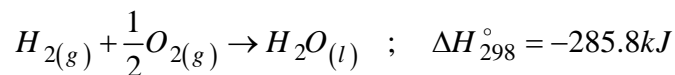


آنتالپیهای تشکیل:

تشکیل اجسام مرکب از عنصرها با مبادله انرژی همراه است. برای مثال وقتی ۱ مول آب به حالت مایع از

گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای 25°C تشکیل می‌شود، همراه با آن $285/8$ کیلوژول انرژی در شکل گرما آزاد می‌شود.



به $-285/8\text{kJ}$ آنتالپی استاندارد تشکیل $H_2O(l)$ گفته می‌شود و با نماد $\Delta H_f^{\circ}(H_2O,l)$ نشان داده می‌شود.

بدین ترتیب

$$\Delta H_f^{\circ}(H_2O,l) = -285.8\text{kJmol}^{-1}$$

از همین راه می‌توان آنتالپی استاندارد تشکیل اجسام مرکب دیگر را هم تعیین کرد، به طور خلاصه، آنتالپی

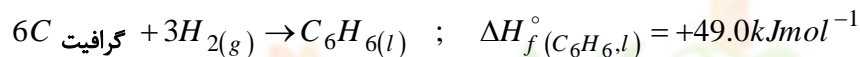
استاندارد تشکیل یک جسم مرکب برابر با آنتالپی واکنش استاندارد است که در آن، جسم مرکب مورد نظر از

عنصرهایش در حالت مرجع تشکیل می‌شود. حالت مرجع یک عنصر، پایدارترین شکل آن عنصر در یک دمای معین

و در فشار ۱ بار است. بدین ترتیب در 298K ، حالت مرجع برای نیتروژن مولکولهای N_2 به حالت گاز است، برای

جیوه، مایع آن، برای کربن، گرافیت، و برای قلع، شکل سفید آن فلز است.

به عنوان مثال، آنتالپی استاندارد تشکیل بنزن مایع در 298K برابر با آنتالپی استاندارد واکنش زیر است.



بنابراین آنتالپی تشکیل استاندارد (که با نماد ΔH_f° نشان داده می‌شود) مقدار ΔH مربوط به واکنشی

است که در آن یک مول ماده در 1 atm و دمای مرجع خاصی از عناصر سازنده آن در پایدارترین شکلی که در فشار

1 atm و دمای مرجع دارند، تشکیل می‌شود. بعضی از بخشهای این تعریف لازم به توضیح است.

۱. می‌توان گفت که این تعریف در مورد واکنشهایی که شامل مواد مرکب و عناصر در حالت استاندارد خود هستند به کار می‌آید. حالت استاندارد یک مایع یا جامد، مایع خالص یا جامد خالصی است که تحت فشار 1 atm باشد. حالت استاندارد یک گاز حالتی است که فشار 1 atm دارد و فرض بر این است که رفتار آن ایده‌آل است. نماد ΔH° که مشخص‌کننده تغییرات آنتالپی استاندارد است، برای واکنشهایی به کار می‌آید که فقط شامل موادی در حالت استاندارد هستند.

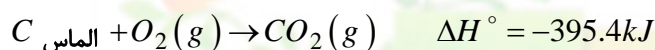
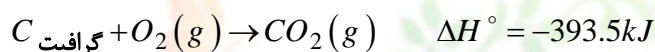
۲. دمای مرجعی که معمولاً انتخاب می‌شود، 25°C است. غالب مقادیر ΔH_f° موجود در جدولها مربوط به واکنشهایی است که در دمای مرجع 25°C باشند.

۳. بعضی از عناصر به چند شکل وجود دارند. شکل عنصری که برای به دست آوردن مقدار ΔH_f° به کار می‌رود، آن شکلی است که در 1 atm و دمای مرجع از همه شکلهای دیگر آن عنصر پایدارتر است (کمترین آنتالپی را دارد). برای نمونه، کربن هم به شکل الماس و هم به شکل گرافیت وجود دارد. اما آنتالپی الماس بیشتر از آنتالپی گرافیت است:



بنابراین، گرافیت در 25°C و 1 atm پایدارترین شکل کربن است و برای به دست آوردن مقادیر ΔH_f° ترکیبات آن به کار می‌رود.

دو واکنش تشکیل $\text{CO}_2(g)$ را در نظر بگیرید:



آنتالپی تشکیل استاندارد $\text{CO}_2(g)$ در معادله اول که در آن گرافیت به کار رفته، داده شده است.

