شیمی ۲

فصل ۱ قدر هدایای زمینی را بدانیم

استاد : دکتر حسن پلوئی

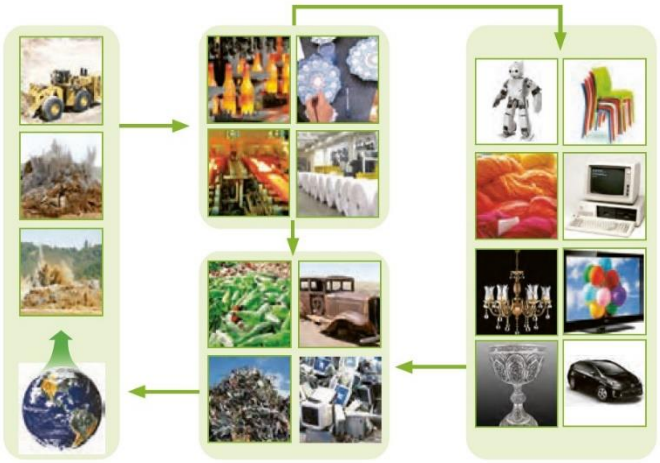
مطالبی خارج از علم شیمی

۱- شکوه و عظمت تمدن امروزی تا حد زیادی مدیون مواد جدیدی است که از شیشه، پلاستیک، فلزات، سرامیک، و الیاف و ... ساخته می‌شوند. با گسترش علوم تجربی، شیمی‌دان‌ها به رابطه میان خواص مواد و عناصر سازنده آنها پی می‌برند.

۲- گسترش صنعت خودرو وابسته به شناخت و دسترسی به فولاد است. و یا پیشرفت صنعت الکترونیک وابسته به «نیمه رساناها» است.

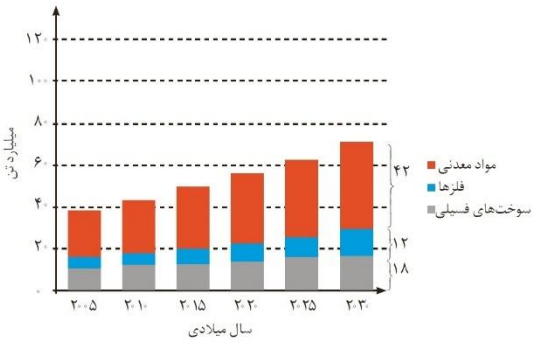
۳- فرآوری : کار کردن روی ماده‌ای خام و تبدیل کردن و فرآورش آن به یک یا چند فرآورده دلخواه را فرآوری گویند. این اصطلاح در صنایع شیمیایی مانند نفت، گاز، پتروشیمی، مواد معدنی و ... و یا در صنایعی مانند صنایع غذایی و ... کاربرد دارند.

۴- هر ساله مقدار زیادی از مواد (مواد معدنی، فلزها، سوخت فسیلی و ...) از زمین استخراج می‌شوند و سپس فرآوری شده و مواد کاربردی از آنها تهیه می‌شوند. در طی این فرآیند مقداری از منابع انرژی و مواد اتلاف شده به طبیعت برمی‌گردند و وسایل تولید شده نیز بعد از مصرف به شکل ضایعات (پسماند) مجدد به کره زمین برمی‌گردند. به عبارتی همه مواد طبیعی و مصنوعی از کره زمین به دست آمده و دوباره به آن برگشته و جرم کره زمین ثابت می‌ماند.



۵- از نظر بیشترین استخراج مواد از کره زمین :

فلزها ← سوخت‌های فسیلی ← مواد معدنی



هر سال با افزایش جمعیت و از طرفی با افزایش رفاه میزان استخراج مواد رو به افزایش است.

۶- در کل می‌توان گفت هر چه میزان بهره برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه یافته‌تر است. البته به شرطی که آهنگ استخراج و بهره برداری از منابع به طور منطقی باشد.

شکل ۳- نمایش توزیع برخی عنصرها در جهان. آیا پر کندگی چنین منابعی می‌تواند دلیلی بر پیدایش تجارت جهانی باشد؟ توضیح دهید.

البته این منابع زمینی ارزشمند در جهان به طور یکنواخت توزیع نشده‌اند و به دلیل این پراکندگی منابع، تجارت جهانی قوت می‌گیرد.

۷- ماده اولیه استکان شیشه‌ای شن و ماسه است. و ظرف غذا می‌تواند از خاک چینی ساخته شده باشد و یا قاشق غذا خوری از فولاد زنگ نزن و نیز برای رشد سبزیجات و میوه‌ها از کودهای پتاسیم ، نیتروژن و آمونیوم استفاده می‌شود.

تست: کدام گزینه نادرست است؟

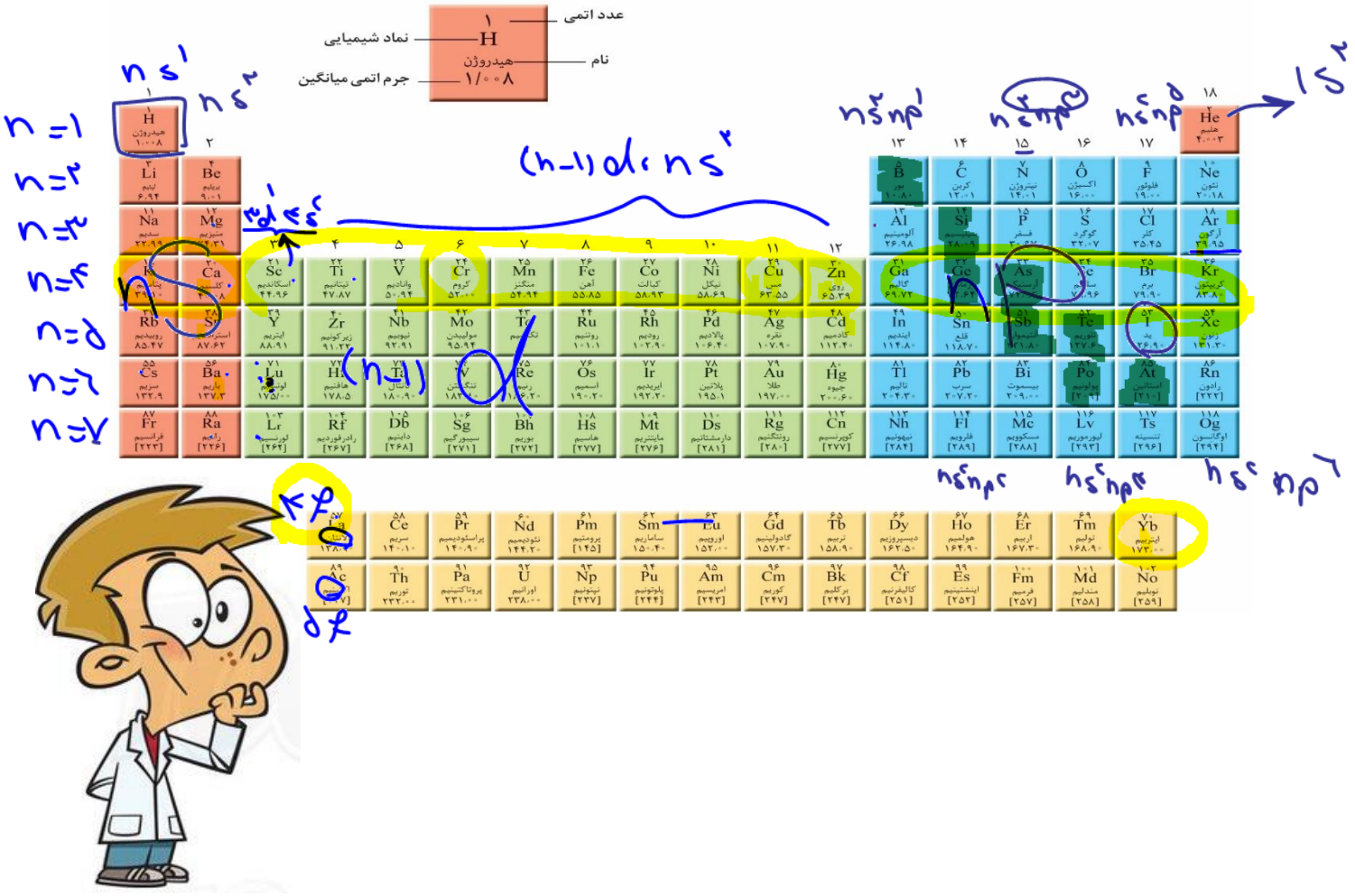
۱) گسترش و پیشرفت صنعت الکترونیک به نیمه رساناها وابسته است.

۲) این باور که هر چه میزان بهره برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه یافته‌تر است مورد قبول همگان است.

۳) موادی که از طبیعت به دست می‌آیند مجدد به زمین برمی‌گردند، پس جرم کره زمین در کل ثابت است.

۴) در جریان فرآوری مواد پسماند تولید می‌شود.

جدول دوره‌ای عناصر



۱- مهم‌ترین راه در پیشرفت علم، برقراری ارتباط میان داده‌ها و یافتن روندها و الگو است. بنابراین می‌توان علم شیمی را مطالعه منظم ، هوشمندانه و هدفدار رفتار عناصر و مواد برای پیدا کردن الگوها و روندهایی رفتار فیزیکی و شیمیایی آنها دانست.

۲- مندلیف جدول دوره‌ای (تناوبی) اولیه عناصر را طراحی کرد و جدول امروزی عناصر براساس بنیادی‌ترین ویژگی عنصرها، یعنی عدد اتمی (Z) چیدمان شده است.

۳- جدول تناوبی شامل ۱۱۸ عنصر می‌باشد که از ۷ دوره (ردیف یا تناوب) و ۱۸ گروه (ستون و خانواده) تشکیل شده است.

۴- با دانستن گروه و دوره یک عنصر (موقعیت آن) ، تا حد زیادی می‌توان رفتار و خواص فیزیکی و شیمیایی آن را پیش بینی کرد.

۵- عناصری که آخرین الکترون آنها به زیر لایه S وارد می‌شود را عناصر دسته S گویند (گروه ۱ و ۲)، و عناصری که آخرین الکترون آنها وارد زیر لایه P می‌شود را دسته P گویند (گروه ۱۳ تا ۱۸) ، به این دو دسته عناصر عناصر اصلی اطلاق می‌شود.

- عناصر دسته S همگی فلزند به غیر از H و He.
- عناصر دسته P اکثرا نافلزند اما تعدادی فلز و همه شبه فلزات هم در این دسته قرار دارند.

۶- در عناصر واسطه آخرین الکترون وارد زیر لایه d می‌شود (گروه ۳ تا ۱۲) ، این عناصر هگی فلزند.

۷- در عناصر واسطه داخلی ، آخرین الکترون وارد زیر لایه f می‌شود (همگی در گروه ۳ و دوره ۶ و ۷ قرار دارند). این عناصر نیز همگی فلزند و اکثرا رادیو ایزوتوپ و مصنوعی اند، که شامل ۱۴ عنصر لانتانیدها (گروه ۳، دوره۶) و ۱۴ عنصر اکتنیدها (گروه ۳، دوره۷) می‌باشند که به ترتیب زیرلایه 4f و 5f آنها در حال پر شدن است.

۸- خواص عنصرهای یک گروه به مراتب به هم نزدیک‌تر است تا عناصر یک دوره، بخصوص خواص شیمیایی آنها. دلیل این شباهت تعداد الکترون برابر لایه ظرفیت در عناصر یک گروه می‌باشد (غیر از He).

۹- عناصر یک دوره تنها دارای یک شباهت هستند: تعداد لایه برابر.

هر دوره (غیر از دوره ۱) با یک فلز فعال شروع شده و سپس شبه فلزات و نافلزات به طور دوره‌ای تکرار شده و نهایتا به یک گاز نجیب ختم می‌شوند.

۱۰- ضریب آخرین زیر لایه عنصر هر دوره:

- ضریب زیرلایه آخر عناصر دسته S و P با شماره دوره (n) برابر است : $nS.nP$
- ضریب زیر لایه آخر عناصر دسته d، یک واحد از شماره دوره کمتر است : $(n-1)d$
- ضریب زیر لایه آخر عناصر دسته f ، دو واحد از شماره دوره کمتر است : $(n-2)f$

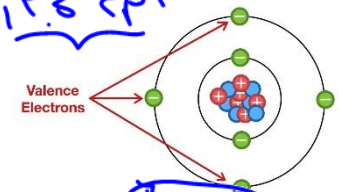
Dr. Hassan Palouei

- ✓ عناصر دسته p از دوره دوم وارد جدول می‌شوند.
- ✓ عناصر دسته d از دوره چهارم وارد جدول می‌شوند.
- ✓ عناصر دسته f از دوره ششم وارد جدول می‌شوند.

لایه ظرفیت

به زیر لایه یا زیرلایه‌هایی که الکترون آنها در واکنش‌ها امکان تبادل یا تشکیل پیوند دارند،لایه ظرفیت گویند.

به الکترون(های) لایه ظرفیت « الکترون‌های ظرفیتی» گویند.



- لایه ظرفیت عناصر دسته s : زیرلایه s آخر : ns
- لایه ظرفیت عناصر دسته p : زیر لایه s و p آخر: ns, np.
- لایه ظرفیت عناصر دسته d : زیر لایه s و d آخر: $(n-1)d, ns$.

نکته: ظرفیت و یون پایدار یک عنصر لزوما برابر با تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن نیست.

- به عنوان مثال عناصر گروه ۱ (ns^1)، یون ۱+ ایجاد می‌کنند.
- ولی عناصر گروه ۱۷ (ns^2, np^5) ، یون ۱- ایجاد می‌کنند.

خواص عمومی فلزات

۱- سطح براق و صیقلی (جلا) دارند.

۲- رسانایی الکتریکی و گرمایی بالا دارند.

۳- شکل پذیر و چکش خوار هستند (در اثر ضربه خرد نمی‌شوند) .

۴- سختی و استحکام بالا دارند. (غیر از جیوه و فلزات گروه ۱ و ۲)

۵- در واکنش‌ها تمایل به از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به کاتیون دارند (غیر از بریلیم) و در نتیجه پیوند یونی ایجاد می‌کنند نه اشتراکی.

خواص عمومی نافلزات

۱- سطح براق و صیقلی ندارند.

۲- رسانایی گرمایی و الکتریکی ندارند. (معمولا)

۳- در حالت جامد شکننده‌اند.

۴- در واکنش‌ها هم امکان تشکیل پیوند اشتراکی دارند و هم در واکنش با فلزات الکترون گرفته و تبدیل به آنیون شده وپیوند یونی می‌دهند. (کربن یون پایدار نداشته و فقط پیوند اشتراکی می‌دهد.)

نکته: گازهای نجیب جز نافلزات محسوب می‌شوند هر چند یون ایجاد نکرده و اکثرا تمایل به ایجاد پیوند اشتراکی و واکنش با عناصر دیگر را ندارند.

خواص عمومی شبه فلزات

خواص فیزیکی آنها بیشتر مشابه فلزات و خواص شیمیایی آنها همانند نافلزات است. شامل Te, Sb, As, Ge, Si, B هستند. (بسیج است)

۱- سطح براق و صیقلی دارند.

۲- رسانایی گرمایی و الکتریکی کم یا متوسط دارند.

۳- در دمای معمولی همگی جامدند و شکننده.

۴- امکان ایجاد یون ندارند و در واکنش‌ها فقط می‌توانند پیوند اشتراکی ایجاد کنند. (مانند نافلزات)

مثال جدول زیر را تکمیل کنید:

خواص فیزیکی یا شیمیایی	نماد شیمیایی										
	C	Si	S	Na	Al	Sn	Cl	Mg	P	Pb	Ge
رسانایی الکتریکی	دارد	کم	✗	✓	✓	✓	✗	✓	ندارد ✗	✓	دارد
رسانایی گرمایی	ندارد	دارد	✗	✓	✓	✓	ندارد ✗	✓	✗	✓	دارد
سطح صیقلی	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓
چکش خواری	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون	ا	اشتراک	ا گ	دادن	دادن	الکترون می‌دهد	ا گ	دادن	ا گ	دادن	دادن

فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی عناصر

✓ **فرمول شیمیایی:** از ۱۱۸ عنصر جدول دوره‌ای، ۱۱۰ عدد در حالت عنصری (ساده یا آزاد)، تک اتمی بیان می‌شوند $(..., He, Al, Na, C)$

۷ عنصر دارای مولکول ۲ اتمی می‌باشند $(I_2, Br_2, Cl_2, F_2, O_2, N_2, H_2)$ و فسفر هم مولکول ۴ اتمی داراست. (P_4)

✓ **حالت فیزیکی:** اکثر آنها در حالت عنصری و در دمای معمولی جامدند.

Cl_2, F_2, O_2, N_2, H_2 و همه گازهای نجیب در دمای معمولی گازی شکل هستند. و Br_2 و جیوه (Hg) در دمای معمولی مایعند.

پیدا کردن گروه و دوره یک عنصر

روش ۱ : با استفاده از آرایش الکترونی:

$[_{2}He]: 1s^2$

$[_{10}Ne]: 1s^2 / 2s^2 2p^6$

$[_{18}Ar]: ...3s^2 3p^6$

$[_{36}Kr]: ...4s^2 4p^6$

$[_{54}Xe]: ...5s^2 5p^6$

$[_{86}Rn]: ...6s^2 6p^6$

دوره : بزرگترین ضریب

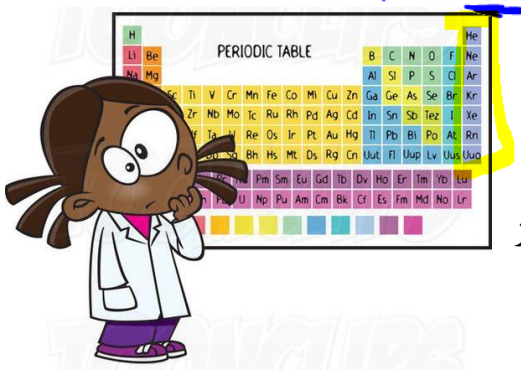
گروه: ختم به s : توان s (الکترون ظرفیتی)

ختم به p: مجموع توان s و p لایه ظرفیت (الکترون‌های ظرفیتی) +۱۰

ختم به d: مجموع توان s و d لایه ظرفیت (الکترون‌های ظرفیتی)

ختم به f : حتما گروه ۳

مثال: اگر آرایش الکترونی ذرات A^{2+} ، B^{2-} و C به $3p^6$ ختم شود، گروه و دوره C, B, A و نیز عنصر D که دارای ۱۸ الکترون با $L=2$ است را به دست آورید؟



روش ۲: با استفاده از عدد اتمی گاز گمیاب

در این روش تفاوت عدد اتمی عنصر مورد نظر با نزدیکترین گاز نجیب را در نظر می گیریم که در دوحالت زیر متصور است:

حالت ۱: از گاز نجیب بعدی :

(عدد اتمی عنصر- عدد اتمی گاز نجیب) — ۱۸ = گروه

هم دوره با گاز نجیب = دوره

حالت ۲: از گاز نجیب قبلی:

عدد اتمی گاز نجیب — عدد اتمی عنصر = گروه

یک دوره بیشتر از دوره گاز نجیب = دوره

نکته۱: دقت شود در دوره های یک تا سه، فلزات واسطه وجود ندارند

مثال۱: گروه و دوره عناصر $_{50}E$ و $_{39}Z$ را تعیین کنید.

نکته۲: برای رسم آرایش الکترونی کاتیون، حتما ابتدا آرایش خنثی آن را رسم کنید و سپس به تعداد بار مثبت از دورترین زیر لایه الکترون جدا کنید.

مثال۲: آرایش الکترونی $_{15}P^{3-}$، $_{20}Ca^{2+}$ و $_{27}Co^{3+}$ را رسم کرده و مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی(L+n) الکترون‌های آخرین زیر لایه آنها را محاسبه کنید.

نکته۳: آرایش الکترونی ختم به d قطعا متعلق به کاتیون است.

تست: کدام آرایش الکترونی می‌تواند متعلق به آنیون، کاتیون یا عنصری خنثی باشد؟

۱) $[_{18}Ar]:3d^1 4s^2$ ۲) $[_{10}Ne]:3s^2 3p^6$

۳) $[_{10}Ne]:3s^2 3p^4$ ۴) $[_{18}Ar]:3d^8$

نکته۴: آرایش الکترونی عناصری مانند $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$ و اکثر عناصر زیرین آنها از اصل آفبا تبعیت نمی‌کند:

$_{24}Cr:[_{18}Ar]3d^5 4s^1$

$_{29}Cu:[_{18}Ar]3d^{10} 4s^1$

$_{42}Mo:[_{36}Kr]4d^5 5s^1$

مثال: در یون x^{2+} تعداد چهار الکترون با $L=2$ وجود دارد. عنصر x چند الکترون با $L=0$ دارد؟

نوع پیوند عناصر

نافلز + نافلز : کوالانسی

نافلز + شبه فلز: کووالانسی

شبه فلز + شبه فلز : کوالانسی

فلز + فلز : فلزی

فلز + نافلز : یونی

Dr. Hassan Palouzi

F — Be — F

خواص خاص چند عنصر

- ✓ **هیدروژن** : تنها عنصری است که گروه مشخصی ندارد. فقط به دلیل اینکه آرایش الکترونی آن مشابه فلزات گروه اول است $(1s^1)$، آن را بالای گروه اول قرار داده هر چند نافلز است. تنها عنصری است که هم تبدیل به آنیون (H^-) و هم تبدیل به کاتیون (H^+) می‌شود. (H^+) تنها یونی است که فقط از هسته تشکیل شده است.
- ✓ **بریلیم** : تنها فلزی است که تبدیل به کاتیون نشده و امکان تشکیل پیوند یونی نداشته و فقط پیوند کووالانسی ایجاد می‌کند.(تولید ترکیب مولکولی)
- ✓ **کربن**: تنها نافلزی است که تبدیل به آنیون نشده و امکان تشکیل پیوند یونی نداشته و فقط پیوند کووالانسی ایجاد می‌کند(تولید ترکیب مولکولی) . البته گازهای نجیب هم نافلزند و یون ایجاد نمی‌کنند. و توانایی ایجاد پیوند کووالانسی یا ندارند و یا در شرایط خاص پیوند کووالانسی ایجاد می‌کنند.

$A^{3-}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

$A: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

تست ۱: کدام گزینه نادرست است؟

۱) اگر یون A^{3-} دارای ۱۲ الکترون با $L=1$ باشد، عنصر A در گروه ۱۵ و در دوره سوم قرار دارد.

۲) اگر تعداد الکترون‌های $L=1$ و $L=0$ در عنصری برابر باشد، عنصر زیرین آن شبه فلز است.

۳) اگر نسبت تعداد الکترون‌های $L=0$ به $L=1$ در عنصری ۲ باشد، این عنصر توانایی ایجاد یون ندارد.

۴) اگر عنصری دارای ۲ الکترون با $n=3$ و $L=1$ باشد، این عنصر نیمه رسانا است.

$_{14}Si: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- تناوب ششم و هفتم جدول تعداد عناصر برابری با گروه ۳ دارند. ✓
- همه شبه فلزات و فلزات در دمای معمولی جامدند. ✗ (Hg)
- همه نافلزات جزو عناصر دسته p هستند. ✗ (He, H)
- بیشترین تعداد عناصر جدول تناوبی به ترتیب متعلق به فلزات، نافلزات، و شبه فلزات است. ✓
- همه گازهای نجیب در لایه ظرفیت خود ۸ الکترون دارند. ✗ (He)

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

Dr. Hassan Palouei

تست ۳: چه تعدا از مطالب زیر نادرست است؟

- در دوره دوم جدول تناوبی ۶ عنصر وجود دارند که زیر لایه ۲s پر دارند.
- حداکثر تعداد الکترون در لایه سوم اتم ۱۸ می‌باشد که در گاز نجیب دوره سوم این لایه پر می‌باشد.
- در دوره چهارم جدول دوره‌ای ۸ عنصر وجود دارد که زیر لایه ۳d پر دارند.
- لایه چهارم اتم در همه عناصر دوره ششم پر است.
- از میان ۱۱۸ عنصر جدول دوره‌ای، ۴۰ عنصر در دسته d قرار دارند.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

تست ۴: کدام گزینه نشان دهنده موارد درست از مطالب زیر است؟

الف) در دوره چهارم جدول دوره‌ای ۱۷ عنصر دارای زیر لایه ۴s پر هستند.

ب) در دوره چهارم جدول دوره‌ای ۹ عنصر دارای زیر لایه ۳d پر هستند.

پ) در دوره چهارم جدول دوره‌ای ، ۵ عنصر دارای زیر لایه نیمه پر هستند.

ت) در دوره چهارم جدول دوره‌ای، ۱۲ عنصر وجود دارند که دارای ۱۲ الکترون با $L=1$ هستند.

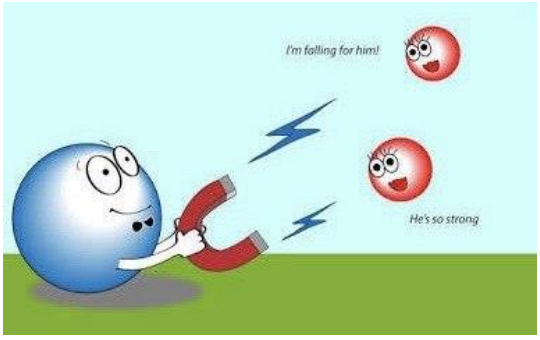
۱) الف،ب،ت ۲) الف،پ ۳) ب،پ ۴) پ،ت

تست ۵: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

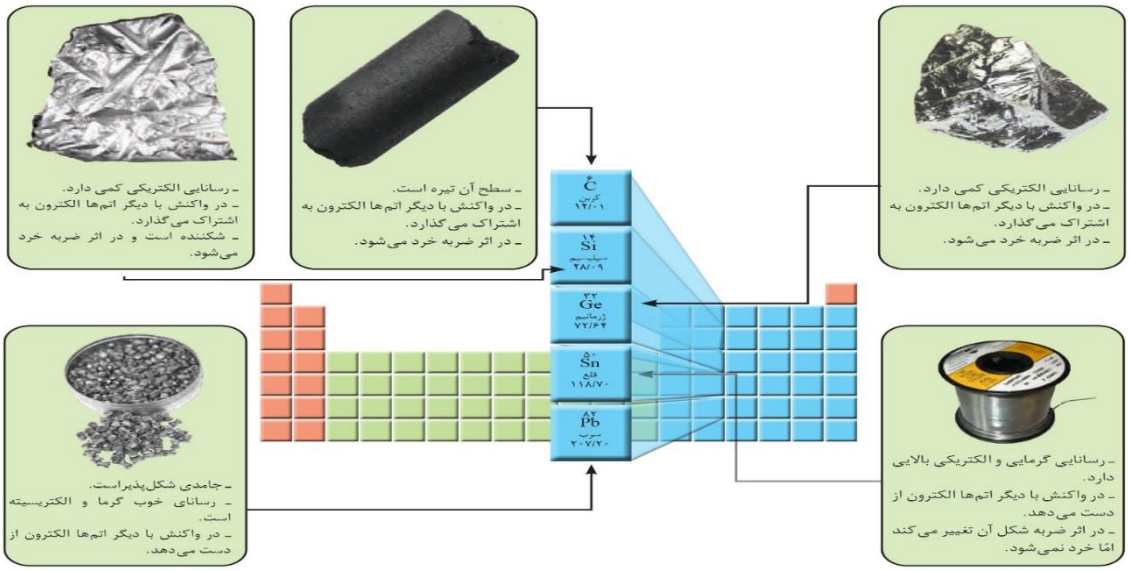
- چهارمین عنصر دوره سوم رسانایی الکتریکی بیشتری از عنصر سمت چپ خود دارد.
- سه عنصر فسفر،گوگرد و کلر در حالت جامد کدر بوده و در اثر ضربه خرد می‌شوند.
- سی پنجمین عنصر جدول دوره‌ای مایع بوده و می‌تواند پیوند کووالانسی و یونی ایجاد کند.
- عنصری از دوره سوم که در زیرلایه p آخر خود ۲ الکترون دارد، خواصی تقریبا مشابه عنصر زیرین خود دارد.
- خواص شیمیایی سیلسیم بیشتر مشابه عنصر راست خود و خواص فیزیکی آن بیشتر مشابه عنصر چپ خود در جدول دوره‌ای است.

۱(۱ ۲(۲ ۳(۳ ۴(۴

الکترونگاتیوی (بار موثر هسته)مهم ترین کمیت شیمیایی هستی



بررسی ویژگی‌های عناصر گروه ۱۴



- در لایه آخر (لایه ظرفیت) دارای چهار الکترون هستند (ns^2np^2) در این گروه یک عنصر نافلز (C) ، دو عنصر شبه فلز (Ge,Si) و سه عنصر دیگر فلزند.

- **کربن** (C) : برخلاف نافلزات دیگر توانایی تشکیل یون نداشته و فقط پیوند اشتراکی می‌دهند. دارای دو دگر شکل (آلوتروپ) گرافیت و الماس است که چون بیشتر کربن عنصری طبیعت به شکل گرافیت است اگر نوع دگر شکل کربن مشخص نباشد، مد نظر گرافیت می‌باشد. گرافیت تیره و شکننده بوده و رسانایی الکتریکی بالایی دارد (مانند فلزات) اما رسانایی گرمایی ندارد.
  البته الماس رسانایی الکتریکی ندارد ولی رسانایی گرمایی دارد.
- **سیلسیم** (Si) **و ژرمانیوم** (Ge) : هر دو شبه فلزند و ویژگی ها و خواص شبه فلزها را دارا هستند و در نتیجه یون ایجاد نکرده فقط پیوند اشتراکی می‌دهند.
- **قلع** (Sn) **و سرب** (Pb) : هر دو فلز بوده و ویژگی‌ها و خواص آنها مانند دیگر فلزات است. هر دو می‌توانند دو یون ۲+ و ۴+ ایجاد کنند.

سرب IV : Pb^{4+} سرب II : Pb^{2+} قلع IV: Sn^{4+} قلع II : Sn^{2+}

Dr. Hassan Palouei

بررسی خواص عناصر دوره سوم

- عدد اتمی آنها ۱۱ تا ۱۸ بوده و همانند بقیه دوره‌ها (غیر از دوره اول) ، از یک فلز فعال شروع شده و سپس شبه فلز و نافلزات آمده و به گاز نجیب ختم می‌شوند.

	$_{11}Na$	$_{12}Mg$	$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}C$	$_{18}Ar$
آرایش لایه ظرفیت	$3s^1$	$3s^2$	$3s^2 3p^1$	$3s^2 3p^2$	$3s^2 3p^3$	$3s^2 3p^4$	$3s^2 3p^5$	$3s^2 3p^6$
نوع عنصر	فلز	فلز	فلز	شبه فلز	نافلز	نافلز	نافلز	نافلز
یون	Na^+	Mg^{2+}	Al^{3+}	×	P^{3-}	S^{2-}	Cl^-	×

نکته: هر چه عنصری چپ‌تر و پایین‌تر باشد فلزتر و هر چه راست تر و بالاتر باشد نافلزتر است.

تست۱: ترتیب $S > P > Al > Mg$ درباره مقایسه چند ویژگی درست است؟

- رسانایی الکتریکی
- رسانایی گرمایی
- خصلت نافلزی
- تعداد لایه
- تعداد زیرلایه
- تعداد الکترون ظرفیتی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست۲: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- با افزایش تعداد لایه‌های عناصر یک گروه ، خصلت فلزی آنها افزایش می‌یابد.
- در عناصر یک دوره ، عدد اتمی با خصلت نافلزی رابطه مستقیم دارد.
- در عناصر یک گروه ، عدد اتمی با خصلت نافلزی رابطه مستقیم دارد.
- عنصری با عدد اتمی ۳۲ فلز بوده و در آخرین زیر لایه ۴ الکترون دارد.
- عنصر $_{34}X$ تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون نسبت به عنصر Y دارد.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

تست۳: با توجه به اینکه آرایش الکترونی بیرونی ترین زیرلایه عناصر D, A و E به ترتیب به $3p^4, 3s^2$ و $3p^2$ ختم می‌شوند، چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

- تمایل به از دست دادن الکترون : $A > E > D$ ✓
- رسانایی الکتریکی : $D > E > A$ ✗
- تعداد الکترون با $L = 0$: $D > E > A$ ✗
- عنصر E درخشان و شکننده بوده و فقط پیوند کووالانسی ایجاد می‌کند. ✓
- در هر سه عنصر لایه اصلی دوم اتم پر شده است. ✓

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

جدول شارل ژانت:

۱- برتری این جدول این است که عناصر با عدد اتمی بالاتر از ۱۱۸ نیز طبقه‌بندی می شوند. (تا کنون تا عنصر ۱۲۱ در آزمایشگاه به طور مصنوعی ساخته شده است) و می‌توان تا عنصر ۱۷۰ را در آن جای داد

۲- برخلاف جدول تناوبی (مندلیف) این جدول براساس دوره نبوده بلکه براساس ترتیب پرشدن زیرلایه است.

۳- عناصر دسته S در انتهای هر دوره و در سمت راست قرار می گیرند.

۴- شامل ۳۲ گروه و ۸ دوره می باشد. (با توجه به ۱۱۸ عنصر)

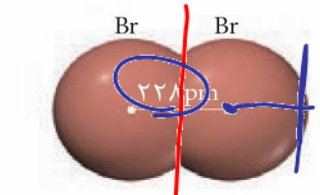
۵- در هر دوره n+l زیر لایه آخر همه عناصر یکساله است.

۶- از عنصر ۱۲۱ به بعد زیر لایه 5g الکترون می‌گیرد

طول پیوند کووالانسی و شعاع اتمی

- به فاصله هسته دو اتم درگیر پیوند کووالانسی، «طول پیوند کوالانسی» گویند.

- به نصف طول پیوند کووالانسی در پیوندی جور هسته، «شعاع اتمی» گویند. به عنوان مثال شعاع اتمی Br برابر با ۱۱۴ پیکومتر است:



$$\text{شعاع اتم برم} = \frac{۲۲۸\ \text{pm}}{۲} = ۱۱۴\ \text{pm}$$

- شعاع اتمی بر حسب نانومتر و یا پیکو متر بیان می‌شود.

$$1\text{n.m} = ۱۰^{-۹}\text{m} \qquad ۱\text{p.m} = ۱۰^{-۱۲}\text{m}$$

نکته: در گازهای نجیب و فلزات (به دلیل عدم ایجاد پیوند کووالانسی) ، به نصف فاصله دو اتم مماس برهم « شعاع اتمی» گویند.

$$\text{شعاع اتمی } Na = \frac{۳۷۲}{۲} = ۱۸۶\text{pm}$$

مثال: اگر طول پیوندهای $H-Cl$ و $H-H$ به ترتیب ۱۳۶ و ۷۴ پیکو متر باشد، شعاع اتمی کلر چند پیکو متر است؟

مقایسه شعاع اتم و یون‌ها

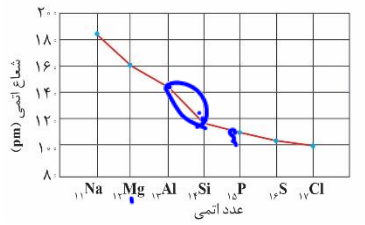
- ✓ اولویت ۱: هر چه تعداد لایه ↑ ⇐ شعاع اتم یا یون ↑ $_{19}K > _{8}O^{2-}$
- ✓ اولویت ۲: هر چه تعداد پروتون ↓ ⇐ شعاع اتم یا یون ↑ $_{17}Cl > _{19}K^{+}$
- ✓ اولویت ۳: هر چه تعداد الکترون ↑ ⇐ شعاع اتم یا یون ↑ $_{9}F^{-} > _{9}F$

مثال: گونه‌های زیر را از نظر شعاع مرتب کنید.

$$_{3}li^{+} \quad _{1}H \quad _{12}Mg^{2+} \quad _{8}O^{2-} \quad _{16}S \quad _{17}Cl^{-}$$

روند تغییرات شعاع اتمی در یک دوره

چون در یک دوره تعداد لایه عناصر ثابت است؛ با افزایش تعداد پروتون از چپ به راست، شعاع اتمی نیز کاهش می‌یابد. در یک دوره بیشترین افت شعاع اتمی بین عناصر گروه ۱۳ و ۱۴ است.

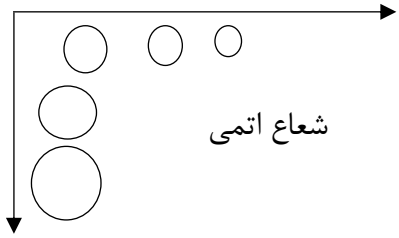


نکته ۱: بیشترین افت شعاع: بین Al و Si

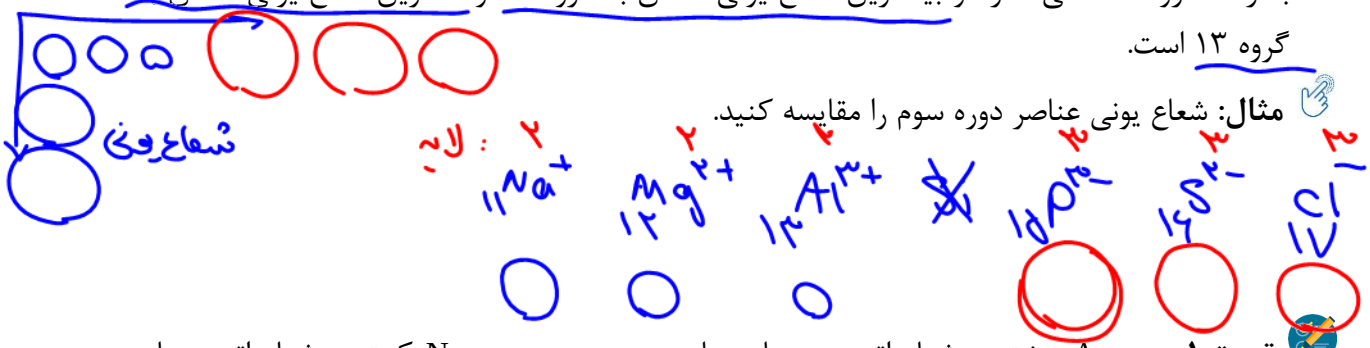
نکته ۲: تفاوت شعاع اتمی دو عنصر متوالی در سمت چپ تر، بیشتر از دو عنصر سمت راست تر است

روند تغییرات شعاع اتمی در یک گروه

از بالا به پایین با افزایش تعداد لایه عنصرها ، شعاع اتمی نیز افزایش می‌یابد.



نکته: شعاع یونی عناصر یک گروه نیز از بالا به پایین افزایش می‌یابد. اما شعاع یونی در یک دوره از چپ به راست روند منظمی ندارد و بیشترین شعاع یونی متعلق به گروه ۱۵ و کمترین شعاع یونی متعلق به گروه ۱۳ است.



مثال: شعاع یونی عناصر دوره سوم را مقایسه کنید.

$_{11}Na^{+}$ $_{12}Mg^{2+}$ $_{13}Al^{3+}$ $_{15}P^{3-}$ $_{16}S^{2-}$ $_{17}Cl^{-}$

تست ۱: عنصر A بیشترین شعاع اتمی در میان عناصر دوره سوم و عنصر N کمترین شعاع اتمی میان عناصر دوره چهارم را دارا هستند. تفاوت عدد اتمی این عنصر چند است؟

۱) ۲۴ ۲) ۲۳ ۳) ۱۴ ۴) ۱۳

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

۱) تفاوت شعاع اتمی Mg و Al بیشتر از این تفاوت در S و Cl است.

۲) شعاع اتمی نافلزهای دوره سوم بیشتر از شعاع اتمی شبه فلز این دوره است.

۳) بیشترین تفاوت شعاع یونی در عناصر دوره سوم بین $_{13}Al^{3+}$ و $_{15}P^{3-}$ است.

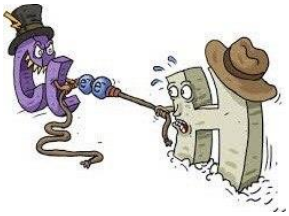
۴) شعاع یونی $_{20}Ca^{2+}$ کمتر از شعاع یونی $_{17}Cl^{-}$ است.

خاصیت فلزی

هر چه تمایل یک عنصر برای از دست دادن الکترون بیشتر باشد، عنصر فلزتر می‌باشد. بنابراین شعاع اتمی و خاصیت فلزی رابطه مستقیم دارند.

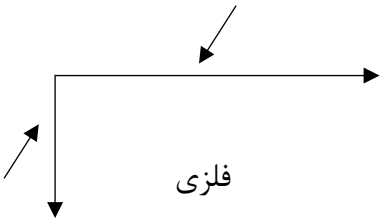
به عبارتی بیشترین خاصیت فلزی در یک دوره متعلق به گروه یک، و بیشترین خاصیت فلزی در یک گروه متعلق به عنصر دوره ی ۷ می‌باشد.

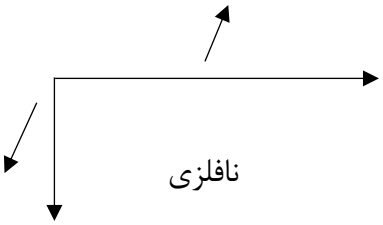
خاصیت نافلزی



هر چه تمایل عنصر برای گرفتن الکترون بیشتر باشد، عنصر نافلزتر است. بنابراین شعاع اتمی و خاصیت نافلزی رابطه وارونه دارند.

به عبارتی نافلزترین عنصر در یک دوره ، عنصر گروه ۱۷ ، و نافلزترین عنصر در یک گروه ، عنصر دوره دوم است.

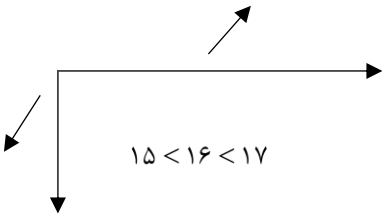




جمع بندی: هر چه عنصر سمت چپ‌تر و پایین‌تر باشد، خاصیت فلزی بیشتر دارد (Cs, Fr) و هر چه سمت راست‌تر باشد و بالاتر باشد، خاصیت نافلزی بیشتر دارد (F) .

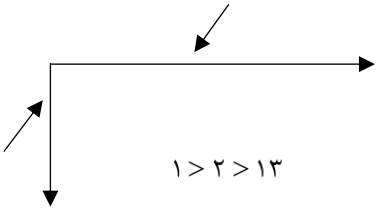
فعالیت (واکنش پذیری) گروه‌های نافلزی:

$(۱۵,۱۶,۱۷)$



فعالیت (واکنش پذیری) گروه‌های فلزی:

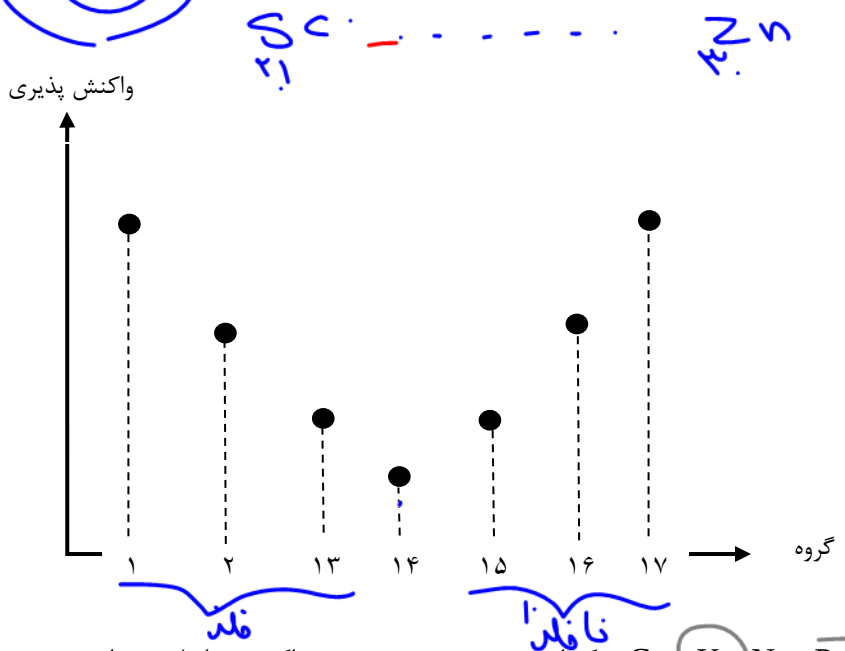
$(۱,۲,۱۳)$

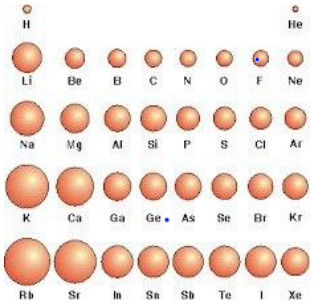


Dr. Hassan Palouei

نکته: در عناصر واسطه روند تغییرات شعاع اتمی، یونی، واکنش پذیری و... همدان سفر سبز

بررسی واکنش پذیری(فعالیت شیمیایی) عناصر یک دوره:





تست: در میان عناصر $O_{۸}$ ،$S_{۱۶}$ ،$P_{۱۵}$ ،$Na_{۱۱}$ ،$K_{۱۹}$ ،$Ca_{۲۰}$ کدام دو عنصر سریع‌ترین واکنش را با هم دارند و کدام دو عنصر آهسته‌ترین واکنش بین فلز و نافلز را دارند؟

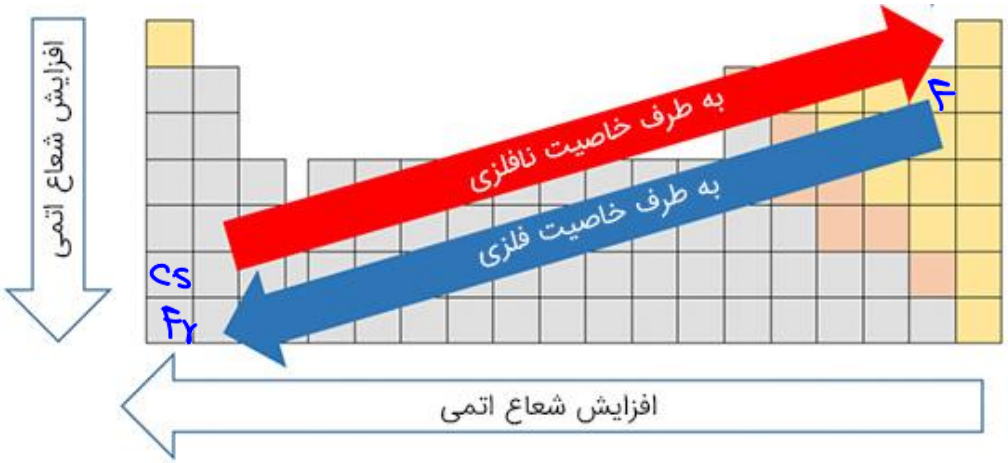
۱) $Ca, P - K, O$

۲) $Na, Cl - K, O$

۳) $Ca, P - K, P$

۴) $Na, Cl - K, P$

نکته: از نشانه های تغییر شیمیایی(واکنش)،می‌توان به تولید نور،گرما،تشکیل رسوب و خروج گاز اشاره کرد.هرچه سرعت و شدت این تغییرات بیشتر باشد،اصولاً واکنش پذیری بیشتر است.



بررسی عناصر گروه اول(فلزات قلیایی)

۱- آرایش الکترونی آن ها به ns^1 ختم می‌شود.
۲- با از دست دادن یک الکترون و تبدیل به یون M^+ به آرایش گاز نجیب دوره قبل می رسند.
۳- واکنش پذیرترین فلزات بوده و به حالت عنصری(آزاد) در طبیعت وجود ندارند (به دلیل واکنش پذیری زیاد زیر نفت نگهداری می کنند تا با اکسیژن هوا واکنش ندهند).
۴- از بالا به پایین و با افزایش شعاع اتمی،واکنش پذیری آن ها (از دست دادن الکترون) افزایش می‌یابد.
۵- همگی آن ها فقط امکان ایجاد پیوند یونی دارند.
۶- دمای ذوب و جوش و سختی پایین داشته و نرم بوده به حدی که حتی با چاقو بریده می شوند و سطح آنها به سرعت تیره می شود.

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به جایگاه عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم (**فلزهای قلیایی**[1]) در جدول دوره‌ای، پیش‌بینی کنید در واکنش با گاز کلر، اتم‌های کدام‌یک آسان‌تر الکترون از دست خواهد داد؟ چرا؟

۲ـ تصویر زیر واکنش این فلزها با گاز کلر را در شرایط یکسان نشان می‌دهد. آیا داده‌های این تصویر پیش‌بینی شما را تأیید می‌کند؟ (راهنمایی: هرچه ماده‌ای سریع‌تر و شدیدتر واکنش بدهد، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد).

الف) لیتیم　　ب) سدیم　　پ) پتاسیم

۳ـ به نظر شما آیا جملهٔ «هرچه شعاع اتمی یک فلز بزرگ‌تر باشد، آسان‌تر الکترون از دست می‌دهد» درست است؟ چرا؟

۴ـ جدول زیر را کامل کنید و توضیح دهید بین شمار لایه‌های الکترونی با شعاع اتم چه رابطه‌ای وجود دارد.

نماد شیمیایی عنصر	${}_{3}Li$	${}_{11}Na$	${}_{19}K$
آرایش الکترونی فشرده			
تعداد آخرین زیرلایه			
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم			
شعاع اتمی (pm)	۱۵۲	۱۸۶	۲۳۱

تست: چه تعداد از کمیت های زیر در فلزات قلیایی از بالا به پایین افزایش می‌یابد؟

عدد اتمی_شعاع اتمی_شعاع یونی_خاصیت نافلزی_شدت تولید نور در واکنش با گاز کلر_تمایل به تبدیل شدن به کاتیون_جاذبه هسته روی الکترون های ظرفیتی_تعداد الکترون لایه ظرفیت_تعداد الکترون با L=0

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

بررسی عناصر گروه دوم (فلزات قلیایی خاکی)

۱- آرایش الکترونی آن ها به ns2 ختم می‌شود.

۲- غیر از Be با از دست دادن دو الکترون و تبدیل به یون M^{2+} به آرایش گاز نجیب دوره قبل می رسند.

۳- بعد از عناصر دوره اول، واکنش پذیرترین فلز در دوره خود بوده و به حالت عنصری در طبیعت یافت نمی شوند.

۴- از بالا به پایین و با افزایش شعاع اتمی، تمایل به از دست دادن الکترون (فعالیت شیمیایی) آنها افزایش می‌یابد.

۵- همه آنها فقط امکان تشکیل پیوند یونی را دارند (غیر از Be که فقط پیوند اشتراکی ایجاد کرده و کاتیون ایجاد نمی‌کند)

با هم بیندیشیم

با توجه به جدول زیر، پیش‌بینی کنید اتم کدام‌یک از فلزهای گروه دوم (**فلزهای قلیایی خاکی**[۲]) جدول دوره‌ای در واکنش با نافلزها، آسان‌تر به کاتیون M^{2+} تبدیل می‌شود. چرا؟

نام و نماد شیمیایی فلز	Mg (منیزیم)	Ca (کلسیم)	Sr (استرانسیم)
شعاع اتمی (pm)	۱۶۰	۱۹۷	۲۱۵

تست: چه تعداد از مطالب زیر در مورد فلزات قلیایی خاکی درست است؟

- از بالا به پایین شعاع اتمی ، شعاع یونی و فعالیت شیمیایی و تعداد الکترون لایه ظرفیت افزایش می‌یابد.
- شعاع یونی، شعاع اتمی و فعالیت شیمیایی کمتری نسبت به فلز قلیایی هم دوره خود دارند.
- همه آنها با برم ترکیب یونی با فرمول MBr_2 ایجاد می‌کنند.
- تفاوت عدد اتمی اولین و آخرین عنصر این گروه ۸۴ می‌باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

بررسی عناصر گروه ۱۷ (هالوژن‌ها)

در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودروها، از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

۱- آرایش الکترونی لایه ظرفیت $ns^2\ np^5$ می‌باشد.

۲- غیر از استاتین مابقی آنها نافلز بوده و بیشترین خصلت نافلزی در دوره خود را دارا هستند.

۳- در واکنش با نافلزات دیگر و شبه فلزات با اشتراک الکترون و ایجاد پیوند اشتراکی به آرایش گاز نجیب بعد از خود (در همان تناوب) می‌رسند. و در واکنش با فلزات با گرفتن یک الکترون به یون M^- (هالید) تبدیل می‌شوند و باز هم به آرایش گاز نجیب بعد از خود می‌رسند (پیوند یونی).

۴- در حالت آزاد(عنصری) دو اتمی هستند: F_2, Cl_2, Br_2, I_2

۵- فلوئور و کلر در دمای معمولی گازی و برم مایع و ید جامد است. (کلر گازی زرد رنگ و برم مایعی قرمز است.) . به عبارتی با افزایش جرم مولکولی نیروی بین مولکولی افزایش یافته و دمای ذوب و جوش آنها افزایش می‌یابد.

۶- از بالا به پایین با افزایش شعاع اتمی، واکنش پذیری آنها کاهش می‌یابد. (خصلت نافلزی با شعاع اتمی رابطه عکس دارد)

خود را بیازمایید

الف) جدول زیر را کامل کنید.

نماد شیمیایی عنصر	$_{9}F$	$_{17}Cl$	$_{35}Br$
آرایش الکترونی فشرده			
نماد آخرین زیرلایه			
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم			
شعاع اتمی (pm)	۷۱	۹۹	۱۱۴

ب) پیش‌بینی کنید در شرایط یکسان کدام هالوژن واکنش‌پذیرتر است. چرا؟

پ) در جدول زیر شرایط واکنش این نافلزها با گاز هیدروژن نشان داده شده است. با توجه به آن، مشخص کنید آیا پیش‌بینی شما درست است.

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای ۲۰۰°C- به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای ۲۰۰°C واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از ۴۰۰°C واکنش می‌دهد.

ت) توضیح دهید خصلت نافلزی با شعاع اتمی چه رابطه‌ای دارد.

