فصل پنجم

در پی غذای سالم

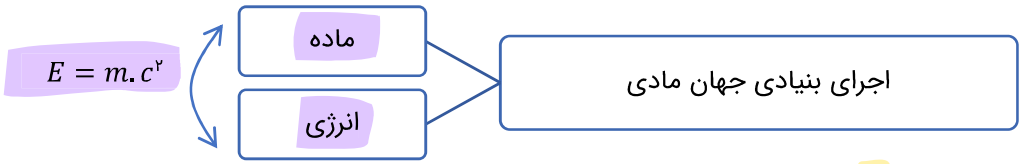
درباره این فصل

بعد از استوکیومتری، مهم‌ترین فصل کتاب شیمی جت قطعا همین فصل در پی غذای سالم است. این فصل به دو مفهوم مهم ترمودینامیک (بررسی گرمای واکنش) و سینتیک (بررسی سرعت واکنش) می‌پردازد و همین باعث پرسوال شدن فصل ۲ یازدهم در کنکور سراسری می‌شود. البته کتاب درسی در یک اقدام جالب، گروه‌های عاملی را نیز در وسط همین فصل مطرح کرده است.
به عنوان پیش‌نیاز این فصل باید فصل استوکیومتری را بلد باشید! یکی از نکات مهم این فصل این است که یک تست قطعی شما در کنکور از قانون هس خواهد بود. فصل در پی غذای سالم در کتاب جت ۱۰ صفحه درسنامه و ۱۰۰ تست جت و ۵۰ تست جت پلاس را به خود اختصاص می‌دهد.

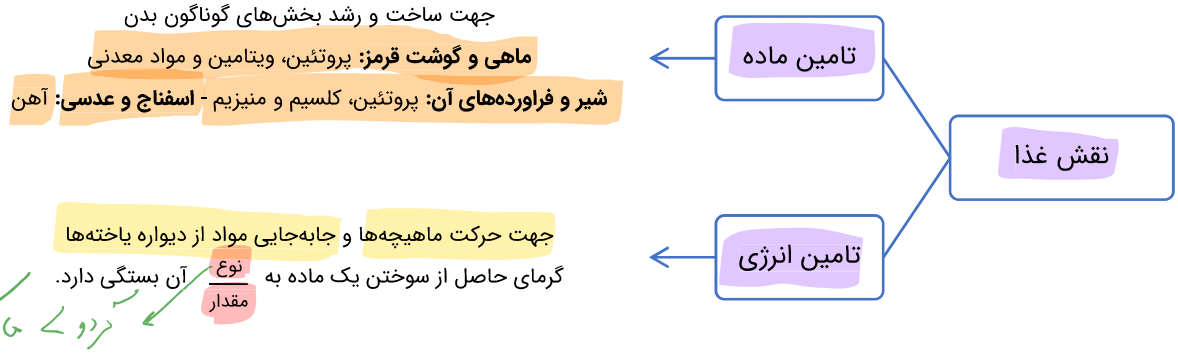
تعداد تست این فصل در کنکور: ۵ تست مستقیم

تعداد جلسات جت: ۲ جلسه

درسنامه درپی غذای سالم

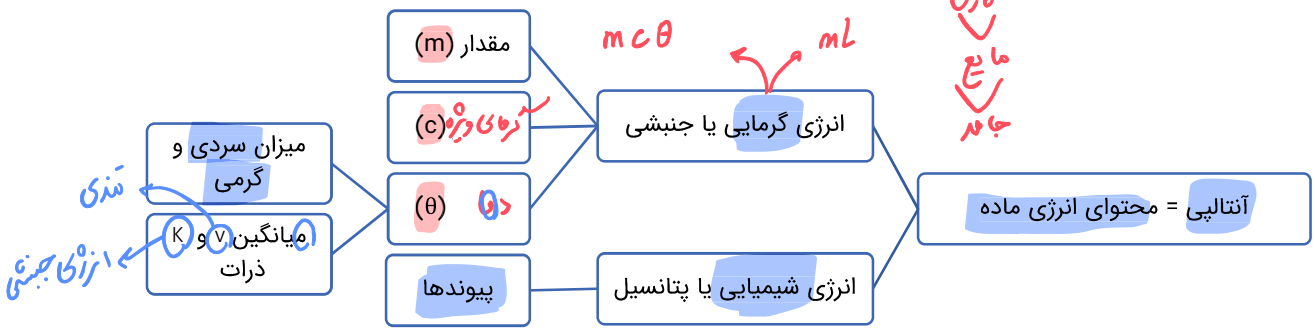


- خورشید تنها منبع حیات بخش انرژی است که انرژی آن از تبدیل ماده به انرژی حاصل می‌شود.



