فصل دوم

در پی غذای سالم

- درس اوّل: مقدمه– غذا، ماده و انرژی– دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟
- درس دوم: تهیهٔ غذای آب‌پز، تجربهٔ تفاوت دما و گرما – ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه
- درس سوم: جاری شدن انرژی گرمایی– پیوند با صنعت
- درس چهارم: گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرماشیمی) – آنتالپی، همان محتوای انرژی ماده است.
- درس پنجم: آنتالپی پیوند و میانگین آن – پیوند با زندگی
- درس ششم: آنتالپی سوختن، تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی
- درس هفتم: تعیین ΔH واکنش‌های شیمیایی– گرماسنجی، روش مستقیم اندازه‌گیری ΔH یک واکنش
- درس هشتم: روش‌های غیرمستقیم تعیین ΔH واکنش– جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها، قانون هس
- درس نهم: آنتالپی پیوند، راهی برای تعیین ΔH واکنش
- درس دهم: غذای سالم – عوامل مؤثر بر سرعت واکنش – پیوند با صنعت – پیوند با ریاضی
- درس یازدهم: سرعت واکنش از دیدگاه کمّی – سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده در واکنش براساس تغییر مول و تغییر غلظت مولی آنها – مقایسه سرعت مواد شرکت‌کننده در واکنش با یکدیگر – سرعت واکنش – شیب نمودار (مول – زمان) – غذا، پسماند و ردپای آنها

طرز کار بسته‌های تولیدکنندهٔ سرما و گرما بر پایهٔ پلاستیکی تشکیل شده‌اند که درون آن یک بستهٔ ضربه‌زدن به این کیسهٔ پلاستیکی موجب می‌شود که حل شود. اگر انحلال مادهٔ شیمیایی در آب گرماده باشد، دمای بسته کاهش می‌یابد. معمولاً در بسته‌های تولیدکنندهٔ سرما از آمونیم‌نیترات استفاده می‌شود. فرایند

آنتالپی انحلال است. این بسته‌ها از یک کیسهٔ کوچک آب و یک مادهٔ شیمیایی وجود دارد. بستهٔ کوچک آب پاره شده، مادهٔ شیمیایی در آن باشد، دمای بسته افزایش و اگر این انحلال گرماگیر تولیدکنندهٔ گرما از کلسیم‌کلرید و در بسته‌های انحلال که در هر مورد رخ می‌دهد، عبارت است از:

$$CaCl_2(s) \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \qquad \Delta H_{\text{انحلال}} = -82\,kJ$$

$$NH_4NO_3(s) \xrightarrow{H_2O} NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq) \qquad \Delta H_{\text{انحلال}} = +26\,kJ$$

هر چه دما بالاتر باشد، جنبش‌های نامنظم ذره‌های آن شدیدتر است. از این رو بوی غذای گرم آسان‌تر و سریع‌تر به مشام می‌رسد.
در دمای معین یک ویژگی مشترک مواد با هر حالت فیزیکی، وجود جنبش‌های نامنظم ذره‌های سازنده با آنهاست.
دمای یک ماده معیاری برای توصیف میانگین تندی (سرعت) و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های آن است.
مجموع انرژی جنبشی ذره‌های یک نمونه ماده هم‌ارز با انرژی گرمایی آن است.

نکته

انرژی گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد ولی دما به مقدار ماده بستگی ندارد.

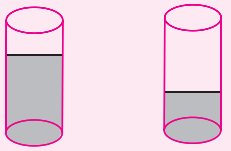
انرژی جنبشی ذره‌ها به جرم (m) و تندی (V) آنها بستگی دارد.

$$\text{انرژی جنبشی} = \frac{1}{2}mV^2$$

♦ پیشرفت دانش و فن‌آوری موجب شده که تولید فراورده‌های کشاورزی و دامی افزایش یابد و غذا به روش صنعتی، تولید شود اما در تولید انبوه به‌دلیل فساد مواد غذایی و دشواری نگهداری آنها، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد.

مثال

با توجه به شکل‌های داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. جنب‌وجوش (شدت جنبش) ذره‌های استون (C_3H_6O) در دو ظرف برابر است.



آ. آیا میانگین انرژی جنبشی ذره‌ها در دو ظرف یکسان است؟ چرا؟

ب. آیا برای افزایش دمای هر دو ظرف به اندازهٔ $5\,^\circ C$ به گرمای یکسانی نیاز است؟ چرا؟

پ. آیا میانگین سرعت حرکت مولکول‌های استون در دو ظرف یکسان است؟ چرا؟

ت. دمای دو ظرف را با هم مقایسه کنید.

پاسخ: آ. بله، زیرا شدت جنبش ذره‌ها (دما) در دو ظرف یکسان است.

ب. خیر، زیرا انرژی گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد.

پ. بله، زیرا شدت جنبشی ذره‌ها در دو ظرف یکسان است.

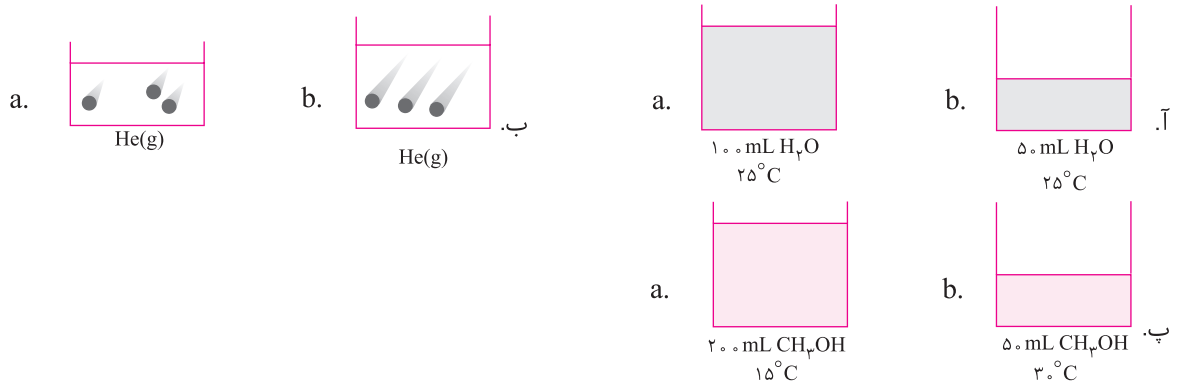
ت. برابر است.

نتیجه‌گیری:

دما = میانگین سرعت ذره‌ها = میانگین انرژی جنبشی ذره‌ها = میزان جنب‌وجوش ذره‌ها = معیاری از سردی و گرمی مواد

تمرین‌های امتحانی

۱. میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ ماده را در شکل‌های زیر با ذکر علت با هم مقایسه کنید.



۲. با استفاده از کلمه‌های داده شده جمله‌های زیر را کامل کنید. (یک کلمه اضافی است.)

دما- آهن - شیر- ۳۵۰K - ۳۵۰°C - آمینواسید - کلسترول- گرما

آ. تخم‌مرغ سرشار از ..... ، اسفناج و عدسی منبع غنی از ..... و گوشت ماهی سبب کاهش ..... می‌شود.

ب. میانگین سرعت اتم‌های نئون در ..... بیشتر از ..... است.

پ. معیاری از گرمی و سردی مواد، ..... است.

ت. مصرف ..... باعث ترمیم پوکی استخوان می‌شود.

۳. کدام جمله درست و کدام نادرست است؟ شکل درست جمله‌های نادرست را بنویسید.

آ. انرژی گرمایی یک استخر آب $25^{\circ}C$ بیشتر از یک لیوان آب $60^{\circ}C$ است. ☐ درست ☐ نادرست

ب. ذره‌های سازندهٔ ماده، دارای جنبش‌های پیوسته و منظم هستند. ☐ درست ☐ نادرست

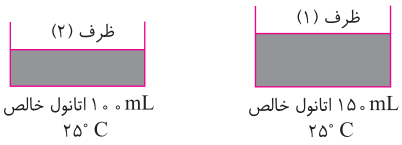
پ. مجموع انرژی جنبشی ذره‌های یک نمونه ماده هم‌ارز با دمای آن ماده است. ☐ درست ☐ نادرست

۴. با توجه به شکل‌های داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ. میانگین سرعت حرکت مولکول‌های اتانول را در هر دو ظرف با نوشتن دلیل مقایسه کنید.

ب. آیا برای افزایش $5^{\circ}C$ دمای هر دو ظرف، انرژی یکسانی مورد نیاز است؟ چرا؟

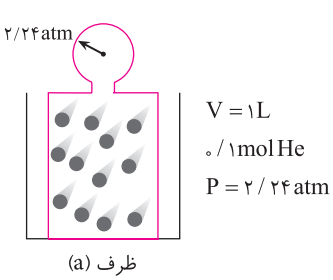
پ. اگر محتویات این دو ظرف را به ظرف سومی منتقل کنیم، کدام‌یک از خاصیت‌های داخل پرانتز تغییر نمی‌کند؟ چرا؟ (انرژی گرمایی – دما)

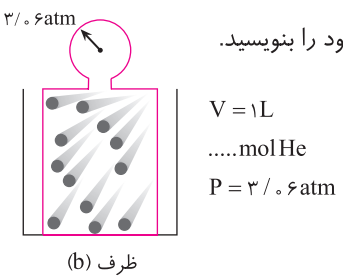


۵. با توجه به شکل‌های داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ. در جای‌خالی چه عددی می‌نویسید؟

ب. دمای ظرف‌ها را با هم مقایسه کنید. دلیل خود را بنویسید.





پاسخ تمرین‌های امتحانی

۱. آ. در هر دو ظرف برابر است، زیرا دمای دو ظرف یکسان است.

ب. در ظرف «b» بیشتر است، زیرا دنبالهٔ حرکت ذرات بلندتر و بنابراین میانگین سرعت ذرات بیشتر است.

پ. در ظرف «b» بیشتر است، زیرا دمای ظرف «b» بیشتر است.