تست۱: در گروه هالوژن‌ها با افزایش عدد اتمی چه تعداد از کمیت‌های زیر افزایش می‌یابد؟

شعاع اتمی – شعاع یونی – تعداد لایه – تعداد زیر لایه – تعداد الکترون ظرفیتی – دمای ذوب و جوش – نیروهای بین مولکولی – فعالیت شیمیایی – تمایل به گرفتن الکترون – بار یون هالید

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

تست۲: با توجه به جدول زیر چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

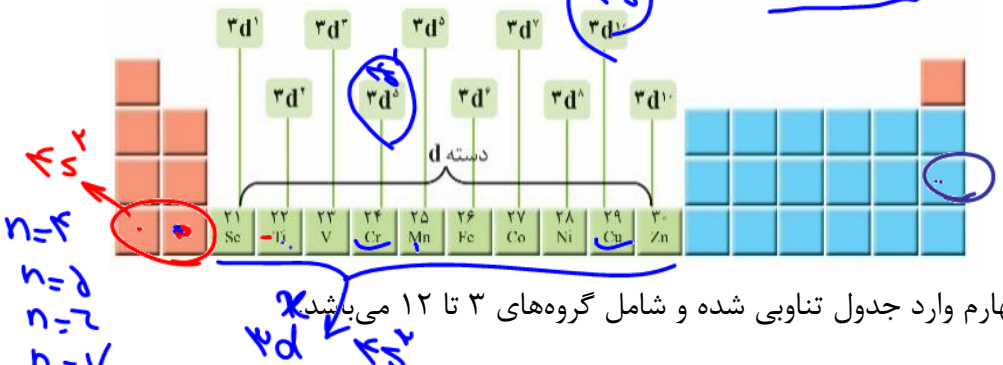
گروه / دوره	۱	۲	۱۴	۱۵	۱۶
۲				D	E
۳	A	B	C	F	
۴	C				

- شعاع اتمی: $C > B > A > F$
- شعاع یونی: $C > B > A > F$
- خصلت نافلزی: $A < F < D < E$
- سرعت واکنش با عنصر D: $C > B > A$
- تمایل به تشکیل پیوند یونی: $E > F > D$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

عناصر دسته d (فلزات واسطه) (۴۰عنصر)

۱- آخرین الکترون آنها در زیر لایه d وارد می‌شود و غیر از عناصری مانند $_{24}Cr$، $_{29}Cu$ و $_{42}Mo$ آرایش لایه ظرفیت آنها به شکل $(n-1)d^x, ns^2$ می‌باشد.



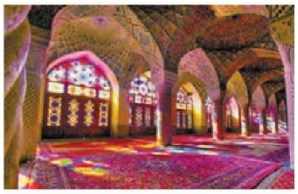
۲- از دوره چهارم وارد جدول تناوبی شده و شامل گروه‌های ۳ تا ۱۲ می‌باشد.

۳- ویژگی عمومی فلزات مانند رسانایی گرمایی و الکتریکی، جلای فلزی و چکش خواری، تمایل به از دست دادن الکترون در واکنش‌ها را دارا هستند. (تشکیل پیوند یونی)

۴- نسبت به فلزات اصلی (دسته s و p)، دمای ذوب و جوش و سختی بیشتر دارند (غیر از جیوه) اما واکنش پذیری آنها کمتر می‌باشد.

۵- اغلب آنها بیش از یک یون پایدار بوده و این یون‌ها معمولا به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند. (غیر از Sc^{3+}, Ti^{4+}, V^{5+} و ...)

۶- اغلب یون‌های فلزات واسطه بر خلاف یون‌های فلزات اصلی، رنگی بوده، در نتیجه اغلب ترکیباتی که دارای یون‌های فلزات واسطه هستند رنگ خاص داشته و وجود آنها در سنگ‌های قیمتی و شیشه‌های رنگی و .... باعث رنگ و زیبایی خاص می‌شود:



فیروزه: آبی

یاقوت : قرمز

زمرد: سبز

۷- با توجه به این که زیر لایه ns در فاصله دورتری از هسته نسبت به زیرلایه $(n-1)d$ قرار گرفته است، در نتیجه هنگام از دست دادن الکترون در عنصرهای واسطه، ابتدا از زیرلایه ns الکترون جدا می‌شود؛ به عبارتی اکثر کاتیون‌های واسطه به آرایش الکترونی $(n-1)d$ ختم شده و الکترون‌های زیر لایه ns لایه ظرفیت خود را از دست داده‌اند. (غیر از کاتیون‌هایی که به آرایش گاز نجیب رسیده‌اند مانند Sc^{3+})

$$_{23}V:[_{18}Ar]3d^3 4s^2 \longrightarrow {}_{23}V^{3+}:[_{18}Ar]3d^2$$

۸- کاتیون‌های فلزات واسطه دوره چهارم (عدد اتمی ۲۱ تا ۳۰) و نام یون مربوطه

Sc^{3+} Ti^{2+} V^{2+} Cr^{2+} Mn^{2+} Fe^{2+} Co^{2+} Ni^{2+} Cu^{+} Zn^{2+}

V^{3+} Cr^{3+} Mn^{3+} Fe^{3+} Co^{3+} Ni^{3+} Cu^{2+}

Ti^{4+} V^{4+}

V^{5+}

۹- اسکاندیوم برای ساخت وسایل خانه مانند تلوزیون رنگی و برخی شیشه‌ها استفاده می‌شود.

خود را بیازمایید

۱ـ اسکاندیم ($_{21}Sc$)، نخستین فلز واسطه در جدول دوره‌ای است که در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها وجود دارد.

الف) آرایش الکترونی اتم آن را بنویسید.

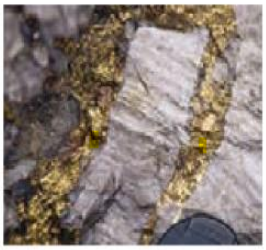
ب) کاتیون این فلز در ترکیب‌هایش، سه بار مثبت دارد. آرایش الکترونی فشرده کاتیون اسکاندیم را رسم کنید.

۲ـ جدول زیر را کامل کنید.

نماد فلز / یون	آرایش الکترونی	نماد فلز / یون	آرایش الکترونی
$_{23}V$	$[Ar]\,3d^3\,4s^2$	$_{24}Cr$	[Ar] ...
V^{2+}	[Ar] ...	Cr^{2+}	$[Ar]\,3d^4$
V^{3+}	[Ar] ...	Cr^{3+}	[Ar] ...

Dr. Hassan Palouei

طلا (Au) :


رگه‌های طلا در طبیعت

۱- فلزی واسطه و متعلق به دوره ۶ بوده که به دلیل نرم و چکش خوار بودن بی‌نظیر آن می‌توان ورقه‌های بسیار نازک یا سیم‌های بسیار نازک از آن ساخت.

۲- رسانایی الکتریکی بسیار بالایی دارد که در شرایط دمایی گوناگون نیز آن را حفظ می‌کند.

۳- در میان فلزات کمترین واکنش پذیری را داشته و با مواد موجود در طبیعت واکنش نداده و به حالت عنصری در طبیعت وجود دارد و تنها فلزی است که به شکل کلوخه یا رگه‌های زرد رنگ در خاک یافت می‌شود.

عنصرها به چه شکلی در طبیعت وجود دارند؟

- اغلب عنصرها به دلیل واکنش با عناصر دیگر به حالت عنصری در طبیعت وجود نداشته و فقط به حالت ترکیب دیده می‌شوند.

به عنوان مثال کلسیم بیشتر به شکل کلسیم کربنات $(CaCO_3)$ که کانی سفید است دیده می‌شود.

سدیم بیشتر به شکل سدیم کلرید $(NaCl)$ که کانی سفید رنگ است یافت می‌شود.

و یا منگنز بیشتر در ترکیب منگنز II کربنات $(MnCO_3)$ که کانی صورتی رنگ است و آهن بیشتر به شکل اکسید آن (اکثرا Fe_2O_3) یافت می‌شود.

نمونه‌هایی از کانی‌ها (کلسیم کربنات، سدیم کلرید، منگنز (II) کربنات، گوگرد). فرمول شیمیایی هر یک از این مواد را بنویسید.

- برخی عناصر به شکل عنصری (آزاد) نیز یافت می‌شوند، نافلزاتی مانند اکسیژن (O_2) ، نیتروژن (N_2) یا گوگرد و گازهای نجیب و نیز فلزاتی مانند طلا ، نقره، مس و پلاتین.

تست۱: چه تعداد از مطالب زیر در مورد فلزات واسطه درست است؟

- همانند فلزات دسته s و p فقط به شکل ترکیب در طبیعت یافت می‌شوند.
- بر خلاف فلزات قلیایی که سطح آنها به سرعت با اکسیژن تیره می‌شود ، این فلزات واکنش پذیری کمتری دارند.
- زیر لایه p آخرین لایه آنها پر است.
- عنصرهای واسطه دوره پنجم بین ۱۱ تا ۲۰ الکترون با $L=2$ دارند.
- مجموع $n+L$ الکترون‌های ظرفیت چهارمین فلز واسطه ۲۹ است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست۲: کدام گزینه درست است؟ $(_{28}Ni)$

۱) آرایش الکترونی کاتیون در $NiBr_2$ به شکل $_{18}Ar]3d^7$ است.

۲) عددِ اتمی عنصر واسطه‌ای که تعداد الکترون ۴s و ۳d آن برابر است، ۲۴ می‌باشد.

۳) آرایش الکترونی همه کاتیون‌های فلزات واسطه به زیر لایه d ختم می‌شود.

۴) در فلزات واسطه یک دوره، با افزایش عدد اتمی تعداد الکترون ظرفیتی و بار کاتیون افزایش می‌یابد.

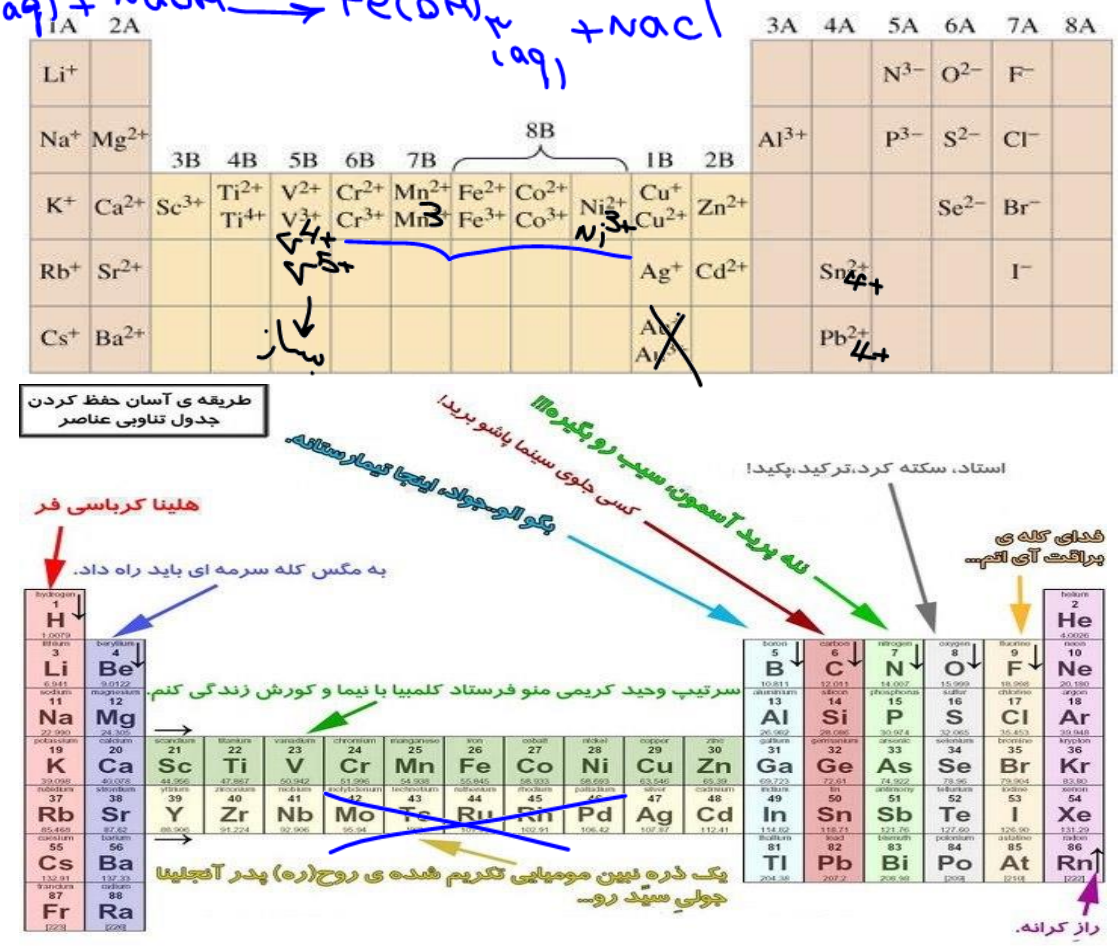
با توجه به اینکه رسوب‌های $Fe(OH)_2$ و $Fe(OH)_3$ به ترتیب سبز تیره و قهوه‌ای (قرمز آجری) هستند می‌توان یون‌های Fe^{2+} و Fe^{3+} موجود در محلول را با اضافه کردن NaOH و تشکیل و یا عدم تشکیل این رسوب‌ها شناسایی کرد.

$$FeCl_{2(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{2(s)} + 2NaCl_{(aq)}$$

$$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{3(s)} + 3NaCl_{(aq)}$$

تولید رسوب آهن (III) هیدروکسید و آهن (II) هیدروکسید

سوال: در زنگ آهن، یون Fe^{2+} وجود دارد یا Fe^{3+} ؟



مقایسه واکنش پذیری فلزات و استخراج فلزات از طبیعت

۱- به طور کلی از نظر تمایل به از دست دادن الکترون و واکنش پذیری:

فلز قلیایی > فلز قلیایی خاکی > گروه ۱۳ > Zn > C > Si > Fe > Cu > Ag > Au

۲- یک واکنش جا به جایی یگانه در صورتی انجام پذیر (خود به خودی به طور طبیعی) است که عنصر واکنش پذیرتر با ترکیب عنصری که واکنش پذیری کمتری دارد وارد واکنش شود:

$2Na + FeO \longrightarrow Fe + 2Na_2O$

$CuSO_4 + Zn \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

$Al + KCl \longrightarrow \times$ واکنش نمی‌دهند.

واکنش ترمیت $2Al + Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

۳- در واکنشی که به طور طبیعی انجام می‌شود:

- واکنش پذیری واکنش دهنده‌ها از فرآورده‌ها بیشتر است،
- پایداری واکنش دهنده‌ها از فرآورده‌ها کمتر است،
- سطح انرژی واکنش دهنده‌ها از فرآورده‌ها بیشتر است.

۴- در واکنش‌های جانشینی یگانه : جای فلز با فلز یا H عوض می‌شود.

جای نافلز با نافلز عوض می‌شود.

۵- در هالوژن‌ها از بالا به پایین واکنش پذیری کاهش می‌یابد:

$2KBr + F_2 \longrightarrow 2KF + Br_2$

$2KBr + I_2 \longrightarrow 2KI + Br_2$ انجام نمی‌شود.

۶- برای استخراج یک عنصر در یک ترکیب شیمیایی، باید از عنصری واکنش پذیرتر استفاده کرد. به عنوان مثال برای استخراج آهن که در طبیعت به شکل سنگ معدن همانیت (Fe_2O_3 ناخالص) وجود دارد، ابتدا ناخالصی‌های آهن III اکسید را جدا می‌کنند و سپس Fe_2O_3 خالص را با عنصری واکنش پذیرتر از آهن واکنش می‌دهند تا Fe به حالت عنصری استخراج شود.

$Fe_2O_3 + 6Na \longrightarrow 2Fe + 3Na_2O$

$2Fe_2O_3 + 3C_{(s)} \longrightarrow 4Fe_{(L)} + 3CO_{2(g)}$

$Fe_2O_{3(s)} + 3CO_{(g)} \longrightarrow 2Fe_{(L)} + 3CO_2$

البته به دلیل گرانتر بودن Na نسبت به C و CO در شرکت‌های تولید فولاد از دو واکنش آخر برای تولید آهن استفاده می‌شود.

۷- هر چه فلزی واکنش پذیرتر باشد استخراج آن دشوارتر است.

مثال: انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش‌های زیر را مشخص کرده و واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها را از نظر پایداری و سطح انرژی مقایسه کنید.

الف) $Fe_2O_3 + K \longrightarrow$

ب) $NaBr + Cl_2 \longrightarrow$

پ) $ZnBr_2 + C \longrightarrow$

ت) $Mg + AgNO_3 \longrightarrow$

ث) $CaBr_2 + K \longrightarrow$

تست ۱: اگر واکنش‌های ۱ و ۲ به طور طبیعی انجام شوند ولی واکنش‌های ۳ و ۴ فرآورده تولید نکنند، کدام مقایسه در مورد پایداری عناصر درست است؟

۱) $Cr + Fe_2O_3 \longrightarrow Cr_2O_3 + Fe$

۲) $Cu + SnO \longrightarrow \times$

۳) $Fe + CuO \longrightarrow FeO + Cu$

۴) $Sn + FeCl_2 \longrightarrow \times$

۱) $Cu > Sn > Fe > Cr$

۲) $Cu < Sn < Fe < Cr$

۳) $Cu < Sn < Cr < Fe$

۴) $Cu > Sn > Cr > Fe$

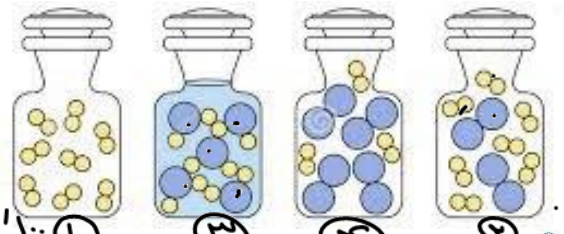
دنیای واقعی واکنش‌ها

درصد خلوص (p)

مقدار گرم ماده ناخالص در ۱۰۰ گرم ماده ناخالص (کل) را درصد خلوص گویند.

$$\text{درصد خلوص (p)} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times ۱۰۰$$

جرم ناخالصی + جرم خالصی = جرم ناخالص (کل)



مثال: $400g$ سدیم نیترات با خلوص ۷۰٪ را به $200g$ سدیم نیترات ۴۰٪ اضافه می‌کنیم. درصد خلوص سدیم نیترات در مخلوط نهایی چند درصد است؟

نکته: هر گاه در مورد جسمی هم صحبت از جرم آن بود و هم صحبت از درصد خلوص آن، جرم مورد نظر ناخالص است.

به عنوان مثال:

۶۰۰ گرم کلسیم ۷۰٪ خلوص

۶۰۰ گرم کلسیم چند درصد خلوص

چند گرم کلسیم ۷۰٪ خلوص

مثال: در ۸۰۰ گرم کلسیم کلرید ناخالص ۲۸۴ گرم کلر وجود دارد. درصد خلوص کلسیم کلرید در این نمونه چند درصد است؟ $\left(Ca = 40, Cl = \frac{35}{\frac{g}{mol}}\right)$

حل مسائل استوکیومتری واکنش وقتی جسم معلوم یا مجهول ناخالص باشند

✓ **روش ۱: با استفاده از کسرهای هم ارز (تناسب)**

یادآوری: کسرهای هم ارز در مسائل:

کسر حجمی گاز	کسر حجمی گاز	کسر تعدادی	کسر جرمی	کسر مولی
چگالی × لیتر	لیتر	تعداد	گرم	مول
جرم مولی × زیروند	حجم مولی × زیروند	$6/02 \times 10^{23}$ × زیروند	جرم مولی × زیروند	زیروند

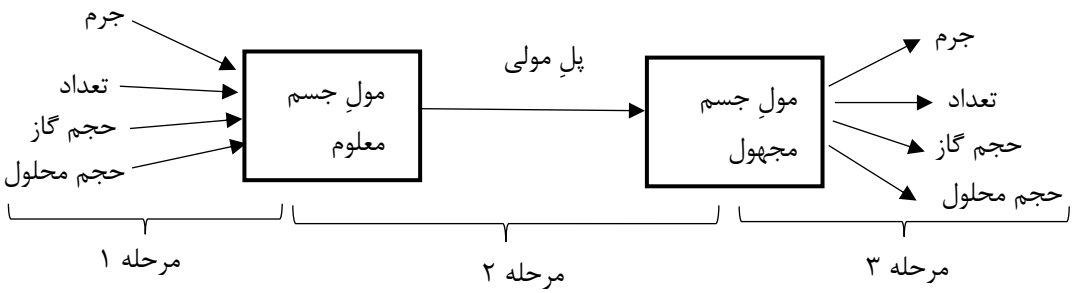
نکته: در حل تستی مسائل درصد خلوص، کافیست در صورت کسر جرمی جسم مورد نظر درصد خلوص را وارد کنیم.

$$\frac{\text{ناخالص } gr \times \frac{P}{100}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}$$

✓ **روش ۲: با استفاده از کسرهای تبدیل (زنجیره ای)**

در روش حل تشریحی (روش زنجیره ای) مسائل استوکیومتری واکنش، مقدار **خالص** جسم معلوم در رابطه استوکیومتری قرار داده می شود و مقدار **خالص** جسم معلوم به دست می آید.

یادآوری: در حل مسائل استوکیومتری به روش زنجیره ای، به طور کلی سه مرحله زیر انجام می شود:



مثال: در اثر مصرف ۱۶۰۰ گرم زنگ آهن با خلوص ۷۵٪ چند لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط متعارفی تولید می‌شود؟ $(Fe = 56, O = 16)$

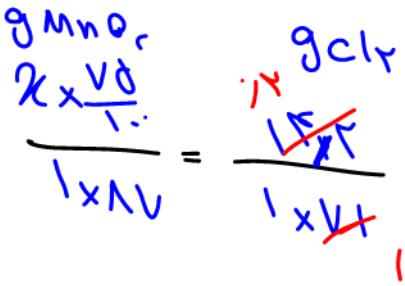
$$1\,Fe_2O_3 + 3\,CO \longrightarrow 2\,Fe + 3\,CO_2$$

$$\frac{1600 \times \frac{75}{100}}{1 \times 160} = \frac{\text{لیتر}}{3 \times 22,4} \longrightarrow \frac{15}{2} = \frac{x}{3 \times 22,4} \qquad x = 5.4 \times 11,2$$

تست ۱: برای تهیه ۱۴/۲ گرم گاز کلر چند گرم MnO_2 با خلوص ۷۵٪ نیاز است؟ (موازنه شود.)

$$MnO_2 + HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O \quad \left(Mn = 55, Cl = \frac{35}{9}, O = 16 g.mol^{-1}\right)$$

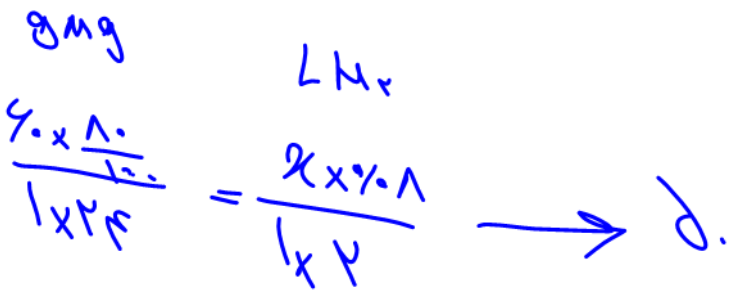
۱) ۲۳/۲ ۲) ۲۸/۵ ۳) ۲۹ ۴) ۳۰/۸



تست ۲: ۶۰ گرم منیزیم با خلوص ۸۰٪ در واکنش با HCL چند لیتر گاز H_2 تولید می‌کند؟ (چگالی گاز هیدروژن $0/08 \frac{g}{L}$ می‌باشد) $(H = 1, Mg = 24)$

$$Mg + HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$$

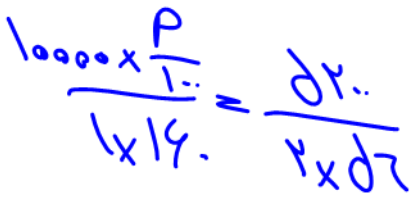
۱) ۵ ۲) ۴/۴۸ ۳) ۴ ۴) ۳/۳۶



تست ۳: از واکنش ۱۰ کیلو گرم آهن III اکسید با گاز کربن مونو اکسید، ۵۲۰۰ گرم آهن به دست می‌آید، درصد خلوص زنگ آهن کدام است؟(موازنه شود.) $(Fe = 56, O = 16)$

$$Fe_2O_3 + CO \longrightarrow Fe + CO_2$$

۱) ٪۳۰ ۲) ٪۷۴ ۳) ٪۲۶ ۴) ٪۱۵



Dr. Hassan Palouei

تست۴: اگر ۸ گرم مس II اکسید در واکنشی با گاز هیدروژن، ۱/۲ گرم کاهش جرم پیدا کند، درصد خلوص مس II اکسید در نمونه اولیه چند درصد بوده است؟ $(Cu = 64, O = 16)$

$$CuO_{(s)} + H_{2(g)} \longrightarrow Cu_{(s)} + H_2O_{(g)}$$

۱) ٪۷۰ ۲) ٪۷۵ ۳) ٪۸۰ ۴) ٪۸۵

تست۵ : ۲۰ گرم از یک نمونه سنگ معدن آهن در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول اسیدی انداخته می‌شود تا یون‌های Fe^{3+} آن به صورت محلول درآیند اگر با افزودن مقداری کافی سدیم هیدروکسید به این محلول، ۵/۳۵ گرم رسوب آهن III هیدروکسید تولید شود درصد جرمی زنگ آهن در این نمونه سنگ معدن کدام است؟(واکنش‌ها موازنه شوند) $(Fe = 56, O = 16, H = 1)$

$$Fe_2O_{3(s)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(L)} + FeCl_{3(aq)}$$
$$FeCl_{3(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{3(s)} + NaCl_{(aq)}$$

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۳۰ ۴) ۱۴

تست ۶ : اگر ٪۵۰ جرم تنه درختی را سلولز $(C_6H_{10}O_5)_n$ تشکیل دهد، چند کیلوگرم زغال با خلوص ٪۹۰ از حرارت دادن ۸۱ کیلو گرم از تنه درخت به دست می‌آید؟ $(H = 1, C = 12, O = 16)$

$$(C_6H_{10}O_5)_{n(s)} \xrightarrow{\text{حرارت}} 6nC_{(s)} + 5nH_2O_{(g)}$$

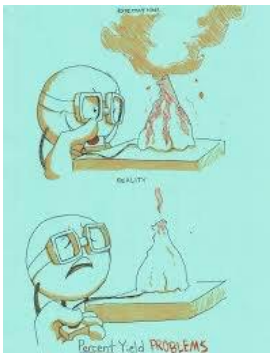
۱) ۱۶/۲ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۲

بازده واکنش‌های شیمیایی

در بسیاری از واکنش‌ها مقدار تولیدی فرآورده‌ها (مقدار عملی) کمتر از مقدار فرآورده‌ای است که انتظار تولید آن می‌رود (مقدار نظری) . که از جمله دلایل آن را می‌توان به عدم واکنش همه مواد با هم یا انجام واکنش‌های ناخواسته و .... دانست.

مقدار نظری: بیشترین مقدار فرآورده تولیدی که می‌توان انتظار تولید آن را داشت.

مقدار عملی: مقدار فرآورده‌ای که در عمل و طی انجام واکنش به دست می‌آید.