نکته: سوخت‌های فسیلی نیز دو نقش تامین انرژی (بیش از ۹۰٪) و تامین ماده (کمتر از ۱۰٪) دارند که تامین انرژی می‌تواند توسط زغال سنگ جایگزین شود.

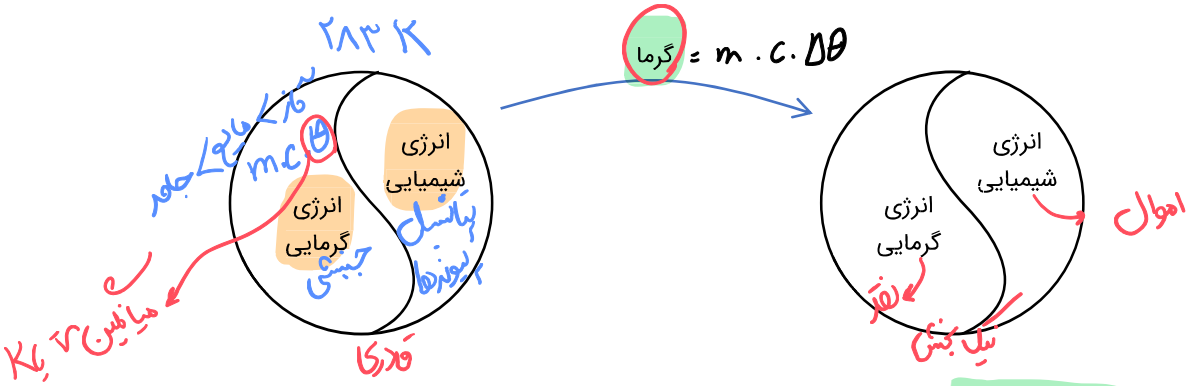
- تغذیه درست، مخلوط مناسبی از انواع ذره‌هاست. کمبود نوع خاصی از ذره‌ها باعث سوء تغذیه می‌شود و افزایش نامناسب برخی مولکول‌ها و یون‌ها سبب افزایش وزن و دیگر بیماری‌ها خواهد شد.
- در ۳ سال اخیر بهره‌برداری از غلات بیشتر از تولید بوده است و بیشترین سرانه مصرف در ایران نان و در جهان شیر است.



- ذرات ماده افزون بر جنبش‌های نامنظم (انرژی جنبشی) با یکدیگر برهم‌کنش نیز دارند (انرژی پتانسیل) که به مجموع این انرژی‌ها آنتالپی می‌گویند.
- انرژی گرمایی یک پارچ آب با دمای ۴۰°C از $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ از یک لیوان از همان آب است، چون $\frac{\text{دمای}}{\text{مقدار}}$ بیشتری دارد. توجه کنید که مجموع انرژی جنبشی $\frac{\text{بیشتری}}{\text{کمتری}}$ دارد، اما میانگین انرژی جنبشی برابر است.
- ۲۰۰ گرم آب ۷۵ درجه انرژی گرمایی $\frac{\text{بیشتری}}{\text{کمتری}}$ از ۲۰۰ گرم روغن زیتون ۷۵ درجه دارد چون گرمای ویژه‌ی آن بیشتر است ← تخم مرغ در آب ۷۵ درجه می‌پزد اما در روغن زیتون با همان دما نمی‌پزد. (روی اجاق گاز، آب $\frac{\text{زودتر}}{\text{دیرتر}}$ به دمای ۷۵ درجه می‌رسد).
- اگر دو تکه نان و سیب‌زمینی با شکل و جرم یکسان در دمای ۶۰°C داشته باشیم، انرژی گرمایی سیب‌زمینی $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ است، چون C آن $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ است ← نان $\frac{\text{زودتر}}{\text{دیرتر}}$ خنک می‌شود.
- انرژی گرمایی در بخار آب > آب مایع > یخ است چون دما، جنبش مولکولی و میانگین انرژی جنبشی و تندی در گاز > مایع > جامد است.
- مولکول‌های هوا در ظهر انرژی گرمایی $\frac{\text{بیشتری}}{\text{کمتری}}$ از شب دارند، زیرا $\frac{\text{دمای}}{\text{مقدار}}$ بیشتری دارند.

