شیمی ، راهی به سوی آینده ای روشن تر

خوب بچه ها اول به اطلاعات داده شده توجه کنید :

- نام و درصد حجمی گازهای سازنده هوای پاک و خشک (یعنی در آن بقار آب وجود ندارد) به صورت زیر است :

دیگر گازها و $N_2 > O_2 > Ar > CO_2 > Ne > He > Kr > Xe$: درصد حجمی گاز در هوا

- فرآورده های حاصل از سوختن بنزین خالص به فرمول C_8H_{18} برابر :

H_2O و CO_2 و CO : فرآورده های حاصل از سوختن بنزین

نکته : اگر مقدار اکسیژن در سوختن بنزین خالص بسیار کم باشد ، سوختن ناقص تر و علاوه بر محصولات بالا ، مقداری دوده (C) نیز تولید می شود .

- فرآورده های حاصل از سوختن بنزین در موتور ماشین که غالبا این بنزین ها ناخالص نیز هستند به صورت زیر است :

$CO , CO_2 , H_2O , C_xH_y, SO_2, NO, NO_2$: فرآورده های حاصل از سوختن بنزین ناخالص

توجه : از آنجایی که خود کتاب درسی به یک جمع بندی کامل برای تولید این فرآورده ها نرسیده است ، بهترین اطلاعاتی که می توان ارائه داد ، همان مطلبی است که الان گفتیم .

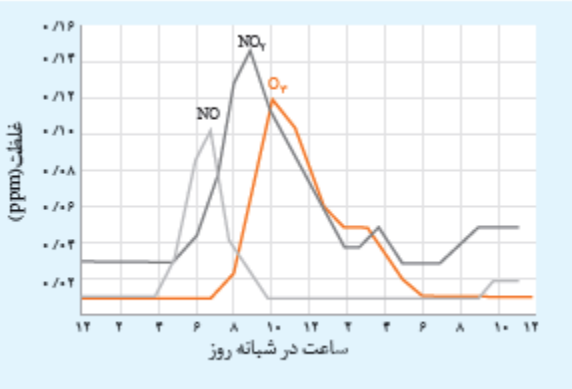
نکته : C_xH_y همان هیدروکربن های نسوخته ای است که از موتور ماشین بیرون می آید .

- هوای آلوده افزون بر هوای خشک ، حاوی گازهای گوناگونی مانند SO_2, O_3, NO_2, NO , CO ، ذره های معلق و مواد آلی فرار است .

نکته : در فرآورده های حاصل از سوختن بنزین در موتور ماشین ، گاز O_3 ملاحظه نمی شود . در ادامه نحوه تولید این گاز را تشریح خواهیم کرد .

آلاینده ها

نمودار زیر غلظت برخی از این آلاینده ها را در نمونه ای از هوای یک شهر بزرگ نشان می دهد :



- ✓ غلظت این گازها به ترتیب برابر : $NO_2 > O_3 > NO$
- ✓ از ساعت ۶ تا ۱۰ صبح ، این آلاینده ها در حداکثر مقدار خود هستند . زیرا تردد خودروها در این ساعت بیشتر است .
- ✓ بیشترین غلظت گازهای NO ، NO_2 و O_3 به ترتیب در ساعت های ۷ ، ۹ و ۱۰ صبح است .

mydars
اپلیکیشن آموزشی مای درس

گازهای NO و NO_2 به صورت زیر در موتور ماشین تولید می شود :

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} \qquad 2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$$

نکته ۱ : در شیمی دهم خواندید که گاز نیتروژن به عنوان اصلی ترین جزء سازنده هواکره ، واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد . اما تنها هنگام رعد و برق (یا موتور ماشین) این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن که در بالا آورده شده است ، تبدیل می شوند .

نکته ۲ : همانطور که از شیمی دهم به خاطر دارید ، ما دارای دو اوزون استراتوسفری (که نقش مفید) و اوزون تروپوسفری (که نقش مضر) هستیم . اوزون تروپوسفری در هوای آلوده در حضور نور خورشید مطابق واکنش زیر اتفاق تولید می شود :

$$NO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO_{(g)} + O_{3(g)}$$

نکته ۳ : با کاهش میزان گاز NO_2 ، مقدار گاز O_3 افزایش می یابد ، زیرا در اواسط روز که نور خورشید بیشتر است ، گاز NO_2 مطابق واکنش بالا مصرف شده و گاز O_3 تولید می شود .

- ❖ پیدایش گاز CO : اگر مقدار اکسیژن در موتور ماشین کم باشد ، بر اثر سوختن ناقص بنزین ، یا هر هیدروکربن دیگر در موتور ماشین ، این گاز تولید می شود . برای مثال فرض کنیم خود C_8H_{18} ناقص بسوزد :

$$2C_8H_{18_{(l)}} + 17O_{2(g)} \rightarrow 16CO_{(g)} + 18H_2O_{(g)}$$

- ❖ پیدایش گاز NO : گاز نیتروژن واکنش پذیری کمی دارد و شرایط معمولی با اکسیژن واکنش نمی دهد ، اما در موتور ماشین که دما بیش از ۱۰۰۰°C است ، از طریق واکنش زیر این گاز تولید می شود :

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$$

- ❖ پیدایش گاز SO_2 : در بنزین ماشین به مقدار خیلی کم گوگرد وجود دارد و بر اثر سوختن آن این گاز تولید می شود :

$$S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$$

mydars
اپلیکیشن آموزشی مای درس

انرژی فعال سازی

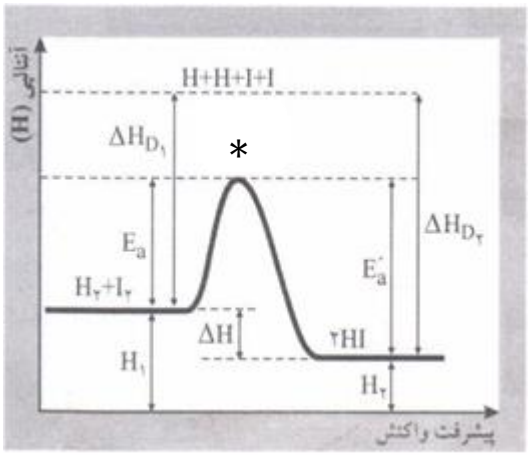
برای کاهش و یا حذف آلاینده ها باید آشنایی بیشتری با انرژی فعال سازی و کاتالیزگر داشته باشیم .

انرژی فعال سازی واکنش رفت (E_a) : به حداق انرژی لازم برای شروع یک واکنش شیمیایی در جهت رفت .

انرژی فعال سازی واکنش برگشت (E_a') : به حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش در جهت برگشت .

انرژی پیوند : به مقدار انرژی که ما به مواد می دهیم که به طور کامل هر پیوندی که بین خود دارند از میان بردارند و به اتم های سازنده خود تبدیل شوند .

نتیجه : همواره مجموع انرژی پیوند مواد واکنش دهنده (ΔH_{D_1}) بیش از انرژی فعال سازی واکنش رفت (E_a) و همواره مجموع انرژی پیوند فرآورده ها (ΔH_{D_2}) بیش از انرژی فعال سازی واکنش برگشت (E_a') است . در واقع انرژی پیوند انرژی لازم برای شکستن پیوند است در حالیکه انرژی فعال سازی حداقل انرژی لازم برای شروع یک واکنش است .



برای مثال به نمودار انرژی – پیشرفت واکنش گازی $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ توجه کنید :

بالاترین نقطه انرژی در نمودار انرژی – پیشرفت واکنش : صرف نظر از اتم های جدا شده توسط آنتالپی پیوند ، به بالاترین نقطه نمودار که مواد در آن بالاترین سطح انرژی و کمترین میزان پایداری را دارند ، گویند . در نمودار با علامت * مشخص شده است .