۲. آ. آمینواسید ـ آهن ـ کلسترول ب. $350K - 350^{\circ}C$ پ. دما ت. شیر

۳. آ. درست، زیرا انرژی گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد و مقدار آب استخر خیلی بیشتر از لیوان است.

ب. نادرست، ذره‌های سازندهٔ ماده دارای جنبش‌های پیوسته ولی نامنظم هستند.

پ. نادرست، مجموع انرژی جنبشی ذره‌های یک نمونه ماده هم‌ارز با انرژی گرمایی آن است.

۴. آ. برابر است، زیرا دمای آنها یکسان می‌باشد.

ب. خیر، زیرا انرژی گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد و ظرف (۱) انرژی گرمایی بیشتری می‌خواهد.

پ. دما، زیرا دما از میزان جنب‌وجوش، میانگین سرعت و نیز میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ ماده خبر می‌دهد.

۵. آ. ۰/۱

ب. دمای ظرف «b» بیشتر است. اولاً دنبالهٔ حرکت ذره‌ها در ظرف «b» بلندتر است، ثانیاً در حجم و تعداد مول ثابت با افزایش دمای گاز، فشار گاز افزایش می‌یابد.

درس دوم: تهیهٔ غذای آب‌پز، تجربهٔ تفاوت دما و گرما – ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه

دما و گرما با یکدیگر تفاوت دارند اما میان آنها رابطه وجود دارد. به‌کار بردن میزان دما تنها برای توصیف یک نمونه ماده است. تغییر دما برای توصیف یک فرایند به‌کار می‌رود. بنابراین انجام فرایند می‌تواند باعث تغییر دما شود.

اگر در فرایندی ماده گرما جذب کند یا از دست بدهد، دمای آن می‌تواند تغییر کند، بنابراین گرما از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست بلکه برای توصیف یک فرایند به‌کار می‌رود. درواقع نمی‌توان گفت یک ماده چقدر گرما دارد؟ یا اشاره به گرمای یک نمونه ماده از نظر علمی درست نیست. بلکه می‌توان بیان کرد در انجام یک فرایند ماده چه مقدار گرما مبادله نموده است. بنابراین گرما صورتی از انرژی است که از جسم با دمای بیشتر به جسمی به دمای کمتر جاری می‌شود.

تفاوت‌های گرما با دما

۱. یکای رایج دما، درجهٔ سلسیوس $(^\circ C)$ و یکای دما در SI کلوین (K) است. $K = ^\circ C + ۲۷۳$

یکای اندازه‌گیری گرما (Q) در SI ژول (J) است. در برخی از موارد از یکای کالری (cal) برای بیان مقدار گرما استفاده می‌شود.

$۱cal = ۴/۱۸۴J$ $\quad ۱J = ۱kgm^۲s^{-۲}$

♦ نماد دما برحسب سلسیوس (θ) و نماد دما برحسب کلوین، (T) است.

♦ ارزش دمایی $(۱^\circ C)$ برابر با $(۱K)$ است، از این‌رو در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند $(\Delta\theta = \Delta T)$ می‌باشد.

۲. دما را با دماسنج و گرما را با گرماسنج اندازه‌گیری می‌کنند.

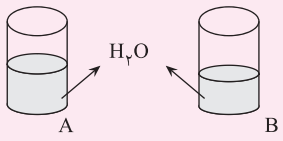
۳. گرما هم‌ارز مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده است، ولی دما میانگین انرژی جنبشی (شدّت جنبش) و میانگین تندی ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده را نشان می‌دهد.

۴. گرما به مقدار و تعداد ذره‌های ماده بستگی دارد، ولی دما به مقدار و تعداد ذره‌های یک ماده بستگی ندارد.

۵. دما معیاری از سردی و گرمی جسم است ولی گرما صورتی از انرژی است که در صورت اختلاف دما میان دو جسم جاری می‌شود.

مثال

در شکل روبه‌رو، شدت جنبش (میانگین انرژی جنبشی) مولکول‌ها در ظرف A کمتر است.



آ. دمای آب در کدام ظرف بیشتر است؟

ب. چرا انرژی گرمایی آب درون این دو ظرف قابل مقایسه نیست؟

پاسخ:

آ. ظرف B

ب. زیرا گرما به مقدار ماده بستگی دارد و جرم آب درون دو ظرف معلوم نیست.

♦ اگر در فرایندی گرما مبادله شود، دمای آن ماده می‌تواند تغییر کند و هرچه گرمای مبادله شده بیشتر باشد، تغییر دمای آن ماده نیز بیشتر است.

ظرفیت گرمایی

گرمای موردنیاز برای افزایش دمای جسم به اندازهٔ یک درجهٔ سلسیوس $(۱^\circ C)$ یا یک کلوین $(۱K)$ است.

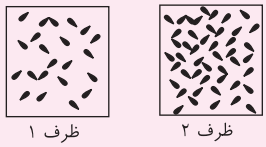
$$\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{\text{گرمای مبادله شده}}{\text{تغییرات دما}} = \frac{Q}{\Delta T}$$

ظرفیت گرمایی افزون بر نوع ماده، به مقدار ماده نیز بستگی دارد. هرچه جرم جسم بیشتر باشد، ظرفیت گرمایی آن بیشتر است.

واحد ظرفیت گرمایی، ژول بر درجهٔ سلسیوس $(J^\circ C^{-۱})$ یا ژول بر کلوین $(JK^{-۱})$ یا کالری بر درجهٔ سلسیوس $(cal^\circ C^{-۱})$ یا کالری بر کلوین $(calK^{-۱})$ است. بسته به واحد دما و گرما، واحد ظرفیت گرمایی نیز تغییر می‌کند.

مثال

شکل زیر ذره‌های تشکیل دهندهٔ یک ماده را از دید مولکولی نشان می‌دهد. این ذره‌ها در حال حرکت هستند و دنبالهٔ هر ذره، نشان دهندهٔ سرعت حرکت آن است. اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ. در کدام ظرف دما بیشتر است؟ چرا؟

ب. ظرفیت گرمایی دو ظرف را با نوشتن دلیل مقایسه کنید.

پاسخ:

آ. ظرف (۲)، زیرا شدت جنبش ذره‌ها در ظرف (۲) بیشتر است.

ب. ظرفیت گرمایی ظرف (۲) بیشتر است، زیرا هرچه تعداد ذره‌ها (مقدار ماده) بیشتر باشد، ظرفیت گرمایی بیشتر است. به سخن دیگر با افزایش مقدار ماده، گرمای بیشتری برای افزایش دمای آن ماده به اندازهٔ $۱^\circ C$ نیاز است.

ظرفیت گرمایی ویژه (گرمای ویژه، c)

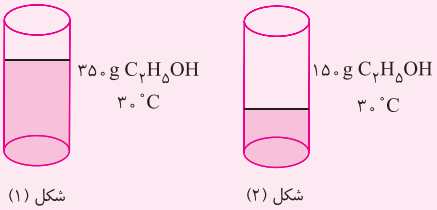
مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم جسم به اندازهٔ یک درجهٔ سلسیوس $(۱^\circ C)$ یا یک کلوین $(۱K)$ است.

$$\text{گرمای ویژه} = \frac{\text{گرمای مبادله شده}}{\text{تغییر دما} \times \text{جرم جسم}} = \frac{Q}{m \times \Delta\theta} \quad \text{یا} \quad c = \frac{Q}{m \times \Delta T}$$

♦ گرمای ویژه به مقدار ماده بستگی ندارد زیرا به‌ازای یک گرم جسم سنجیده می‌شود. واحد گرمای ویژه $Jg^{-۱}K^{-۱}$ یا $Jg^{-۱}{}^\circ C^{-۱}$ و... است.

مثال

با توجه به شکل‌های داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



شکل (۲) شکل (۱)

آ. ظرفیت گرمایی ویژهٔ دو شکل را با هم مقایسه کنید.

ب. اگر به شکل (۲) ۵/۴۶۷۵ کیلوژول گرما داده شود و دمای آن به ۴۵°C برسد، گرمای ویژهٔ اتانول را برحسب $(Jg^{-1}°C^{-1})$ حساب کنید.

پاسخ:

آ. با هم برابرند، زیرا گرمای ویژه به مقدار ماده بستگی ندارد و دو ماده از یک نوع هستند.

$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه} = \frac{Q}{m\times\Delta\theta} = \frac{۵/۴۶۷۵\times۱۰^{۳}J}{۱۵۰g\times۱۵°C} = ۲/۴۳Jg^{-1}°C^{-1}$$

ب) $۵/۴۶۷۵kJ = ۵/۴۶۷۵\times۱۰^{۳}J$

♦ میان گرمای ویژه و ظرفیت گرمایی رابطهٔ زیر برقرار است:

$$\text{گرمای ویژه}(Jg^{-1}°C^{-1}) = \frac{\text{ظرفیت گرمایی}\ (J°C^{-1})}{\text{جرم جسم}(g)}$$

با توجه به رابطهٔ گرمای ویژه: $\left(\text{گرمای ویژه} = \frac{Q}{m\times\Delta\theta}\right)$

۱. اگر به جرم برابر از چند ماده، گرمای یکسانی بدهیم، ماده‌ای که گرمای ویژهٔ آن بیشتر است تغییر دمای آن کمتر می‌باشد.

۲. اگر بخواهیم جرم برابر از چند ماده را به یک اندازه افزایش دما دهیم، ماده‌ای که گرمای ویژهٔ آن بیشتر است، گرمای بیشتری می‌خواهد.

گرمای ویژه آب بالا است $(۴/۱۸۴Jg^{-1}K^{-1})$ یعنی برای افزایش دمای ۱ گرم آب به ازای یک °C باید ۴/۱۸۴ J گرما به آن بدهیم. به سخن دیگر آب گرمای زیادی جذب می‌کند تا دمای آن اندکی افزایش یابد یا گرمای زیادی از دست می‌دهد تا دمای آن اندکی کاهش یابد.