غذای گرم‌تر ← دمای بیشتر ← میانگین انرژی جنبشی و تندی بیشتر ← آسان‌تر به مشام رسیدن بو

- یکای رایج دما درجه سلسیوس است که نماد آن θ است و عدد آن ۲۷۳ واحد از دیگری کمتر است. و ارزش دمای ۱ °C برابر یا بیشتر از ۱K است، یعنی $\Delta\theta$ مساوی یا بیشتر از ΔT است. (**یادآوری:** یکای رایج جرم در آزمایشگاه گرم است.)



- طبق شکل فوق، گرما مقداری از انرژی است که بین دو جسم منتقل می‌شود.

نکته: گرما هم ارز با مقدار انرژی گرمایی است که به دلیل تفاوت دما بین دو جسم جاری می‌شود.

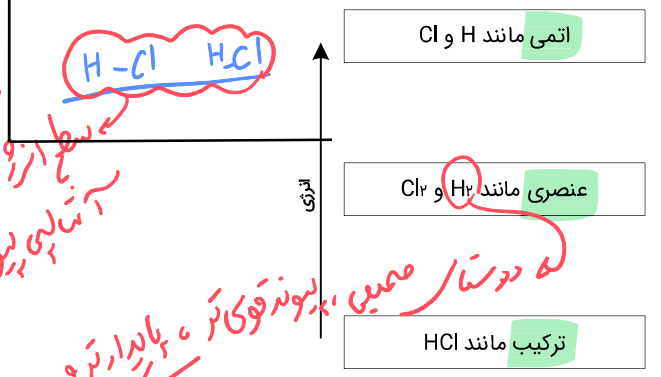
نکته: در واکنش‌های شیمیایی، بیشتر گرما از انرژی پتانسیل گرمایی تامین می‌شود.

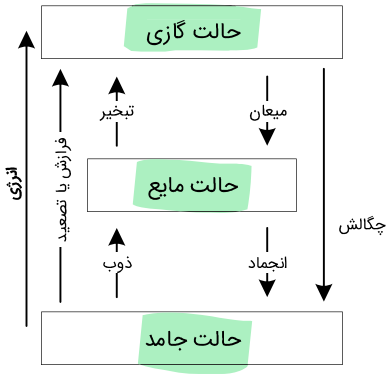
نکته: آنتالپی، انرژی شیمیایی و گرمایی و دما از ویژگی‌ها ماده است، ولی تغییر آنتالپی (آنتالپی واکنش)، گرما و تغییر دما از ویژگی‌های فرایند است.

- گرما را با Q نشان می‌دهیم و با فرمول $Q = m.c.\Delta\theta$ محاسبه می‌کنیم. یکای آن در SI ژول (J) است، که معادل $kg\frac{m^2}{s^2}$ است. در برخی موارد از یکای کالری (cal) استفاده می‌شود که هر یک کالری برابر ۴٫۱۸ ژول است.
- c یا گرمای ویژه به نوع ماده بستگی دارد و ظرفیت گرمایی $(m.c)$ به مقدار ماده بستگی دارد.
- گرما با فرمول $Q = n.C_{mol}.\Delta\theta$ هم قابل محاسبه است C_{mol} برای آب ۱۸ برابر c است. (برای هر ماده این نسبت به اندازه جرم مولی است)
- ظرفیت گرمایی هم ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای ماده به اندازه‌ی یک درجه سلسیوس است.
- در نوشیدن شیر ۶۰ درجه، شیر در دو مرحله گرما از دست می‌دهد و آنتالپی آن کاهش می‌یابد. در مرحله‌ی اول (هم‌دما شدن) انرژی گرمایی از دست می‌دهد (دما از ۶۰ به ۳۷ می‌رسد) و در مرحله‌ی دوم (سوخت و ساز) انرژی شیمیایی از دست می‌دهد (دما تغییر نمی‌کند). دقت کنید که هر دو مرحله گرماده هستند و گرمای مرحله‌ی دوم بیشتر است.