بازده درصدی (R):

$$\text{بازده درصدی } (R) = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰$$

نکته: در حل مسائل بازده نیز همانند مسائل درصد خلوص، می توان از دو روش تستی و تشریعی کمک گرفت:

- ✓ **تشریعی:** در روابط استوکیومتری (الگوریتم)، مقدار نظری جسم معلوم قرارداده شده و آنچه به دست می آید نیز مقدار نظری جسم مجهول خواهد بود.
- ✓ **تستی:** کافیست در صورت کسر واکنش دهنده، بازده درصدی را قرار دهیم .

نمونهٔ حل شده

۱ـ یکی از راه‌های تهیهٔ سوخت سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب زمینی و ذرت است. واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز، از جمله واکنش‌هایی است که در این فرایند رخ می‌دهد.

$$C_۶H_{۱۲}O_۶(aq) \longrightarrow ۲\,C_۲H_۵OH(aq) + ۲CO_۲(g)$$

حساب کنید از تخمیر ۱/۵ تن گلوکز موجود در پسماندهای گیاهی، چند تن سوخت سبز (اتانول) تولید می‌شود. بازده واکنش را ۸۰ درصد در نظر بگیرید.

پاسخ:

نخست با توجه به معادله واکنش، باید محاسبه شود چند تن فراورده مورد انتظار است.

$$?\,\text{ton } C_۲H_۵OH = ۱/۵\,\text{ton } C_۶H_{۱۲}O_۶ \times \frac{۱۰۰۰\,\text{kg}}{۱\,\text{ton}} \times \frac{۱۰۰۰\,\text{g}}{۱\,\text{kg}} \times \frac{۱\,\text{mol } C_۶H_{۱۲}O_۶}{۱۸۰\,\text{g } C_۶H_{۱۲}O_۶}$$

$$\times \frac{۲\,\text{mol } C_۲H_۵OH}{۱\,\text{mol } C_۶H_{۱۲}O_۶} \times \frac{۴۶\,\text{g } C_۲H_۵OH}{۱\,\text{mol } C_۲H_۵OH} \times \frac{۱\,\text{kg}}{۱۰۰۰\,\text{g}} \times \frac{۱\,\text{ton}}{۱۰۰۰\,\text{kg}} = ۰/۷۷\,\text{ton } C_۲H_۵OH$$

اینک:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰$$

$$۸۰ = \frac{x}{۰/۷۷} \times ۱۰۰ \rightarrow x = ۰/۶۲\,\text{ton } C_۲H_۵OH$$

تست۱: اگر در تجزیه ۰/۵ مول آلومنیوم سولفات در واکنش موازنه نشده زیر مقدار ۲۸/۸ لیتر فرآورده گازی تولید شود، بازده درصدی واکنش چند درصد است؟ و چند گرم فرآورده جامد به دست می‌آید؟

$(Al = 27, S = 32, O = 16 \quad ، \quad 24 \frac{L}{mol}$ حجم مولی$)$

$$Al_2(SO_4)_{3(s)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)} + SO_{3(g)}$$

۱) ۴۰/۸ ، ۸۰
۲) ۵۰/۱ ، ۸۰
۳) ۴۰/۸ ، ۸۵
۴) ۵۰/۱ ، ۸۵

تست۲: از تخمیر ۱/۵ تن گلوکز موجود در پسماندهای گیاهی، چند تن سوخت سبز (اتانول) تولید می‌شود؟ (بازده ۸۰٪ ، $O = 16, H = 1, C = 12$)

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

۱) ۰/۲۶
۲) ۰/۴۶
۳) ۰/۶۲
۴) ۰/۸۴

تست۳: مقدار Al_2O_3 را که از تجزیه گرمایی ۰/۲ مول آلومنیوم سولفات با بازده ۸۰٪ به دست می‌آید، از واکنش کامل چند گرم آهن III اکسید با مقدار اضافی آلومنیوم می‌توان تهیه کرد؟ $(Fe = 56, Al = 27, O = 16)$

$$Al_2(SO_4)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + SO_3$$
$$Al + Fe_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3 + Fe$$

۱) ۱۸/۵
۲) ۳۲
۳) ۴۸
۴) ۳۲

Dr. Hassan Palouzi

تست ۴: اگر ۲۰/۲ گرم پتاسیم نیترات با حرارت به میزان ۵۰٪ تجزیه شود، جرم جامد باقی‌مانده در ظرف چند گرم است؟ $(K = 39, O = 16, N = 14)$

$$4KNO_{3(s)} \longrightarrow 2K_2O_{(s)} + 2N_{2(g)} + 5O_{2(g)}$$

۱) ۱۹/۶ ۲) ۱۶/۴
۳) ۱۴/۸ ۴) ۱۲/۵

تست ۵: در استخراج آهن توسط کربن، برای تهیه ۸۴ گرم فلز آهن، به چند گرم آهن III اکسید با خلوص ۴۰٪ نیاز است، چنانچه بازده واکنش ۸۰٪ باشد؟ $(Fe = 56, O = 16, C = 12)$

۱) ۲۵۰ ۲) ۷۵۰ ۳) ۳۷۵ ۴) ۱۵۰

تست ۶: اگر بازده واکنش‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۶۰٪ و ۸۰٪ باشد، برای تهیه ۸ گرم تیتانیوم IV اکسید، به چند گرم منیزیم نیاز است؟

$$(1) TiCl_4 + Mg \longrightarrow Ti + MgCl_2$$
$$(2) Fe_2O_3 + Ti \longrightarrow Fe + TiO_2$$

$(Ti = 48, Mg = 24, O = 16)$

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲/۵ ۴) ۲۰

تست ۷: از واکنش ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۴ مولار پتاسیم هیدروکسید با بازده ۸۰٪ به تقریب چند گرم مس II هیدروکسید می‌توان به دست آورد؟

$$2KOH + Cu(NO_3)_2 \longrightarrow 2KNO_3 + Cu(OH)_2$$

$(Cu = 64, O = 16, H = 1)$

۱) ۲ ۲) ۰/۸ ۳) ۱ ۴) ۱/۶

واکنش ترمیت:

$$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(L)} + Q$$

از آهن مذاب تولید شده در واکنش ترمیت برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می‌شود.

این واکنش با تولید گرمای زیاد همراه بوده و دمای فرآورده‌ها بسیار بالا رفته و آهن تولیدی به حالت مذاب در می‌آید. به همین منظور از این واکنش برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می‌شود.

تولید اتانول از تخمیر گلوکز:

اتانول از جمله سوخت‌های سبز می‌باشد (سوخت‌هایی که علاوه بر کربن و هیدروژن دارای اکسیژن نیز هستند) این سوخت‌ها را می‌توان از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌ها به دست آورد:

$$C_6H_{12}O_{6(aq)} \xrightarrow{\text{تخمیر بی هوازی}} 2C_2H_5OH_{(aq)} + 2CO_{2(g)}$$

تولید فلز تیتانیوم (Ti) :

تیتانیوم دومین فلز واسطه بوده که محکم، کم چگال و مقاوم در برابر خوردگی است. به همین دلیل برای ساخت دوچرخه کاربرد وسیع دارد. دارای دو یون Ti^{2+} و Ti^{4+} می‌باشد. این فلز را از واکنش زیر استخراج می‌کنند:

$$TiCl_4 + 2Mg \longrightarrow Ti + 2MgCl_2$$

تولید فلز مس در معدن سرچشمه کرمان:

مس در طبیعت به شکل ترکیب با نافلزاتی مانند گوگرد می‌باشد (CuS):

$$CuS + O_2 \longrightarrow Cu + SO_2$$

استخراج فلزات از گیاهان

در این روش در خاک یا معدنی که فلز مورد نظر درصد جرمی قابل قبولی دارد، گیاهان خاصی که این فلزات را جذب می‌کنند، پرورش می‌دهند. سپس با سوزاندن گیاه از خاکستر آن فلز مورد را جداسازی می‌کنند.
در مورد فلزاتی مانند طلا و مس این روش مقرون به صرفه‌تر از استخراج آنها از معدن می‌باشد (با توجه به درصد این دو فلز در خاکستر نسبت به سنگ معدن و نیز قیمت جهانی و هزینه‌های استخراج)
اما در مورد فلزاتی مانند روی و نیکل این روش صرفه نبوده و این فلزات را از معدن استخراج می‌کنند.

Dr. Hassan Palouzi

گنج‌های اعماق دریا

بستر اقیانوس ها منبعی غنی از منابع فلزی گوناگون است سولفید چند فلز واسطه و نیز کلوخه ها و پوسته‌هایی غنی از فلزاتی مانند منگنز، آهن، نیکل و ... از جمله این منابع هستند.
غلظت بیشتر گونه های فلزی کف دریا نسبت به ذخایر زمینی باعث طرح های استخراج این فلزات از بستر اقیانوس ها شده است.

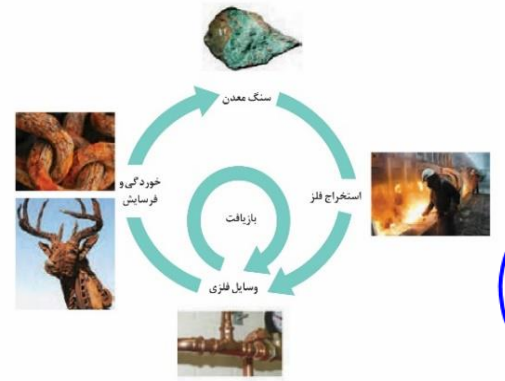
(الف) (ب) (پ)

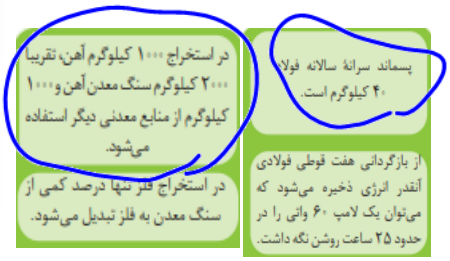
شکل ۱۱ـ الف) جست‌وجو برای شناسایی بستر دریا **ب)** کلوخه‌های غنی از منگنز و دیگر فلزهای واسطه **پ)** ستون‌های سولفیدی

آیا می‌دانید

چرخه استخراج فلز از معدن و بازگشت مجدد آن به طبیعت

به عنوان مثال در مورد آهن که پرکاربردترین فلز می‌باشد، ابتدا از سنگ معدن آن یعنی هماتیت، آهن استخراج شده و ابزار و وسایل آهنی از آن تهیه می‌شود و در نهایت این وسایل با فرسایش و زنگ زدن به طبیعت بازگشته و تبدیل به سنگ معدن می‌شوند.





نکته ۱: در عمل بازیافت از وسایل مستهلک فلزی با صرف انرژی کمتر، آنها را با صرف انرژی و هزینه کمتر و تولید CO_2 کمتر، به فلز عنصری تبدیل می‌کنند.

نکته ۲: توسعه پایدار به معنی تولید یک ماده یا عرضه خدمات با کمترین هزینه اقتصادی و زیست محیطی برای رفاه اجتماعی انسان‌ها می‌باشد. (ایجاد تعادل بین هزینه‌های اقتصادی، زیست محیطی در کنار رفاه اجتماعی.)

نکته ۳: اصولا سرعت استخراج و مصرف فلزات از سرعت جایگزین شدن آنها در طبیعت بیشتر است. بنابراین فلزات جز منابع تجدید ناپذیر محسوب می‌شوند. همین مورد در مورد سوخت‌های فسیلی (نفت و گاز و زغال سنگ) نیز صادق است.

Dr. Hassan Palouei

چرخه عمر

ارزیابی چرخه عمر[1] اصطلاحی است که برای ارزیابی میزان تأثیر یک فراورده بر روی محیط‌زیست در مدت طول عمر آن به‌کار می‌رود. این ارزیابی شامل ارزیابی از چهار مرحله استخراج و تولید مواد خام برای تولید یک فراورده، توزیع، مصرف و دفع آن است. ارزیابی چرخه عمر شامل بررسی و ارزیابی میزان آب و انرژی مصرفی، پایدار بودن فرایند تأمین مواد خام، میزان زباله و پسماند ایجاد شده و سهم حمل و نقل در همه مراحل است.

مراحل چرخه عمر یک فراورده

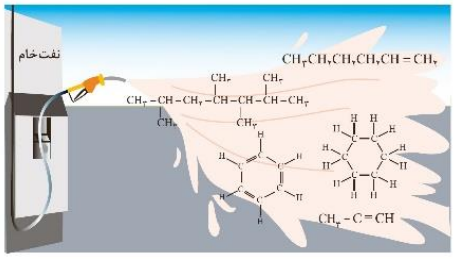
ارزیابی چرخه عمر حاصل تلاش برای یافتن شاخص‌هایی است که کمک می‌کنند صنایع گوناگون در مسیر بهره‌گیری از دانش فنی و تخصصی سازگارتر با محیط‌زیست حرکت کنند و رفتار و عملکرد خود را در مسیر رسیدن به توسعه پایدار اصلاح کنند. جدول زیر مثال ساده‌ای از این چرخه برای یک کیسه پلاستیکی و پاکت کاغذی را نشان می‌دهد.

مراحل چرخه عمر		پاکت کاغذی	کیسه پلاستیکی
استخراج و تولید مواد اولیه و خام	ماده اولیه یا خام چیست؟	درخت	نفت خام
	پایداری تأمین ماده اولیه و خام	نسبتاً پایدار ـ می‌توان تعداد زیادی درخت کاشت	ناپایدار ـ نفت تجدید نشدنی است
	تأثیر تولید ماده خام روی محیط‌زیست	با بریدن درختان زیستگاه جانداران زیادی تخریب می‌شود.	در استخراج نفت خام انرژی زیادی مصرف می‌شود.
	تأثیر حمل و نقل ماده خام روی محیط‌زیست	آلودگی هوا را به دنبال دارد.	سبب آلودگی هوا، خاک و آب می‌شود.
تولید	تأثیر روی محیط‌زیست	در تولید کاغذ آب به مقدار زیاد و برخی مواد شیمیایی مضر برای محیط‌زیست مصرف می‌شود.	در پالایش نفت خام و واکنش پلیمری شدن انرژی زیادی مصرف می‌شود.
مصرف	تأثیر حمل و نقل ماده خام روی محیط‌زیست	سبب آلودگی هوا می‌شود.	سبب آلودگی هوا می‌شود.
دفع	دفن کردن	تجزیه می‌شود اما گاز متان تولید می‌کند که آلاینده هوا است.	تجزیه نمی‌شود و در زمین برای سالیان طولانی باقی می‌ماند.
	سوزاندن زباله	سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.	سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.
	بازیافت	حمل و نقل پسماندهای کاغذی سبب آلودگی هوا می‌شود.	حمل و نقل پسماندهای پلاستیکی و ذوب کردن آنها انرژی مصرف می‌کند و سبب آلودگی هوا می‌شود.

نفت خام

۱- مایعی غلیظ و سیاه رنگ یا قهوه‌ای (طلای سیاه) است که از فسیل شدن اجساد و بقایای گیاهان و جانوران طی میلیون‌ها تولید شده است.

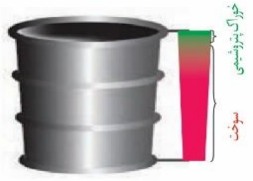
۲- نفت خام مخلوط هزاران ترکیب شیمیایی مانند آب، اسید و نمک‌ها و بخصوص با درصد بالاتر هیدروکربن‌های گوناگون است.



شکل ۱۷ـ برخی هیدروکربن‌های سازنده نفت خام

۳- برای تفکیک هیدروکربن‌های مختلف از هم ابتدا آب و اسید، نمک‌ها را از نفت خام جداسازی کرده و سپس قسمت باقی‌مانده را وارد برج تقطیر کرده و هیدروکربن‌های مختلف را پالایش می‌کنند.

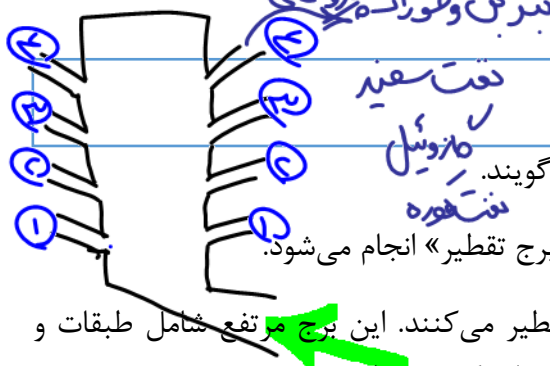
۴- بیشتر از ۹۰٪ نفت در جهان به منظور تامین انرژی مصرف می‌شود. از این ۹۰٪ حدود ۵۰٪ به عنوان سوخت وسایل نقلیه و باقی مانده یعنی ۴۰٪ به عنوان سوخت برای تامین گرما و تولید برق استفاده می‌شود.



۵- کمتر از ۱۰٪ نفت برای تولید الیاف، شوینده، دارو، مواد آرایشی بهداشتی، رنگ و پلاستیک و مواد منفجره و لاستیک در صنایع پتروشیمی مصرف می‌شود.

۶- آلکان‌ها بخش عمده هیدروکربن‌های نفت خام را تشکیل می‌دهند که عمدتا به عنوان سوخت به کار می‌روند.

۷- یکی از مسائل مهم در تامین سوخت، انتقال آن به مراکز توزیع و استفاده آن است. حدود ۶۶ ٪ انتقال سوخت از طریق خط لوله انجام می شود.



پالایش نفت خام به روش تقطیر جز به جز

به جدا کردن هیدروکربن‌های مختلف نفت خام «پالایش» می‌گویند.

۱- پالایش به روش «تقطیر جز به جز» در دستگاهی به نام «برج تقطیر» انجام می‌شود.

۲- ابتدا نفت خام را گرما داده و وارد قسمت پایینی برج تقطیر می‌کنند. این برج مرتفع شامل طبقات و بخش‌های مختلفی است. طبقات پایین‌تر دمای بیشتر و بالاتر دمای کمتری دارند.

۳- مولکول‌های سبک‌تر و فرارتر به راحتی به قسمت‌های بالاتر رفته و به حالت مایع درآمده و از برج خارج می‌شوند. اما مولکول‌های سنگین‌تر و غیر فرارتر در قسمت‌های پایین‌تر برج به حالت مایع درآمده و خارج می‌شوند.

۴- چهار دسته مهم که محصول این جداسازی است، شامل هیدروکربن های زیر می‌شوند:

نفت کوره (پایین‌ترین قسمت) – گازوئیل – نفت سفید – بنزین و خوراک پتروشیمی (قسمت بالایی)

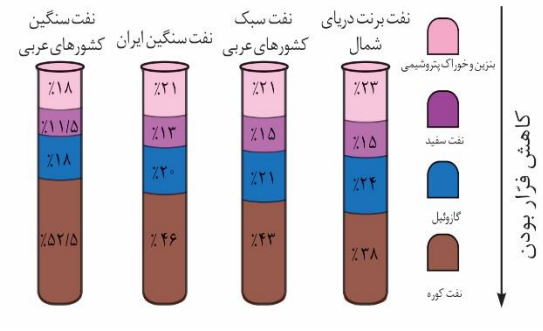
۵- در ترتیب بالا از سمت راست به چپ: جرم مولی و اندازه مولکول و دمای ذوب و جوش کاهش می‌یابد. اما فراریت و ارزش هر مخلوط افزایش می‌یابد.

۶- سوخت هواپیما به طور عمده « نفت سفید» است که شامل آلکان هایی ۱۰ تا ۱۵ کربنه می باشد.

نفت خام سبک و سنگین

۱- نفت خام مناطق مختلف جهان را می‌توان بر اساس چگالی به دو دسته سبک و سنگین دسته بندی کرد.

۲- **نفت خام سبک**: چگالی و گرانروی کمتر داشته و سهم هیدروکربن‌های سبک یعنی بنزین و خوراک پتروشیمی در آن به نسبت نفت سنگین بیشتر بوده و در نتیجه قیمت بالاتری دارد.



۳- **نفت خام سنگین**: چگالی و گرانروی بیشتر داشته و سهم هیدروکربن‌های سبک یعنی بنزین و خوراک پتروشیمی در آن به نسبت نفت سبک کمتر و هیدروکربن-های سنگین یعنی نفت کوره در آن به نسبت نفت سبک بیشتر و در نتیجه قیمت پایین‌تری دارد.

تست۱: روزانه ۸۰ میلیون بشکه نفت خام در دنیا مصرف می‌شود، کدام گزینه نادرست عنوان شده است؟ (هر شبکه نفت خام ۱۵۹ لیتر است.)

۱) مصرف روزانه نفت خام روزانه حدود ۱۲ میلیارد لیتر است.

۲) حدود ۸ میلیون بشکه نفت خام برای تولید الیاف، پارچه، شوینده و کلا مصارف غیر از تامین گرما و برق می‌شود.

۳) روزانه ۳۲ میلیون لیتر از نفت خام برای تامین گرما و انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.

۴) روزانه حدود ۶۴ میلیون بشکه نفت خام برای تامین سوخت خودرو استفاده می شود.

تست۲: کدام گزینه درست است؟

۱) به جدا کردن نمک‌ها، اسیدها و آب موجود در نفت خام پالایش می‌گویند.

۲) دمای قسمت‌های بالایی برج تقطیر کمتر بوده و مولکول‌هایی که در قسمت‌های فوقانی خارج می-شوند جرم مولی و چسبندگی کمتر دارند.

۳) ترتیب جدا شدن هیدروکربن‌ها در برج تقطیر از پایین به بالا به ترتیب شامل بنزین، نفت سفید، گازوئیل و نفت کوره است.

۴) اساس جداسازی هیدروکربن‌های نفت خام در برج تقطیر تفاوت در چگالی آنها است.

Dr. Hassan Palouzi

ترکیبات آلی

۱- اغلب ترکیبات آلی ترکیب مولکولی بوده و در ساختار همه آنها حداقل کربن و هیدروژن وجود دارد.

۲- اصولا برای ساخت آنها نیاز به موجود زنده است و یا از بقایای موجودات زنده تولید می‌شود.

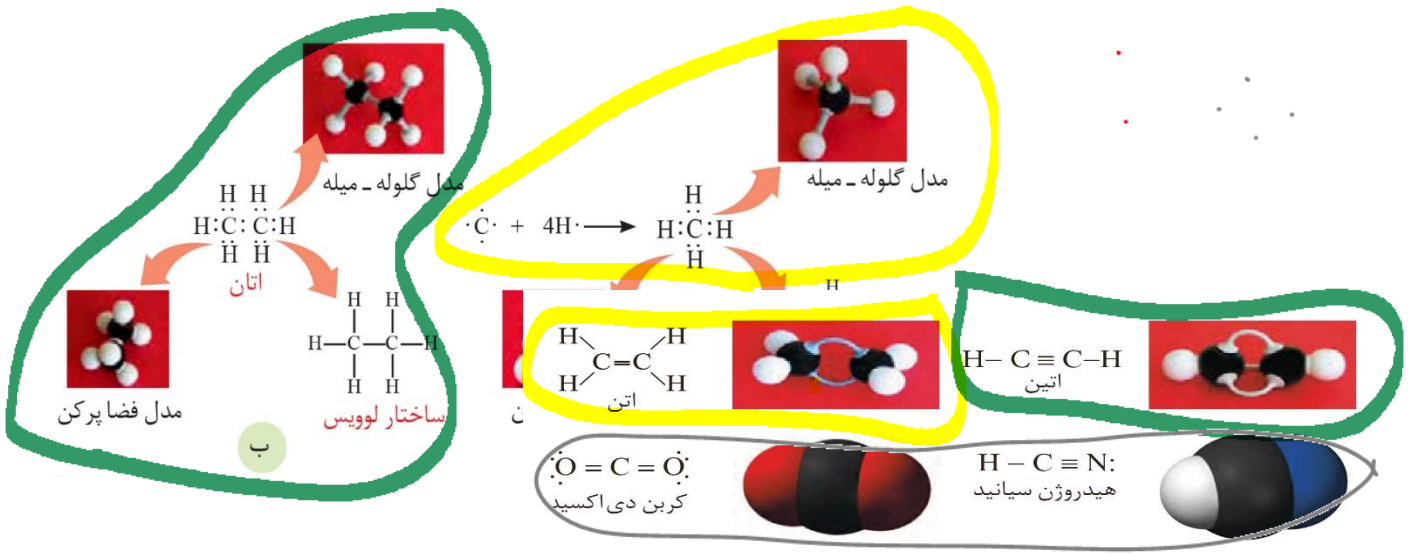
$$CH_4 \, , C_6H_{12}O_6 \, , CH_3NH_2 , \ldots$$

۳- ممکن است یک ترکیب معدنی هم کربن و هم هیدروژن را داشته باشد. H_2CO_3

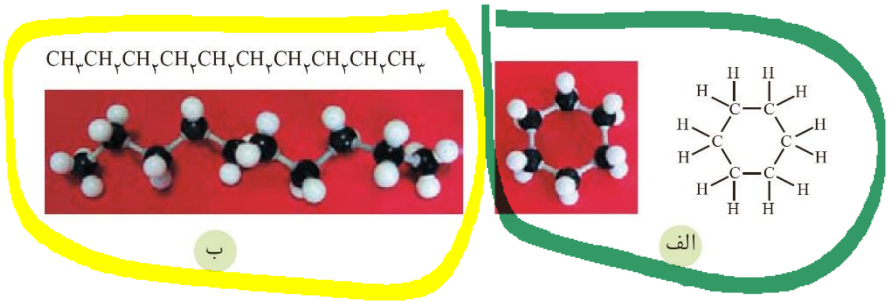
۴- اکثر مواد در دسترس ما که می‌سوزند، ترکیب آلی هستند (غیر از موادی مانند گوگرد ، زغال و ...)

کربن، اساس استخوان بندی هیدروکربن ها

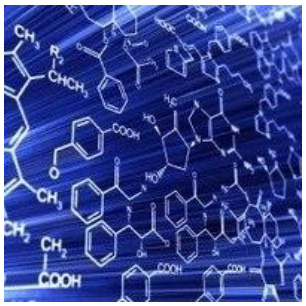
کربن نافلزی با رفتار منحصر به فرد است که تمایل به ایجاد یون در نتیجه ایجاد پیوند یونی نداشته و با چهار الکترون لایه ظرفیت خود تشکیل چهار پیوند کوالانسی با اتم‌های دیگر یا کربن‌های دیگر داده و به این شکل به آرایش هشت‌تایی می‌رسد و پایه گذار همه ترکیبات آلی و تعدادی از ترکیبات معدنی است. ترکیبات کربن از مجموع ترکیبات شناخته شده دیگر عناصر جدول بیشتر است.



شکل ۱۵ـ ساختار لوویس و نمایشی از مولکول برخی ترکیب‌های کربن.