مثال

ظرفیت گرمایی یک کیلوگرم آلومینیوم $۹۰۰JK^{-1}$ است. گرمای ویژهٔ Al را برحسب $Jg^{-1}°C^{-1}$ حساب کنید.

پاسخ:

$$\text{گرمای ویژهٔ Al} = \frac{\text{ظرفیت گرمایی}}{\text{جرم جسم}} = \frac{۹۰۰JK^{-1}}{۱۰۰۰g\,Al} = ۰/۹Jg^{-1}K^{-1} = ۰/۹Jg^{-1}K^{-1}$$

$۱kg\,Al = ۱۰۰۰g\,Al$

روغن و چربی از جمله ترکیب‌های آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. روغن دارای حالت فیزیکی مایع و چربی جامد است. از دیدگاه شیمیایی در ساختار مولکول‌های روغن پیوندهای دوگانه بیشتری وجود داشته و واکنش‌پذیری بیشتری دارد.

تمرین‌های امتحانی

۱. با استفاده از کلمه‌های داده شده جمله‌های زیر را کامل کنید. برخی از واژه‌ها بیش از یک بار استفاده می‌شوند.

ژول- کالری - دما- گرما - $J°C^{-1}$ - $Jg^{-1}°C^{-1}$

آ. میزان ..... تنها برای توصیف یک نمونه ماده به‌کار می‌رود و ..... از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست بلکه برای توصیف یک فرایند به‌کار می‌رود.

ب. گرما را می‌توان هم ارز با آن مقدار انرژی گرمایی دانست که به‌دلیل تفاوت ..... جاری می‌شود.

پ. یکای ظرفیت گرمایی ..... و یکای گرمای ویژه ..... است.

ت. یکای گرما در SI، ..... است و یکای دیگر گرما ..... می‌باشد.

۲. کدام جمله درست و کدام نادرست است؟ شکل درست جمله‌های نادرست را بنویسید.

آ. با انجام شدن یک فرایند دما می‌تواند تغییر کند و تغییر دما باعث جاری شدن گرما می‌شود. ☐ درست ☐ نادرست

ب. یک کالری برابر $۱kg\,m^{۲}\,s^{-۲}$ است. ☐ درست ☐ نادرست

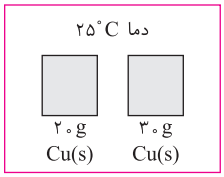
پ. ظرفیت گرمایی به مقدار ماده بستگی ندارد. ☐ درست ☐ نادرست

۳. با توجه به شکل‌های داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.

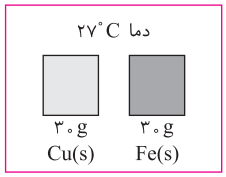
آ. آیا برای افزایش دمای هر دو ماده به اندازهٔ °C ۱۰ در شکل (۱) به گرمای یکسانی نیاز است؟ چرا؟

ب. آیا ظرفیت گرمایی هر دو قطعهٔ مس در شکل (۲) یکسان است؟ چرا؟

پ. آیا گرمای ویژه هر دو قطعهٔ مس در شکل (۲) یکسان است؟ چرا؟



شکل (۲)



شکل (۱)

۴. آ. به $10\,g$ فلز خالصی $32/25\,J$ گرما می‌دهیم تا دمای آن از $20^\circ C$ به $45^\circ C$ افزایش یابد. با انجام محاسبه مشخص کنید این فلز کدام‌یک از مواد جدول زیر است؟

ب. ظرفیت گرمایی $500\,g$ از این قطعه فلز را برحسب $J\,^\circ C^{-1}$ حساب کنید.

فلز	Cu(s)	Ag(s)	Fe(s)	Au(s)
گرمای ویژه ($J\,g^{-1}\,^\circ C^{-1}$)	۰/۳۸۵	۰/۲۳۵	۰/۴۵۱	۰/۱۲۹

۵. به $60\,g$ فلز نقره $141\,J$ گرما می‌دهیم تا دمای آن از $35^\circ C$ به $45^\circ C$ برسد.

آ. ظرفیت گرمایی این قطعه فلز نقره را برحسب $J\,^\circ C^{-1}$ حساب کنید.

ب. گرمای ویژه نقره را برحسب $J\,g^{-1}\,^\circ C^{-1}$ حساب کنید.

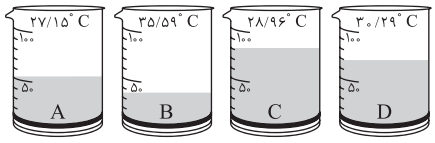
۶. با توجه به گرمای ویژه فلزات داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.

آ. اگر بخواهیم دمای $10\,g$ از این فلزات را به اندازهٔ $20^\circ C$ افزایش دهیم، کدام‌یک گرمای بیشتری نیاز دارد؟ چرا؟

ب. اگر $40\,J$ گرما به جرم مساوی از این فلزات بدهیم دمای کدام‌یک بیشتر افزایش می‌یابد؟ چرا؟ (دمای اوّلیه آنها برابر است.)

فلز	Fe	Cu	Ag	Au
گرمای ویژه ($J\,g^{-1}\,^\circ C^{-1}$)	۰/۴۵۱	۰/۳۸۵	۰/۲۳۵	۰/۱۲۹

۷. آ. چهار نمونه $50\,g$ از چهار مایع گوناگون با دمای $25^\circ C$ در بشرهای A تا D ریخته و به هریک $450\,J$ گرما می‌دهیم. دمای پایانی آنها بر روی بشر درج شده است. گرمای ویژهٔ مایع‌ها را با ذکر علت مقایسه کنید.

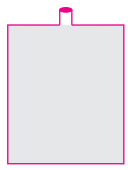


ب. چرا حجم مایع‌ها با هم فرق می‌کند؟

پ. احتمالاً کدام مایع آب است؟ چرا؟

ت. چگالی کدام مایع بیشتر است؟ چرا؟

۸. آ. به‌جای نقطه‌چین در شکل‌ها، با ذکر علت عدد مناسب را بنویسید.



$200\,g\ H_2O(l)$

شکل (۱)

$\theta = 45\,^\circ C$

گرمای ویژه $= 4/184\,J\,g^{-1}\,^\circ C^{-1}$

ظرفیت گرمایی $= 836/8\,J\,^\circ C^{-1}$

$100\,g\ H_2O$

شکل (۲)

$\theta = \underline{a}\,^\circ C$

گرمای ویژه $= \underline{b}\,J\,g^{-1}\,^\circ C^{-1}$

ظرفیت گرمایی $= \underline{c}\,J\,^\circ C^{-1}$

$60\,g\ H_2O$

شکل (۳)

$\theta = \underline{d}\,^\circ C$

گرمای ویژه $= \underline{e}\,J\,g^{-1}\,^\circ C^{-1}$

ظرفیت گرمایی $= \underline{f}\,J\,^\circ C^{-1}$

$40\,g\ H_2O$

شکل (۴)

$\theta = \underline{g}\,^\circ C$

گرمای ویژه $= \underline{h}\,J\,g^{-1}\,^\circ C^{-1}$

ظرفیت گرمایی $= \underline{i}\,J\,^\circ C^{-1}$

ب. با توجه به شکل‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۹. **۲/۵ لیتر آب ($1kg\,L^{-1}$ = چگالی) و ۲ لیتر اتیلن گلیکول ($1/1kg\,L^{-1}$ = چگالی) با یکدیگر مخلوط شده و درون رادیاتور خودرو ریخته می‌شود. گرمای جذب شده برای دمای این محلول به اندازهٔ $10^{\circ}C$ چند کیلوژول است؟ گرمای ویژه آب و اتیلن گلیکول به‌ترتیب ۴/۲ و ۲/۴ ژول بر گرم بر درجه سلسیوس است.**

۱۰. **گرمای ویژهٔ آب ۱۰ برابر گرمای ویژهٔ آهن است. اگر $2kg$ آب $20^{\circ}C$ را در یک کاسهٔ آهنی یک کیلوگرمی با دمای $125^{\circ}C$ بریزیم و صبر کنیم تا این دو ماده هم دما شوند، دمای نهایی چند درجه سلسیوس است؟**

پاسخ تمرین‌های امتحانی

۱. آ. دما- گرما　　ب. دما　　پ. $J\,g^{-1}\,^{\circ}C^{-1} - J\,^{\circ}C^{-1}$　　ت. ژول- کالری

۲. آ. درست، تغییر دما برای توصیف یک فرایند به‌کار می‌رود که با تغییر دمای ماده، گرما مبادله می‌شود.

نکته: میزان دما ← توصیف یک نمونه ماده　　تغییر دما ← توصیف یک فرایند　　مبادله گرما ← توصیف یک فرایند

ب. نادرست

$1J = 1kg\,m^{2}\,s^{-2}$　　$1Cal = 4/184\,J = 4/184\,kg\,m^{2}\,s^{-2}$

پ. نادرست، ظرفیت گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد. گرمای ویژه به مقدار ماده بستگی ندارد.

۳. آ. خیر، زیرا نوع مواد متفاوت است.

ب. خیر، زیرا ظرفیت گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد.

پ. بله، زیرا گرمای ویژه به مقدار ماده بستگی ندارد.

۴. فلز مورد نظر طلا $Au(s)$ است.

آ) گرمای ویژه $= \frac{Q}{m \times \Delta\theta} = \frac{32/25}{10 \times (45-20)} = 0/129\,J\,g^{-1}\,^{\circ}C^{-1}$

ب) ظرفیت گرمایی = گرمای ویژه × جرم جسم $= 0/129\,J\,g^{-1}\,^{\circ}C^{-1} \times 500\,g = 64/5\,J\,^{\circ}C^{-1}$

۵.