- در خوردن بستنی مرحله‌ی اول (هم‌دما شدن) برعکس شیر است و بستنی گرما می‌گیرد و انرژی گرمایی (و دمای) آن افزایش می‌یابد، اما مرحله دوم (سوخت و ساز) همانند خوردن شیر ۶۰°C، گرماده است.
- ترموشیمی (گرما شیمی) به بررسی کمی گرمای واکنش‌های شیمیایی، تغییر آن و تاثیری که بر حالت ماده دارد می‌پردازد.
- زغال‌کک واکنش‌دهنده رایج / تامین کننده انرژی در استخراج آهن است.
- در اکسایش گلوکز درون بدن، گلوکز انرژی گرمایی از دست می‌دهد و بدن انرژی پتانسیل گرمایی کسب می‌کند.
- فراورده مشترک در اکسایش، سوختن و تخمیر گلوکز $\frac{CO_2}{H_2O}$ است و فتوسنتز، برعکس واکنش اکسایش است.
- شیمی‌دان‌ها گرمای آزاد شده در واکنش‌های شیمیایی را به طور عمده وابسته به تفاوت انرژی پتانسیل گرمایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها می‌دانند و این تفاوت در انرژی به دلیل تفاوت در شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر است.
- اتم‌ها کوچک‌تر ← طول پیوند کمتر ← آنتالپی پیوند کمتر ← سطح انرژی کمتر ← پایداری کمتر

- اگر واکنش $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$ گرماده باشد، ۲ برابر آنتالپی پیوند $H-Cl$ از مجموع $H-H$ و $Cl-Cl$ بیشتر / کمتر است.
- سطح انرژی حالت‌های فیزیکی و شیمیایی مواد به شکل زیر است:





- در مواد مولکولی تغییر حالت‌های فیزیکی با تغییر در پیوندهای واندروالسی / کووالانسی همراه است.
- در تبدیل آب مایع به بخار آب، انرژی گرمایی / پتانسیل آب افزایش / کاهش، میانگین انرژی جنبشی ذرات افزایش / کاهش و مجموع انرژی پیوندها کاهش / افزایش می‌یابد.

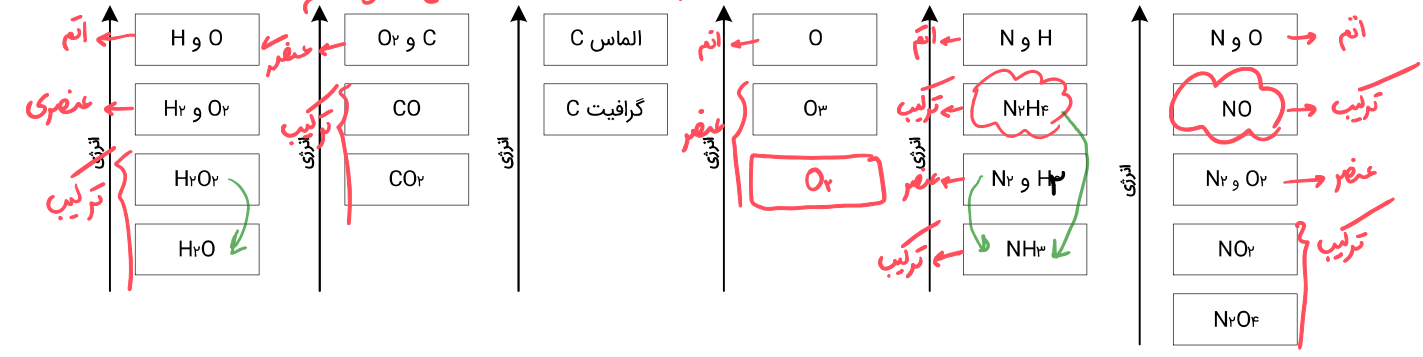
نکات:

۱ـ سطح انرژی اتم‌ها همواره از عناصر بالاتر است، بنابراین تبدیل یک ماده به اتم‌های سازنده آن همواره گرماگیر / گرماده است.

