آنتالپی تشکیل یونهای منفرد در محلولها:

تشکیل گاز کلرید هیدروژن از گازهای هیدروژن و کلر در شرایط استاندارد با آزاد شدن $92.31kJmol^{-1}$ انرژی در شکل گرما همراه است

$$\frac{1}{2}H_2(g)+\frac{1}{2}Cl_2(g)\rightarrow HCl(g)\quad ;\quad \Delta H^\circ_{298}=-92.31kJmol^{-1}$$

علاوه بر آن، از حل شدن یک مول گاز کلرید هیدروژن در مقدار زیادی آب در $25^\circ C$، در حدود $75/14kJ$ گرمای دیگر آزاد می‌شود

$$HCl(g)\rightarrow HCl(aq)\quad ;\quad \Delta H^\circ_{sol}=-75/14kJmol^{-1}$$

هرگاه دو واکنش اخیر را طرف به طرف با هم جمع کنیم به دست می‌آوریم

$$\frac{1}{2}H_2(g)+\frac{1}{2}Cl_2(g)\rightarrow HCl(aq)\quad ;\quad \Delta H^\circ_{298}=-167.45kJmol^{-1}$$

مقدار $167/45kJ$- آنتالپی استاندارد تشکیل یک مول $HCl(aq)$ را می‌رساند.

$$\Delta H^\circ_{f\,(HCl,aq)}=-167.45kJmol^{-1}$$

می‌دانیم که $HCl(aq)$ شامل یونهای $H^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ است. بدین ترتیب برای آن می‌توان نوشت

$$\Delta H^\circ_{f\,(HCl,aq)}=\Delta H^\circ_{f\,(H^+,aq)}+\Delta H^\circ_{f\,(Cl^-,aq)}=-167.45kJ$$

برای پی بردن به اینکه از این $167/45kJ$- انرژی، چه مقدار آن به $\Delta H^\circ_{f\,(H^+,aq)}$ تعلق دارد و چه مقدار آن به $\Delta H^\circ_{f\,(Cl^-,aq)}$ مربوط است، هیچ راه سر به راست و مطمئنی در دست نیست. به این دلیل، $\Delta H^\circ_{f\,(H^+,aq)}$ را در تمام دماها برحسب قرارداد برابر با صفر گرفته‌اند تا به کمک آن محاسبه ΔH°_f یونهای

Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir
شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران

دیگر در محلولهای آبی امکان‌پذیر شود

$\Delta H^{\circ}_{f\left(H^{+},aq\right)} = \circ$ (در تمام دماها)

با پذیرفتن قرارداد $\Delta H^{\circ}_{f\left(H^{+},aq\right)}$، برای آنتالپی استاندارد تشکیل یون کلرید در محلول آبی به دست می‌آوریم

$$\Delta H^{\circ}_{f\left(Cl^{-},aq\right)} = -167.45 kJmol^{-1}$$

اکنون به کمک آنتالپی استاندارد تشکیل یون $Cl^{-}(aq)$ که به ترتیب بالا معلوم شد، به آسانی می‌توان آنتالپی استاندارد تشکیل یونهای دیگر در محلول آبی را هم به دست آورد. در جدول زیر آنتالپی استاندارد تشکیل چند یون آشنا در محلول آبی در $25^{\circ}C$ داده شده است.

جدول آنتالپی استاندارد تشکیل چند یون در محلول آبی در $25^{\circ}C$ برحسب $kJmol^{-1}$ بر مبنای

$\Delta H^{\circ}_{f\left(H^{+},aq\right)} = 0$ ، و یا: $\Delta H^{\circ} = 0$; $\frac{1}{2}H_2(g) \rightarrow H^{+}(aq)$

$Cl^{-}(aq)$	-۱۶۷/۴۵	$H^{+}(aq)$	۰/۰۰
$Br^{-}(aq)$	-۱۲۱/۵۵	$Na^{+}(aq)$	-۲۴۰/۱۲
$I^{-}(aq)$	-۵۵/۱۹	$Mg^{2+}(aq)$	-۴۶۶/۸۵

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir

$OH^-(aq)$	-۲۲۹/۹۹	$Ba^{2+}(aq)$	-۵۳۷/۴۶
$S^{2-}(aq)$	-۳۳/۱	$Cu^{2+}(aq)$	+۶۴/۷۷

به کمک آنتالپی استاندارد تشکیل یونها در محلولهای آبی، می‌توان ΔH° بسیاری از واکنشهای بین یونها را حساب کرد. برای مثال، ΔH° خنثی شدن یون $H^+(aq)$ با یون $OH^-(aq)$ در $25^\circ C$ را با استفاده از معلومات داده شده در جدولها حساب می‌کنیم

$$H^+(aq)+OH^-(aq)\rightarrow H_2O(l);\Delta H^\circ_{298}=?$$

$$\Delta H^\circ_{298}=\Delta H^\circ_{f(H_2O,l)}-\Delta H^\circ_{f\left(H^+_{aq}\right)}-\Delta H^\circ_{f\left(OH^-_{aq}\right)}$$

$$=-285.8-0.00-(-229.99)=-55.81kJ$$

به واکنش دیگری با شرکت یونها در محلول آبی توجه کنید. وقتی گاز دی‌اکسید کربن را از یک محلول آبی دارای یونهای Ca^{2+} عبور دهیم، رسوب کربنات کلسیم از آن جدا می‌شود. ΔH° واکنش انجام شده را در $25^\circ C$ با استفاده از معلومات داده شده حساب کنید

$$Ca^{2+}(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)\rightarrow CaCO_3(s)+2H^+(aq)$$

	$H^+(aq)$	$CaCO_3(s)$	$H_2O(l)$	$CO_2(g)$	$Ca^{2+}(aq)$
ΔH°_f :	۰/۰۰	-۱۲۰۶/۹۲	-۲۸۵/۸۳	-۳۹۳/۵۱	-۵۴۲/۸۳

$kJmol^{-1}$

با استفاده از آنتالپیهای استاندارد تشکیل به آسانی می‌توان ΔH° واکنش را حساب کرد.

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir

$$\Delta H^{\circ}_{298} = \left(-1206.92 + 0.00\right) - \left(-542.83\right) + \left(-393.51\right) + \left(-285.83\right) = 15.25kJ$$

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir