

## تعیین گرمای واکنش های شیمیایی

۱) روش مستقیم: گرماسنجی روش مستقیم اندازه گیری گرمای یک واکنش

**گرما سنج (کالریمتر):** دستگاهی است که برای اندازه گیری گرمای آزاد شده (یا جذب شده) در یک شیمیایی به کار برده می شود.  
انواع گرماسنج

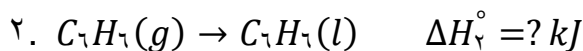
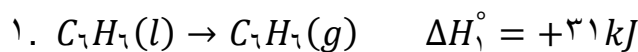
**آ) گرماسنج لیوانی:** گرماسنج لیوانی برای اندازه گیری گرمای یک واکنش در فشار ثابت<sup>۱</sup> به کار برده می شود. (یعنی گرماسنج لیوانی  $\Delta H$  را تعیین می کند.) این وسیله مخصوص واکنش هایی است که در محیط آبی و در فاز محلول انجام می شوند. ( حل شدن نمک ها، واکنش های اسید باز و ...). اگر دمای این گرماسنج کاهش پیدا کند، یعنی واکنش گرماگیر بوده و اگر دمای این گرماسنج افزایش یابد یعنی واکنش گرماده بوده است.

**ب) گرماسنج بمبی:** یک نوع دیگر از گرماسنج ها گرماسنج بمبی است که برای اندازه گیری گرمای یک واکنش در حجم ثابت به کار برده می شود. این نوع گرماسنج برای اندازه گیری گرمای سوختن یک ماده به کار می رود. بنابراین برای اندازه گیری گرمای سوختن منیزیم نیز می توان از این گرماسنج استفاده نمود. در گرماسنج بمبی، يك اتاقلك وجود دارد که واکنش در آن انجام می شود. این اتاقلك درون يك حمام آب قرار دارد که مرتباً<sup>۱</sup> در حال به هم خوردن است. واکنش سوختن را می توان در این اتاقلك انجام داد و به کمک افزایش دمای آب، میزان گرما را محاسبه نمود.



چرا گرمای بسیاری از واکنش ها را نمی توان به طور مستقیم تعیین کرد؟

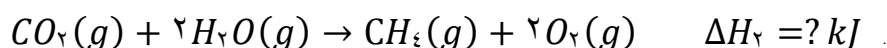
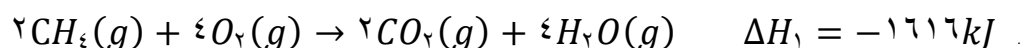
✓ اگر یک واکنش معکوس شود،  $\Delta H$  آن در یک منفی ضرب خواهد شد. به طور مثال  $\Delta H_1^\circ$  برابر  $-31 kJ$  است. به نظر شما، چرا؟



✓ اگر ضرایب یک واکنش در یک عدد، ضرب،  $\Delta H$  آن نیز در همان عدد، ضرب می شود.



$\Delta H_2$  را تعیین کنید.



<sup>۱</sup> واکنش در فشار هوای معمولی یا یک اتمسفر انجام می شود.

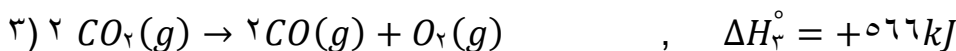
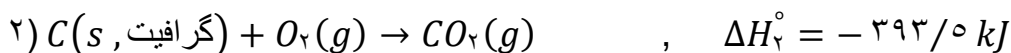
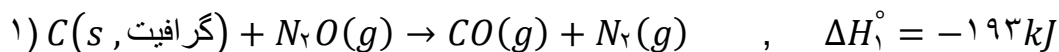
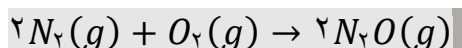
برای تعیین  $\Delta H_2$  توجه کنید که اولاً واکنش دوم عکس واکنش ۱ است. پس  $\Delta H_1$  در یک منفی ضرب می‌کنیم و ثانیاً در معادله دوم، ضرایب واکنش ۱ در  $\frac{1}{4}$  ضرب شده است. پس  $\Delta H_1$  را در  $\frac{1}{4}$  هم ضرب می‌کنیم.



$$\Delta H_2 = -\frac{1}{4} \Delta H_1 = -\frac{1}{4} \times (-1616) = -808 \text{ kJ}$$

قانون هس: اگر یک واکنش جمه دو یا چند واکنش باشد،  $\Delta H$  واکنش کلی برابر مجموع  $\Delta H$  واکنش های تشکیل دهنده ی آن است .