۲ـ در حالت‌های عنصری ممکن است آلوتروپ داشته باشیم که دو آلوتروپ کتاب درسی «O_3 و O_2» و «گرافیت و الماس» هستند. سطح انرژی O_3 از O_2 بیشتر / کمتر است و سطح انرژی گرافیت از الماس بیشتر / کمتر است. (به اندازه $1/9 \frac{kJ}{mol}$)

۳ـ در مقایسه ترکیب‌ها با عناصر، در دو مورد خاص سطح انرژی ترکیب از عنصرهای سازنده‌اش بیشتر است و آن دو ماده N_2H_4 (هیدرازین) و NO هستند که بسیار ناپایدار هستند.

۴ـ سطح انرژی برخی ترکیب‌ها را به خاطر داشته باشید. انرژی CO بیشتر از CO_2، H_2O_2 بیشتر از H_2O و NO_2 بیشتر از N_2O_4 است.



تمرین ۱: گزینه‌های درست را انتخاب کنید:

الف) در واکنش تولید آمونیاک از N_2H_4 و H_2 گرمای بیشتری / کمتری نسبت به واکنش تولید آمونیاک از N_2 و H_2 مصرف / تولید می‌شود.

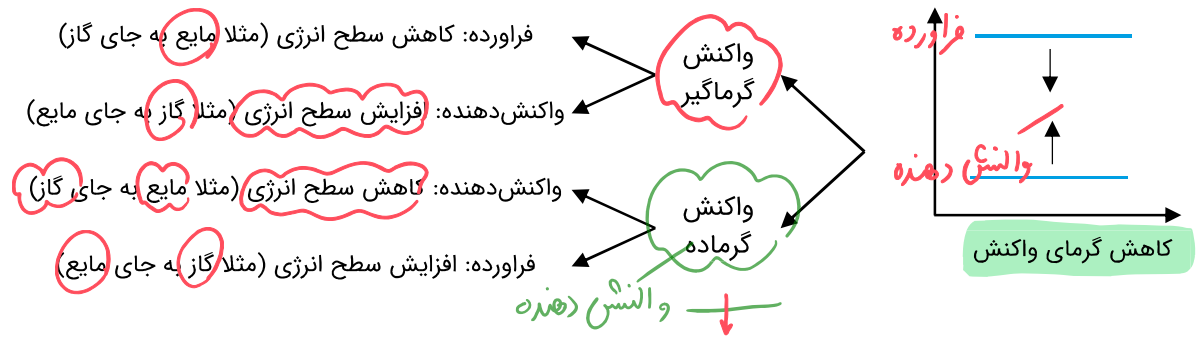
ب) واکنش تجزیه آب اکسیژنه به H_2O و $\frac{H_2}{O_2}$ یک واکنش گرماده / گرماگیر است.

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

پ) در میان واکنش‌های سوختن کامل و ناقص الماس و گرافیت، سوختن $\frac{\text{کامل}}{\text{ناقص}}$ $\frac{\text{الماس}}{\text{گرافیت}}$ بیشترین گرما و سوختن $\frac{\text{ناقص}}{\text{کامل}}$ $\frac{\text{الماس}}{\text{گرافیت}}$ کمترین گرما را آزاد می‌کند.

ت) در سوختن هیدروژن اگر فرآورده آب $\frac{\text{مایع}}{\text{بخار}}$ باشد، گرمای تولید شده بیشتر است.

جمع‌بندی: گرمای تولید شده در یک واکنش به نوع و حالت فیزیکی واکنش‌دهنده‌ها و فرآورده‌ها بستگی دارد.



نکات پیچال صحرایی:

۱ـ پیچال صحرایی همانند استفاده از نگه‌دارنده‌ها (بنزوئیک اسید)، خشک کردن میوه‌ها، تهیه ترشی و نمک‌سود کردن، ماندگاری غذا را افزایش می‌دهد.