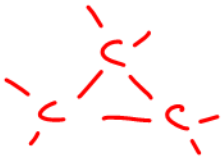


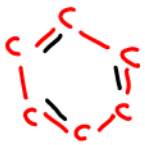
انواع ترکیبات آلی



A) هیدروکربن‌ها

- غیر حلقوی
  - سیر شده : آلکان‌ها : C_nH_{2n+2}
  - سیر نشده
    - آلکن‌ها: C_nH_{2n}
    - آلکین‌ها : C_nH_{2n-2}
- حلقوی (سیکلو)
  - سیر شده : سیکلو آلکان‌ها: C_nH_{2n}
  - سیر نشده
    - سیکلو آلکن‌ها
    - آروماتیک‌ها



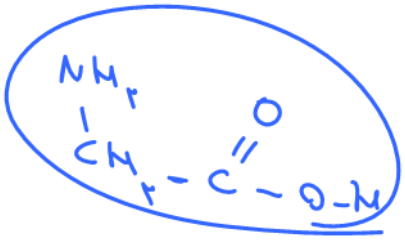


B) ترکیبات اکسیژن دار

- الکل و اتر
- آلدهید و کتون
- اسید و استر

C) ترکیبات نیتروژن دار

- آمین‌ها



D) ترکیبات اکسیژن و نیتروژن‌دار

- آمینو اسیدها
- آمیدها

نکاتی در مورد هیدروکربن‌ها

۱- ناقطبی بوده و در نتیجه گشتاور دو قطبی آنها صفر یا نزدیک صفر می‌باشد و در آب حل نمی‌شوند.

۲- نیروی بین مولکولی آنها از نوع واندروالسی (دو قطبی القایی – دو قطبی القایی) است که با افزایش جرم مولی این نیرو و دمای ذوب و جوش آنها افزایش می‌یابد.

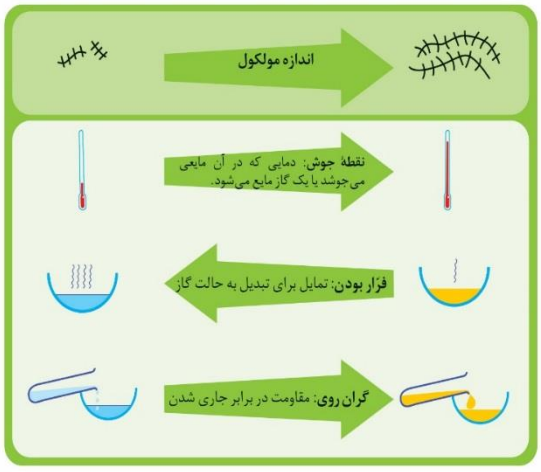
۳- در اثر سوختن کامل هیدروکربن‌ها به تعداد کربن مولکول CO_2، و نصف تعداد هیدروژن آنها H_2O تولید می‌شود.

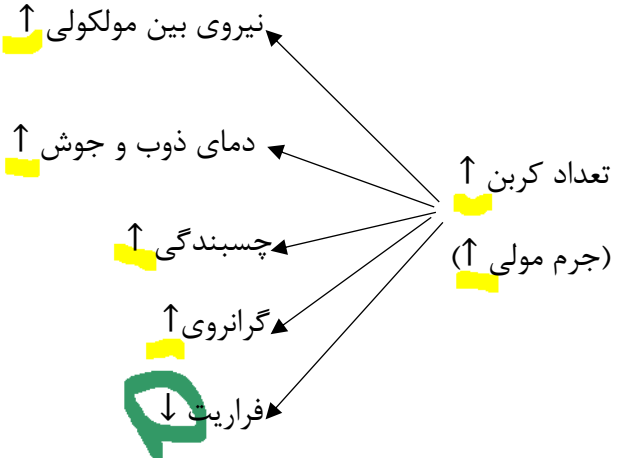
۴- تعداد پیوند کووالانسی در هیدروکربن‌ها = $\frac{\text{تعداد هیدروژن} + \text{تعداد کربن} \times ۴}{۲}$

۵- تعداد پیوند C-H : برابر با تعداد H

۶-عداد پیوند C-C : بستگی به خانواده هیدرو کربن دارد

۷- در هیدروکربن‌های هم خانواده :





۸- گرانروی: مقاومت یک مایع در برابر جاری شدن را گویند.

۹- فراریت : تمایل یک مایع به تبدیل شدن به گاز را گویند.

۱۰- ترکیبات آلی و هیدروکربن‌ها را می‌توان به چند شکل نمایش داد:

فرمول مولکولی، مدل ساختاری، مدل خط – پیوند، مدل فضا پر کن و مدل گلوله – میله

با هم بیندیشیم

الف) با افزایش شمار کربن‌ها، نقطهٔ جوش آلکان‌ها در فشار یک اتمسفر چه تغییری می‌کند؟

ب) پیش‌بینی کنید نقطهٔ جوش کدام آلکان بالاتر است؟

$C_{۱۲}H_{۲۶}$ $C_{۲۱}H_{۴۴}$

پ) در شرایط یکسان کدام آلکان فرارتر است؟ چرا؟

$C_{۱۰}H_{۲۲}$ $C_{۶}H_{۱۴}$

ت) پژوهش‌ها نشان می‌دهد که گشتاور دو قطبی آلکان‌ها حدود صفر است. با این توصیف ولکول‌های این مواد، قطبی یا ناقطبی هستند؟

ث) نیروی بین‌مولکولی در آلکان‌ها از چه نوعی است؟ افزایش شمار اتم‌های کربن بر این نیروها چه اثری دارد؟

ج) چرا با بزرگ‌تر شدن زنجیر کربنی، گران‌روی آلکان افزایش می‌یابد؟

چ) پیش‌بینی کنید کدام ماده چسبنده‌تر است؟ چرا؟

- گریس (با فرمول تقریبی $C_{۱۸}H_{۳۸}$)
- وازلین (با فرمول تقریبی $C_{۲۵}H_{۵۲}$)

خود را بیازمایید

تجربه نشان می‌دهد که گشتاور دو قطبی مولکول‌های سازندهٔ چربی‌ها حدودصفر است. با توجه به آن:

الف) چرا افرادی که با گریس کار می‌کنند دستشان را با بنزین یا نفت (مخلوطی از هیدروکربن‌ها) می‌شویند؟

ب) توضیح دهید چرا پس از شستن دست با بنزین، پوست خشک می‌شود؟

پ) شستن پوست با تماس آن با آلکان‌های مایع در دراز مدت به بافت‌های پوست آسیب می‌رساند. چرا؟

آلکان‌ها

سوخت این فندک، گاز بوتان بوده و تحت فشار پرشده است.

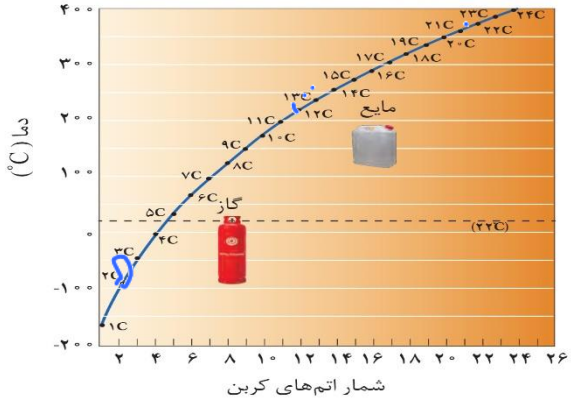
۱- ساده‌ترین ترکیبات آلی بوده که دارای پیوند $C-C$ می‌باشند (غیر از CH_4)

۲- به دلیل نداشتن پیوند سست، میل به واکنش چندانی نداشته و پایدارند و به آنها پارافین یعنی بی‌میل هم گویند و بیشتر در واکنش‌هایی مانند سوختن شرکت می‌کنند.

۳- فرمول عمومی این هیدروکربن‌ها C_nH_{2n+2} می‌باشد و فرمول عمومی جرم آنها $14n+2$ می‌باشد.

۴- همانند سایر هیدروکربن‌ها: ناقطبی بوده و گشتاور دو قطبی آنها صفر یا حدود صفر است. و نیروی بین مولکولی آنها از نوع واندر والسی است که با افزایش تعداد کربن (افزایش جرم مولی) ، این نیرو قوی تر شده و دمای ذوب و جوش افزایش می‌یابد.

۵- نقطه جوش چهار آلکان اول زیر صفر درجه است، به عبارتی در دمای زیر صفر درجه گاز هستند و نیز در دمای اتاق $(22^\circ C)$ از آلکان پنج کربنه (پنتان) و بعد از آن در دمای معمولی مایع یا حتی جامدند.



۶- گریس فرمول مولکولی $C_{18}H_{38}$ و وازلین فرمول مولکولی $C_{25}H_{52}$ دارند. (کار کردن زیاد با این مواد و سایر آلکان های مایع باعث حل شدن چربی پوست در آنها شده و پوست خشک می‌شود.)

۷- به دلیل نامحلول بودن آلکان‌ها در آب، می‌توان سطح فلزات و وسایل را با آنها آغشته کرد تا از رسیدن آب به فلز جلوگیری کرده و مانع اکسایش و خوردگی فلزات شوند. به عنوان مثال فلزات قلیایی را زیر نفت که مخلوطی از هیدروکربن‌ها است نگهداری می‌کنند.

۸- معادله سوختن کامل آلکان‌ها:

$$C_nH_{2n+2}+\frac{3n+1}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2+(n+1)H_2O$$

۹- بیشتر گاز شهری(طبیعی) متان (CH_4) است.

۱۰- گاز فندک بوتان می باشد.

۱۱-تعداد پیوند C-C : n-1

آلکان‌های راست زنجیر و شاخه‌دار

چنانچه اتم‌های کربن آلکان همگی پشت سر هم و همانند یک زنجیر به هم متصل شده باشند به مولکول حاصل آلکان راست زنجیر می‌گویند:

و اگر حداقل یک کربن در زنجیره اصلی نیامده باشد (شاخه فرعی) به مولکول حاصل آلکان شاخه‌دار گویند:

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

CH_3CHCH_3 (CH_3 روی CH)

نام گذاری آلکان‌های راست زنجیر بر اساس قواعد آیوپاک:

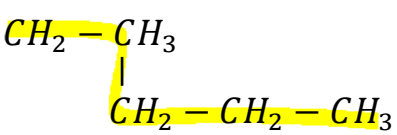
یادآوری: نام اعداد ۱ تا ۱۰ به یونانی:

عدد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نام به یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اکتا	نونا	دکا

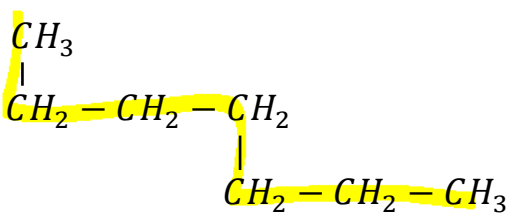
برای نامگذاری آلکان‌های راست زنجیر برای غیر از ۱ تا ۴ کربنه ، با توجه به تعداد کربن بعد از نام اعداد یونانی پسوند «ان» می‌آوریم. برای آلکان‌های ۱ تا ۴ کربنه نیز از پیشوندهایی غیر از نام یونانی استفاده می‌شود.

فرمول مولکولی آلکان	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	C_9H_{20}	$C_{10}H_{22}$
نام آیوپاک	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اکتان	نونان	دکان

مثال:



پنتان



هپتان

تست۱: چه تعداد از مطالب زیر در مورد آلکان‌ها درست است؟ $(C = 12, H = 1)$

- ساده‌ترین عضو این خانواده دارای ۵ اتم بوده و فاقد پیوند کربن – کربن است.
- در آنها هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به اتم‌های کربن کناری متصل است.
- تعداد اتم‌های هیدروژن در آنها از دو برابر تعداد اتم‌های کربن دو واحد بیشتر است.
- فرمول عمومی جرم آنها $14n$ می‌باشد.
- در آلکان‌های راست زنجیر هر کربن به یک یا دو اتم کربن متصل است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست۲: با افزایش تعداد کربن در آلکان‌ها ، چه تعداد از موارد زیر افزایش می‌یابد؟

قدرت نیروی واندروالسی - نقطه جوش – گرانروی – چسبندگی – فرار بودن – نسبت تعداد هیدروژن به کربن

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۳: کدام گزینه نادرست است؟ $(C = 12, H = 1)$

۱) تعداد پیوند اشتراکی در گریس برابر ۵۷ است.

۲) آلکان‌ها نیز همانند چربی‌ها گشتاور دو قطبی صفر یا نزدیک صفر دارند.

۳) شست و شوی پوست با آلکان‌های مایع باعث حل شدن چربی پوست و خشک شدن پوست می‌شود.

۴) تفاوت جرم دو عضو متوالی از خانواده آلکان‌ها برابر ۱۴ گرم است.

تست ۴: از سوختن کامل ۰/۱ مول آلکانی مقدار ۸/۹۶ لیتر گاز CO_2 در شرایط استاندارد تولید می‌شود.

این آلکان چند پیوند کربن – کربن دارد؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

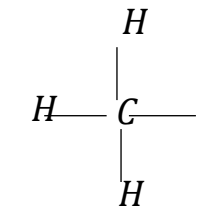
آلکیل (R)

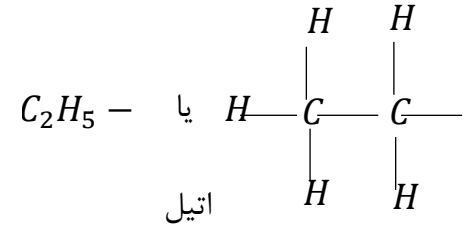
۱- اگر از مولکول آلکان ، یک اتم هیدروژن جدا شود به باقیمانده آلکان، گروه آلکیل گویند. (فرمول عمومی C_nH_{2n+1})

۲- برای نامگذاری آلکیل‌ها، در انتهای نام آلکان هر کربن به جای «ان» پسوند «یل» می‌آوریم.

۳- آلکیل خانواده‌ای از ترکیبات آلی نیست و به تنهایی نمی‌تواند وجود داشته باشد.

۴- دو آلکیل ساده:

CH_3- یا  متیل

C_2H_5- یا  اتیل

آلکیل‌های بعدی به ترتیب پروپیل (C_3H_7-) ، بوتیل (C_4H_9-) و ...

نامگذاری آلکان‌های شاخه‌دار

اگر همه کربن‌ها را نتوان منطبق بر یک خط قرار داد، به آلکان مورد نظر شاخه‌دار گویند.

A) تعیین زنجیر اصلی: زنجیره‌ای که بیشترین تعداد کربن دارد را زنجیره اصلی در نظر می‌گیریم.

B) شماره گذاری کربن‌های زنجیره اصلی: شماره گذاری از طرفی انجام می‌شود که:

اولویت ۱: فاصله تا کربن شاخه‌دار کمتر باشد.

اولویت۲: تعداد شاخه کربن بیشتر باشد.

نکته: به عبارتی از طرفی شماره گذاری می‌کنیم که عدد حاصل شده از شماره کربن‌های شاخه‌دار، عددی کوچکتر باشد.

اولویت ۳: از طرفی که نام شاخه فرعی را طبق الفبای لاتین زودتر بیان می‌کنیم.

C) نوشتن نام آلکان : ابتدا شماره کربن‌هایی که شاخه فرعی به آن متصل است را نوشته و سپس نام آلکان زنجیره اصلی را می‌نویسیم.

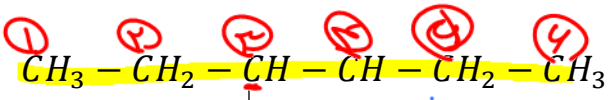
نکته: اگر مولکول مورد نظر دارای چند نوع شاخه فرعی باشد، شاخه‌ها را به ترتیب تقدم حرف اول شاخه بر اساس الفبای لاتین می‌نویسیم، این تقدم به شکل زیر است:

Br (برومو) ⟵ Cl (کلرو) ⟵ C_2H_5 (اتیل) ⟵ F (فلوئورو) ⟵ I (یدو) ⟵ متیل (CH_3)

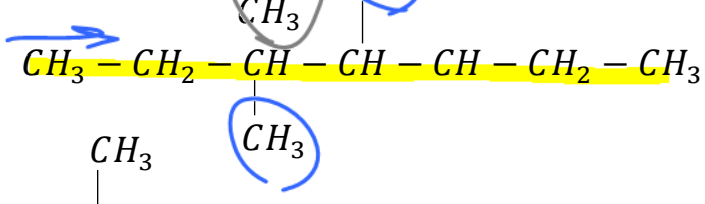
مثال:

۳- اتیل هگزان (C_8H_{18})

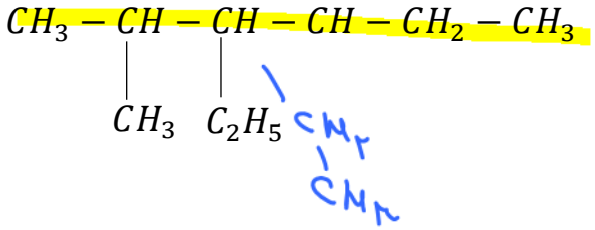
الف)



ب) ۳ و ۴ – دی متیل هپتان (C_9H_{20})

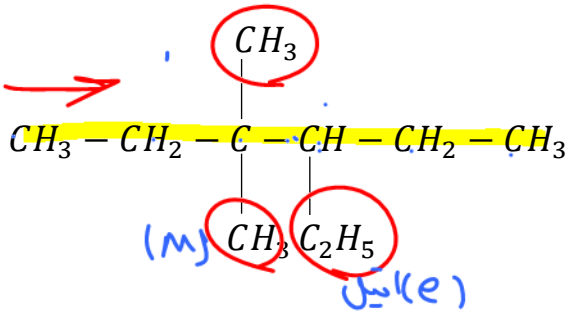


پ)

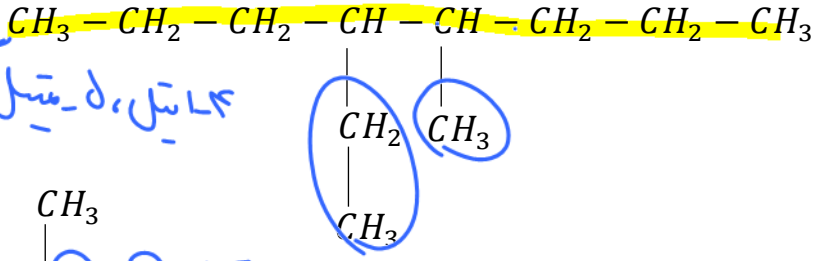


مثال: نام آیوپاک مولکول‌های زیر را نوشته و فرمول مولکولی هر یک را نیز ذکر کنید .(ایزومر چه مولکولی هستند.)

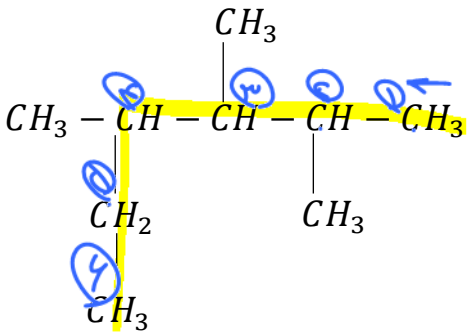
الف)



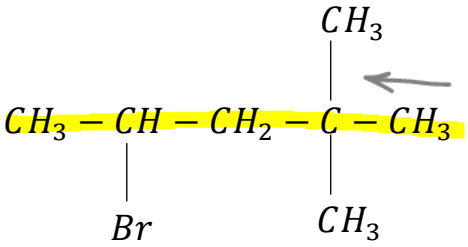
ب)



پ)

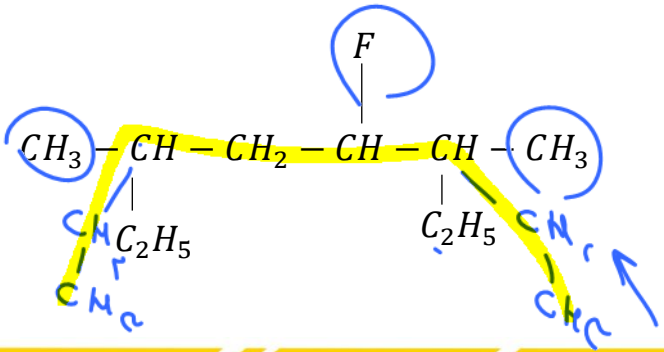


ت)



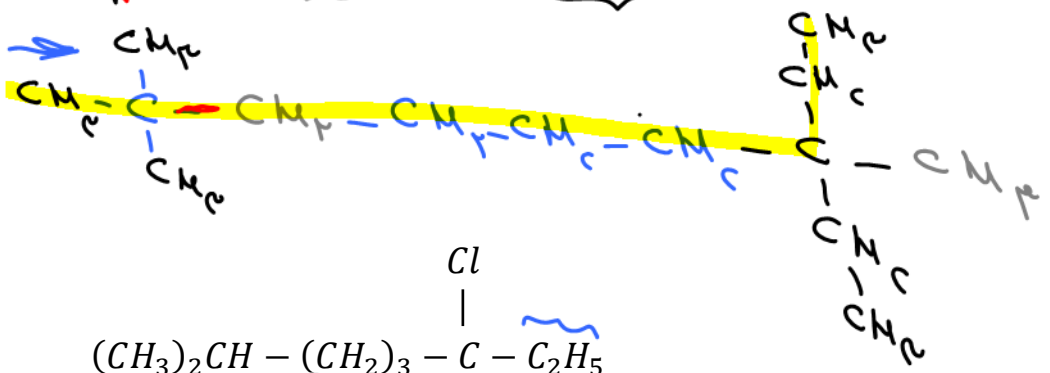
نکته: برای پرهیز از اشتباه در تعیین زنجیره‌ی اصلی، گروه C_2H_5 - را به شکل گسترده در نظر بگیرید. $(CH_3 - CH_2 -)$

ث)

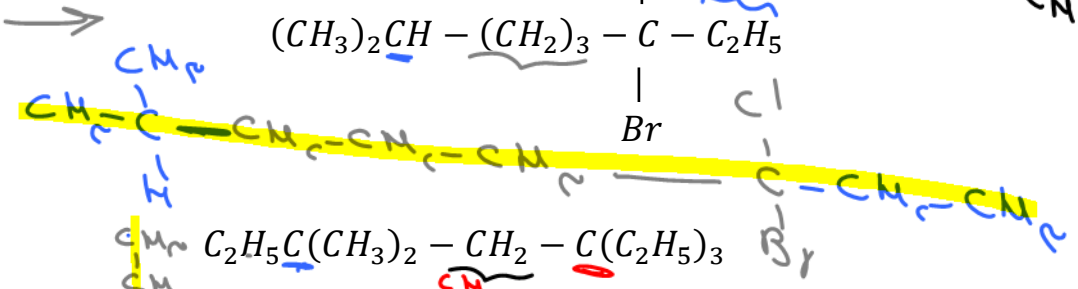


نکته: اگر فرمول نیمه گسترده یک ترکیب آلی را دادند، آن را به شکل گسترده‌تر درمی‌آوریم و سپس نام آن را بیان می‌کنیم. برای اینکار دقت شود که با توجه به ظرفیت کربن (۴) ، گروه‌های CH_3 فقط می‌بایست به یک کربن متصل باشند (انتها می‌آیند.) و گروه‌های CH_2 می‌بایست به دو کربن متصل باشند.(در طول زنجیره اصلی قرار می‌گیرند.)

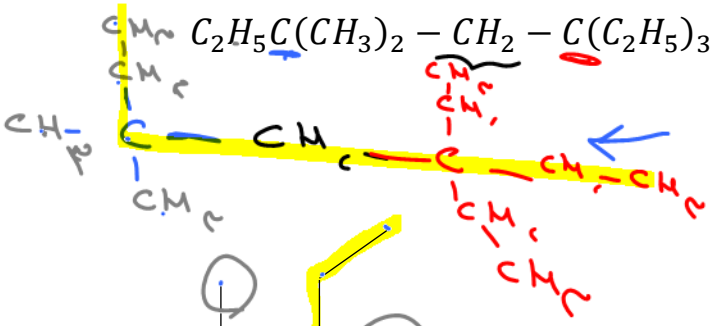
ج) $CH_3 - C(CH_3)_2 - CH_2 - (CH_2)_3 - C(C_2H_5)_2 - CH_3$



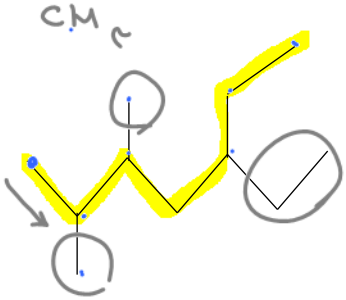
چ) $(CH_3)_2CH - (CH_2)_3 - \underset{\displaystyle Br}{\overset{\displaystyle Cl}{C}} - C_2H_5$



ح) $C_2H_5C(CH_3)_2 - CH_2 - C(C_2H_5)_3$

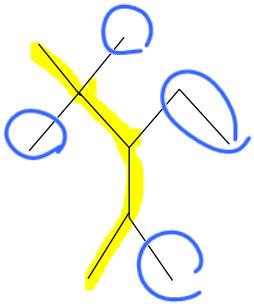


خ) فرمول نقطه -خط و یا خط – پیوند



۵-اتیل، ۲و۳-دی‌متیل هپتان

د)



۳-اتیل، ۲و۳و۴-تری‌متیل هپتان

Dr. Hassan Palouei

نکته۱: چنانچه نام آلکانی را دادند و در مورد درستی و یا عدم درستی نام گذاری ترکیب مربوطه سوال کردند، ابتدا فرض را بر درستی نام گذاری گذاشته و جسم مورد نظر را ترسیم می‌کنیم و نام آن را بیان می‌کنیم. اگر نام گذاری منطبق بر نام داده شده در متن سوال بود، نام گذاری درست بوده وگرنه نادرست.

نکته۲: در کل ترکیبات آلی گروه متیل نمی‌تواند به کربن شماره ۱ متصل شده باشد. به عبارتی «۱-متیل ...» قطعا نادرست است.

نکته۳: در آلکان‌ها گروه اتیل نمی‌تواند به کربن شماره ۱ و ۲ متصل شده باشد . به عبارتی «۱-اتیل...» و «۲-اتیل...» قطعا نادرست است.

تست : چه تعداد از نام‌های زیر درست می‌باشند؟

- ۲- اتیل ، ۳- متیل پنتان
- ۴ و ۴ دی متیل ، ۳- اتیل هگزان
- ۳ و ۳ - دی اتیل ، ۲ و ۴ و۵ تری متیل هگزان
- ۴ – اتیل ، ۲ و۳ – دی فلوئور و پنتان
- ۴ و ۵ – دی کلرو ، ۲ و ۲ - دی متیل هگزان

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

ایزومر (هم‌پار)

مولکول‌هایی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار متفاوت دارند را ایزومر می‌گویند. اولین آلکان ایزومر دار بوتان (C_4H_{10}) می‌باشد که دو ایزومر دارد. به عبارتی دو نوع مولکول متفاوت با نام‌های آیوپاک مختلف با فرمول مولکولی C_4H_{10} وجود دارند.

