مقدمه ظرفیت گرمایی:

ظرفیت گرمایی (C) جرم معینی از ماده، مقدار گرمای لازمی است که دمای آن جرم از ماده را $1\ ^\circ C$ بالا ببرد. گرمای ویژه ظرفیت گرمایی یک گرم ماده است یعنی مقدار گرمای لازمی است که دمای $1\ g$ ماده را بالا می‌برد. بنابراین،

$$C = \text{(گرمای ویژه)}\ \text{(جرم)}$$

چون گرمای ویژه آب $4.184\ J/(g\ ^\circ C)$ است، ظرفیت گرمایی $125\ g$ آب عبارت خواهد بود از

$$C = \text{(گرمای ویژه)}\ \text{(جرم)}$$

$$= (125g)(4.184J/(g\ ^\circ C))$$
$$= 523\ J/^\circ C$$

یعنی این مقدار آب به ازای هر درجه افزایش دما، ۵۲۳J گرما جذب می‌کند. بدیهی است که برای بالا رفتن دما به قدر ، دو برابر این مقدار گرما لازم است. به طور کلی،

$$q = C\left(t_2 - t_1\right)$$

که در آن q گرمای جذب شده به وسیله نمونه، C ظرفیت گرمایی نمونه، t_2 دمای نهایی و t_1 دمای اولیه است. گرمای جذب شده به وسیله یک نمونه $125g$ از آب، وقتی که دمای آن از $20.00^\circ C$ به $25.00^\circ C$ برسد به طریق زیر محاسبه می‌شود

$$q = C\left(t_2 - t_1\right) = \left(523J/^\circ C\right)\left(25.00 - 20.00\right) = \left(523J/^\circ C\right)\left(5.00^\circ C\right) = 2615J = 2.62kJ$$

ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده برای مقدار گرمایی است تا دمای ۱ گرم از ماده را $1\ ^\circ C$ بالا ببرد یا به عبارتی دیگر برابر ظرفیت گرمایی ۱ گرم از ماده است. ظرفیت گرمایی ویژه را با c نمایش می‌دهند و واحد آن $J/g.^\circ C$ است. جسمی به جرم m گرم و با ظرفیت گرمایی ویژه c و دمای اولیه θ_1 درجه سلسیوس را در

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

نظر بگیرید. مقدار گرمایی که لازم است تا دمای این جسم را از θ_1 به θ_2 برساند برابر است با:

$$Q = mc\Delta\theta$$

که $\Delta\theta$ اختلاف بین دمای نهایی و اولیه برحسب $^\circ C$ است. $(\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1)$

مثال.

ظرفیت گرمایی ویژه آب برابر $4.18\ J/g^\circ C$ است. مقدار گرمایی که لازم است تا دمای ۱۰۰g آب را از $0^\circ C$ به $100^\circ C$ برساند را مشخص کنید.

حل.

$$Q = mc\Delta\theta = 100 \times 4/18 \times (100 - 0) = 41800J$$

گرماسنجها وسایلی هستند که برای اندازه‌گیری تغییرات گرمای همراه با واکنشهای شیمیایی به کار می‌آیند. نوع واکنش مورد مطالعه نوع گرماسنجی را که باید به کار گرفته شود معین می‌کند. گرماسنج بمبی برای اندازه‌گیری گرمای حاصل از احتراق به کار می‌رود انجام آزمایش با استفاده از گرماسنج بمبی به طریق زیر است:

۱- نمونه‌ای از واکنش‌دهنده را که به طور دقیق توزین شده است در بمب جای می‌دهند و سپس آن را با گاز اکسیژن تحت فشار پر می‌کنند.

۲- بمب را درون مقداری آب توزین شده که در محفظه‌ای کاملاً عایق شده جای دارد فرو می‌برند. یک همزن دمای آب و دیگر لوازم را یکنواخت نگه می‌دارد.

۳- دمای اولیه مجموعه (t_1) را با دماسنج معین می‌کنند.

۴- واکنش احتراق به وسیله سیمی که درون بمب جای دارد و به طور الکتریکی تا دمای اشتعال گرم می‌شود، آغاز می‌گردد.