آنتالپی یک تابع حالت است

زمانی که می گوییم آنتالپی یک تابع حالت است ، یعنی فرقی نمی کند که شما آنتالپی واکنش را از چه طریقی بدست می آورید ، زیرا از هر روشی که مقدار آنتالپی را برای یک واکنش حساب می کنید ، مقدار آن با هم برابر است . آنتالپی واکنش از روش های زیر بدست می آید :

ΔH

- $\Delta H = E_a - E_a'$
- تناسب $\frac{q}{\Delta H}$
- $\Delta H = \Delta H_{D_1} - \Delta H_{D_2}$
- قانون هس

نکته ۱ : ملاحظه کنید که با توجه به نمودار بالا که برای واکنش گازی $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ است ، مقدار آنتالپی را اگر از روی انرژی فعال سازی و یا آنتالپی پیوند نیز حساب کنیم با یکدیگر برابر خواهد بود . (آنتالپی ربطی به این ندارد که از کدام روش حساب شود)

mydars
اپلیکیشن آموزشی مای درس

توجه : آنتالپی واکنش را نمی توان از روی رابطه ی $\Delta H = H_2 - H_1$ حساب کرد ، زیرا آنتالپی مواد واکنش دهنده و فرآورده به صورت مطلق قابل اندازه گیری نیست و این رابطه فقط ارزش تئوری دارد .

انرژی فعالسازی و رابطه ی آن با سرعت

به طور کلی هر چه مقدار انرژی فعالسازی افزایش پیدا کند ، رسیدن به بالاترین نقطه سطح انرژی در نمودار دشوارتر و سرعت واکنش کاهش پیدا می کند.

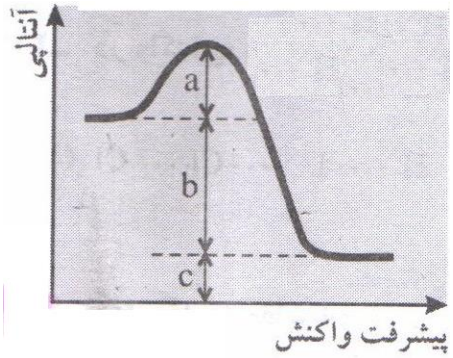
توجه : انرژی فعالسازی با سرعت واکنش رابطه خطی ندارد ،یعنی اینکه نمی توانیم بگوییم وقتی که انرژی فعالسازی نصف شد ، حتما سرعت واکنش دو برابر افزایش پیدا می کند ، بلکه تنها می توانیم بگوییم که سرعت واکنش افزایش یافته است .

برای مثال در واکنش $2N_2O_{(g)} \rightarrow 2N_{2(g)} + O_{2(g)}$ اگر انرژی فعالسازی را نصف کنیم ، سرعت واکنش صدها هزار برابر می شود .

انرژی فعالسازی (E_a) بیشتر ← رسیدن به بالاترین سطح انرژی نمودار دشوار تر ← سرعت واکنش ($\bar{R}$) کمتر

انرژی فعالسازی (E_a) کمتر ← رسیدن به بالاترین سطح انرژی نمودار آسان تر ← سرعت واکنش ($\bar{R}$) بیشتر

تمرین ۱ : در نمودار مقابل هر یک از موارد خواسته شده را بنویسید .



انرژی فعالسازی واکنش برگشت (E'_a) :

انرژی فعالسازی واکنش رفت (E_a) :

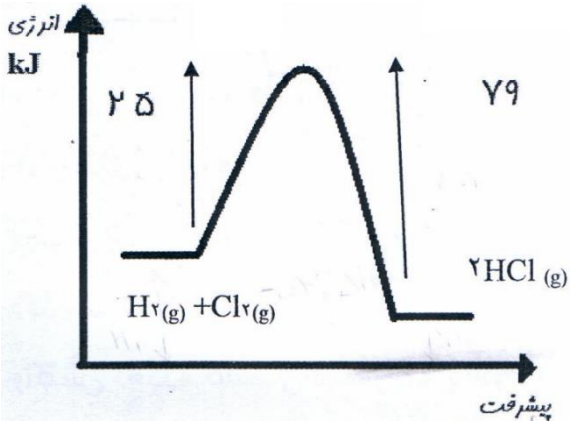
آنتالپی واکنش دهنده (H_1) :