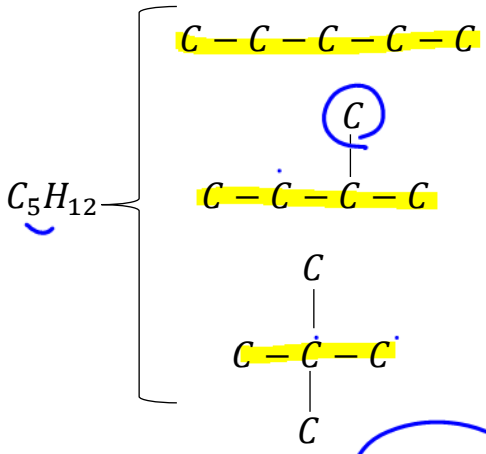
بوتان : $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

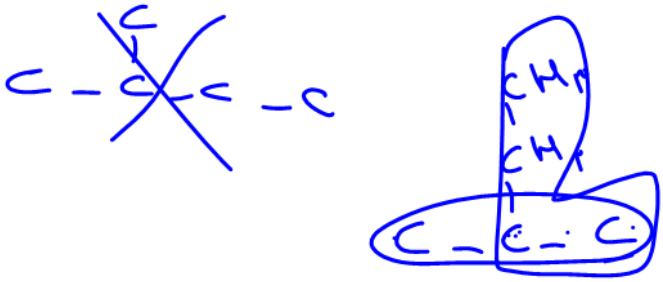
متیل پروپان : $CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_3$

Dr.Hassan Palouei

به همین شکل پنتان دارای ۳ ایزومر است:

C_5H_{12}





نکته: تعداد ایزومرهای آلکان‌های ۴ تا ۷ کربنه از رابطه $2^{n-4}+1$ به دست می‌آید.

رسم ایزومرهای یک آلکان

ابتدا راست زنجیرترین آلکان (با زنجیره اصلی n کربنه) را رسم می‌کنیم. سپس زنجیره $n-1$ کربنه را به عنوان زنجیره اصلی در نظر گرفته یک متیل را به عنوان شاخه فرعی در نظر می‌گیریم و سپس زنجیره $n-2$ کربنه و ...

مثال: جسمی به فرمول C_6H_{14} چند ایزومر دارد؟

مثال: C_8H_{18} چند ایزومر با زنجیره اصلی ۷ کربنه دارد؟

تست۱: کدام گزینه نادرست است؟

۱) اولین آلکان با شاخه فرعی اتیل دارای ۱۴ اتم هیدروژن است.

۲) اگر به جای دو اتم هیدروژن متان دو گروه اتیل قرار گیرد مولکول حاصل می‌شود.

۳) C_6H_{14} دو ایزومر دارد که نام زنجیره‌ی اصلی آن پنتان است.

۴) اولین آلکان با سه شاخه فرعی متیل، ایزومر هپتان است.

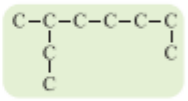
تست۲: جرم آب تولید شده از سوختن کامل یک آلکان، ۱/۵ برابر جرم آن آلکان می‌باشد. این آلکان کدام است؟ $(C=12, H=1, O=16)$

۱) متیل بوتان ۲) هگزان ۳) متیل پروپان ۴) ۳- متیل پنتان

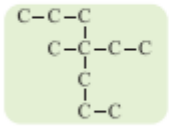
خود را بیازمایید

۱ـ آلکان‌های زیر را نام‌گذاری کنید. (راهنمایی: در نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار، نوشتن نام اتیل بر متیل مقدم است).

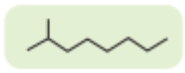
الف)



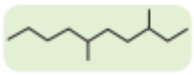
ب)



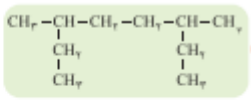
پ)



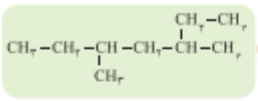
ت)



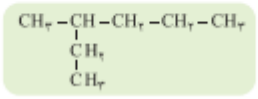
ث)



چ)



۲ـ چرا نام ۲ـ اتیل پنتان برای ترکیب زیر نادرست است؟

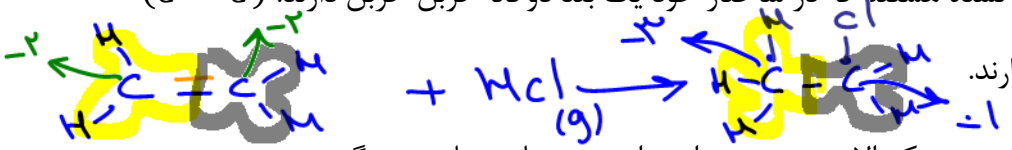


Dr. Hassan Palouei

آلکن‌ها

۱- ساده‌ترین هیدروکربن سیر نشده هستند که در ساختار خود یک بند دوگانه کربن-کربن دارند. $(C = C)$

۲- فرمول عمومی C_nH_{2n} دارند.

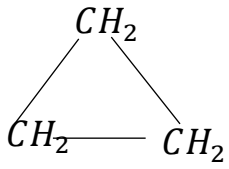


نکته ۱: دومین یا سومین پیوند کووالانسی بین دو اتم را پیوند «پای» یا «پی» گویند. در نتیجه در آلکن‌ها یک پیوند «پای» وجود دارد و در آلکین‌ها دو پیوند «پای» . این پیوند سست‌تر از پیوند اول بین دو اتم بوده و به راحتی در واکنش‌ها شکسته شده و با آزاد شدن دو الکترون برای اتم‌های مجاور، این اتم‌ها می‌توانند با اتم‌های دیگر مانند $Br، Cl، H$ و ... واکنش و پیوند دهند (واکنش افزایشی) .

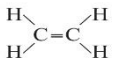
به ازای وجود هر پیوند «پای» دو اتم هیدروژن از ترکیب آلی کاسته می‌شود. در نتیجه آلکن فرمول عمومی C_nH_{2n} و آلکین‌ها فرمول عمومی C_2H_{2n-2} دارند.

نکته ۲: همانطور که به ازای هر پیوند «پای» دو اتم هیدروژن از مولکول کاسته می‌شود، به ازای هر حلقه نیز دو اتم هیدروژن کم می‌شود. بنابراین آلکن‌ها و سیکلو آلکان‌ها دارای فرمول مولکولی C_nH_{2n} می‌باشند. اما آلکن ها سیر نشده بوده و تمایل به واکنش زیادی دارند، اما سیکلو آلکان‌ها همانند آلکان‌ها سیر شده بوده و مولکول‌هایی پایدار هستند.

C_3H_6

- $CH_3 - CH = CH_2$ — پروپن
-  — سیکلو پروپان

۳- اولین آلکن «اتن یا اتیلن» می‌باشد که همانند هورمون در گیاهان تولید شده و باعث رسیده شدن میوه‌ها می‌شود (عمل آورنده) و از طرفی پایه تولید بسیاری از مواد پتروشیمیایی است:



۴- آلکن ها به دلیل داشتن یک پیوند «پای» واکنش پذیری بسیار بیشتری از آلکان‌ها دارند و در واکنش با موادی مانند $H_2، O، Br_2، HCl، Cl_2، H_2$ و ... پیوند سست آنها شکسته شده و سیر می‌شوند.

$$\underset{\text{اتن}}{CH_2 = CH_{2(g)}} + H_{2(g)} \xrightarrow{Ni} \underset{\text{اتان}}{CH_3 - CH_{3(g)}}$$

۵- آلکان‌ها و سیکلو آلکان‌های هم کربن ، ایزومر یکدیگر هستند.

۶- فرمول عمومی جرم آلکن‌ها : $14n$

۷- غیر از واکنش‌های افزایشی ، همانند آلکان‌ها و ما بقی ترکیبات آلی با اکسیژن در حضور جرقه یا شعله می‌سوزند:

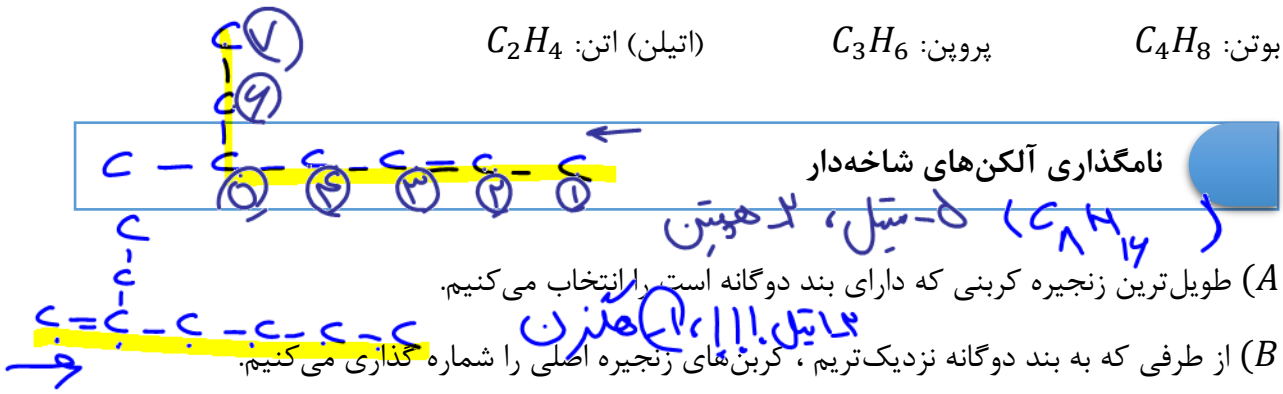
$$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + nH_2O$$

نامگذاری آلکن‌های راست زنجیر:

به جای پسوند «ان» در آلکان‌ها ، پسوند «ـِ ن» می‌آوریم.

بوتن: C_4H_8 پروپن: C_3H_6 (اتیلن) اتن: C_2H_4

نامگذاری آلکن‌های شاخه‌دار



A) طویل‌ترین زنجیره کربنی که دارای بند دوگانه است را انتخاب می‌کنیم.

B) از طرفی که به بند دوگانه نزدیک‌تریم ، کربن‌های زنجیره اصلی را شماره گذاری می‌کنیم.

C)ابتدا شماره و نام شاخه‌ها را به ترتیب الفبای لاتین آورده و در نهایت شماره نخستین کربنی که بند دوگانه به آن متصل است را ذکر کرده و در نهایت نام «آلکن» زنجیره اصلی را بیان می‌کنیم.

نکته ۱: در مورد اتن $CH_2 = CH_2$ و نیز پروپن $CH_3 - CH = CH_2$ ، ذکر شماره کربن بند دوگانه نیاز نیست.

نکته ۲: در شماره گذاری زنجیره اصلی اگر از دو طرف به کربن‌های بند دوگانه یک عدد رسید، (از دو طرف فاصله تا بند دوگانه یکسان بود) شماره گذاری کربن‌ها را طبق اولویت‌های شماره گذاری کربن‌های زنجیره اصلی در آلکان‌ها انجام می‌دهیم.

مثال:

۲- پنتن (C_5H_{10})

$$CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$$

۶-متیل، ۳-هپتن

$$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

۲-برمو، ۳-هگزن

$$CH_3 - CH_3 - CH = CH - \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

مثال: نام ترکیبات زیر را به روش آیوپاک بنویسید:

الف) $CH_3 - CH(CH_2CH_3) - CH = CH - CH(CH_3) - CH_3$

۲ و ۵ـ دی‌متیل ، ۳ـ هپتن

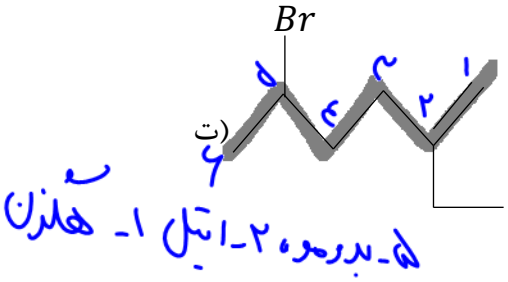
ب) $CH_3 - CH_2 - C(=CH_2) - CH_2 - CH(CH_3) - CH_3$

۲ـ اتیل ، ۴ـ متیل ، ۱ـ هپتن

پ) $(C_2H_5)_2 - C(CH_3) - (CH_2)_2CH = CH - CH_3$

۶ـ اتیل ، ۶ـ متیل ، ۲ـ آلکن

ت)



۶ـ برومو ، ۲ـ اتیل ۱ـ هگزن

تست ۱: کدام مطلب نادرست است؟ $(C = 12, H = 1)$

۱) آلکن‌ها و سیکلو آلکان‌ها فرمول عمومی یکسان اما واکنش پذیری متفاوت دارند.

۲) جرم مولی دومین آلکان ، ۱۲ واحد کمتر از جرم مولی دومین آلکن است.

۳) در سه عضو اول آلکن‌ها نوشتن شماره کربن بند دوگانه الزامی ندارد.

۴) یکی از ایزومرهای C_6H_{12} می‌تواند ۲-اتیل ، ۱-بوتن باشد.

نکته: برای رسم ایزومرهای آلکنی، غیر از ایجاد شاخه فرعی باید بند دوگانه را نیز جا به جا کرد.

نکته ۲: در آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌ها، نسبت تعداد اتم‌ها و نسبت جرم عنصرها، تابعی از تعداد کربن و مول

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- آلکنی با جرم مولی $84\ \frac{g}{mol}$ دارای ۱۸ پیوند اشتراکی است.
- آلکنی با جرم مولی $42\ \frac{g}{mol}$ سنگ بنای صنعت پتروشیمی است.
- C_4H_8 دارای سه ایزومر آلکنی است.
- در اثر سوختن ۰/۱ مول از چهارمین آلکن، مقدار ۱ مول فرآورده تولید می‌شود.
- آلکنی به نام ۳ و ۶-دی متیل ، ۴-اکتن ، آلکنی متقارن است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

واکنش‌های افزایشی آلکن‌ها

۱- به هر واکنشی که پیوند سست بین دو اتم شکسته می‌شود و به اتم‌های دو طرف این پیوند، اتم‌های دیگر متصل شده و جرم مولی مولکول افزایش می‌یابد «واکنش افزایشی » می‌گویند.

۲- آلکن‌ها نیز به دلیل داشتن پیوند «پای» سیر نشده بوده و تمایل به انجام واکنش افزایشی دارند.

۳- هر یک مول آلکن با یک مول H_2، Cl_2، Br_2، HCl یا H_2O واکنش افزایشی داده و سیر می‌شود. همچنین مولکول‌های آلکن می‌توانند با یکدیگر واکنش افزایشی داده و مولکول‌های بزرگی به نام «پلیمر» تولید کنند.

A) واکنش آلکن‌ها با گاز هیدروژن و تولید آلکان:

مثال:

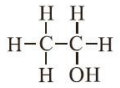
$$\underset{\text{اتن}}{CH_2=CH_2} + H_2 \xrightarrow{Ni} \underset{\text{اتان}}{CH_3-CH_2}$$

B)واکنش آلکن‌ها با آب و تولید الکل:

به عنوان نمونه در اثر واکنش H_2O با اتن در مقابل سولفوریک اسید (H_2SO_4) ، اتانول را در مقیاس صنعتی تولید می‌کنند.(اتانول در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی کاربرد دارد.)

$$\underset{\text{اتن}}{CH_2=CH_2} + \underset{(H,OH)}{H_2O} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{اتانول}}{CH_3-CH_2-OH}$$

اتانول، الکلی دوکربنی، بی رنگ و فرّار است که به هر نسبتی در آب حل می‌شود. این الکل یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است که در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی به کار می‌رود. از اتانول در بیمارستان‌ها به عنوان ضدعفونی کننده استفاده می‌شود.



صنعت پتروشیمی یکی از صنایع مهم جهان است. در این صنعت، ترکیب‌ها و مواد گوناگون از نفت یا گاز طبیعی به‌دست می‌آیند که به **فراورده‌های پتروشیمیایی**[1] معروف هستند. در کشور ما نیز شرکت‌های پتروشیمی گوناگونی در حال فعالیت هستند. در این شرکت‌ها سالانه میلیون‌ها تن مواد شیمیایی مانند آمونیاک، پلی‌اتن، سولفوریک اسید و... تولید می‌شود.

C) واکنش آلکن‌ها با برم مایع و تولید مشتق دی برومه‌ی آلکان:

برم چه در حالت مایع چه گازی، قرمز رنگ است. همه آلکن‌ها به دلیل داشتن پیوند سست با Br_2 واکنش داده و باعث بی‌رنگ شدن محیط واکنش می‌شود، زیرا مولکول حاصله، (مشتق دی برومه آلکان) ، بی‌رنگ است.

مثال:

$$\underset{(C_2H_4Br_2)}{CH_2=CH_{2(g)}} + Br_{2(L)} \longrightarrow \underset{\text{۱ و ۲- دی برمو اتان}}{\overset{Br}{\overset{|}{CH_2}}-\overset{Br}{\overset{|}{CH_{2(L)}}}}$$

Dr. Hassan Palouzi

نکته: یکی از ساده‌ترین روش‌های تشخیص آلکن‌ها و مابقی هیدروکربن‌های سیر نشده از هیدروکربن‌های سیر شده (یعنی آلکان‌ها و سیکلو آلکان‌ها)، واکنش با برم و قدرت از بین بردن رنگ قرمز برم توسط هیدروکربن‌های سیر نشده می‌باشد. به عنوان مثال بخارات قرمز رنگ برم در مجاورت تکه‌ای گوشت، بعد از مدتی بی‌رنگ می‌شود، زیرا چربی‌های موجود در گوشت همانند آلکن‌ها سیر نشده بوده و با Br_2 واکنش می‌دهند.

D) واکنش مولکول‌های آلکن‌ها با یکدیگر و تولید پلیمر:

به عنوان مثال از واکنش تعداد زیادی از مولکول‌های اتن با هم، پلیمری به نام «پلی‌اتن» ایجاد می‌شود:

$$nCH_2 = CH_{2(g)} \xrightarrow{\text{پلیمر شدن}} -(CH_2 - CH_2)-_{n(s)}$$

اتن — پلی اتن

تست۱: کدام گزینه درست می‌باشد؟

۱) اگر مولکولی با فرمول C_5H_{10} رنگ آب برم را بی‌رنگ نکند، قطعا سیکلو آلکان است.

۲) در واکنش HCl با ۲-بوتن جسمی به نام ۲-کلرو بوتن تولید می‌شود.

۳) در اثر واکنش Br_2 با آلکن‌ها ، مشتق دی برومه‌ی آلکن تولید می‌شود.

۴) الکلی ۵ کربنه را می‌توان از واکنش H_2O با ۳-متیل ۱-پنتن تولید کرد.

تست۲: ۱۱٫۲ لیتر مخلوط گازهای متان و اتن در شرایط متعارفی، ۵۰ مول گاز هیدروژن جذب می‌کند. چند درصد حجمی این مخلوط را متان تشکیل می‌دهد؟ (الهیاد)

۱) ۹۰ ۲) ۸۰ ۳) ۷۰ ۴) ۶۰

تست۳: در یک هیدروکربن غیر حلقوی که در مولکول آن تعداد کربن‌ها با تعداد هیدروژن‌ها برابر است، در مجموع ۱۱۵ جفت الکترون وجود دارد، در واکنش آن با برم جرم مولی مولکول حاصل چند برابر هیدروکربن اولیه می‌شود؟ (C=۱۲ ، H=۱ ، Br=۸۰)

۱) ۳٫۲ ۲) ۲٫۲ ۳) ۱٫۱ ۴) ۱٫۲

آلکین‌ها

۱- جزو هیدروکربن‌های سیر نشده هستند که دارای یک پیوند $C \equiv C$ می‌باشند.

۲- به دلیل داشتن دو پیوند سست بین دو کربن، چهار اتم هیدروژن از آلکان هم کربن خود کمتر داشته و فرمول عمومی C_nH_{2n-2} دارند.

۳- ساده‌ترین عضو این خانواده اتین یا استیلن می‌باشد که به دلیل دمای بالای حاصل از سوختن آن برای جوشکاری و برش فلزات استفاده می‌شود.

(جوش کاربیدی)

$CH \equiv CH$ اتین (استیلن)

نمایشی از مولکول اتین

۴- به دلیل دارا بودن دو پیوند «پای» با دو مول از مولکول‌هایی مانند H_2، Br_2، H_2O و .... واکنش افزایشی داده و سیر می‌شوند. و واکنش پذیری بیشتری از آلکن‌ها دارند.

۵- آلکین‌ها و سیکلو آلکان‌ها و نیز آلکادی ان‌ها فرمول عمومی یکسانی دارند.

۶- اولین آلکینی که ایزومر آلکینی دارد C_4H_6 (بوتین) می‌باشد.

C_4H_6: $C \equiv C - C - C$ $\qquad$ $C - C \equiv C - C$

نامگذاری آلکین‌ها

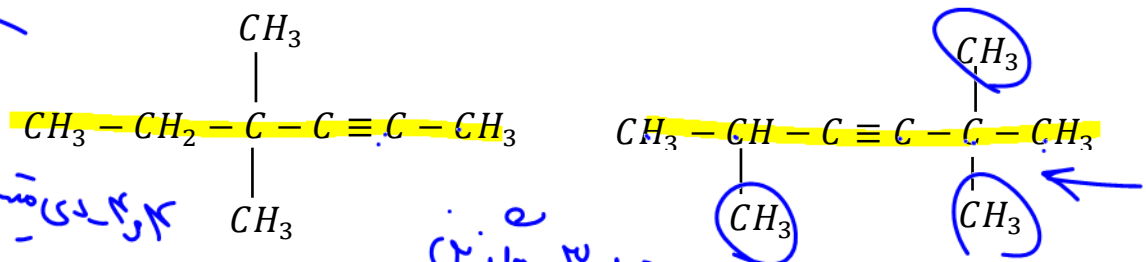
همانند نامگذاری آلکن بوده و فقط در انتهای نام زنجیره اصلی پسوند «ین» می‌آوریم.

مثال:

۲- پنتین $CH_3 - C \equiv C - CH_2 - CH_3$

۲- پنتین

۴ و ۴- دی متیل ۲-هگزین



۴و۴-دی‌متیل ۲-هگزین

۲و۲و۱-تری‌متیل ۳-هگزین

تست۱: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- از نظر واکنش پذیری : آلکان < آلکن < آلکین
- هیدروکربنی با فرمول C_6H_{10} با دو مول برم واکنش داده و رنگ قرمز برم را آبی رنگ می‌کند.
- در جوش کاربیدی از سوختن C_2H_4 دمای لازم برای جوش دادن قطعات فلزی تامین می‌شود.
- درصد جرمی کربن در ساده‌ترین آلکین کمتر از درصد جرمی کربن در ساده‌ترین آلکن است.
- آلکینی با چهار پیوند $C-C$ دارای ۱۴ پیوند کووالانسی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟ (H = ۱ ، C = ۱۲)

۱) C_5H_8 دارای سه ایزومر آلکینی است.

۲) درصد جرمی کربن در سومین آلکین حدود ۸۹ ٪ است.

۳) پروپین با دو مول HCl سیر شده و تولید دی کلرو پروپین می‌کند.

۴) برای مولکولی با نام کلی متیل ۱- پنتین دو حالت متصور است.

Dr. Hassan Palouei

هیدرو کربن‌های حلقوی

* بسیاری از ترکیبات آلی در ساختار خود حداقل یک حلقه ایجاد می‌کنند که به آنها ترکیبات آلی حلقوی گویند. ساده ترین آنها هیدرو کربن‌های حلقوی هستند.

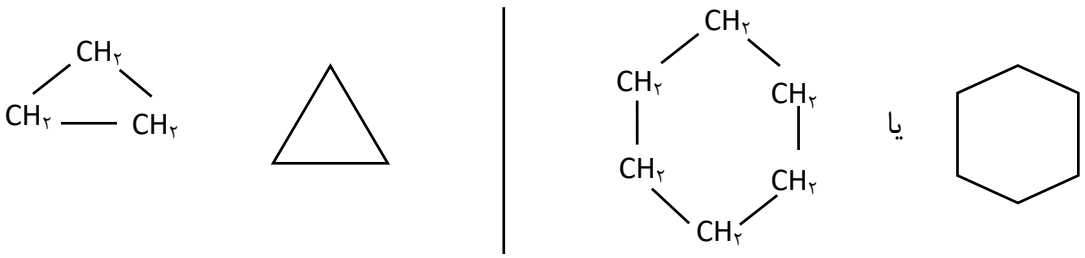
* هیدرو کربن‌های حلقوی نیز شامل سیکلو آلکان، سیکلو آلکن، هیدرو کربن‌های آروماتیک و ... می‌باشند.

سیکلو آلکان‌ها

۱- ساده ترین هیدرو کربن‌های حلقوی بوده که همانند آلکان‌ها سیر شده بود در نتیجه همانند آلکان‌ها واکنش پذیری کمی دارند.

۲- فرمول عمومی: C_nH_{2n}

۳- اولین سیکلو آلکان، سیلکو پروپان و مشهور ترین آنها سیکلو هگزان است:



(C_6CH_{12}) سیلکو هگزان

(C_3H_6) سیلکو پروپان

۴- آلکن‌ها و سیکلو آلکان‌ها فرمول عمومی C_nH_{2n} داشته و در صورت تعداد کربن برابر ایزومر یکدیگرند. بهترین روش تشخیص آزمایشگاهی آنها عدم شرکت سیلکو آلکان در واکنش افزایشی است.

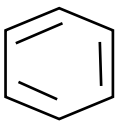
مثال: C_6H_{12} می‌تواند از خانواده آلکن‌ها باشد یا سیکلو آلکان‌ها اگر رنگ قرمز برم (Br_2) را بی رنگ کند، آلکن می‌باشد وگرنه سیلکو آلکان است.

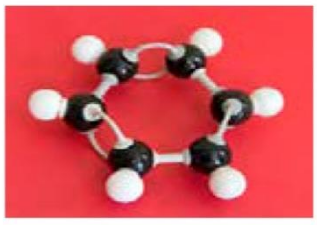
ترکیبات آروماتیک

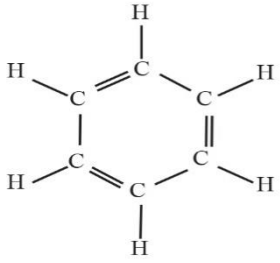
۱- حداقل یک حلقه بنزنی دارند: (بنزن) C_6H_6

بنابراین سیر نشده بوده و حداقل به ۳ مول H_2 ، Br_2 و ... سیر می‌شوند.

۲- بنزن دارای سه پیوند دو گانه یکی در میان در حلقه شش کربنه خود می‌باشد. و با سه مول H_2 سیر شده و تبدیل به سیلکو هگزان می‌شود.