۲ـ این دستگاه از دو ظرف سفالی ساخته شده است که درون هم قرار می‌گیرند و فضای میان آن‌ها با شن خیس پر می‌شود.

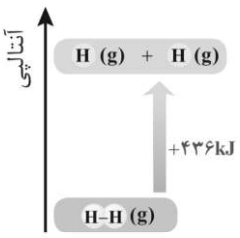
۳ـ مکانیسم عمل به این صورت است که آب در بدنه سفالی ظرف بیرونی نفوذ می‌کند و به آرامی تبخیر می‌شود و با گرفتن گرمای تبخیر از مواد درون ظرف، دمای آن‌ها را کاهش می‌دهد.

- $Q_p = \Delta H$ (واکنش) $= H$ (مواد فراورده) $- H$ (مواد واکنش دهنده)
- اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان شود، واکنش گرما شیمیایی یا ترموشیمیایی نامیده می‌شود.
- در واکنش‌های گرماگیر علامت Q و ΔH مثبت است و آنتالپی فراورده‌ها بیشتر است و در معادله واکنش، گرما در سمت واکنش‌دهنده‌ها نوشته می‌شود.
- با گرما $\frac{\text{دادن به}}{\text{گرفتن از}}$ N_2O_4، NO_2 تولید می‌شود و رنگ قهوه‌ای مخلوط $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ می‌یابد. (مثل شکر که با گرم کردن قهوه‌ای می‌شود.) ⟵ در هوای گرم‌تر مقدار NO_2 $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ است.

آنتالپی پیوند

انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند را آنتالپی پیوند می‌گوییم. (مواد باید در حالت گازی باشند)

$H_2(g) + 436\ kJ \rightarrow 2H(g)$



- آنتالپی پیوند هیدروژن، انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی (کووالانسی) موجود در یک مول $H_2\ (g)$ و تبدیل آن به ۲ مول $H\ (g)$ (حدود $436\ kJ$) که با نماد $\Delta H\ (H-H)$ نشان داده می‌شود.
- در مولکول‌های چند اتمی به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است. (مانند CH_4، CO_2، NH_3 و H_2O)

الگوریتم مقایسه آنتالپی پیوند

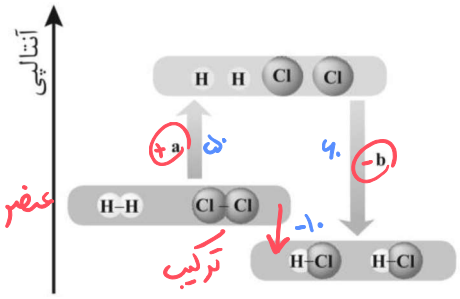
- مرتبه‌ی پیوندها متفاوت است ← سه‌گانه > دوگانه > یگانه
- مرتبه‌ی پیوندها یکسان است ← اتم کوچک‌تر > اتم بزرگ‌تر

مقایسه پیوند در هالوژن‌ها

- کووالانسی: $I_2 < Br_2 < Cl_2 < F_2$
- واندروالسی: $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$

چند مقایسه پیوند مهم:

$N-H < O-H$ $\quad O=O < N\equiv N$ $\quad H-Cl < H-F$



$$\Rightarrow \Delta H\ (\text{واکنش}) = a - b = \left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی پیوند}\\ \text{واکنش دهنده‌ها}\end{matrix}\right] - \left[\begin{matrix}\text{مجموع آنتالپی پیوند}\\ \text{فراورده‌ها}\end{matrix}\right]$$

از روش فوق فقط برای واکنش‌های گازی استفاده می‌شود و هرچه مولکول‌ها ساده‌تر باشند، جواب دقیق‌تر خواهد بود.

