آنتالپی پیوند:

مقدار گرمای مصرف شده برای شکستن 1 مول پیوند بین دو اتم در 1 مول از ماده در حالت گازی و تبدیل به اتم‌های (نه یون) جدا از هم گازی را آنتالپی پیوند می‌گوییم.

آنتالپی تشکیل HF

$$\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}F_{2(g)} \rightarrow HF_{(g)}$$

آنتالپی پیوند HF

$$HF_{(g)} \rightarrow \underbrace{H_{(g)} + F_{(g)}}_{\text{اتم گازی}}$$

✓ اگر مولکول مورد نظر 2 اتمی نباشد (3 یا بیشتر)، برای آن واژه‌ی میانگین آنتالپی پیوند را بکار می‌بریم زیرا سایر پیوندها بر پایداری پیوند مورد نظر تأثیر می‌گذارند.

✓ آنتالپی پیوند چون فرآیندی است که با شکستن پیوند همراه است و از آنجا که می‌دانیم برای شکستن هر پیوندی نیاز به انرژی (گرما) می‌باشد، پس همواره عددی مثبت و فرآیندی گرماگیر است.

✓ در آنتالپی متوسط پیوند همه‌ی مواد شرکت کننده باید به فرم گازی باشند.

✓ در یک واکنش شیمیایی برخی پیوندها در واکنش دهنده‌ها شکسته شده و پیوندهای تازه‌ای در فرآورده‌ها تشکیل می‌شود. اگر گرمای یک واکنش را به تغییرات انرژی پیوندها موبوط بدانیم و همه‌ی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها را بصورت گاز در نظر بگیریم، آنگاه از قانون هس می‌توان برای محاسبه‌ی گرمای واکنش استفاده کرد:

$\Delta H_{\text{واکنش}}$ = [مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته شده] - [مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده]

چون پیوندها در واکنش دهنده‌ها شکسته می‌شود و پیوندهای جدید در فرآورده‌ها تشکیل می‌شود، از این رو رابطه‌ی بالا را می‌توان بصورت زیر نیز نوشت:

$\Delta H_{\text{واکنش}}$ = [مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش دهنده‌ها] - [مجموع آنتالپی پیوندهای فرآورده‌ها]

به عنوان مثال، برای تعیین گرمای واکنش

limootoorsh

$$CH_{4(g)} + 3CL_{2(g)} \rightarrow CHCL_{3(g)} + 3HCL_{(g)}$$

براساس آنتالپی پیوندها می‌توان نوشت:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [۴\Delta H_{C-H} + ۳\Delta H_{CL-CL}] - [۳\Delta H_{C-CL} + \Delta H_{C-H} + ۳\Delta H_{H-CL}]$$

✓ برای شکستن پیوندها در واکنش دهنده‌ها انرژی بصورت گرما جذب می‌شود، اما هنگامیکه در فرآورده‌ها پیوند بوجود می‌آید، گرما آزاد می‌شود، جمع این دو گرما $\Delta H_{\text{واکنش}}$ است.

عوامل موثر بر آنتالپی واکنش:

✓ مقدار واکنش دهنده: هرچه مقدار واکنش دهنده‌ها بیشتر باشد و یا ضرایب استوکیومتری مواد شرکت کننده را در عددی بزرگتر از 1 ضرب کنیم، آنتالپی واکنش از لحاظ عددی بزرگتر می‌شود.

✓ دما و فشار: آنتالپی یک واکنش به دما و فشار نیز بستگی دارد و با تغییر آن، آنتالپی واکنش نیز تغییر می‌کند. در اغلب واکنش‌های شیمیایی ΔH واکنش را در فشار ۱ atm و دمای 25 درجه سانتی گراد تعیین می‌کنند.

✓ نوع واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها: هر کدام ار موارد شرکت کننده در واکنش، آنتالپی تشکیل مربوط به خود را دارند. مثلا آنتالپی تشکیل $AL_۲O_{۳(s)}$ با آنتالپی تشکیل $NaCl_{(s)}$ یکسان نیست.

✓ حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها: با تغییر حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها یا فرآورده ها، مقدار آنتالپی واکنش نیز تغییر خواهد کرد.

- هرچقدر واکنش دهنده‌ها گازتر و فرآورده‌ها جامدتر باشند، گرمای بیشتری مبادله می‌شود و آنتالپی واکنش نیز بیشتر است.

⇐ واکنش‌های گرماگیر: هرچه واکنش دهنده‌ها جامدتر و فرآورده ها گازی‌تر باشند گرمای بیشتری مصرف می‌شود.

⇐ واکنش‌های گرماده: هرچه واکنش دهنده‌ها گازتر و فرآورده‌ها جامدتر باشند گرمای بیشتری آزاد می‌شود.