آ) ظرفیت گرمایی $= \frac{Q}{\Delta\theta} = \frac{141J}{45^{\circ}C - 35^{\circ}C} = 14/1\,J\,^{\circ}C^{-1}$

ب) گرمای ویژهٔ نقره $= \frac{\text{ظرفیت گرمایی}}{\text{جرم جسم}} = \frac{14/1\,J\,^{\circ}C^{-1}}{60\,g} = 0/235\,J\,g^{-1}\,^{\circ}C^{-1}$

۶. آ. آهن (Fe)، زیرا طبق رابطهٔ ($\frac{Q}{m \times \Delta\theta}$ = گرمای ویژه) اگر بخواهیم جرم‌های برابر از چند ماده را به‌یک اندازه افزایش دما دهیم، ماده‌ای که گرمای ویژه آن بیشتر است، گرمای بیشتری نیاز دارد.

ب. طلا (Au)، زیرا طبق رابطهٔ ($\frac{Q}{m \times \Delta\theta}$ = گرمای ویژه) اگر به جرم برابر از چند ماده گرمای یکسانی بدهیم ماده‌ای که گرمای ویژهٔ آن کمتر است، تغییر دمای (افزایش دمای) آن بیشتر می‌باشد.

۷. آ. گرمای ویژهٔ (c) با تغییرات دما $(\Delta\theta)$ رابطهٔ وارونه دارد. هرچه افزایش دما بیشتر باشد، گرمای ویژه کمتر است.

گرمای ویژه: $A > C > D > B$

ب. زیرا چگالی آنها متفاوت است.

پ. A، زیرا چگالی آب $1g\,mL^{-1}$ است، یعنی جرم آب برحسب گرم با حجم آب برحسب mL برابر است.

ت. B، زیرا چگالی با حجم طبق رابطهٔ ($\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$ = چگالی)، نسبت وارونه دارد.

۸.

آ) $b = e = h = 4/184$　　$a = d = g = 45$

$i = 167/36$　　$f = 251/04$　　$c = 418/4$

زیرا دما و گرمای ویژهٔ یک نمونه ماده به مقدار آن بستگی ندارد ولی ظرفیت گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد.

ب. گرمای ویژه به‌ازای یک گرم ماده سنجیده می‌شود. بنابراین به مقدار ماده بستگی ندارد و دما میزان جنب‌وجوش ذره‌ها را نشان می‌دهد بنابراین دما نیز به مقدار ماده بستگی ندارد.

۹.

$?\,kg\,H_2O = 2/5\,L\,H_2O \times \frac{1kg\,H_2O}{1L\,H_2O} = 2/5\,kg\,H_2O$

$$?\,g \text{ اتیلن گلیکول} = 2\,L \text{ اتیلن گلیکول} \times \frac{1/1\,kg \text{ اتیلن‌گلیکول}}{1\,L \text{ اتیلن‌گلیکول}} = 2/2\,kg \text{ اتیلن گلیکول}$$

$$\text{گرمای ویژهٔ آب} = \frac{Q}{m \times \Delta\theta} \Rightarrow Q_{\text{آب}} = 2/5 \times 4/2 \times 10 = 105\,kJ$$

$$\text{گرمای ویژهٔ اتیلن گلیکول} = \frac{Q}{m \times \Delta\theta} \Rightarrow Q_{\text{اتیلن گلیکول}} = 2/2 \times 2/4 \times 10 = 52/8\,kJ$$

$$Q_{\text{کل}} = 105 + 52/8 = 157/8\,kJ$$

۱۰. گرما از آهن به آب انتقال می‌یابد و گرمای از دست رفتهٔ آهن با گرمای جذب شدهٔ آب برابر است.

$$c_{(H_2O)} = 10\,c_{(Fe)}$$

$$Q_{\text{آب}} = mc\Delta\theta = 2000 \times c_{(H_2O)} \times (\theta_2 - 20)$$

چون آهن گرما می‌دهد، علامت Q آن منفی است.

$$Q_{Fe} = -mc\Delta\theta = -1000 \times c_{Fe}(\theta_2 - 125)$$

$$\Rightarrow 2000 \times c_{(H_2O)}(\theta_2 - 20) = -1000\,c_{Fe}(\theta_2 - 125)$$

$$2000 \times 10\,c_{(Fe)}(\theta_2 - 20) = 1000\,c_{Fe}(125 - \theta_2)$$

$$\Rightarrow 20\theta_2 - 400 = 125 - \theta_2 \Rightarrow 21\theta_2 = 525 \Rightarrow \theta_2 = 25^\circ C$$

درس سوم: جاری شدن انرژی گرمایی- پیوند با صنعت

سامانه (سیستم): بخشی از جهان است که برای مطالعه انتخاب می‌شود و تغییر انرژی آن را بررسی می‌کنیم.

محیط سامانه: هنگامی که یک سامانه مشخص شد هر آن‌چه پیرامون آن وجود دارد، محیط سامانه است. در عمل بخشی از جهان که با سامانه در ارتباط است مانند اتاق را محیط سامانه در نظر می‌گیرند.

سامانه‌ها با محیط خود داد و ستد انرژی دارند و به‌تدریج بخشی از انرژی خود را به شکل گرما از دست می‌دهند یا مقداری انرژی به شکل گرما از محیط جذب می‌کنند.

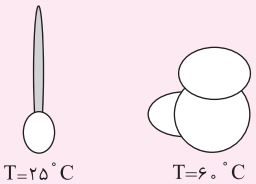
داد و ستد انرژی به شکل گرما میان سامانه و محیط تا زمانی ادامه دارد که دمای سامانه با محیط پیرامون آن برابر شود.

سامانهٔ انرژی ده: سامانه‌ای است که بخشی از انرژی سامانه به شکل گرما به محیط می‌رود و انرژی سامانه کاهش می‌یابد. در این سامانه‌ها علامت گرما (Q) منفی است و دمای سامانه کاهش می‌یابد. $(\Delta\theta < 0)$

سامانهٔ انرژی‌گیر: سامانه‌ای است که سامانه از محیط مقدار انرژی به شکل گرما می‌گیرد و انرژی سامانه افزایش می‌یابد. در این سامانه علامت گرما (Q) مثبت است و دمای سامانه افزایش می‌یابد. $(\Delta\theta > 0)$

مثال

با توجه به شکل‌های داده شده، اگر قاشق را در فنجان پر از آب قرار دهیم با حذف گزینه‌های نادرست، عبارت‌ها را کامل کنید.



آ. جهت انتقال گرما از (قاشق به آب- آب به قاشق) است.

ب. انرژی سامانه (آب درون فنجان) به‌تدریج (کاهش می‌یابد- افزایش می‌یابد).

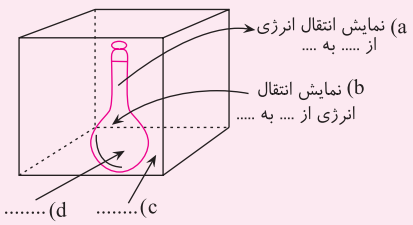
پاسخ:

آ. آب به قاشق　　ب. کاهش می‌یابد

مثال

آ. شکل زیر را با استفاده از کلمه‌های سامانه و محیط کامل کنید.

ب. در هریک از حالت‌های a و b، علامت تغییر انرژی را بنویسید.



مثال

پاسخ:

آ. a. سامانه به محیط　　b. محیط به سامانه　　c. محیط　　d. سامانه

ب. a. منفی　　b. مثبت

♦ کمیت‌هایی که سامانه به محیط می‌دهد، علامت آنها منفی است و کمیت‌هایی که سامانه از محیط می‌گیرد، علامت آنها مثبت می‌باشد.

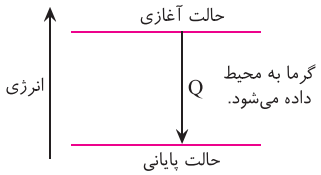
ویژگی‌های سامانهٔ انرژی‌ده

۱. بخشی از انرژی سامانه به شکل گرما به محیط می‌رود، انرژی سامانه کاهش می‌یابد.

۲. چون مقداری از انرژی سامانه به شکل گرما به محیط داده می‌شود، به این سامانه گرماده نیز می‌گویند.

۳. در فرایندهای گرماده $\Delta\theta < 0$ است، از این‌رو $Q < 0$ می‌باشد. بنابراین علامت Q در همهٔ فرایندهای گرماده، منفی است.

۴. نمودار انرژی آنها به‌صورت روبه‌رو است:



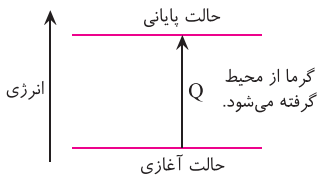
ویژگی‌های سامانهٔ انرژی‌گیر

۱. سامانه، انرژی به شکل گرما از محیط می‌گیرد و انرژی سامانه افزایش می‌یابد.

۲. چون سامانه مقداری انرژی به شکل گرما از محیط می‌گیرد، به این سامانه گرماگیر نیز می‌گویند.

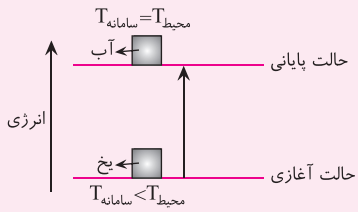
۳. در فرایندهای گرماگیر $\Delta\theta > 0$ است از این‌رو $Q > 0$ می‌باشد. بنابراین علامت Q در همهٔ فرایندهای گرماگیر، مثبت است.

۴. نمودار انرژی آنها به‌صورت روبه‌رو است:



مثال

با توجه به نمودار انرژی داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ. سامانه گرماگیر است یا گرماده؟ چرا؟

ب. انرژی سامانه چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

پ. علامت گرما (Q) را بنویسید.

ت. انتقال گرما میان سامانه و محیط تا چه زمانی ادامه می‌یابد؟

پاسخ:

آ. گرماگیر، زیرا سامانه مقداری انرژی به شکل گرما می‌گیرد تا یخ به آب تبدیل شود. به سخن دیگر چون محتوای انرژی حالت پایانی بیشتر از حالت آغازی است پس سامانه گرماگیر است.