تمرین ۲: با توجه به جدول داده شده، آنتالپی واکنش مقابل برحسب $kcal$ در کدام گزینه آمده است؟

$$N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$$

پیوند	$N\equiv N$	$N-H$	$N-N$	$H-H$
میانگین آنتالپی $(kcal.mol^{-1})$	۲۲۵	۹۳	۳۸	۱۰۴

۱) -۲۳ $\quad$ ۲) -۸۱ $\quad$ ۳) $+۲۳$ $\quad$ ۴) $+۸۱$

تمرین ۳: با توجه به اطلاعات داده شده، میانگین آنتالپی پیوند $C-C$ چند کیلوژول بر مول است؟

$$2CH_4(g) \rightarrow C_2H_6(g) + H_2(g) \qquad \Delta H = +۶۵kJ$$

پیوند	$C-H$	$H-H$
میانگین آنتالپی $(kJ.mol^{-1})$	۴۱۲	۴۳۶

۱) ۳۲۳ $\quad$ ۲) ۳۴۸ $\quad$ ۳) ۳۸۸ $\quad$ ۴) ۲۵۸

آنتالپی سوختن

- تنها کربوهیدرات‌ها به گلوکز (قند خون) شکسته می‌شوند و خون گلوکز را به یاخته‌ها می‌رساند تا با اکسایش آن انرژی کسب کنند.

نوع ماده / نقش	کربوهیدرات، چربی، پروتئین	آب، ویتامین، مواد معدنی
تامین مواد	✓	✓
تامین انرژی	✓	×

۱) آنتالپی سوختن = گرمای حاصل از سوختن ۱ مول از ماده در اکسیژن کافی

۲) ارزش سوختی = گرمای حاصل از سوختن ۱ گرم از ماده در اکسیژن کافی

۳) $\text{جرم مولی}(M) = \frac{\text{آنتالپی سوختن}}{\text{ارزش سوختی}}$

۱) $Q = \text{آنتالپی سوختن} \times n$

۲) $Q = \text{ارزش سوختی} \times m$

- یکای ارزش سوختی $\frac{kJ}{g}$ و یکای آنتالپی سوختن $\frac{kJ}{mol}$ است.
- ارزش سوختی ۱ گرم چربی ($۳۸\ kJ$) > ۲ برابر ارزش سوختی ۱ گرم کربوهیدرات یا پروتئین ($۱۷\ kJ$) ⟵ بدن ما چربی را بیشتر ذخیره می‌کند (به همان دلیل که نگهداری پول به صورت تراول‌چک منطقی‌تر از نگهداری به صورت پول خرد است.)
- آنتالپی سوختن: گرمای آزاد شده از سوختن یک مول از آن ماده در اکسیژن کافی (سوختن کامل)

ماده آلی	آنتالپی سوختن ($kJ\ mol^{-1}$)	ماده آلی	آنتالپی سوختن ($kJ\ mol^{-1}$)
$CH_4\ (g)$	−۸۹۰	$C_2H_2\ (g)$	−۱۳۰۰
$C_2H_6\ (g)$	−۱۵۶۰	$C_3H_4\ (g)$	−۱۹۳۸
$C_2H_4\ (g)$	−۱۴۱۰	$CH_3OH\ (l)$	−۷۲۶
$C_3H_6\ (g)$	−۲۰۵۸	$C_2H_5OH\ (l)$	−۱۳۶۸

الگوریتم مقایسه آنتالپی سوختن: آیا تعداد کربن‌ها متفاوت است؟

- بله ← ترکیب آلی با کربن بیشتر، آنتالپی بیشتری دارد.
- خیر ← آلکان > آلکن > آلکانول > آلکین

نکته: در آلکان‌ها با افزایش تعداد کربن، آنتالپی سوختن افزایش می‌یابد، اما ارزش سوختی کاهش می‌یابد.

تمرین ۴: چه تعداد از موارد، عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟ ($C = ۱۲, H = ۱, O = ۱۶: \frac{g}{mol}$)

«در اثر سوختن یک مول ..... گرمای بیشتری نسبت به سوختن یک مول ..... آزاد می‌شود.»

الف) اتان – اتن ب) پروپین – پروپن پ) اتانول – اتین ت) اتانول – اتان

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

- مقدار CO_2 آزاد شده به ازای سوختن یک گرم: آلکین > آلکن > آلکان > آلکانول (الکل)

تمرین ۵: آنتالپی سوختن بوتان و پروپانول را پیش‌بینی کنید.