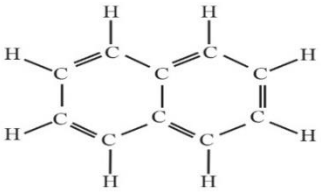




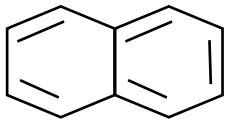


۳- نفتالن ($C_{۱۰}H_{۸}$) جامدی سفید رنگ بوده و به عنوان ضد بید برای نگه داری فرش و لباس کاربرد داشته است. این مولکول دارای ۵ پیوند دو گانه است:

نفتالن



نفتالن ($C_{۱۰}H_{۸}$)



تست ۱: چه تعدادی از مطالب زیر در مورد هیدرو کربن‌های حلقوی نادرست است؟

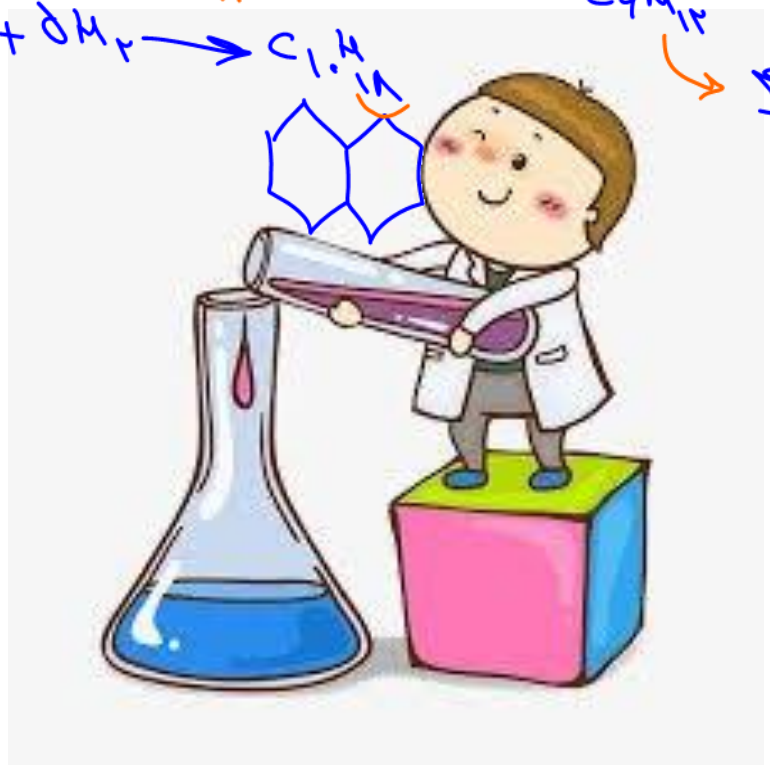
- حداقل دو اتم هیدروژن از آلکان‌های هم کربن کمتر دارند.
- هر کربن حداقل به دو کربن متصل است.
- همانند آلکان‌ها واکنش پذیری کمی دارند.
- بنزن در اثر واکنش با سه مول گاز هیدروژن تبدیل به سومین عضو خانواده سیلکو آلکان‌ها می‌شود.
- ساده ترین آنها دارای ۹ پیوند اشتراکی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۲ : اگر یک مول نفتالن با مقدار کافی گاز هیدروژن در شرایط مناسب واکنش دهد و به یک ترکیب سیر شده تبدیل شود، شمار اتم‌های هیدروژن در فرآورده حاصل با کدام گزینه برابر است؟

۱) مجموع تعداد اتم‌های هپتین ۲) مجموع تعداد اتم‌های گاز فندک

۳) تعداد پیوند اشتراکی در سیلکو هگزان ۴) تعداد اتم‌های هیدروژن در اتیل پنتان



Dr. Hassan Palouei

زغال سنگ

۱- از جمله سوخت‌های فسیلی است که قدمت استفاده از آن به حدود ۵۰۰ سال قبل می‌رسد.

۲- زغال سنگ علاوه بر C و H دارای عناصر دیگری مانند N ، S و ... نیز می‌باشد. در نتیجه از سوختن آن H_2O ، CO ، CO_2 ، NO_2 و SO_2 تولید می‌شود، در صورتی که از سوختن بنزین (C_8H_{18}) سه فرآورده اول تولید می‌شود. (H_2O ، CO_2 ، CO)

۳- گازهای NO_2 و SO_2 تولیدی از سوختن زغال سنگ می‌توانند در واکنش با آب ایجاد باران اسیدی کنند.

۴- برای حذف گوگرد و نا خالصی‌های موجود در زغال سنگ می‌توان زغال سنگ را شست و شو داد. هم چنین در نیروگاه‌ها با قرار دادن کلسیم اکسید (آهک) در مسیر خروجی گازها، از ورود SO_2 به هوا کره تا حدی جلوگیری می‌کنند:

$$CaO_{(s)} + SO_{2(g)} \longrightarrow CaSO_3\ (S)$$

۵- یکی از معایب زغال سنگ دشوای استخراج آن است. در معادن زغال سنگ گاز متان (گازی بی رنگ، سبک و بی بو) وجود دارد. اگر مقدار CH_4 معدن به بیش از ۵ ٪ برسد احتمال انفجار وجود دارد.

۶- در یک قرن اخیر با جایگزینی بنزین (C_8H_{18}) به جای زغال سنگ، محاسن زیر ایجاد شده است:

الف) به ازای تولید ۱ kj انرژی از سوختن بنزین نسبت به زغال سنگ CO_2 کمتری وارد هوا کره می‌شود.

ب) گرمای حاصل از سوختن ۱ gr بنزین بیشتر از سوختن ۱ gr زغال سنگ است.

ب) در اثر سوختن بنزین گازهای SO_2 و NO_2 که ایجاد باران اسیدی می‌کند بسیار کمتر تولید می‌شوند.

تست: چه تعداد از مطالب زیر در مورد زغال سنگ درست می‌باشد؟

- قدمت استفاده از آن به قبل از نفت خام می‌رسد ولی استخراج آن کم خطرتر است.
- تنوع فرآورده‌های حاصل از سوختن آن بیشتر از بنزین است.
- انرژی گرمای حاصل از سوزاندن m گرم از آن بیشتر از m گرم بنزین است.
- مقدار کربن دی اکسید حاصل از سوزاندن m گرم از آن بیشتر از m گرم بنزین است.
- برای به دام انداختن NO_2 حاصل از سوختن آن می‌توان از آهک استفاده کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Dr. Hassan Palouzi

تمرین‌های دوره‌ای

۱ـ یون سولفات موجود در ۲/۴۵ g از نمونه‌ای کود شیمیایی را با استفاده از یون باریم، جداسازی کرده و ۲/۱۸ گرم باریم سولفات به دست آمده است. درصد خلوص کود شیمیایی را بر حسب یون سولفات حساب کنید.

۲ـ از واکنش ۸/۱ گرم فلز آلومینیم با خلوص ۹۰ درصد با محلول مس (II) سولفات مطابق واکنش زیر، چند گرم فلز مس آزاد می‌شود؟

$$2Al(s) + 3CuSO_4(aq) \longrightarrow 3Cu(s) + Al_2(SO_4)_3(aq)$$

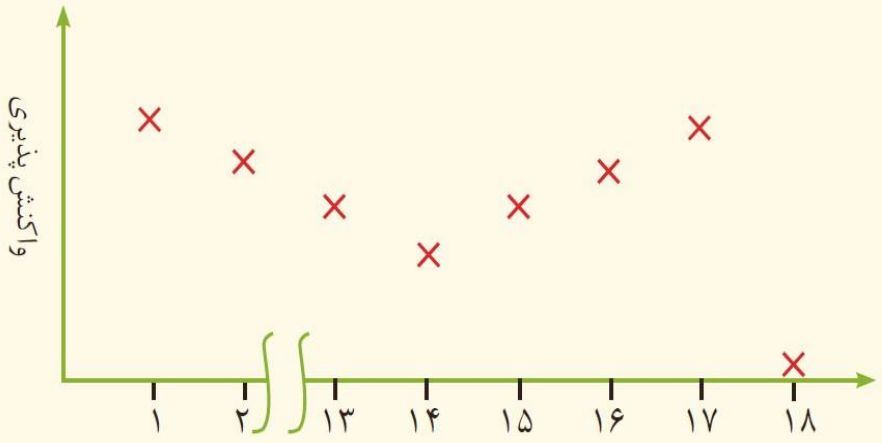
۳ـ سیلیسیم عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی است که از واکنش زیر تهیه می‌شود.

$$SiO_2(s) + 2C(s) \xrightarrow{\Delta} Si(l) + 2CO(g)$$

الف) واکنش‌پذیری کربن را با سیلیسیم مقایسه کنید.

ب) مقدار ناخالصی در ۱۰۰ گرم سیلیسیم مصرفی در صنایع الکترونیک ۰/۰۰۰۱ گرم است. درصد خلوص آن را حساب کنید.

۴ـ نمودار زیر روند کلی تغییر واکنش‌پذیری عنصرهای دورهٔ دوم جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد.

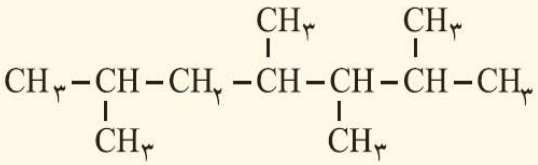


الف) چرا واکنش‌پذیری عنصرهای گروه ۱۸ در حدود صفر است؟

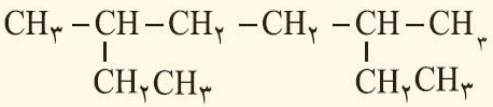
ب) روند تغییر واکنش پذیری را توضیح دهید.

۵ـ هر یک از هیدروکربن‌های زیر را به روش آیوپاک نام‌گذاری کنید.

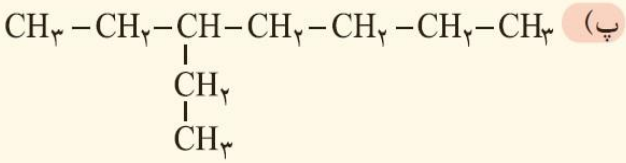
الف)



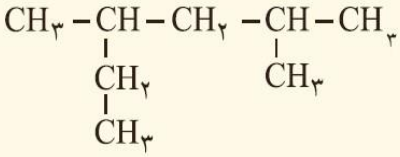
ب)



پ)

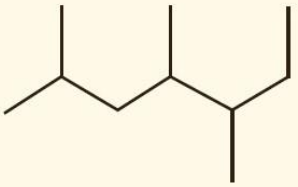


ت)



ث) $(CH_3)_2CH\ CH_2\ CH\ (CH_3)_2$

ج)



۶ـ با توجه به واکنش‌های زیر به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.

$$۱)\ TiCl_4 + Mg \xrightarrow{\Delta} Ti + MgCl_2$$

$$۲)\ Fe_2O_3 + Ti \xrightarrow{\Delta} Fe + TiO_2$$

الف) هر یک از آنها را موازنه کنید.

ب) ترتیب واکنش‌پذیری عنصرهای Mg ، Fe و Ti را مشخص کنید.

پ) برای تهیه فلز تیتانیم، باید واکنش شماره (۱) را در حضور گاز آرگون انجام داد. چرا وجود گازهای اکسیژن و نیتروژن در محیط واکنش مانع از انجام واکنش می‌شود؟ (توجه: گاز نیتروژن به جو بی‌اثر معروف است)

ت) پیش‌بینی کنید آیا واکنش زیر در شرایط مناسب انجام می‌شود؟ چرا؟ درصورت انجام، آن را کامل و موازنه کنید.

$$Mg + Fe_2O_3 \xrightarrow{\Delta} \ldots\ldots + \ldots\ldots$$

ث) تیتانیم فلزی محکم، با چگالی کم و مقاوم در برابر خوردگی است. یکی از کاربردهای آن استفاده در بدنه دوچرخه است. اگر در کارخانه‌ای از مصرف $۳/۵۴ \times ۱۰^{۷}$ گرم تیتانیم (IV) کلرید، $۷/۹۱ \times ۱۰^{۶}$ گرم فلز تیتانیم به‌دست آید، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

Dr. Hassan Palouie

۷ـ معدن مس سرچشمهٔ کرمان، یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان به‌شمار می‌رود و بزرگ‌ترین تولیدکنندهٔ مس است. برای تهیهٔ مس خام از سنگ معدن آن، واکنش زیر انجام می‌شود.

$$Cu_2S + O_2 \rightarrow Cu + SO_2 \quad \text{(موازنه نشده)}$$

الف) با مصرف ۴۰۰ kg مس (I) سولفید با خلوص ۸۵٪ حدود ۱۹۰/۵۴ kg مس خام تهیه می‌شود. بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

ب) چرا این واکنش روی محیط زیست تأثیر زیان‌باری دارد؟

۸ـ هگزان (C_6H_{14}) و ۱ـ هگزن (C_6H_{12}) دو مایع بی‌رنگ هستند.

الف) روشی برای تشخیص این دو مایع پیشنهاد کنید.

ب) جای خالی را در واکنش زیر پر کنید.

$$C_6H_{12}(l) + \cdots\cdots \xrightarrow{Ni(s)} C_6H_{14}(l)$$

۹ـ هیدروکربنی به فرمول C_xH_y شناسایی شده است. افزودن چند قطره از آن به مقدار کمی از محلول برم در یک حلال آلی، سبب بی‌رنگ شدن محلول می‌شود.

الف) این هیدروکربن جزو آلکان‌ها، آلکن‌ها یا سیکلوآلکان‌هاست؟ چرا؟

ب) نسبت جرمی کربن به هیدروژن در آن برابر با ۶ و جرم مولی آن برابر با ۱۴۰/۲ گرم است. فرمول مولکولی آن را بیابید.

پ) با مراجعه به نمودار صفحه ۳۶، حالت فیزیکی این هیدروکربن را پیش‌بینی کنید.

Dr. Hassan Palouei

تست جامع فصل

تست ۱: کدام گزینه درست است؟

۱) در دوره سوم جدول تناوبی، سه عنصر فلزی وجود دارد.

۲) دوره‌های چهارم و پنجم جدول تناوبی در مجموع ۳۶ عنصر دسته d را در بر دارند.

۳) عدد اتمی اولین عنصر واسطه ۲۱ بوده که کاتیون پایدار آن به آرایش الکترونی kr می‌رسد.

۴) جدول دوره‌ای شامل ۱۸ گروه بوده که گروه اول آن ویژه هفت فلز قلیایی است.

تست ۲: با توجه به فرمول شیمیایی سه ترکیب یونی NaA ، Mg_3D_2 و k_2E ، اگر A ، D و E به یک دوره جدول تعلق داشته باشند، برای مقایسه A > E > D چه تعداد از ویژگی‌های زیر درست اند؟

تعداد زیر لایه‌های اشغال شده از الکترون- تعداد لایه‌های اشغال شده از الکترون- شعاع اتمی- شعاع یونی- خصلت نا فلزی- تعداد الکترون‌های دورترین زیر لایه- سرعت واکنش با فلز کلسیم- تعداد الکترون با L = ۰

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست ۳: کدام گزینه در مورد واکنش پذیری عناصر نادرست است؟ (غیر از گروه ۱۸)

۱) در گروه‌ها با افزایش عدد اتمی، افزایش می‌یابد.

۲) در نا فلزات یک دوره، نافلزی که عدد اتمی آن بیشتر است، واکنش پذیرتر است.

۳) در فلزات یک دوره، فلزی که عدد اتمی آن کمتر است، واکنش پذیرتر است.

۴) در یک دوره، با افزایش عدد اتمی، واکنش پذیری کاهش و از گروه ۱۴ به بعد افزایش می‌یابد.

تست ۴: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- واکنش پذیری فلزات رابطه مستقیم با شعاع اتمی دارد و در نا فلزات رابطه عکس.
- شعاع یون یک عنصر بزرگتر از شعاع اتمی همان عنصر است.
- شعاع یونی در گروه‌ها از بالا به پایین افزایش و در دوره‌ها از چپ به راست کاهش می‌یابد.
- یون پایدار فلزات به آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود می‌رسد.
- هر چه عنصر در جدول دوره‌ای راست تر و بالاتر باشد، نا فلزتر است (غیر از گروه ۱۸)

تست ۵: اگر واکنش فرضی $2A + BCl_2 \rightarrow 2ACl + B$ به طور طبیعی انجام شود، کدام گزینه در مورد فلزات A و B نادرست است؟

۱) واکنش پذیری A از B بیشتر است.

۲) اگر A فلز قلیایی باشد B می‌تواند فلز قلیایی خاکی هم دوره B باشد.

۳) اگر A فلز آلومینیوم باشد، B می‌تواند فلز روی باشد.

۴) سطح انرژی فرآورده‌ها بیشتر از واکنش دهنده‌ها است.

تست ۶: چه تعداد از مطالب زیر در مورد $_{26}Fe^{3+}$ درست اند؟

- آرایش الکترونی آن مشابه $_{25}Mn^{2+}$ است.
- اکسید آن به عنوان رنگ قرمز در نقاشی کاربرد دارد.

Dr. Hassan Palouei

- برای شناسایی آن در یک محلول، از سدیم هیدروکسید می‌توان استفاده کرد.
- واکنش اکسید آن با فلز آلومینیوم، ترمیت نام دارد که در جوشکاری استفاده می‌شود.
- دارای ۱۲ الکترون با $L = ۱$ می‌باشد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست ۷: اگر ۲۰ گرم $NaHCO_3$ با خلوص ۸۴ درصد بر اثر گرما به میزان ۵۰ درصد تجزیه شود، جرم جامد بر جای مانده چند گرم است؟ (H = ۱ ، C = ۱۲ ، O = ۱۶ ، Na = ۲۳)

$$2\,NaHCO_{3(s)} \longrightarrow Na_2CO_{3(s)} + CO_2(g) + H_2O_{(g)}$$

۱) ۵/۴ ۲) ۱۱/۶ ۳) ۱۳/۸ ۴) ۱۶/۹

تست ۸: دو مول گاز متان با ده مول گاز شامل ۲۰ ٪ اکسیژن و ۸۰ ٪ نیتروژن وارد موتور خودرو شده و ۵۰ ٪ آن به طور کامل می‌سوزد. اگر همه فرآورده‌ها گاز باشد چند درصد حجم گازهای خارج شده از اگزوز را به تقریب CO_2 تشکیل می‌دهند؟ (از واکنش گاز N_2 و O_2 با یک دیگر صرف نظر شود)

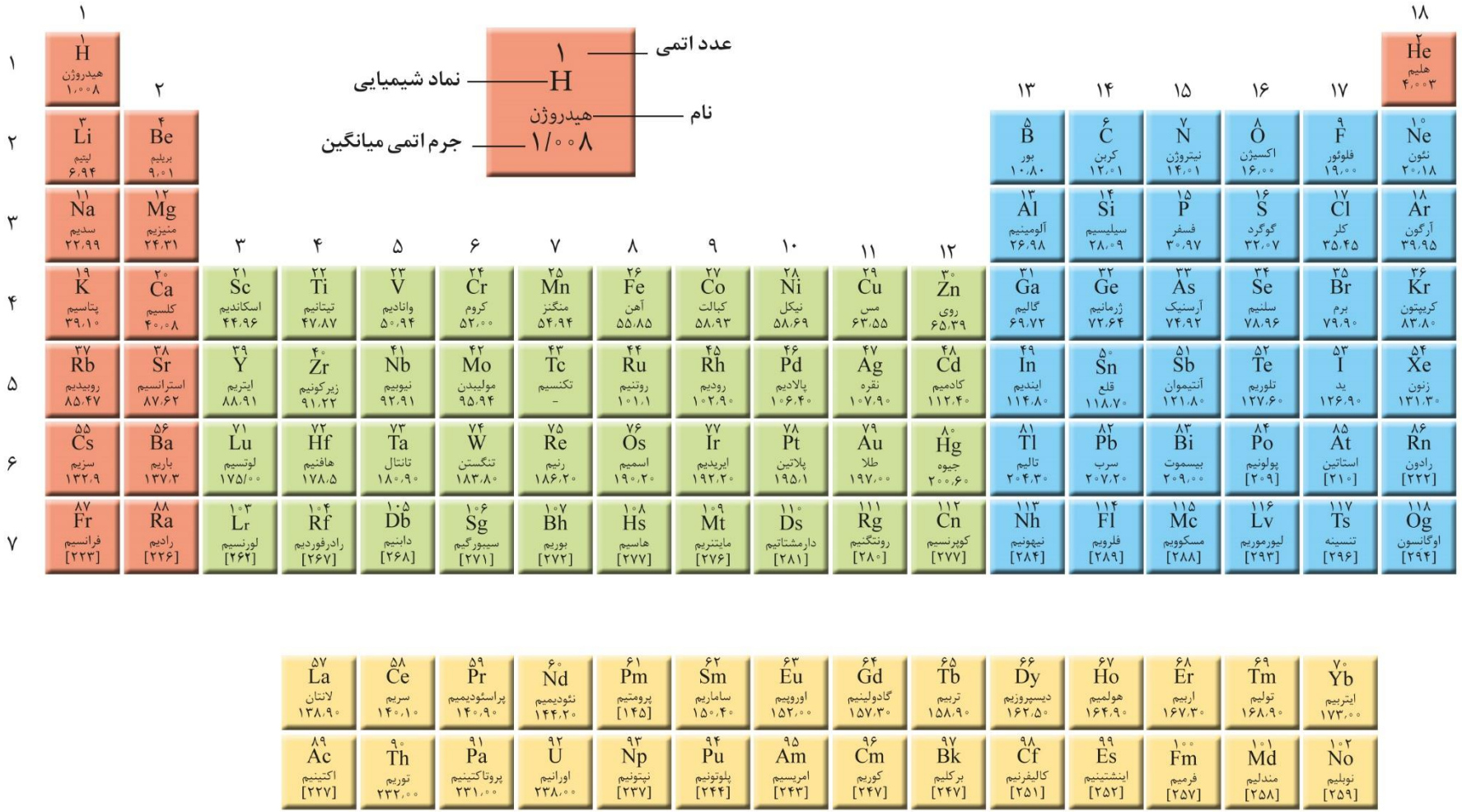
۱) ۸/۳ ۲) ۹/۱ ۳) ۱۱/۲ ۴) ۱۶/۵

تست ۹: مخلوط مایعی از پنتان و پنتن به جرم ۱۱۲ گرم را در مجاورت با مقدار کافی برم قرار می‌دهیم. اگر بعد از کامل انجام شدن واکنش، جرم مخلوط نهایی به ۱۹۲ گرم برسد. درصد جرمی هیدرو کربن با واکنش پذیری کمتر در مخلوط اولیه چند درصد بوده است؟ $(C = ۱۲ ، H = ۱ ، Br = ۸۰ \ \frac{g}{mol})$

۱) ۳۱ ۲) ۶۹ ۳) ۴۱ ۴) ۵۹

تست ۱۰ : تفاوت جرم ۸۹/۶ لیتر از سومین عضو خانواده آلکین و همین حجم از سومین عضو خانواده آلکان که هر دو گاز و در شرایط STP اند، با جرم مولی کدام هیدرو کربن برابر است؟ ($H = ۱ ، C = ۱۲ \ g.mol^{-1}$)

۱) اتان ۲) اتین ۳) دومین عضو خانواده آلکن ۴) دومین عضو خانواده آلکین



	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱	۱ H هیدروژن ۱٫۰۰۸																	۲ He هلیم ۴٫۰۰۳
۲	۳ Li لیتیم ۶٫۹۴	۴ Be بریلیم ۹٫۰۱											۵ B بور ۱۰٫۸۰	۶ C کربن ۱۲٫۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴٫۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶٫۰۰	۹ F فلوئور ۱۹٫۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰٫۱۸
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲٫۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴٫۳۱											۱۳ Al آلومینیم ۲۶٫۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸٫۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰٫۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲٫۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵٫۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹٫۹۵
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹٫۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰٫۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴٫۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷٫۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰٫۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲٫۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴٫۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵٫۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸٫۹۳	۲۸ Ni نیکل ۵۸٫۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳٫۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵٫۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹٫۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲٫۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴٫۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸٫۹۶	۳۵ Br برم ۷۹٫۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳٫۸۰
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵٫۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷٫۶۲	۳۹ Y ایتریم ۸۸٫۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱٫۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲٫۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵٫۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱٫۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۲٫۹۰	۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶٫۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷٫۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲٫۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴٫۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸٫۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱٫۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷٫۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶٫۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱٫۳۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲٫۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷٫۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵/۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸٫۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰٫۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳٫۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶٫۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰٫۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲٫۲۰	۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵٫۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷٫۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰٫۶۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴٫۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷٫۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹٫۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دانیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنریم [۲۷۶]	۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]

۵۷ La لانتان ۱۳۸٫۹۰	۵۸ Ce سریم ۱۴۰٫۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰٫۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴٫۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریم ۱۵۰٫۴۰	۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲٫۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷٫۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸٫۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲٫۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴٫۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷٫۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸٫۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳٫۰۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲٫۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱٫۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸٫۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]	۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

شیمی ۲

فصل ۲

در پی غذای سالم

استاد : دکتر حسن پلوئی

غذا و صنایع غذایی

۱- مقدار کمی از انرژی آزاد شده از فرآیندهای هسته ای خورشید در گیاهان و سوخت های فسیلی به شکل انرژی شیمیایی ذخیره می شود که دو منبع مهم تامین انرژی ما می باشند.

۲- غذا انرژی مورد نیاز برای حرکت ماهیچه ها ، ارسال پیام های عصبی ، جابجایی یون ها و مولکول ها را تامین می کند. همچنین مواد اولیه برای رشد و ساخت بدن مانند ماهیچه ، استخوان ، سلول های مختلف به طور عمده از غذا تامین می شود . از طرفی باعث تولید انرژی لازم برای تنظیم دمای بدن می شود .

تولید و مصرف جهانی غلات در دهۀ اخیر

۳- با افزایش جمعیت تولید فرآورده های کشاورزی (مانند غلات و ...) و دامی افزایش یافته و غذا به روش صنعتی تولید می شود . چه در تولید سنتی و به خصوص صنعتی غذا ، جلوگیری از فساد و نگهداری غذا بسیار مهم است.

۴- به مجموعه حوزه هایی که طی آن مواد غذایی تولید ، برداشت ، حمل و نقل ، نگهداری و فرآوری شده و برای مصرف نهایی آماده می شوند «صنایع غذایی» گویند. قطعاً در این صنعت همانند صنعت های دیگر منابع شیمیایی از جمله کود و آفت‌کش ها و نیز آب شیرین مصرف شده و سطح وسیعی از زمین های بایر مورد استفاده قرار می گیرند.

۵- نقش شیمی در مواد غذایی متعدد است ، از جمله:

الف) تولید بیشتر و وسیع تر مواد غذایی: تولید کود شیمیایی و نیز آفت کش ها

ب) افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی : با تولید مواد نگهدارنده ، آنتی اکسیدان ها ، ذرات نانو در پوشش های بسته بندی باعث جلوگیری از فساد مواد غذایی و یا رشد باکتری ها و . . . می شود.

پ) تعیین ارزش غذایی و نیز افزایش ارزش غذایی و تعیین سرعت واکنش ها

خوراکی	سرانه مصرف (kg)	
	جهان	ایران
نان	۲۵	۱۱۵
برنج	۲۲	۳۷
حبوبات	۲۲	۱۲
سبزیجات	۱۳۰	۱۰۰
میوه	۱۴۵	۹۵
گوشت قرمز	۳۷	۱۹
ماهی	۱۹	۹
تخم مرغ	۲۴	۹
شیر	۳۰۰	۹۰
شکر	۵	۳۰
نمک خوراکی	۳	۶
روغن	۱۴	۱۹

۶- سرانه مصرف ماده غذایی ، نشان دهنده مقدار میانگین مصرف آن به ازای هر فرد در یک گستره زمانی معین است.

۷- ارزش غذایی مواد غذایی در تامین ماده و انرژی یکسان نیست، به عنوان نمونه :

الف) گوشت قرمز و ماهی و تخم مرغ افزون بر پروتئین ، محتوی انواع ویتامین و مواد معدنی است.(گوشت ماهی منبع امگا۳ نیز می باشد)

ب) شیر و فرآورده های آن منبع مهم پروتئین و به ویژه کلسیم و منیزیم است. کمبود کلسیم باعث پوکی استخوان می شود.

پ) اسفناج و عدس منابع مناسبی برای تامین آهن بدن می باشند.

۸- انرژی ذخیره شده در مواد غذایی نیز متفاوت است به عنوان مثال انرژی آزاد شده در اثر سوختن:

به عباتی انرژی ذخیره شده در یک ماده غذایی به نوع و مقدار ماده غذایی بستگی دارد.