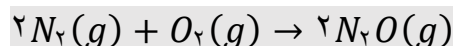
به کمک تغییر آنتالپی واکنش های داده شده، تغییر آنتالپی واکنش داده شده را محاسبه کنید.



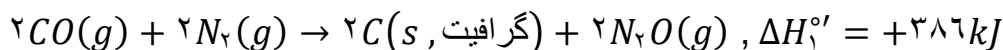
ابتدا یک خط بزرگ رسم کرده و واکنشی که تغییر آنتالپی آن، مجهول است (واکنش کلی) را در زیر نوشته و بالای خط، به تعداد واکنش های داده شده علامت  $\rightarrow$  قرار می‌دهیم.



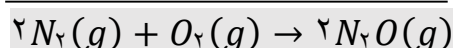
$\rightarrow$   
 $\rightarrow$   
 $\rightarrow$



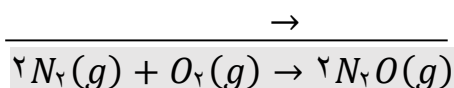
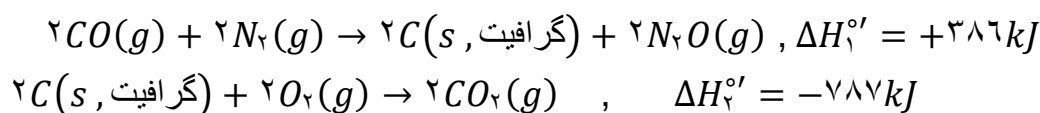
حال باید دو طرف هر یک از پیکان ها باید یک واکنش بنویسیم و طوری عمل کنیم که از جمع این واکنش ها به واکنش نهایی برسیم. به یاد داشته باشید که مواد مشابه با ضریب برابر در دو طرف حذف و در یک طرف پیکان ها با هم جمع می‌شوند. از اینکه در واکنش نهایی، دو مول  $N_2(g)$  در واکنش دهنده ها وجود دارد و  $N_2(g)$  تنها در واکنش ۱ و آن هم در فرآورده ها و یک مول وجود دارد بنابراین نتیجه می‌گیریم که باید واکنش ۱ را معکوس و ضرایب آن را در ۲ ضرب کنیم.



$\rightarrow$   
 $\rightarrow$

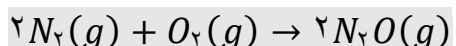
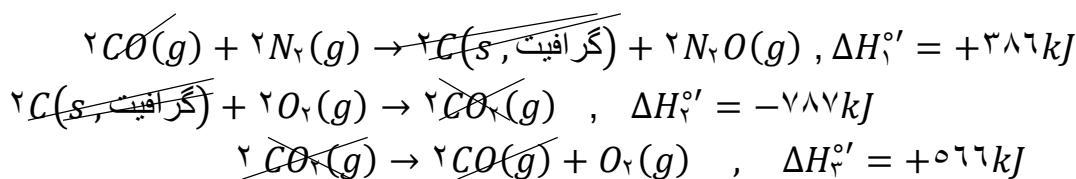


از این که در فرآورده های واکنش تغییر یافته ۱ در بالا، دو مول  $C(s, \text{گرافیت})$  داریم در حالی که در واکنش نهایی  $C(s, \text{گرافیت})$  نداریم ، بنابراین باید واکنش ۲ را در ۲ ضرب کنیم تا دو مول  $C(s, \text{گرافیت})$  در واکنش دهنده های آن داشته باشیم تا  $C(s, \text{گرافیت})$  از دو طرف حذف شود.