متان −۸۹۰ → اتان −۱۵۶۰ → پروپان −۲۲۴۰ → بوتان −۲۹۰۰

متانول −۷۲۶ → اتانول −۱۳۶۸ → پروپانول −۲۰۶۰

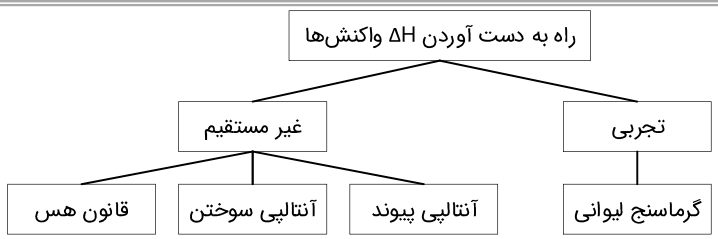
- در واکنش‌های سوختن، حالت H_2O در دمای اتاق $\frac{\text{گاز}}{\text{مایع}}$ در نظر گرفته می‌شود.

$$\Delta H\ (\text{واکنش}) = [\text{مجموع آنتالپی سوختن واکنش دهنده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی سوختن فراورده‌ها}]$$

تمرین ۶: آنتالپی واکنش $C_2H_4(g) \longrightarrow C(s, \text{گرافیت}) + 2H_2(g)$ چند است؟ (آنتالپی سوختن گرافیت، هیدروژن و متان به ترتیب ۳۹۰−، ۲۸۰− و ۸۹۰− است.)

$\Delta H = -390 + (-560) - (-890) = -60$

قانون هس



یکی از روش‌های اندازه‌گیری تجربی ΔH واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شود، گرماسنجی لیوانی است که در فشار ثابت انجام می‌شود.

- واکنش‌هایی که ΔH آن‌ها به صورت تجربی قابل اندازه‌گیری نیست:

$$C(s, \text{گرافیت}) + 2H_2(g) \longrightarrow C_2H_4(g)$$
$$H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O_2(l)$$
$$2C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \longrightarrow 2CO(g)$$
$$N_2(g) + 2H_2(g) \longrightarrow N_2H_4(g)$$

- باکتری‌های بی‌هوازی در $\frac{\text{زیر}}{\text{سطح}}$ آب از تجزیه گیاهان متان را می‌سازند و این گاز در $\frac{\text{سطح}}{\text{عمق}}$ مرداب می‌سوزد.

روش حل مسائل قانون هس:

در این مسائل قرار است از چند واکنش «بچه» یک واکنش «مادر» را بسازیم.

اولویت اول: مواد طلایی! موادی که در واکنش مادر و فقط یک بچه حضور دارند ← با ضرب کردن واکنش بچه در عدد مناسب، ضریب و مکان آن ماده در واکنش بچه را شبیه واکنش مادر می‌کنیم.

اولویت دوم: مواد زباله! موادی که فقط در دو واکنش بچه حضور دارند و در واکنش مادر نیستند. این دو ماده باید یکدیگر را حذف کنند، در نتیجه آن‌ها را قرینه هم می‌کنیم، یعنی هم ضریب ولی در دو طرف واکنش.

اولویت سوم: مواد نقره‌ای! موادی که در واکنش مادر و دو بچه حضور دارند. مجموع آن ماده در دو واکنش بچه باید با واکنش مادر برابر شود.

تکنیک یک رقم یا دو رقم

اگر رقم سمت راست گزینه‌ها متفاوت بود، کافیست قفط رقم سمت راست ΔH ها را در نظر بگیریم و عملیات ریاضی را روی آن انجام دهیم. مثلا اگر گزینه‌ها ۲۳۴، ۲۵۷، ۲۱۸ و ۲۹۹ باشند، چون یکان‌ها متفاوت است، فقط یکان ΔH ها را وارد محاسبه می‌کنیم.

سوال: با یکان منفی چه کنیم؟

پاسخ: با ۱۰ جمع‌ببندید تا مثبت شود. مثلا اگر یکی از گزینه‌ها ۲۳۷− بود، یکان را ۳ درنظر بگیرید.

نکته: اگر رقم سمت راست در گزینه‌ها مشترک بود اما دو رقم سمت راست همگی متفاوت بود، می‌شود دو رقم سمت راست ΔHها را وارد محاسبه کرد.

مثال: ۲۳۴، ۱۷۴، ۱۶۳، ۹۳