آنتالپی فرآورده (H_2) :

بالاترین سطح انرژی در نمودار انرژی – پیشرفت :

آنتالپی واکنش :

تمرین ۲ : با توجه به نمودار داده شده به سوالات پاسخ دهید :



۱ - E_a رفت و E_a برگشت و ΔH برگشت ؟

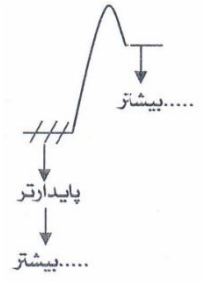
۲ – واکنش رفت با سرعت بیشتری انجام می شود یا برگشت ؟

۳ – فراورده ها پایدارترند یا واکنش دهنده ها ؟

۴ – سطح انرژی واکنش دهنده ها بالاتر است یا فرآورده ها؟

۵ – مجموع انرژی پیوند واکنش دهنده ها بیشتر است یا فرآورده ها؟

mydars
اپلیکیشن آموزشی مای درس



گرماگیر — واکنش ها — گرماده

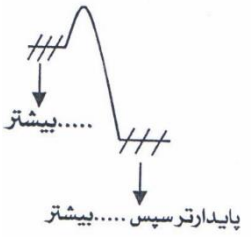
۱ - $\overline{R}$ واکنش رفت از $\overline{R}$ واکنش برگشت کمتر است .

۲- چون سطح انرژی مواد اولیه پایین تر است ، بنابراین ماده اولیه پایدارتر است.

در نتیجه انرژی پیوند واکنش دهنده ها بیشتر از فرآورده هاست :

$$\Delta H = \Delta H_{D_1} - \Delta H_{D_2} > 0 \Rightarrow \Delta H_{D_1} > \Delta H_{D_2}$$

فرآورده واکنش دهنده فرآورده واکنش دهنده



۱ - $\overline{R}$ واکنش رفت از $\overline{R}$ واکنش برگشت بیشتر است .

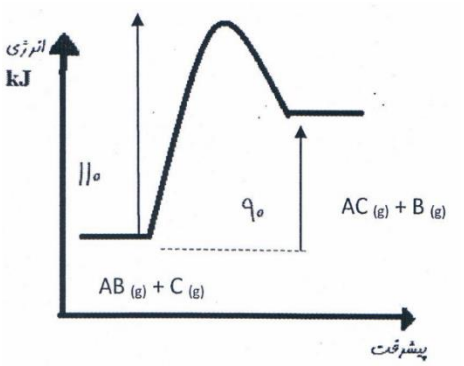
۲ – سطح انرژی فراورده > سطح انرژی واکنش دهنده ⇐ فرآورده پایدارتر

⇐ انرژی پیوند ان نیز بالاتر است . اما :

$$\Delta H = \Delta H_{D_1} - \Delta H_{D_2} < 0 \Rightarrow \Delta H_{D_1} < \Delta H_{D_2}$$

تمرین ۳ : با توجه به نمودار داده شده عبارت درست – نادرست را مشخص کنید .

۱ – در شرایط یکسان واکنش برگشت نسبت به واکنش رفت با سرعت کمتری انجام می شود .



۲- محتوای انرژی پیچیده فعال نسبت به فراورده $90kj$ بیشتر است؟

۳ – انرژی پیوند $\boldsymbol{AB}$ برابر $110kj.mol^{-1}$ است .