به سه دلیل می‌گوییم که باید واکنش ۳ را به همین شکل داده شده بنویسیم

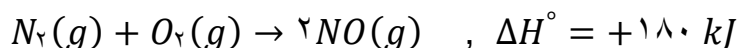
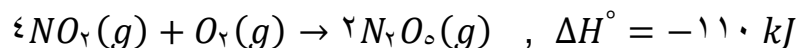
- i. چون یک مول  $O_2(g)$  در واکنش دهنده‌های واکنش نهایی داریم در حالی که در حالت فوق در مجموع ۲ مول  $O_2(g)$  در واکنش دهنده‌ها داریم که اگر بخواهیم یک مول  $O_2(g)$  در واکنش دهنده‌ها باقی بماند، باید ۱ مول  $O_2(g)$  در فرآورده‌های واکنش سوم که می‌نویسیم، داشته باشیم.
- ii. در سمت واکنش دهنده‌ها ۲ مول  $CO(g)$  باقی مانده است که در واکنش نهایی نیست، پس باید ۲ مول  $CO(g)$  در سمت راست داشته باشیم.
- iii. در سمت فرآورده‌ها، ۲ مول  $CO_2(g)$  داریم که در واکنش نهایی نیست، بنابراین برای حذف آن باید؛ دو مول  $CO(g)$  در سمت چپ ایجاد کنیم.



$$\Delta H_{\text{واکنش کلی}} = \Delta H_1^\circ + \Delta H_2^\circ + \Delta H_3^\circ = (386) + (-787) + (566) = 165kJ$$

کنکور ۹۱ ریاضی 

با توجه به واکنش‌های رو به رو  $\Delta H^\circ$  تشکیل  $N_2O(g)$ ، چند کیلوژول بر مول است؟



۲۶۶ (د)

۲۰۶ (ج)

۵۳۲ (ب)

۵۱۲ (الف)

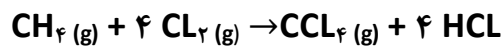
۲) روش غیر مستقیم

آ) با استفاده از آنتالپی پیوند

$$\Delta H(\text{واکنش}) = \left[ \begin{array}{l} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد واکنش دهنده} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد فراورده} \end{array} \right]$$

نکته: این روش تنها برای واکنش‌ها در فاز گازی به کار می‌رود.

مثال: اگر متان با گاز کلر واکنش دهد یکی از فرآورده‌ها تتراکلرید کربن است. با استفاده از جدول انرژی پیوند واکنش  $\Delta H$  را محاسبه کنید و تعیین کنید واکنش گرماده است یا گرماگیر.

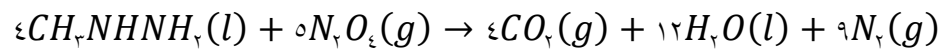


پیوند	انرژی پیوند
C-H	۴۱۵
C-Cl	۳۹۲
Cl-Cl	۲۴۰
H-Cl	۴۳۱

ب) با استفاده از آنتالپی‌های تشکیل

$$\Delta H = \text{مجموع آنتالپی تشکیل واکنش دهنده ها} - \text{مجموع آنتالپی تشکیل فراورده ها}$$

مثال: در شاتل های فضایی با اکسایش متیل هیدرازین به کمک دی نیتروژن تترا اکسید، انرژی لازم برای به حرکت در آوردن شاتل تامین می شود. اگر معادله واکنش اکسایش به شرح زیر باشد، با کمک جدول آنتالپی های استاندارد تشکیل داده شده، آنتالپی واکنش را حساب کنید.



فرمول	$\Delta H^\circ$ تشکیل kJ/mol
$\text{CH}_3\text{NHNH}_2(l)$	+54
$\text{CO}_2(g)$	-393
$\text{N}_2\text{O}_4(g)$	+10/8
$\text{H}_2\text{O}(l)$	-286