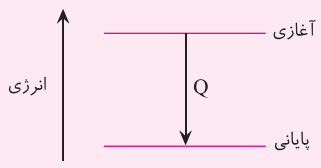
ب. افزایش می‌یابد، زیرا سامانه مقداری گرما از محیط می‌گیرد.

پ. مثبت

ت. تا زمانی که دمای سامانه با محیط برابر شود.

مثال

با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ. علامت (Q) سامانه مثبت است یا منفی؟ دلیل را بنویسید.

ب. با توجه به این‌که در حالت پایانی $(T_{سامانه} = T_{محیط})$، سامانهٔ موردنظر کدام‌یک از موارد (۱) یا (۲) است؟ توضیح دهید.

۱. مخلوط یخ و آب　　۲. آب جوش

مثال

پاسخ:

آ. منفی، زیرا انرژی سامانه کاهش یافته و سامانه مقداری انرژی به شکل گرما به محیط می‌دهد.

ب. آب‌جوش، زیرا آب‌جوش مقداری انرژی به شکل گرما به محیط می‌دهد تا دمای سامانه با محیط برابر شود. آب‌جوش در دمای اتاق سامانهٔ انرژی‌ده است.

♦ در فرایندهای گرماده نماد گرما (Q) را سمت راست (فراورده‌ها) می‌نویسیم و در فرایندهای گرماگیر نماد گرما (Q) را سمت چپ (واکنش‌دهنده‌ها) می‌نویسیم.

مثال

با توجه به واکنش $N_2(g)+3H_2(g)\rightarrow 2NH_3(g)+92kJ$ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ. واکنش داده شده گرماگیر است یا گرماده؟ چرا؟

ب. گرمای واکنش چقدر است؟

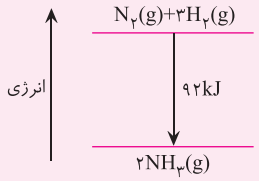
پ. نمودار انرژی واکنش را رسم کنید.

پاسخ:

آ. گرماده، زیرا گرما (Q) سمت فراورده نوشته شده است.

ب. $Q=-92kJ$

پ.



♦ اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب‌دیدگی‌های خود از بسته‌هایی استفاده می‌کنند که به سرعت گرما را انتقال دهد. اساس کار این بسته‌ها، انحلال برخی ترکیب‌های یونی مانند $CaCl_2$ و NH_4NO_3 در آب است.

$$CaCl_2(s)\xrightarrow{H_2O}Ca^{2+}(aq)+2Cl^-(aq)+83kJ$$

$$NH_4NO_3(s)+26kJ\xrightarrow{H_2O}NH_4^+(aq)+NO_3^-(aq)$$

مثال

معادله‌های ترموشیمیایی زیر را در نظر بگیرید.

$$a)\ NH_4NO_3(s)+26kJ\xrightarrow{\text{در آب}}NH_4^+(aq)+NO_3^-(aq)$$

$$b)\ CaCl_2(s)\xrightarrow{\text{در آب}}Ca^{2+}(aq)+2Cl^-(aq)+83kJ$$

آ. کدام فرایند انحلال برای سردکردن محل آسیب‌دیده مناسب است؟ چرا؟

ب. با انحلال کدام ماده در آب دمای محلول افزایش می‌یابد؟

پ. از انحلال کامل $2/22g$ کلسیم‌کلرید خشک در آب چقدر گرما مبادله می‌شود؟ $(CaCl_2=111gmol^{-1})$

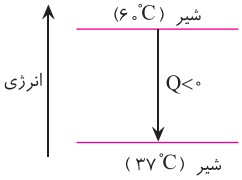
پاسخ:

آ. فرایند a، زیرا انحلال NH_4NO_3 در آب گرماگیر است و دمای محلول کاهش می‌یابد.

ب. $CaCl_2$، زیرا انحلال $CaCl_2$ در آب گرماده است و دمای محلول افزایش می‌یابد.

پ. $2/22gCaCl_2\times\frac{1molCaCl_2}{111gCaCl_2}\times\frac{-83kJ}{1molCaCl_2}=-16/6kJ$

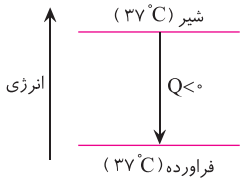
اگر مقداری شیر با دمای $60^\circ C$ بنوشیم، این مقدار شیر ابتدا مقداری انرژی به شکل گرما از دست می‌دهد تا با بدن هم‌دما شود و نمودار انرژی و الگوی نوشتاری این فرایند به صورت روبه‌رو است:



$$\text{گرما}+\text{شیر}\,(37^\circ C)\longrightarrow\text{شیر}\,(60^\circ C)$$

اما بخش عمدهٔ انرژی موجود در شیر $(37^\circ C)$ هنگام فرایند گوارش و سوخت‌وساز به بدن می‌رسد.

در این فرایند با آن‌که دما ثابت است ($37\,^\circ C$) اما میان سامانه و محیط انرژی دادوستد می‌شود که این انرژی به طور عمده به تفاوت انرژی پتانسیل (شیمیایی) مواد واکنش‌دهنده و فراورده وابسته است.



مثال

مقداری بستنی با دمای $-18\,^\circ C$ را می‌خوریم:

آ. فرایند هم‌دما شدن بستنی با بدن گرماگیر است یا گرماده؟ انرژی به چه صورت مبادله می‌شود؟

ب. گوارش و سوخت‌وساز بستنی در بدن انرژی‌گیر است یا انرژی‌ده؟

پاسخ:

آ. گرماگیر – گرما

ب. انرژی‌ده

تمرین‌های امتحانی

۱. با استفاده از کلمه‌های داده شده جمله‌های زیر را کامل کنید. (یک کلمه اضافی است.)

کلسیم کلرید - آمونیوم نیترات - مثبت - منفی - کاهش

آ. در فرایندهایی که با ..... سطح انرژی سامانهٔ همراه هستند مقداری گرما به محیط داده می‌شود.

ب. برای فرایندهای گرماده علامت Q، ..... است.

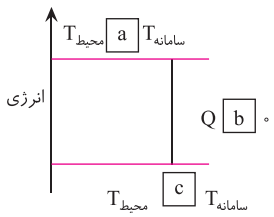
پ. در بسته‌های سرمازا از ..... استفاده می‌شود.

۲. فرایندهای زیر گرماگیر است یا گرماده؟ علامت Q را در آنها وارد نمایید.

آ) $H_2O(l, ۵۰\,^\circ C) \rightarrow H_2O(l, ۲۵\,^\circ C)$

ب) $H_2O(s, ۰\,^\circ C) \rightarrow H_2O(l, ۲۷\,^\circ C)$

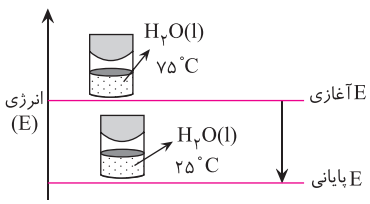
۳. آ. شکل روبه‌رو نشان دهندهٔ تغییر انرژی مربوط به تبدیل یک قطعه یخ به آب است. به جای هریک از حروف a، b و c در مستطیل‌های روی شکل از علامت ($<$، $>$ یا $=$) استفاده کنید.



ب. سامانه گرماگیر است یا گرماده؟

پ. معادله فرایند انجام شده را بنویسید. (دمای اتاق $25\,^\circ C$ است.)

۴. با توجه به نمودار داده شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ. سامانه انرژی‌گیر است یا انرژی‌ده؟ چرا؟

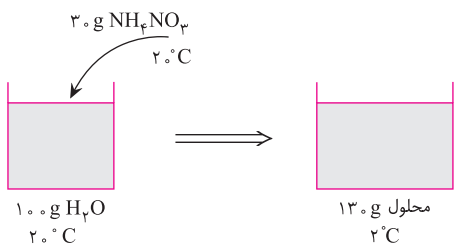
ب. انتقال انرژی میان سامانه و محیط به‌صورت گرما است یا کار؟

پ. انتقال انرژی میان سامانه و محیط تا چه زمانی ادامه دارد؟

ت. اگر جرم آب درون ظرف $۱۰۰\,g$ باشد، سامانه چند کیلوژول گرما مبادله می‌کند؟ (گرمای ویژهٔ آب $= ۴/۱۸۴\,J\,g^{-۱}\,^\circ C^{-۱}$)

ث. معادلهٔ انجام فرایند را بنویسید.

۵. با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ. انحلال آمونیوم نیترات در آب گرماده است یا گرماگیر؟ چرا؟

ب. معادلهٔ فرایند انجام شده را بنویسید.

پ. اگر گرمای ویژهٔ محلول $۴/۲\,J\,g^{-۱}\,^\circ C^{-۱}$ باشد، چند کیلوژول گرما میان سامانه و محیط مبادله می‌شود؟

ت. نمودار انرژی فرایند را رسم کنید.

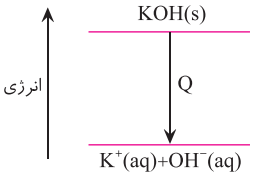
ث. درصد جرمی NH_4NO_3 را در محلول حساب کنید.

۶. اگر در مخلوط گازهای H_2 و O_2 جرقه بزنیم، واکنش انفجاری میان این گازها رخ می‌دهد و فراورده بخار آب است.

آ. معادله موازنه شدهٔ این واکنش را بنویسید و نماد Q را در آن وارد کنید.

ب. نمودار تغییر انرژی را برای آن رسم کنید.

۷. با توجه به نمودار انرژی انحلال پتاسیم هیدروکسید (KOH) در آب، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ. انحلال KOH در آب گرماگیر است یا گرماده؟ چرا؟

ب. در اثر انحلال KOH در آب دمای محلول افزایش می‌یابد یا کاهش؟ چرا؟

پ. معادله فرایند را نوشته و Q را در آن وارد نمایید.