۴ – محتوای انرژی در بالاترین نقطه نمودار انرژی – پیشرفت به واکنش دهنده ها نزدیک تر از فراورده هاست؟

۵ – تبدیل واکنش دهنده به مواد موجود در بالاترین سطح انرژی در نمودار انرژی - پیشرفت گرماده است ؟

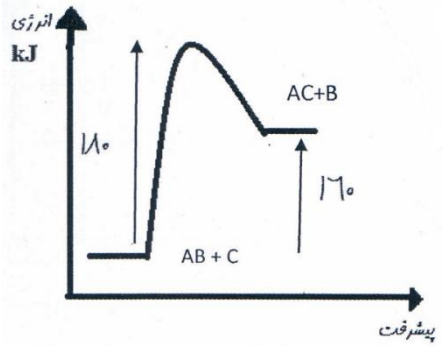
تمرین ۴ : در واکنش فرضی $\boldsymbol{AC_{(g)} + B_{(g)} \rightarrow AB_{(g)} + C_{(g)}}$ محتوای انرژی بالاترین نقطه در نمودار انرژی – پیشرفت واکنش نسبت به واکنش دهنده ها $80kj$ و نسبت به فرآورده ها $35kj$ بالاتر است . در این صورت اگر انرژی پیوند $\boldsymbol{AB}$ برابر $432\frac{kj}{mol}$ باشد ، انرژی پیوند $\boldsymbol{AC}$ چند کیلو ژول بر مول است ؟

mydars
اپلیکیشن آموزشی مای درس

تمرین ۵ : بر اثر سوختن ۶۴ گرم از گاز متان ، مقدار $۳۲۰۸\,kj$ گرما آزاد می شود ، اگر انرژی فعال سازی واکنش رفت آن برابر $۱۲۰\,kj$ باشد ، انرژی فعال سازی واکنش برگشت آن برابر چند کیلوژول خواهد شد ؟ $(H = ۱)$

تمرین ۶ : اگر در سوختن هیدروژن محتوای انرژی در بالاترین نقطه نمودار انرژی – پیشرفت نسبت به محتوای انرژی واکنش دهنده ها و فرآورده ها طبق معادله $۲H_{۲(g)} + O_{۲(g)} \rightarrow ۲H_۲O_{(g)}$ به ترتیب برابر $۱۲۰\,kj$ و $۳۳۰kj$ باشد ، آنتالپی پیوند $O - H$ برابر چند کیلوژول است ؟ ($\Delta H_{D_۱} = ۱۳۷۰\,kj$)

تمرین ۷ : با توجه به نمودار داده شده عبارات درست و نادرست را مشخص کنید .



۱ – واکنش برگشت نسبت به واکنش رفت ۹ برابر سریع تر است .

۲ – انرژی پیوند $\boldsymbol{AC}$ الزاما بیشتر از $۱۶۰kj/mol$ است .

۳ – اختلاف بین انرژی پیوند $\boldsymbol{AC}$ و $\boldsymbol{AB}$ قابل اندازه گیری نیست .

۴ – به ازای تولید ۰/۵ مول $\boldsymbol{AC}$ ، $۸۰kj$ گرما آزاد می شود .

۵ – محتوای انرژی بالاترین نقطه نمودار انرژی – پیشرفت واکنش ، نسبت به فرآورده ها $۱۶۰kj/mol$ بیشتر است.

۶ – $\boldsymbol{\Delta H}$ واکنش $\boldsymbol{AC + B \rightarrow AB + C}$ برابر $۱۶۰kj$ است .

۷ – انرژی پیوند $\boldsymbol{AB}$ برابر با $۱۸۰\,kj$ است .

۸ – انرژی پیوند $\boldsymbol{AC}$ از انرژی پیوند $\boldsymbol{AB}$ بیشتر است .

mydars
اپلیکیشن آموزشی مای درس

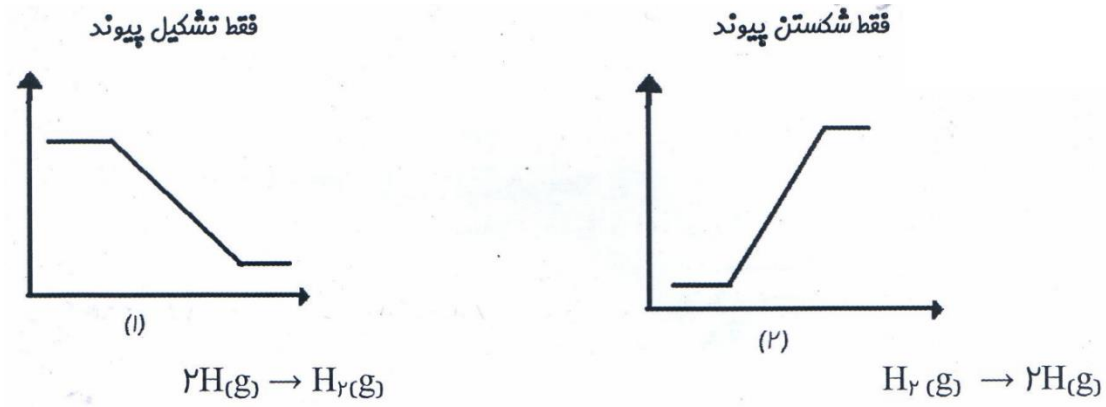
تمرین ۸ : در واکنش فرضی $AC + B \rightarrow AB + C$ انرژی پیوند AC و AB به ترتیب $320kj/mol$ و $410kj/mol$ است . کدام دو عدد را به ترتیب از راست به چپ به E_a رفت و برگشت می توان نسبت داد ؟

۱) ۱۱۰ و ۲۰۰ ۳) ۲۰۰ و ۱۱۰ ۵) ۵۰۰ و ۵۹۰

۲) ۵۹۰ و ۵۰۰ ۴) ۱۳۰ و ۲۱۰ ۶) ۲۱۰ و ۱۳۰

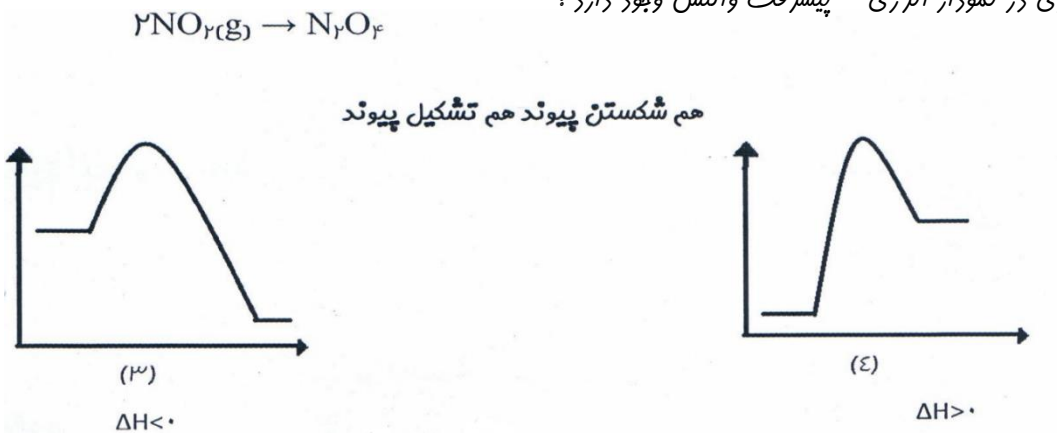
نمودار های انرژی پیشرفت واکنش

اگر در ترسیم نمودار انرژی – پیشرفت واکنش ، فقط بحث سر شکستن و یا تشکیل پیوند باشد ، دیگر چیزی به نام انرژی فعال سازی وجود ندارد و اندازه ی ΔH برابر با انرژی پیوند شکسته شده و یا انرژی پیوند تشکیل شده است .



نکته : برای تشخیص سریعتر چنین واکنش هایی که انرژی فعال سازی در آنها وجود ندارد ، کافی است به این نکته توجه کنید که در یک سمت از معادله واکنش ، همه گونه ها به صورت اتم است (حالا اون سمت میتونه فراورده و یا واکنش دهنده باشه) .

اگر در ترسیم نمودار انرژی – پیشرفت واکنش نکته قبل وجود نداشت ، در این صورت هم انرژی فعال سازی و هم بالاترین محتوای انرژی در نمودار انرژی – پیشرفت واکنش وجود دارد :



mydars
اپلیکیشن آموزشی مای درس