۵- گرمای حاصل از واکنش به وسیله گرماسنج و محتویات آن گرفته می‌شود و سبب زیاد شدن دمای مجموعه می‌شود. دمای نهایی (t_2) به وسیله دماسنج معین می‌گردد.

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

۶- هم آب و هم گرماسنج، گرما را جذب می‌کنند. پس باید ظرفیت گرمایی کل گرماسنج و محتویات آن، C_{total} محاسبه شود:

$$C_{total} = C_{H_2O} + C_{\text{گرماسنج}}$$

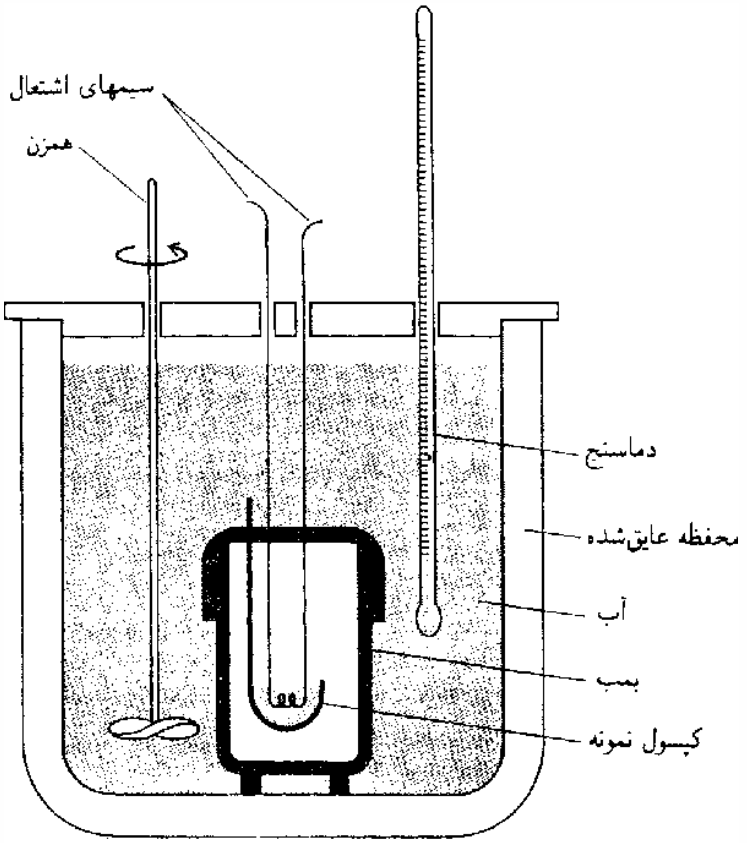
الف) ظرفیت گرمایی آب درون گرماسنج، C_{H_2O}، را می‌توان از حاصلضرب جرم آب به کار رفته و گرمای ویژه آب محاسبه کرد.

ب) ظرفیت گرمایی خود گرماسنج و لوازم آن، $C_{\text{گرماسنج}}$، باید از طریق آزمایش معین شود. برای این کار با صرف مقدار معلومی گرما، گرماسنج را گرم می‌کنند و افزایش دمای آن را اندازه‌گیری می‌کنند گرمایی که برای این منظور به کار می‌رود یا با انجام واکنشی که مقدار معلومی گرما در گرماسنج تولید می‌کند یا با استفاده از مقدار انرژی الکتریکی اندازه‌گیری شده‌ای که صرف گرم کردن آن می‌شود، به دست می‌آید.

۷- گرمای آزاد شده در آزمایش، q ، از ظرفیت گرمای کل، $C_{\text{کل}}$ ، و افزایش دما $(t_2 - t_1)$ محاسبه می‌شود:

$$q = C_{\text{کل}} (t_2 - t_1)$$

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



مثال.