اکسیژن عنصر دیگری است که بیشتر از یک شکل دارد. آنتالپی مولکول اکسیژن، $\text{O}_2(g)$ کمتر از آنتالپی

مولکول اوزون $O_3(g)$ است:

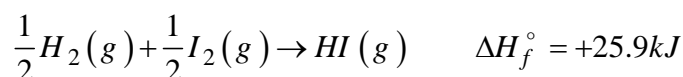
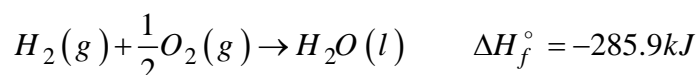


بنابراین، شکل پایدارترین اکسیژن در $1\ atm$ و $25^\circ C$ ، $O_2(g)$ است. این شکل اکسیژن برای به دست آوردن آنتالپی تشکیل استاندارد به کار می‌رود. توجه داشته باشید که آنتالپی شکل تک‌اتمی عناصر که در طبیعت به صورت دو اتمی وجود دارند ($I_2, Br_2, Cl_2, F_2, O_2, N_2, H_2$) بسیار زیاد است. بنابراین شکل پایدار هر یک از این عناصر، شکل دو اتمی آنها است، مثلاً شکل پایدار است نه شکل $O(g)$.

بنابر قرارداد، آنتالپی تشکیل استاندارد پایدارترین شکل یک عنصر در $1\ atm$ فشار و دمای مرجع (ΔH°) برای واکنشی که در آن این شکل عنصر از خودش تهیه می‌شود (برابر با صفر است. اما توجه داشته باشید که می‌توان گفت معادله (۱) آنتالپی تشکیل استاندارد و معادله (۲) آنتالپی تشکیل استاندارد $O_3(g)$ را نشان می‌دهند.

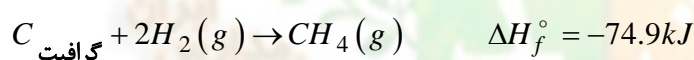
بنابراین، آنتالپی تشکیل نوع خاصی از تغییر آنتالپی است. مقادیر ΔH در واکنشهای زیر در واقع مقادیر

ΔH_f° برای $HI(g), H_2O(l)$ هستند:



آنتالپیهای تشکیل یا به طور مستقیم اندازه‌گیری می‌شوند یا با استفاده از قانون هس از داده‌های ترمودینامیکی

دیگر محاسبه می‌شوند. ΔH واکنش زیر:



آنتالپی تشکیل استاندارد $CH_4(g)$ است. بعضی از آنتالپیهای تشکیل استاندارد در جدول زیر فهرست شده‌اند.

آنتالپیهای تشکیل (kJ/mol) در 25°C و 1 atm

ΔH_f°	ماده مرکب	ΔH_f°	ماده مرکب	ΔH_f°	ماده مرکب
-173/2	$HNO_3(l)$	-28/0	$CH_3NH_2(g)$	-127/0	$AgCl(s)$
-241/8	$H_2(g)$	-201/2	$CH_2OH(g)$	-1669/8	Al_2O_3
-285/9	$H_2O(l)$	-238/6	$CH_3OH(l)$	-1218/0	$BaCO_3(s)$
-20/2	$H_2S(g)$	-277/6	$C_2H_5OH(l)$	-588/1	$BaO(s)$
-601/83	$MgO(s)$	-110/5	$CO(g)$	-1206/9	$CaCO_3(s)$
-411/0	$NaCl(s)$	-393/5	$CO_2(g)$	-635/5	$CaO(s)$
-113/0	$NF_3(g)$	-223/0	$COCl_2(g)$	-986/59	$Ca(OH)_2(s)$
-46/19	$NH_3(g)$	+87/86	$CS_2(l)$	-504/17	$Ca_3P_2(s)$
-365/1	$NH_4NO_3(s)$	-822/2	$Fe_2O_3(s)$	-913/4	$CF_4(g)$
+90/37	$NO(g)$	-36/2	$HBr(g)$	-74/85	$CH_4(g)$
+33/8	$NO_2(g)$	-92/30	$HCl(g)$	+226/7	$C_2H_2(g)$
+9/25	$PH_3(g)$	+130/5	$HCN(g)$	+52/30	$C_2H_4(g)$
-296/9	$SO_2(g)$	-269/0	$HF(g)$	-84/68	$C_2H_6(g)$
-348/0	$ZnO(s)$	-169/0	$HgBr_2(s)$	+49/04	$C_6H_6(g)$
		+25/9	$HI(g)$	-132/0	$CH_3Cl(l)$