نکته: در اندازه گیری ΔH یک واکنش، واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها لزوماً دمای یکسانی دارند.

limootoorsh

- مقدار گرمای مبادله شده در یک واکنش به مقدار واکنش دهنده بستگی دارد و افزون بر مشخص بودن دما و فشار باید حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها نیز مشخص باشد.

مقایسه آنتالپی پیوند و نکات مربوط به آن:

- هرچه مرتبه پیوند بیشتر باشد انرژی (آنتالپی) پیوند بیشتر است: $- < = < \equiv$
- اگر مرتبه پیوندها یکسان بود هر چه طول پیوند کوتاه‌تر باشد آنتالپی پیوند بیشتر است.

شعاع اتم Cl از Br کوچکتر و در نتیجه طول پیوند Cl-Cl از Br-Br نیز کوتاه تر است:

$$Cl - Cl \ > Br \ - Br$$

- دو استثناء در کتاب درسی داریم که طول پیوند کوچکتر است ولی انرژی پیوند هم کم‌تر است. آنها را فقط حفظ کنید و نیازی به دانستن دلیل آن نیست:

$$\Delta H_{\text{پیوند}} : O - H \ > H - H$$

$$\Delta H_{\text{پیوند}} : H - F \ > H - H$$

- آنتالپی پیوند در هالوژن‌ها رابطه‌ی منظمی ندارد:

$$Cl - Cl \ > Br \ - Br \ > F - F \ > I - I$$

اینجا هم نیازی به دانستن دلیل نیست.

- نکته‌ی جالب: در پیوند بین دو اتم یکسان تعداد پیوندها به مرتبه‌ی آنها اولویت دارد. یعنی انرژی پیوند دو پیوند یگانه از یک پیوند دو گانه بیشتر است.

$$C \equiv C \ < 3C - C$$

$$C = C \ < 2C - C$$

✓ برای تعیین گرمای واکنش با استفاده از آنتالپی پیوند، باید بتوانیم ساختار لوویس ترکیب‌ها را رسم کنیم تا در تشخیص نوع پیوندها دچار مشکل نشویم.

تمرین: آنتالپی واکنش زیر را با استفاده از آنتالپی‌های پیوند داده شده بدست آورید:

$$CH_{4(g)} + 4CL_{2(g)} \rightarrow CCL_{4(g)} + 4HCL_{(g)}$$

پیوند	$C-H$	$H-Cl$	$C-Cl$	$Cl-Cl$
انرژی پیوند $((kj.mol^{-1})$	412	431	331	242

پاسخ:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فرآورده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش دهنده‌ها}]$$

$$H-\overset{H}{\underset{H}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-H + 4CL-CL \rightarrow CL-\overset{CL}{\underset{CL}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CL + 4H-CL$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [4\Delta H_{C-H} + 4\Delta H_{CL-CL}] - [4\Delta H_{CL-CL} + 4\Delta H_{H-CL}]$$

نکنه انتظار دارید جایگذاریشم من واستون انجام بدم؟؟؟

تست: بنا به تعریف، انرژی مبادله شده در کدام واکنش انرژی پیوند $N-H$ به شمار می‌آید؟

1) $\frac{1}{3}NH_{3(g)} \rightarrow \frac{1}{3}N_{(g)} + H_{(g)}$

2) $NH_{3(g)} \rightarrow N_{(g)} + 3N_{(g)}$

3) $\frac{1}{3}NH_{3(g)} \rightarrow \frac{1}{6}N_{2(g)} + \frac{1}{2}H_{2(g)}$

4) $NH_{3(g)} \rightarrow \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)}$

راهنمایی: دقت کنید که طراح از ما انرژی پیوند یگانه $N-H$ را خواسته است ولی در هر مولکول NH_3 ، 3 پیوند $N-H$ قرار دارد.

تست: اگر آنتالپی پیوند $N-H$ در آمونیاک برابر 314 کیلو ژول برمول در نظر گرفته شود، ΔH کدام واکنش بیشتر از 342 کیلو ژول است؟

1) $NH_{3(g)} \rightarrow N_{(g)} + 3H_{(g)}$

2) $NH_{3(g)} \rightarrow N_{(g)} + \frac{3}{2} H_{2(g)}$

3) $NH_{3(l)} \rightarrow N_{(g)} + 3\,H_{(g)}$

4) $NH_{3(g)} \rightarrow \frac{1}{2} N_{2(g)} + \frac{3}{2} H_{2(g)}$

راهنمایی: گفتیم که در یک واکنش گرماگیر هر چه واکنش دهنده‌ها به جامد نزدیکتر و فرآورده‌ها به گاز نزدیکتر باشند گرمای بیشتری مصرف می‌شود و ΔH واکنش بیشتر است. (گرمای اضافه صرف تبخیر مایع به گاز می‌شود)