یک گرماسنج بمبی برای اندازه گیری گرمای تولید شده از احتراق گلوکوز، $C_6H_{12}O_6$، به کار می‌رود:

$$C_6H_{12}O_6(s)+6O_2(g)\rightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(l)$$

نمونه‌ای شامل $3/00\,g$ گلوکز را در بمب جای می‌دهیم و آن را با اکسیژن تحت فشار پر می‌کنیم. بمب را در محفظه کاملاً عایق‌شده گرماسنج که با $1/20\,kg$ آب پر شده است می‌گذاریم. دمای اولیه مجموعه است. مخلوط واکنش به وسیله سیم درون بمب که با جریان برق گرم می‌شود، محترق می‌گردد. گرمای واکنش سبب می‌شود که دمای گرماسنج و محتویات آن تا $25/50\,^{\circ}C$ افزایش یابد. ظرفیت گرمایی این گرماسنج $2/21\,kJ/^{\circ}C$ و وزن مولکولی گلوکز ۱۸۰ است. چه مقدار گرما از سوختن $1\,mol$ گلوکز تولید می‌شود؟

حل.

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

چون $1.20\times10^{3}g$ را آب درون گرماسنج است و گرمای ویژه آب $4.18\,J/(g^{\circ}C)$ است، ظرفیت گرمایی آب درون گرماسنج، C_{H_2O} عبارت است از:

$$C = \text{(گرمای ویژه) (جرم)}$$

$$C_{H_2O} = \left[1.20\times10^{3}g\right]\left[4.18\,J/(g^{\circ}C)\right] = 5.02\times10^{3}J/^{\circ}C = 5.02kJ/^{\circ}C$$

ظرفیت گرمایی گرماسنج، گرماسنج C، $2.21kJ/^{\circ}C$ است. پس ظرفیت گرمایی کل، کل C ، می‌شود:

$$C_{total} = C_{H_2O} + C_{\text{گرماسنج}} = 5.02kJ/^{\circ}C + 2.21kJ/^{\circ}C = 7.23kJ/^{\circ}C$$

یعنی ۷/۲۳kJ لازم است تا دمای مجموعه گرماسنج را $1^{\circ}C$ بالا ببرد

در این صورت، مقدار گرمای جذب شده به وسیله گرماسنج و آب عبارت خواهد بود از:

$$q = C_{total}\left(t_2 - t_1\right) = (7.23kJ/^{\circ}C)(25.5^{\circ}C - 19.00^{\circ}C) = (7.23kJ/^{\circ}C)(6.50^{\circ}C) = 47kJ$$

مقدار ۴۷/۰kJ همان مقدار گرمایی است که از احتراق ۳/۰۰g گلوکوز تولید می‌شود، بنابراین

$$47.0kJ \approx 3/00gC_6H_{12}O_6$$

برای یک مول گلوکز (۱۸۰g گلوکوز) مقدار گرمای تولید شده عبارت خواهد بود از

$$?kJ = 180g\ C_6H_{12}O_6\left(\frac{47.0kJ}{3.00g\ C_6H_{12}O_6}\right) = 2.82\times10^{3}kJ$$

مثال.

یک کالریمتر محتوی ۱۰۰q آب در دمای $25^{\circ}C$ است. به کالریمتر مقدار کمی سدیم افزوده و در ظرف را می‌بندیم. پس از پایان واکنش، دماسنج دمای $35^{\circ}C$ را نشان می‌دهد. اگر ظرفیت گرمایی کالریمتر $40J/^{\circ}C$ و ظرفیت گرمایی ویژه آب $4.18\,J/g.^{\circ}C$ باشد مقدار گرمای آزاد شده توسط واکنش سدیم با آب را محاسبه کنید.

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

حل.

در اینجا هم آب و هم ظرف واکنش گرما جذب کرده و دمایشان تغییر می‌کند. لذا:

$$Q_{H_2O} = mc\Delta\theta = 100 \times 4.18 \times (35 - 25) = 4180J$$

$$Q_{\text{کالریمتر}} = C\Delta\theta = 40 \times (35 - 25) = 400J$$

$$Q_{total} = Q_{H_2O} + Q_{\text{کالریمتر}} = 4180 + 400 = 4580J$$

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