g)$ برابر $-۹۲kJ$ است.

۴) مجموع انرژی پیوندهای ۲ مول NOCl برابر ۱۹۴ کیلوژول می‌باشد.

راه‌حل: انرژی فعال‌سازی واکنش برگشت (۱۹۴ کیلوژول بر مول)، از مجموع انرژی پیوندهای فراورده‌ها (۲ مول NOCl) کمتر است.

اکنون به بررسی سایر گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینهٔ (۱): $\Delta H = E_a(\text{رفت}) - E_a(\text{برگشت}) = ۱۰۲ - ۱۹۴ = -۹۲kJ$

گزینهٔ (۲): $\Delta H = -۹۲kJ = (\text{مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها})$

$\Rightarrow -۹۲kJ = (\text{مجموع آنتالپی تشکیل واکنش‌دهنده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی تشکیل فراورده‌ها})$

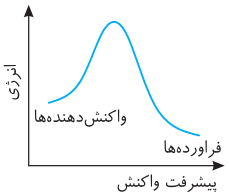
گزینهٔ (۳): با توجه به نمودار، ΔH واکنش رفت برابر $-۹۲kJ$ است.

(گزینهٔ (۴))

نکته

در یک واکنش برگشت‌پذیر ΔH واکنش رفت قرینهٔ ΔH واکنش برگشت است. به عنوان مثال در واکنش بالا ΔH واکنش رفت برابر $-۹۲kJ$ است، بنابراین ΔH واکنش برگشت برابر $۹۲kJ$ است.

نمودار «انرژی - پیشرفت» یک واکنش گرماده به صورت زیر است. سطح انرژی قله نمودار به سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها نزدیک‌تر است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): از شیمی ۲ به یاد دارید که آنتالپی واکنش را از رابطه زیر به‌دست می‌آورند و با توجه به منفی بودن ΔH داریم:

$\Delta H = (\text{مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها}) < ۰$

$\Rightarrow$ مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها < مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها

گزینهٔ (۲): انرژی فعال‌سازی رفت کمتر از انرژی فعال‌سازی برگشت است.

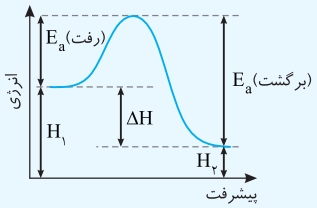
گزینهٔ (۴): محتوای انرژی فراورده‌ها کمتر و پایداری آن‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است.

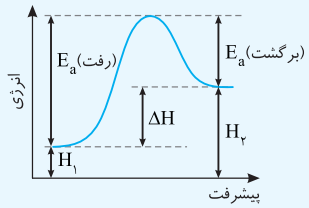
A **۵۱- گزینهٔ ۲**

۱۳ کلاس درس مقایسهٔ واکنش‌های گرماده و گرماگیر

در این کلاس درس به مقایسهٔ واکنش‌های گرماده و گرماگیر می‌پردازیم و به یک جمع‌بندی مفید از نکات مربوط به این دو دسته واکنش می‌رسیم. برای این منظور به جدول زیر توجه نمایید:

واکنش‌های گرماده $(A \rightarrow B+q)$	واکنش‌های گرماگیر $(A+q \rightarrow B)$
۱- در معادلهٔ واکنش نماد q، سمت راست (فراورده‌ها) قرار دارد.	۱- در معادلهٔ واکنش، نماد q سمت چپ (واکنش‌دهنده‌ها) قرار دارد.
۲- علامت ΔH واکنش منفی است. $\Leftarrow$ $\Delta H<0$	۲- علامت ΔH واکنش مثبت است. $\Leftarrow$ $\Delta H>0$
۳- انرژی از سامانه به محیط منتقل می‌شود.	۳- انرژی از محیط به سامانه منتقل می‌شود.
۴- مقایسهٔ انرژی فعال‌سازی $\Leftarrow$ $E_a(\text{برگشت})<E_a(\text{رفت})$	۴- مقایسهٔ انرژی فعال‌سازی $\Leftarrow$ $E_a(\text{رفت})>E_a(\text{برگشت})$
۵- مقایسهٔ سرعت $\Leftarrow$ $\bar{R}_{\text{رفت}}>\bar{R}_{\text{برگشت}}$	۵- مقایسهٔ سرعت $\Leftarrow$ $\bar{R}_{\text{رفت}}<\bar{R}_{\text{برگشت}}$
۶- مقایسهٔ آنتالپی پیوند $\Leftarrow$ واکنش‌دهنده‌ها<فراورده‌ها	۶- مقایسهٔ آنتالپی پیوند $\Leftarrow$ فراورده‌ها<واکنش‌دهنده‌ها
۷- مقایسهٔ پایداری $\Leftarrow$ واکنش‌دهنده‌ها<فراورده‌ها	۷- مقایسهٔ پایداری $\Leftarrow$ فراورده‌ها<واکنش‌دهنده‌ها
۸- مقایسهٔ فعالیت شیمیایی $\Leftarrow$ فراورده‌ها<واکنش‌دهنده‌ها	۸- مقایسهٔ فعالیت شیمیایی $\Leftarrow$ واکنش‌دهنده‌ها<فراورده‌ها
۹- نمودار «انرژی - پیشرفت» واکنش:	۹- نمودار «انرژی - پیشرفت» واکنش:





هر چه سطح انرژی قله نمودار پایین‌تر باشد، پایدارتر بوده و تفاوت سطح انرژی آن با واکنش‌دهنده‌ها کمتر می‌شود، بنابراین انرژی فعال‌سازی کمتر می‌شود. از طرفی دیگر می‌دانیم انرژی فعال‌سازی واکنش با سرعت انجام آن رابطه وارونه دارد، پس هر چه انرژی فعال‌سازی یک واکنش بیشتر باشد سرعت انجام آن کمتر است.

بین گرماده و گرماگیر بودن یک واکنش با E_a آن واکنش و همچنین سطح انرژی قله نمودار رابطهٔ خاصی وجود ندارد، یعنی در جای خالی اول هم گرماگیر و هم گرماده را می‌توان قرار داد.

A **۵۲- گزینهٔ ۱** پاسخ پرسش (الف): نمودار شماره (۲) مربوط به واکنش گرماگیر است $(\Delta H>0)$ و سایر نمودارها مربوط به واکنش‌هایی گرماده $(\Delta H<0)$ هستند.

پاسخ پرسش (ب): هر چه انرژی فعال‌سازی کمتر باشد سرعت واکنش بیشتر است، پس سرعت واکنش (۳) بیشتر از دو واکنش دیگر است.

A **۵۳- گزینهٔ ۲** در واکنش‌های گرماگیر سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر است. نمودارهای گزینه‌های (۲) و (۴) مربوط به دو واکنش گرماگیر هستند. واکنشی که انرژی فعال‌سازی کمتری داشته باشد سرعت انجام آن بیشتر است. انرژی فعال‌سازی واکنش رفت گزینهٔ (۲) از انرژی فعال‌سازی واکنش رفت گزینهٔ (۴) کمتر است، پس سرعت واکنش رفت گزینهٔ (۲) بیشتر از سرعت واکنش رفت گزینهٔ (۴) است.

A **۵۴- گزینهٔ ۴** گزینه‌های (۲) و (۴) مربوط به دو واکنش گرماده هستند در واکنش‌های گرماده سطح انرژی فراورده‌ها از سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر می‌باشد. بین این دو واکنش، انرژی فعال‌سازی گزینهٔ (۴) از انرژی فعال‌سازی واکنش رفت گزینهٔ (۲) بیشتر است.

B **۵۵- گزینهٔ ۱** عبارت‌های (الف) و (ب) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): واکنش‌دهنده‌ها برای رسیدن به قله در نمودار «انرژی - پیشرفت واکنش» گرما می‌گیرند.

عبارت (ب): هر چه یک واکنش مقدار E_a بیشتری داشته باشد تغییر دما روی سرعت آن تأثیر بیشتری دارد.

عبارت (پ): در واکنش‌های برگشت‌پذیر افزایش دما روی سرعت واکنشی که E_a بیشتری دارد، تأثیر بیشتری می‌گذارد.

عبارت (ت): گرماگیر یا گرماده بودن یک واکنش ارتباطی با میزان انرژی فعال‌سازی آن واکنش ندارد. ممکن است یک واکنش گرماده انرژی فعال‌سازی بیشتری نسبت به یک واکنش گرماگیر داشته باشد و یا برعکس آن اتفاق بیفتد.