۸. با توجه به واکنش‌های روبه‌رو به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$$KF(s) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + F^-(aq) + 18\,kJ$$

$$KI(s) + 20\,kJ \longrightarrow K^+(aq) + I^-(aq)$$

آ. انحلال کدام ماده در آب گرماگیر است؟ چرا؟

ب. با انحلال کدام ماده در آب دمای محلول افزایش می‌یابد؟ چرا؟

پ. از کدام ماده می‌توان احتمالاً به‌جای آمونیوم نیترات در بسته‌های مبادله‌گرما استفاده نمود؟ چرا؟

ت. اگر $5/7\,g$ پتاسیم فلوئورید در $100\,g$ آب حل شود و گرمای مبادله شده فقط صرف افزایش دما شود، دمای محلول چقدر تغییر می‌کند؟

(گرمای ویژهٔ محلول $= 4/2\,J\,g^{-1}\,^\circ C^{-1}$ ، $KI = 57\,g\,mol^{-1}$)

پاسخ تمرین‌های امتحانی

۱. آ. کاهش ب. منفی پ. آمونیوم نیترات

۲.

آ) $H_2O(l, 50^\circ C) \rightarrow H_2O(l, 25^\circ C) + Q$ گرماده

ب) $H_2O(s, 0^\circ C) + Q \rightarrow H_2O(l, 27^\circ C)$ گرماگیر

۳. آ. فرایند ذوب شدن یخ گرماگیر است $a =: b, > : c, > :$

ب. گرماگیر

پ) $H_2O(s, 0^\circ C) + Q \rightarrow H_2O(l, 25^\circ C)$

۴. آ. انرژی‌ده، زیرا انرژی سامانه کاهش یافته و E پایانی کمتر از E آغازی است.

ب. گرما

پ. تا زمانی که دمای محیط با دمای سامانه برابر شود.

ت) $Q = mc\Delta\theta = 100 \times 4/184 \times (25 - 27) = -2092\,J = -20/92\,kJ$

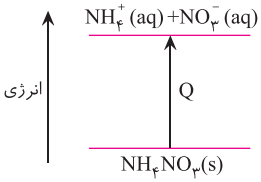
ث) $H_2O(l, 75^\circ C) \rightarrow H_2O(l, 25^\circ C) + Q$

۵. آ. گرماگیر، زیرا با انحلال NH_4NO_3 در آب دمای محلول کاهش یافته است. بنابراین برای حل‌شدن NH_4NO_3 در آب مقداری از انرژی جنبشی مولکول‌های آب کم شده است.

ب) $NH_4NO_3(s) + Q \xrightarrow{H_2O} NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)$

پ) $Q = mc\Delta\theta = 130 \times 4/2 \times 18 = 9828\,J = 9/82\,kJ$

ت.

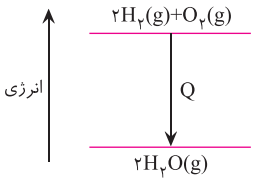


ث) $\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 100 = \frac{30}{130} \times 100 = \%23$

۶.

آ) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + Q$

ب.



آنتالپی ذوب ($\Delta H_{ذوب}$): گرمای مصرف‌شده در فشار ثابت هنگام تبدیل یک مول جامد به مایع در دمای ثابت را نشان می‌دهد.

$$H_2O(s) + 6\,kJ \rightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H_{ذوب}[H_2O(s)] = 6\,kJ\,mol^{-1}$$
$$0^\circ C \qquad\qquad 0^\circ C$$

آنتالپی تبخیر ($\Delta H_{تبخیر}$): گرمای جذب‌شده در فشار ثابت برای تبدیل یک مول مایع به گاز در دمای ثابت را نشان می‌دهد.

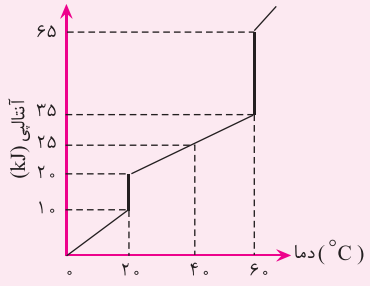
$$H_2O(l) + 44/1\,kJ \rightarrow H_2O(g) \qquad \Delta H_{تبخیر}[H_2O(l)] = 44\,kJ\,mol^{-1}$$
$$100^\circ C \qquad\qquad 100^\circ C$$

آنتالپی تصعید ($\Delta H_{تصعید}$): تغییر آنتالپی هنگام تبدیل یک مول مادهٔ جامد به گاز است.

$$CO_2(s) + 26\,kJ \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H_{تصعید}[CO_2(s)] = 26\,kJ\,mol^{-1}$$

مثال

با توجه به نمودار آنتالپی – دما برای یک مول مادهٔ فرضی y در فشار ۱atm به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ. مادهٔ y در چه دمایی ذوب و در چه دمایی تبخیر می‌شود؟ توضیح دهید.

ب. آنتالپی ذوب و تبخیر مادهٔ y را محاسبه کنید.

پاسخ:

آ. ماده در دمای $20^\circ C$، ذوب و در دمای $60^\circ C$ تبخیر می‌شود زیرا هنگام تغییر حالت ماده، دما تغییر نمی‌کند و گرما صرف تغییر حالت می‌شود.

ب. $\Delta H_{ذوب} = 10\,kJ$ $\qquad \Delta H_{تبخیر} = 30\,kJ$

تمرین‌های امتحانی

۱. جمله‌های زیر را با انتخاب واژهٔ مناسب کامل کنید.

آ. در واکنش‌های گرماده علامت ΔH $\frac{\text{منفی}}{\text{مثبت}}$ است.

ب. در دمای ثابت گرمای داد و ستد شده در واکنش ناشی از $\frac{\text{مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها}}{\text{تفاوت انرژی پتانسیل مواد}}$ است.

پ. با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر تفاوت آشکاری در انرژی $\frac{\text{جنبشی}}{\text{پتانسیل}}$ وابستهٔ آنها ایجاد می‌شود.

ت. در واکنش‌های گرماگیر فراورده‌ها $\frac{\text{پایدارتر}}{\text{ناپایدارتر}}$ از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

۲. آنتالپی ΔH واکنش به چه عواملی بستگی دارد؟

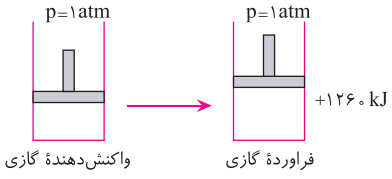
۳. کدام جمله درست و کدام نادرست است؟ شکل درست جمله‌های نادرست را بنویسید.

آ. مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل ذره‌های یک نمونه ماده، هم‌ارز با محتوای انرژی یا آنتالپی آن ماده است. ☐ درست ☐ نادرست

ب. گرمای آزاد شده در واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ بیشتر از واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ است. ☐ درست ☐ نادرست

پ. آنتالپی گرمای مبادله شده در حجم ثابت است. ☐ درست ☐ نادرست

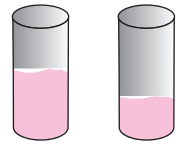
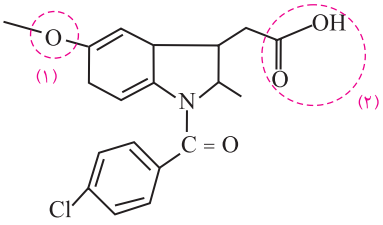
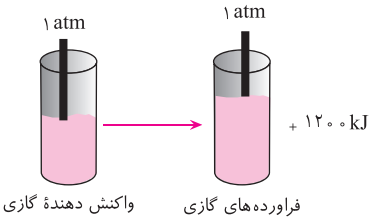
۴. با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ. گرمای مبادله شده در واکنش چقدر است؟

ب. گرمای مبادله شده چه نامیده می‌شود؟ و با چه نمادی نشان داده می‌شود؟ چرا؟

نمونه سؤالات امتحانی فصل دوم

ردیف	سؤالات	نمره
۱	**کدام جمله درست و کدام نادرست است؟ شکل درست جمله‌های نادرست را بنویسید.** آ. گرمای ویژه به مقدار ماده بستگی دارد. ☐ درست ☐ نادرست ب. فرایند $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ گرماگیر است. ☐ درست ☐ نادرست پ. اتانول یک نوع سوخت سبز است. ☐ درست ☐ نادرست	۱/۲۵
۲	**گزینهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.** آ. آنتالپی (بسیاری ـ تعداد اندکی) از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به روش گرماسنجی اندازه‌گیری کرد. ب. شکستن پیوند فرایند (گرماده ـ گرماگیر) است. پ. سینتیک شیمیایی (چگونگی ـ امکان) وقوع واکنش‌های شیمیایی را بررسی می‌کند. ت. رادیکال‌ها، محتوای اتم‌هایی هستند که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی (می‌کنند ـ نمی‌کنند).	۱
۳	**با توجه به واکنش‌های ترموشیمیایی داده شده ΔH واکنش داخل کادر را حساب کنید.** $C_2H_4(g) + 6F_2(g) \rightarrow 2CF_4(g) + 4HF(g)$ ۱) $H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g)$ $\Delta H_1 = -537\,kJ$ ۲) $C(s) + 2F_2(g) \rightarrow CF_4(g)$ $\Delta H_2 = -680\,kJ$ ۳) $2C(s) + 2H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g)$ $\Delta H_3 = +52\,kJ$	۱/۷۵
۴	**با توجه به شکل‌های داده شده، به پرسش‌ها پاسخ دهید. (شدت جنبش ذره‌های الکل در دو ظرف برابر است.)**  آ. آیا میانگین انرژی جنبشی ذره‌ها در دو ظرف یکسان است؟ چرا؟ ب. اگر بخواهیم دمای دو ظرف را به اندازهٔ $10\,^\circ C$ افزایش دهیم، آیا به گرمای یکسانی نیاز است؟ چرا؟ پ. آیا میانگین تندی مولکول‌های الکل در دو ظرف یکسان است؟ چرا؟ ت. آیا دمای دو ظرف برابر است؟	۱/۷۵
۵	**با توجه به ساختار ایندومایسین به پرسش‌ها پاسخ دهید.**  آ. نام گروه‌های عاملی مشخص شده را بنویسید. ب. آیا در این ترکیب‌ها حلقهٔ بنزنی آروماتیک وجود دارد؟ پ. فرمول مولکولی ترکیب را بنویسید.	۱
۶	**آ. برای کاهش دمای $250\,g$ اتانول از دمای $25\,^\circ C$ به دمای $3\,^\circ C$ چه مقدار گرما باید از آن بگیریم؟ گرمای ویژهٔ اتانول $2/46\,J\,g^{-1}\,^\circ C^{-1}$ است.** **ب. ظرفیت گرمایی $500\,g$ اتانول را برحسب $J\,^\circ C^{-1}$ حساب کنید.**	۱/۲۵
۷	**با توجه به شکل داده‌شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.**  آ. واکنش داده شده گرماگیر است یا گرماده؟ چرا؟ ب. گرمای مبادله شده در واکنش را با چه نمادی نشان می‌دهند؟ چرا؟	۱

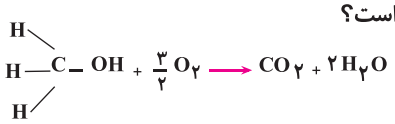
ردیف	سؤالات	نمره
۸	**واکنش‌های سوختن گرافیت و الماس به صورت زیر است.** $1)\ C(s,\text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 393/5\,kJ$ $2)\ C(s,\text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 395/5\,kJ$ آ. الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟ ب. از سوختن کامل $7/2\,g$ گرافیت چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟ پ. آنتالپی (ΔH) واکنش $C(s,\text{الماس}) \rightarrow C(s,\text{گرافیت})$ را حساب کنید؟	۱/۲۵
۹	**داده‌های زیر برای واکنش $CO(g) + NO_2(g) \rightarrow CO_2(g) + NO(g)$ در دمای معین به دست آمده است:** آ. سرعت تولیدشدن $NO(g)$ را در گسترهٔ زمانی ۵۰ ـ ۳۰ ثانیه برحسب $M\,min^{-1}$ به دست آورید. ب. سرعت مصرف‌شدن $CO(g)$ را در همین گسترهٔ زمانی برحسب $M\,min^{-1}$ به دست آورید. پ. سرعت واکنش را در گسترهٔ زمانی ۶۰ ـ ۰ برحسب $M\,min^{-1}$ محاسبه کنید.	۱/۵
۱۰	**میان معادلهٔ شیمیایی موازنه‌شده با سرعت واکنش رابطهٔ زیر برقرار است.** $R(\text{واکنش}) = -\frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t} = \frac{\Delta[CO_2]}{2\times\Delta t} = -\frac{\Delta[O_2]}{3\times\Delta t} = \frac{\Delta[H_2O]}{2\times\Delta t}$ آ. معادلهٔ موازنه‌شده را بنویسید. ب. سرعت واکنش با سرعت تولید یا مصرف کدام ماده برابر است؟ چرا؟	۱/۵
۱۱	**در کدام‌یک از فرایندهای زیرگرمای مبادله‌شده برابر آنتالپی پیوند $O-H$ است؟ دو دلیل بیاورید.** ۱) $H_2O(l) \rightarrow OH(g) + H(g)$ ۲) $H_2O(l) \rightarrow O(g) + 2H(g)$ ۳) $H_2O(g) \rightarrow OH(g) + H(g)$ ۴) $H_2O(g) \rightarrow O(g) + 2H(g)$	۰/۷۵
۱۲	**به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.** آ. آنتالپی سوختن اتانول ۱۳۶۸ – کیلوژول بر مول است. ارزش سوختی اتانول را حساب کنید. $(C_2H_5OH = 46\,g\,mol^{-1})$ ب. سرعت متوسط تولید فراورده‌ها با گذشت زمان کاهش می‌یابد یا افزایش؟ چرا؟	۱/۵
۱۳	**با توجه به جدول آنتالپی پیوندها ΔH واکنش $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow H_2N-NH_2(g)$ را حساب کنید و نمودار آنتالپی آن را رسم کنید.**	۲
۱۴	**اگر برای تولید یک مول گاز O_3 از گاز O_2، آنتالپی به اندازهٔ $572\,kJ$ افزایش یابد:** آ. آنتالپی واکنش $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ را در جهت برگشت حساب کنید. ب. کدام اکسیژن (O_2 یا O_3) ناپایدارتر است؟ چرا؟	۱/۵
۱۵	**با توجه به عبارت داده شده نام مادهٔ مورد نظر را بنویسید.** آ. کربوهیدرات‌ها در بدن به این ماده شکسته می‌شوند. ب. بخش عمدهٔ گاز شهری را این ماده تشکیل می‌دهد. پ. این گازهای آلاینده هوا کره از اگزوز خودروها خارج می‌شوند.	۱
	پرانرژی و پیروز باشید.	۲۰

غلظت گاز NO $(mol\,L^{-1})$	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۵	۰/۶۵
زمان (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۵۰	۶۰

پیوند	$N\equiv N$	$H-H$	$N-N$	$N-H$
آنتالپی پیوند	۹۴۵	۴۳۶	۱۶۰	۳۹۰

پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل دوم

۱. اگر انرژی پیوندهای $C-H$، $C-O$، $O-H$، $C=O$ و $O=O$، به ترتیب برابر ۴۱۲، ۳۶۰، ۴۶۳، ۸۰۵ و ۴۹۶ کیلوژول بر مول باشد، گرمای آزاد شده در واکنش سوختن ۸ گرم بخار متانول با فراورده‌های گازی، برابر چند کیلوژول است؟



$(H=۱, C=۱۲, O=۱۶ g\,mol^{-۱})$

۱) ۱۵۴/۱۵ ۲) ۱۴۴/۵ ۳) ۱۷۲/۲۵ ۴) ۱۶۴/۷۵

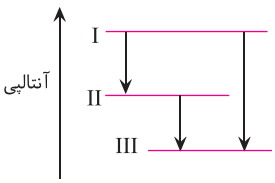
۲. با توجه به واکنش $C_۳H_۸(g)+۵O_۲(g)\rightarrow ۳CO_۲(g)+۴H_۲O(g)$ و $\Delta H=-۲۰۵۶ kJ$، اگر مخلوطی از گازهای پروپان و اکسیژن به حجم ۲۶/۸۸ لیتر (در شرایط STP) با هم به طور کامل واکنش دهند (چیزی از آنها باقی نماند) چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

۱) ۲۱۱/۴ ۲) ۲۱۴/۱ ۳) ۴۱۱/۲ ۴) ۴۱۸/۵

۳. اگر میانگین آنتالپی پیوند $C-H$ در مولکول متان برابر $۴۱۲ kJ\,mol^{-۱}$ در نظر گرفته شود. ΔH کدام واکنش برابر $+۱۶۴۸ kJ$ است؟

۱) $CH_۴(g)\rightarrow C(s)+۲H_۲(g)$
۲) $CH_۴(g)\rightarrow C(g)+۲H_۲(g)$
۳) $CH_۴(g)\rightarrow C(s)+۴H(g)$
۴) $CH_۴(g)\rightarrow C(g)+۴H(g)$

۴. با توجه به شکل زیر و معادلهٔ واکنش‌های زیر، می‌توان دریافت ΔH واکنش ۳، برابر با ..... کیلوژول و ..... محتوای (سطح) انرژی ..... را نشان می‌دهد.



۱) $A+B\rightarrow C$ ، $\Delta H=-۱۰۰ kJ$
۲) $C+B\rightarrow D$ ، $\Delta H=-۵۰ kJ$
۳) $A+۲B\rightarrow D$ ، $\Delta H=?$

۱) $C, I, -۵۰$
۲) $C+۲B, III, -۵۰$
۳) $D, III, -۱۵۰$
۴) $C+B, II, -۱۵۰$

۵. اگر گرمای ویژهٔ اجسام A، B، C و D برحسب $\frac{J}{g.^{\circ}C}$ به ترتیب (از راست به چپ) برابر با ۰/۹، ۴/۲، ۰/۵ و ۲/۴ باشد و به جرم یکسانی از آنها مقدار یکسانی گرما داده شود، ترتیب افزایش دمای آنها کدام است؟

۱) $A<C<B<D$ ۲) $B<D<A<C$ ۳) $C<A<D<B$ ۴) $D<B<C<A$

۶. اگر دو لیوان یکسان موجود باشد که اوّلی دارای ۱۰۰ mL آب و دومی دارای ۲۰۰ mL آب، هر دو در دمای $۲۵^{\circ}C$ باشد، کدام مطلب دربارهٔ آنها **نادرست** است؟

۱) میانگین سرعت حرکت مولکول‌های آب در هر دو لیوان برابر است.
۲) گرمای ویژهٔ آب، در دو لیوان با هم برابر است.
۳) ظرفیت گرمایی آب در لیوان دوم در مقایسه با لیوان اوّل بیشتر است.
۴) برای رساندن دمای آب در هر یک از دو لیوان به $۳۵^{\circ}C$، گرمای برابری لازم است.

۷. با توجه به واکنش‌های زیر ΔH واکنش $C_۲H_۴(g)+۶F_۲(g)\rightarrow ۲CF_۴(g)+۴HF(g)$ چند کیلوژول است؟

۱) $C(s)+۲F_۲(g)\rightarrow CF_۴(g)$ $\Delta H_۱=-۶۸۰ kJ$
۲) $۲C(s)+۲H_۲(g)\rightarrow C_۲H_۴(g)$ $\Delta H_۲=+۵۲ kJ$
۳) $H_۲(g)+F_۲(g)\rightarrow ۲HF(g)$ $\Delta H_۳=-۵۳۷ kJ$

۱) ۲۸۵۶-
۲) ۲۶۸۴-
۳) ۲۵۶۶-
۴) ۲۴۸۶-

۸. اگر در واکنش سوختن کامل اتانول، پس از ۵۰ ثانیه، مقدار ۵/۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP تشکیل شود سرعت متوسط مصرف اکسیژن در این واکنش، چند مول بر دقیقه است؟

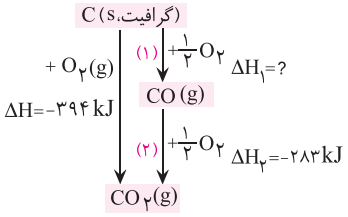
۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۳۲ ۳) ۰/۴۲ ۴) ۰/۴۵

۹. اگر در واکنش تجزیهٔ ۴/۵ مول گاز NO_2 مطابق واکنش زیر، بر اثر گرما، پس از ۱۰ ثانیه ۱۳۸ گرم از آن باقی‌مانده باشد، سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن برابر چند مول بر ثانیه است و با فرض این که واکنش با همین سرعت متوسط پیش برود چند ثانیه طول می‌کشد تا ۴/۵ مول از این گاز تجزیه شود؟ $(N=14, O=16 g\,mol^{-1})$

$$2NO_2(g) \xrightarrow{\Delta} 4NO(g) + O_2(g)$$

۱) ۰/۱۵، ۳۰ ۲) ۰/۰۷۵، ۳۰ ۳) ۰/۰۷۵، ۴۵ ۴) ۰/۱۵، ۴۵

۱۰. با توجه به شکل و داده‌های آن، کدام مطلب، نادرست است؟



۱) واکنش سوختن گرافیت، دومرحله‌ای است.

۲) ΔH واکنش $C(s,\text{گرافیت}) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$ برابر ۱۱۱- کیلوژول است.

۳) واکنش $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$ را می‌توان به روش تجربی، به آسانی انجام داد.

۴) ΔH واکنش $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ را می‌توان به آسانی حساب کرد.

۱۱. چند مورد از مطالب گفته شده دربارهٔ رادیکال‌ها درست است؟

آ. گونه‌های پرانرژی و ناپایدار هستند.

ب. در ساختار خود الکترون جفت نشده دارند.

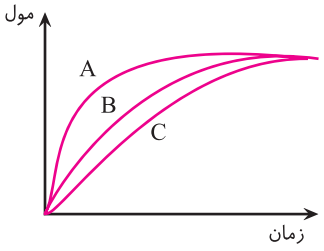
پ. محتوای اتم‌هایی هستند که از قاعدهٔ هشتایی پیروی نمی‌کنند.

ت. واکنش‌پذیری بالایی دارند.

ث. گونه‌های NO و NO_2 در هوای آلوده رادیکال هستند.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۱۲. نمودارهای A، B و C برای یک ماده فراورده در شرایط معین رسم شده است. کدام عبارت نادرست است؟



۱) نمودار A در حضور کاتالیزگر و نمودار C در حضور بازدارنده است.

۲) نمودار A در دمای بالا و نمودار C در دمای پایین است.

۳) نمودار A در غلظت زیاد واکنش‌دهنده و نمودار C در غلظت کم واکنش‌دهنده است.

۴) مقدار فراوردهٔ حاصل در حضور کاتالیزگر و بدون کاتالیزگر متفاوت است.

۱۳. چه تعداد از موارد زیر درست است؟

آ. قند موجود در جوانهٔ گندم، مالتوز است.

ب. برای شرکت‌کننده‌ها در فاز گاز و محلول می‌توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را برحسب مول بر لیتر بر زمان گزارش داد.

پ. در توت‌فرنگی و تمشک ترکیب لیکوپن وجود دارد.

ت. در هندوانه و گوجه‌فرنگی ترکیب بنزوئیک‌اسید وجود دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۴. مقدار ۱۲/۵g کلسیم کربنات را با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۲/۵ مولار هیدروکلریک‌اسید واکنش می‌دهیم و پس از ۱۴ دقیقه، جرم مواد باقی‌مانده در ظرف سرباز ۵/۵ گرم کاهش می‌یابد. کدام عبارت درست است؟ چگالی محلول را $1 g\,mL^{-1}$ در نظر بگیرید. از تغییر حجم محلول صرف‌نظر کنید. $(Ca=40, C=12, O=16, H=1, Cl=35/5 g\,mol^{-1})$

$$CaCO_3(g) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

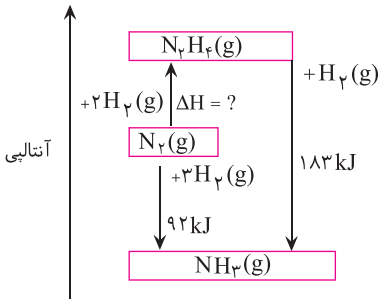
۱) سرعت تولید CO_2، در شرایط STP ۰/۳ لیتر بر دقیقه است.

۲) اگر واکنش با سرعت ثابت پیشرفت کند واکنش پس از ۲۰ دقیقه کامل می‌شود.

۳) سرعت متوسط $HCl(aq)$ در ۲ دقیقهٔ اوّل با ۴ دقیقهٔ پایانی برابر است.

۴) پس از انجام واکنش $[Ca^{2+}]$ برابر ۰/۲۵ مول بر لیتر است.

۱۵. با توجه به نمودار زیر کدام عبارت نادرست است؟



۱) ΔH فرایند هابر برابر ۹۲- کیلوژول است.

۲) تهیهٔ آمونیاک از گازهای N_2 و H_2 دومرحله‌ای است.

۳) ΔH واکنش $2H(g) + N_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$ به روش تجربی قابل محاسبه است.

۴) هیدرازین ناپایدارتر از آمونیاک است.

۱۶. کدام عبارت نادرست است؟

۱) ارزش سوختی پروتئین با کربوهیدرات برابر است.

۲) اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان شود، به آن واکنش ترموشیمیایی گویند.

۳) تأمین شرایط بهینه برای انجام واکنش $C(s,\text{گرافیت}) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ آسان و کم‌هزینه است.

۴) مواد غذایی به طور عمده به شکل چربی در بدن ذخیره می‌شوند.

۱۷. $150mL$ محلول $0/4 mol L^{-1}$ از $A(aq)$ و $100mL$ محلول $0/5 mol L^{-1}$ از $X_2(aq)$، در دمای $25^\circ C$ درون یک گرماسنج هم‌دما مخلوط شده‌اند. اگر دمای پایانی برابر $27^\circ C$ باشد، مقدار ΔH واکنش $A(aq) + X_2(aq) \rightarrow Z(aq)$ چند kJ است؟ (چگالی و ظرفیت گرمایی ویژه همهٔ محلول‌ها را مانند آب فرض کنید. در این فرایند، گرما تنها از واکنش شیمیایی تولید می‌شود. از گرمای جذب شده به وسیلهٔ بدنهٔ گرماسنج صرف‌نظر شود. مادهٔ A به طور کامل مصرف می‌شود. $d_{آب} \approx 1 g mL^{-1}$، $c_{آب} = 4/2 J g^{-1} {}^\circ C^{-1}$).

۱) -۴۲ ۲) -۳۵ ۳) -۲۵/۲ ۴) -۱۶/۸

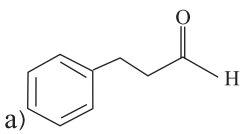
۱۸. با توجه به واکنش‌های زیر به ازای تبدیل هر گرم فسفر به فسفر پنتاکلرید، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟
$(P = 31 g mol^{-1})$

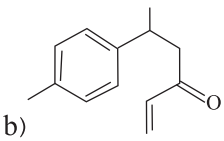
a) $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g)$ $\quad \Delta H = -1148 kJ$

b) $PCl_5(g) \rightarrow PCl_3(g) + Cl_2$ $\quad \Delta H = +116 kJ$

۱) ۱۳ ۲) ۱۵ ۳) ۱۷/۵ ۴) ۲۱/۵

۱۹. با توجه به فرمول ساختاری ترکیب‌های داده شده کدام عبارت درست است؟

a) 

b) 

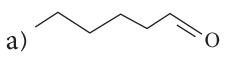
۱) در ترکیب (b) گروه عاملی آلدهیدی وجود دارد.

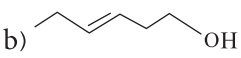
۲) ترکیب (a) در زردچوبه و ترکیب (b) در دارچین وجود دارد.

۳) فرمول مولکولی ترکیب‌های a و b به ترتیب $C_9H_{10}O$ و $C_{13}H_{16}O$ است.

۴) تعداد اتم‌های هیدروژن ترکیب a با تعداد اتم‌های کربن نفتالن نابرابر است.

۲۰. چند مورد از موارد گفته شده دربارهٔ دو ترکیب روبه‌رو مشابه است؟

a) 

b) 

آ. فرمول مولکولی ب. تعداد پیوندهای یگانه کربن ـ کربن

پ. خواص فیزیکی و شیمیایی ت. نیروی بین‌مولکولی

ث. محتوای انرژی ج. تعداد جفت الکترون‌های پیوندی

چ. فراورده‌های حاصل از سوختن کامل

۱) ۷ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل دوم

۱. گزینهٔ «۴»

$$\Delta H = [3\Delta H_{(C-H)} + \Delta H_{(C-O)} + \Delta H_{(O-H)} + 3\Delta H_{(O=O)}] - [4\Delta H_{(C=O)} + 8\Delta H_{(O-H)}]$$

$$\Delta H = [3(412) + 360 + 463 + \frac{3}{2}(496)] - [2(805) + 4(463)] = -6597 kJ mol^{-1}$$

$$8 g CH_3OH \times \frac{1 mol CH_3OH}{32 g CH_3OH} \times \frac{-659 kJ}{1 mol CH_3OH} = -164/75 kJ$$