۱گرم ماکارونی | ۱گرم گردو | ۲گرم گردو

Dr. Hassan Palouei

۹- دیابت بزرگسالی از شایع ترین بیماری ها در ایران است که مصرف بی رویه ی موادی مانند نان و شکر و . . . می تواند سبب ایجاد آن شود.

۱۰- بخش عمده اتم ها و مولکول ها و یون های بدن از غذا تامین می شود.

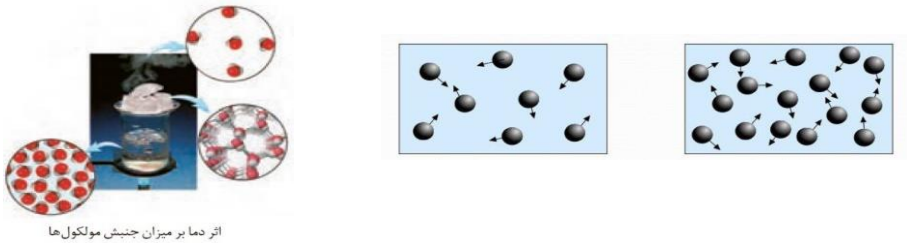
تست : چه تعداد مطالب زیر درست اند؟

- غذا علاوه بر تامین بخش قابل توجهی از اتم ها و مولکول ها و یون های بدن ، انرژی مورد نیاز فعالیت های بدن را نیز تامین می کنند.
- انرژی که بر اثر اکسایش مواد غذایی در بدن آزاد می شود ، به مقدار و نوع آن بستگی دارد.
- تولید کود شیمیایی و آفت کش ها در گستره حوزه ی «صنایع غذایی» است.
- در تولید به مقدار کم مواد غذایی ، حفظ کیفیت و ارزش مواد غذایی سخت تر از تولید انبوه است.
- در صنایع غذایی حجم عظیمی از آب دریاها و اقیانوس ها مصرف می شود.

۱)۱ ۲)۲ ۳)۳ ۴)۴

دما

۱- ذره های سازنده یک ماده (اتم ها ، مولکول ها و یون ها) دارای جنب و جوش نامنظم می باشند. (حرکات گرمایی) هر چه این جنبش ذرات بیشتر باشد دما بیشتر است و برعکس .



اثر دما بر میزان جنبش مولکول‌ها

۲- به عبارتی دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی مواد را نشان می دهد.

۳- می توان گفت دما **میانگین** جنب و جوش یا **میانگین** تندی (سرعت) و یا **میانگین** انرژی جنبشی ذرات سازنده ی یک جسم را بیان می کند.

۴- یکای دما در «SI» کلوین (K) می باشد که با T نشان داده می شود .

۵- یکای رایج دما ، سلسیوس (C) می باشد که با θ نشان داده می شود.

۶- $T = 273 + \theta$

۷- چون دما نشان دهنده «**میانگین**» جنبش یا تندی (V) ذرات یک جسم است، در نتیجه دما به مقدار ماده (m) بستگی ندارد .

۸- اختلاف دمای دو جسم بیانگر اختلاف در **میانگین** انرژی جنبشی و **میانگین** تندی حرکت ذرات آن است.

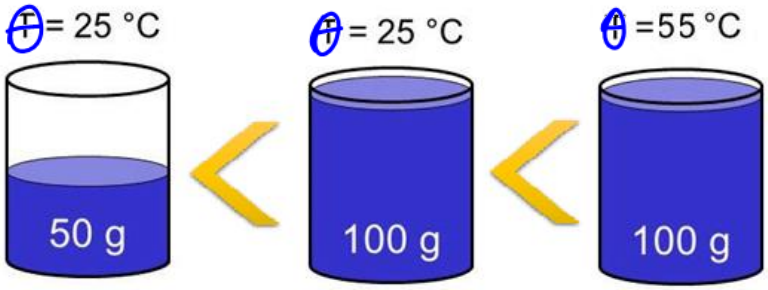
انرژی گرمایی یا انرژی جنبشی

۱- به مجموع انرژی های جنبشی ذرات یک ماده، انرژی گرمایی یا انرژی جنبشی آن ماده می‌گویند.

۲- این انرژی هم به دما یعنی تندی ذرات(V) وابسته است و هم به مقدار (m) ماده بستگی دارد.

($\frac{1}{2}m.v^2 \simeq$ انرژی جنبشی یا انرژی گرمایی)

از نظر انرژی گرمایی :



۳- همانگونه که از دیدگاه علم فیزیک یک متحرک با تندی V و جرم m دارای انرژی جنبشی ($\frac{1}{2}m.v^2$) است، از دیدگاه علم شیمی هم یک جسم به دلیل جنبش میکروسکوپی ذرات آن (V یا دما) و جرم آن(m) نوعی دیگر از انرژی جنبشی($\frac{1}{2}m.v^2$) یا به عبارتی انرژی گرمایی داراست.

با هم بیندیشیم

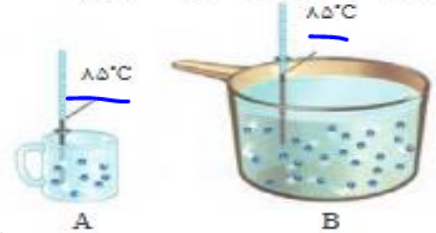
۱ـ شکل زیر دو نمونه از هوای صاف شهر شما را با جرم یکسان نشان می‌دهد. با توجه به آن در هر مورد با خط زدن واژهٔ نادرست، عبارت را کامل کنید.

الف) شکل A، نمونه‌ای از هوا را در شب/ظهر نشان می‌دهد.

ب) شکل B، نمونه‌ای از هوا را در یک روز تابستانی/زمستانی نشان می‌دهد.

پ) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده، هم‌ارز با **انرژی گرمایی**[۳] آن باشد، انرژی گرمایی $\frac{A}{B}$ بیشتر بوده زیرا شمار مولکول‌های/دمای آن بیشتر است.

۲ـ با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.



الف) میانگین تندی مولکول‌های آب را در دو ظرف مقایسه کنید. برابر

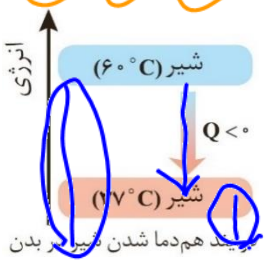
ب) انرژی گرمایی آب موجود در کدام ظرف بیشتر است؟ چرا؟ B > A ، جرم ، $\frac{1}{2}m.v^2$

Dr. Hasan Palvi

گرما یا انرژی گرمایی مبادله شده در یک فرایند(Q)

۱- به آن مقدار انرژی گرمایی که در یک فرآیند مبادله می شود، گرما یا انرژی گرمایی مبادله شده می‌گویند که با Q نمایش می دهند.

۲- درفرآیندهای فیزیکی،گرما(Q) از جسمی که دمای آن بالاتر است به سمت جسمی که دمای آن پایین تر است جاری می شود و نه از جسمی که لزوماً انرژی گرمایی بیشتر دارد به جسمی که انرژی گرمایی کمتری دارد.



۳- انرژی گرمایی و گرما(Q) برخلاف دما صورتی از انرژی هستند.

۴- انرژی گرمایی و دما برخلاف گرما از ویژگی های یک نمونه ماده هستند.

۵- گرما(Q) و تغییر دما($\Delta\theta$) برای توصیف یک فرآیند استفاده می شوند و توصیف کننده ی یک جسم نیستند، در صورتی که انرژی گرمایی و دما برای توصیف یک جسم استفاده می شوند.

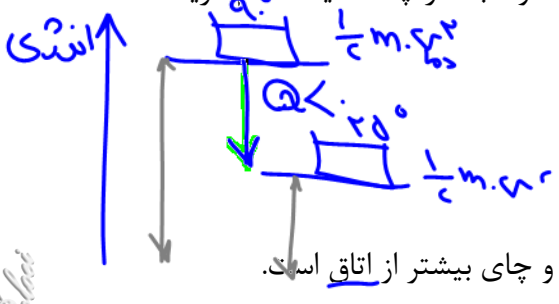
۶- یکای گرما در «SI»،ژول(j) می باشد: $1cal = 4/18\ j$

تست۱: چه تعداد از مطالب زیر نادرست اند؟

- میزان جنبش ذرات ۲۰۰ گرم اتانول در حالت جامد ، مایع و گاز یکسان است.
- علت اینکه بوی غذا گرم سریع تر به مشام می رسد بیشتر بودن دما و انرژی گرمایی آن نسبت به غذای سرد است.
- میانگین انرژی جنبشی ذره های یک نمونه هم ارز با انرژی گرمایی آن است.
- اگر ۳۰۰ گرم گاز N_2 و ۱۰۰ گرم گاز N_2 انرژی گرمایی یکسانی داشته باشند ، قطعاً دمای نمونه دوم بیشتر است.
- گرما همواره از جسمی که انرژی گرمایی بیشتر دارد به جسمی که انرژی گرمایی کمتر دارد جاری می‌شود.

۰(۱ ۱(۲ ۲(۳ ۳(۴

تست۲: یک لیوان چای $90^\circ C$ در اتاقی با دمای $25^\circ C$ قرار داده می شود، بعد از چند دقیقه کدام گزینه درست است؟



۱) انرژی گرمایی از لیوان به اتاق جاری می شود.
۲) دما و انرژی گرمایی و گرمای لیوان کاهش می یابد.
۳) میانگین انرژی گرمایی لیوان کاهش می یابد.
۴) گرما از لیوان به اتاق جاری می شود زیرا انرژی گرمایی لیوان و چای بیشتر از اتاق است.

نکته: روغن و چربی ترکیب آلی ناقطبی هستند. مولکول های روغن پیوند های دوگانه‌ی بیشتری داشته و در نتیجه واکنش پذیری بیشتری دارد و در دمای معمولی مایع است اما چربی در دمای معمولی جامد است.

گرمای ویژه یا ظرفیت گرمای ویژه(c)

۱- به مقدار گرمای لازم که جهت افزایش دمای ۱ گرم از یک جسم به اندازه‌ی $1^{\circ}C$ نیاز است گرمای ویژه یا ظرفیت گرمایی ویژه می گویند.

۲-یکای آن $\frac{j}{g.c}$ یا $\frac{j}{g.k}$ یا $\frac{cal}{g.c}$ و... می‌باشد.

ماده	گرمای ویژه $(Jg^{-1}{}^{\circ}C^{-1})$	ماده	گرمای ویژه $(Jg^{-1}{}^{\circ}C^{-1})$
آب	۴/۱۸۴	آلومینیم	۰/۹۰۰
سدیم کلرید	۰/۸۵۰	نقره	۰/۲۳۶
اتانول	۲/۴۳۰	طلا	۰/۱۲۸
کربن دی‌اکسید	۰/۸۴۰	اکسیژن	۰/۹۲۰

۳-گرمای ویژه به مقدار ماده(m) وابسته نیست.(همانند دما)

۴-گرمای ویژه در دما و فشار معین فقط به نوع ماده و حالت فیزیکی آن وابسته است. به عنوان مثال گرمای ویژه آب مایع بیشتر از آب گازی یا جامد است و یا گرمای ویژه آب مایع در دما و فشار برابر بیشتر از اتانول مایع است.

۵-گرمای ویژه آب $1\frac{cal}{g.c}$ یا $4/184\frac{j}{g.c}$ می‌باشد.

ظرفیت گرمایی(C)

۱-به مقدار گرمای لازم که جهت افزایش دمای یک جسم(mگرم) به اندازه‌ی $1^{\circ}C$ نیاز است،ظرفیت گرمایی جسم می‌گویند.

۲-یکای آن $\frac{j}{c}$ یا $\frac{j}{k}$ یا $\frac{cal}{c}$ و... می‌باشد.

۳-ظرفیت گرمایی به مقدار ماده(m) وابسته است.(همانند انرژی گرمایی)

۴- $C=m.c$

۵- ظرفیت گرمایی یک جسم در دما و فشار معین به نوع ماده و حالت فیزیکی آن و نیز جرم(m) جسم وابسته است.

نکته : علت اینکه گرمای ویژه‌ی یک ماده به نوع ماده بستگی دارد این است که یک ماده با توجه به ساختار شیمیایی خود انرژی منحصر به فردی برای افزایش دمای یک گرم از خود نیاز دارد.به عنوان مثال در $H_2O_{(L)}$ چون مولکول ها با پیوند هیدروژنی به مولکول های اطراف متصل است، انرژی بیشتری به نسبت به اکثر مایعات دیگر باید جذب کند تا جنبش ذرات آن به اندازه $1^{\circ}C$ افزایش یابد. همچنین H_2O در حالت مایع گرمای ویژه‌ی بیشتری نسبت به حالت جامد یا گاز خود دارد چون در حالت‌های فیزیکی مختلف یک ماده،تا حدی آرایش ذرات سازنده و در نتیجه قدرت نیروهای بین ذرات سازنده‌ی آن متفاوت است.

تست: کدام گزینه نادرست است؟

۱) اگر ظرفیت گرمایی ۵۰ گرم سرب $\frac{j}{c}$ ۵ باشد،گرمای ویژه آن $0/1\frac{j}{g.c}$ است.

۲) دما و ظرفیت گرمای ویژه به مقدار ماده بستگی ندارد اما انرژی گرمایی و ظرفیت گرمایی به مقدار ماده نیز وابسته هستند.

۳) در دو ماده‌ی A و B که جرم‌های برابری دارند، هرکدام ظرفیت گرمایی بیشتری داشته باشد لزوماً گرمای ویژه‌ی بیشتری دارد.

۴) اگر دو ماده به یک اندازه($\Delta\theta$) سرد شوند،ماده‌ای که گرمای ویژه بیشتری دارد، گرمای بیشتری آزاد می‌کند.

Dr. Hasan Palvi

محاسبه مقدار گرمای مبادله شده در یک فرایند(Q)

$$Q = m.c.\Delta\theta$$

۱-یکای Q وابسته به یکای سه کمیت دیگر است.

به عنوان مثال اگر m را برحسب gr و c را برحسب $\frac{j}{gr.c}$ و $\Delta\theta$ را برحسب C قرار دهیم،واحد گرما (Q) برحسب j خواهد بود:

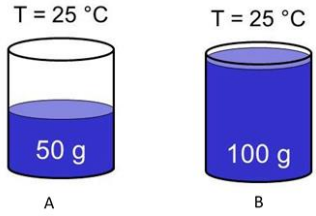
$gr \times \frac{j}{gr.\not{c}} \times \not{c} \longrightarrow j$

۲-تغییر دما برحسب سلسیوس($\Delta\theta$) و همان مقدار تغییر دما بر حسب کلوین(ΔT) برابر است، به عبارتی می‌توان در رابطه بالا به جای $\Delta\theta$ مقدار ΔT را قرار داد.

۳-چون C=m.c ، پس می‌توان رابطه بالا را به شکل $Q = C.\Delta\theta$ نیز بیان کرد.

۴-اگر سامانه به محیط گرما دهد،$\Delta\theta$ منفی و در نتیجه Q منفی خواهد بود(گرماده) و بالعکس.

مثال۱) دو ظرف A و B که حاوی آب هستند را از نظر کمیت‌های زیر مقایسه کنید:



الف) میانگین انرژی جنبشی ذرات

ب) میزان گرمی و سردی

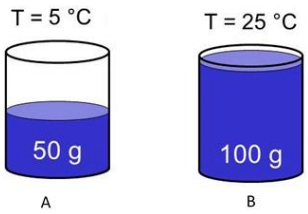
پ) انرژی جنبشی

ت) ظرفیت گرمایی ویژه

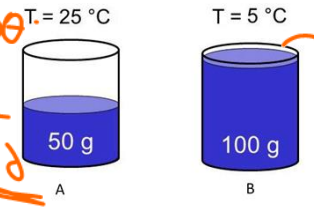
ث) ظرفیت گرمایی

ج) مقدار گرمایی آزاد شده در صورت رساندن دما به ۲۵°C

مثال۲) سوالات مثال ۱ را در حالت زیر پاسخ دهید.(هر دو ظرف حاوی آب)



مثال۳) سوالات مثال ۱ را در حالت زیر پاسخ دهید.(هر دو ظرف حاوی آب)



مثال ۴): در دو ظرف ۲۰۰g آب و ۲۰۰g روغن زیتون را تا دمای ۷۵°C گرم می‌کنیم.با انداختن یک تخم مرغ در کدام ظرف تخم مرغ مقدار بیشتری گرما جذب می‌کند و پخته می‌شود؟(گرمای ویژه آب ۴/۲ و روغن زیتون ۲$\frac{j}{g.c}$ است)

جواب: اگر دمای نهایی محتویات هردو ظرف را در انتهای فرآیند ۲۵°c بگیریم، با توجه به اینکه گرمای ویژه آب حدود دو برابر روغن زیتون می‌باشد، پس طبق رابطه‌ی $Q = m.c.\Delta\theta$:

Dr. Hasan Palooi

چون m (۲۰۰ گرم) و $\Delta\theta$ (-۵۰°C)در هردو ظرف یکسان است،در نتیجه مقدار گرمایی که آب به تخم مرغ می‌دهد بیشتر از دو برابر ظرف حاوی روغن زیتون است و در نتیجه در ظرف حاوی آب، تخم مرغ بیشتر و بهتر پخته می‌شود. این مثال نقش گرمای ویژه و ظرفیت گرمای ویژه در تبادل گرما را نشان می‌دهد.(چون جرم آب و روغن زیتون برابر است پس طبق C=m.c نشان دهنده نقش ظرفیت گرمایی نیز می‌باشد)

یادآوری : اگر دو جسم با جرم(m) برابر به یک اندازه تغیر دما ($\Delta\theta$) یابند، جسمی که گرمای ویژه(c) کمتری دارد هم تبادل گرما سریعتر اتفاق می‌افتد و هم گرمای مبادله شده (Q) آن کمتر است.

به عنوان مثال دیگر در مقایسه مقداری نان و سیب‌زمینی به جرم برابر،چون مقدار آب در سیب زمینی بیشتر است و از طرفی گرمای ویژه آب زیاد است،پس اگر هر دو را به دمای مثلاً ۸۰°C برسانیم و در اتاق قرار دهیم، نان سریع تر به دمای اتاق رسیده و گرمای کمتری نیز به اتاق می‌دهد.

تست۱: اگر ظرفیت گرمایی ویژه‌ی اجسام A ، B ، C و D به ترتیب ۰/۹ ، ۴/۲ ، ۰/۵ و ۲/۴ برحسب $\frac{j}{g.c}$ باشد، با دادن مقدار یکسان گرما به جرم یکسان از هر کدام، ترتیب افزایش دمای آن ها کدام است؟

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

تست۲: اگر دمای ۲۵۰ گرم اتانول از ۲۹۸K به ۲۷۶K برسد، چند کیلوژول گرما مبادله می شود؟($c=2/4\ \frac{j}{g.c}$)

۱) ۱۳/۵۳
۲) ۶/۷۵
۳) -۱۳/۵۳
۴) -۶/۷۵

تست۳: به مقداری آب خالص ۲۵Kj گرما داده شده و دمای آن ۲۰°C افزایش یافته است.این نمونه آب حدود چند مول است؟ (O=۱۶ ، H=۱)

۱) ۱۷
۲) ۲۰
۳) ۲۳
۴) ۲۷

تست۴: از ۸۰ گرم نمک طعام ۰/۳۴ کیلوژول گرما گرفته می شود و دمای آن به ۲۰°c می رسد، دمای اولیه آن چند درجه سلسیوس بوده است؟($c=0/85\ \frac{j}{g.c}$)

۱) ۲۵
۲) ۱۵
۳) ۱۰
۴) ۵

تست۵: اگر برای افزایش دمای یک قطعه آهن به میزان ۲۰°c به ۲/۵۱ کیلوژول گرما نیاز باشد، حجم این قطعه چند سانتی متر مکعب است؟(چگالی آهن $7/8\ \frac{g}{cm^3}$ و گرمای ویژه آن $0/45\ \frac{j}{g.c}$ می‌باشد)(ریاضی۹۵)

۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۷۵
۴) ۱۰۰

تست۶: ۲/۵ لیتر آب ($d=1\frac{Kg}{L}$) و ۲ لیتر ضدیخ ($d=1/1\frac{Kg}{L}$) با یکدیگر مخلوط شده و درون رادیاتور خودرو به کار رفته است.مقدار گرمای جذب شده برای افزایش دمای این محلول به اندازه ۱۰°C چند کیلوژول است؟ (گرمای ویژه آب و ضدیخ به ترتیب ۴/۲ و ۲/۴ ژول بر گرم درجه سلسیوس است)

۱) ۱۵/۳ ۲) ۱۵/۸ ۳) ۱۵۳ ۴) ۱۵۷/۸

هم دمایی:

تست ۷: یک گلوله مسی به جرم ۵۰ گرم را تا دمای ۸۰ درجه سانتیگراد گرم کرده و درون ۲۰۰ گرم آب صفر درجه سانتیگراد می‌اندازیم. دمای نهایی گلوله و آب به تغریب چند درجه سلسیوس است. $(C_{\text{مس}} = 0/38\frac{j}{g.c})$

۱) ۱۳/۵ ۲) ۲۳ ۳) ۱۱/۵ ۴) ۳۳/۴

گذری بر فیزیک و انرژی مکانیکی

از دیدگاه علم فیزیک ، یک متحرک (به عنوان مثال یک مداد در حال سقوط)، دارای دو نوع انرژی جنبشی ($\frac{1}{2}m.v^2$) و انرژی پتانسل گرانشی (mgh) می باشد. به مجموع این دو انرژی " انرژی مکانیکی " جسم می گویند.

(انرژی پتانسیل گرانشی)mgh + (انرژی جنبشی) $\frac{1}{2}m.v^2$ = انرژی مکانیکی جسم

انرژی جسم از دیدگاه علم شیمی (آنتالپی)

یک جسم (به عنوان مثال همان مداد) به دلیل جرم و جنبش ذرات (دما یا V)، دارای نوعی انرژی جنبشی میکروسکوپی و به عبارتی همان" انرژی گرمایی" است .($\frac{1}{2}m.v^2$)

از طرف دیگر هر جسمی به دلیل برهم کنش بین ذرات و نیروهای نگه دارنده ی ذرات (به عنوان مثال پیوند اشتراکی) نوعی از انرژی پتانسیل در خود به شکل ذخیره شده داراست به این انرژی (انرژی پتانسیل) یا (انرژی شیمیایی) یا به عبارت بهتر «انرژی پتانسیل شیمیایی» گویند.

۱-آنتالپی یا محتوای انرژی یا H : به مجموع انرژی گرمایی (مجموع انرژی جنبشی ذرات) و انرژی پتانسیل شیمیایی جسم ، «آنتالپی» آن گویند.

انرژی پتانسیل شیمیایی + انرژی گرمایی = H (آنتالپی یا سطح انرژی یا محتوای انرژی)

۲-آنتالپی یک ماده به نوع، مقدار ، دما ، فشار و حالت فیزیکی آن ماده وابسته است.

۳-در یک فرآیند فیزیکی یا شیمیایی، با تغییر مقدار انرژی گرمایی یا انرژی پتانسیل یا هر دو آنتالپی مواد کاهش یا افزایش می یابد و "گرما" مبادله می شود.

تغییر آنتالپی واکنش یا ΔH یا آنتالپی واکنش

تعریف: به گرمای مبادله شده بین سامانه و محیط در فشار ثابت، تغییر آنتالپی واکنش یا ΔH یا آنتالپی واکنش و یا گرمای واکنش یا q_p گویند.

$$\Delta H = Q_p = H_2 - H_1 = H(\text{موادفرآورده}) - H(\text{مواد واکنش دهنده})$$

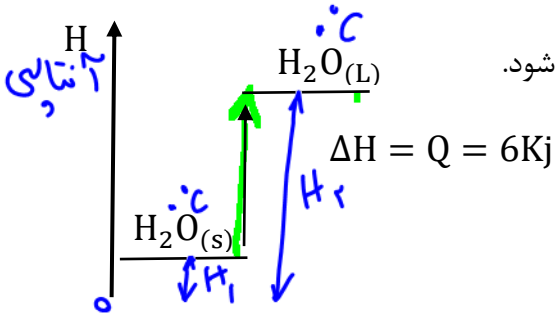
۱-به عبارتی ΔH همانند Q گرمای مبادله شده فرآیند است اما حتما در فشار ثابت.

۲-در فرآیند گرماگیر:

الف) $\Delta H > 0$

ب) مقدار گرمای مبادله شده در سمت چپ فرآیند نوشته می شود.

$$H_2O_{(s)} + 6Kj \rightarrow H_2O_{(L)}$$



پ) آنتالپی محصولات بیشتر از مواد اولیه است.

ت) پایداری مواد کاهش می یابد.

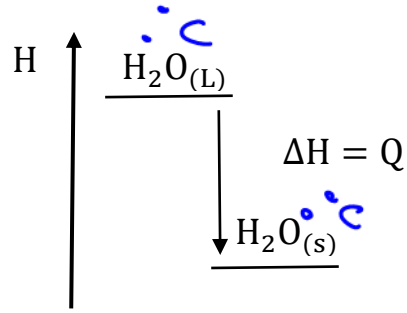
ث) سامانه از محیط انرژی جذب می کند .

۳-در یک فرآیند گرماده:

الف) $\Delta H < 0$

ب) مقدار گرمای مبادله شده در سمت راست فرآیند نوشته می شود.

$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(s)} + 6Kj$$



پ) آنتالپی محصولات کمتر از مواد اولیه است.

ت) پایداری مواد کاهش می یابد.

ث) سامانه به محیط گرما (انرژی) می دهد.

۴-آنتالپی واکنش به نسبت ضریب هر جسم شرکت کننده در واکنش برحسب mol است. به عنوان مثال در واکنش $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ ، ΔH : -۹۲ Kj

اگر ۱ مول N_2 مصرف شود و ۳ مول H_2 مصرف شود و ۲ مول NH_3 تولید شود، ۹۲ kj گرما آزاد می‌شود.

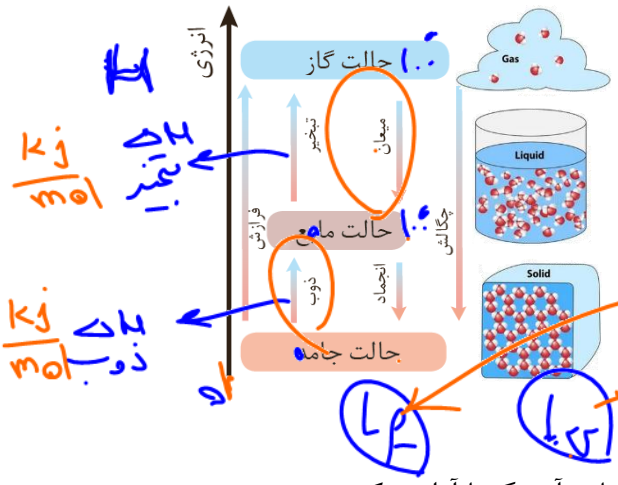
۵-برای به آوردن ΔH از Q یا بالعکس می‌توان در روش تناسب از کسر $\frac{Q}{\Delta H}$ استفاده کرد. و یا از فرمول زیر بهره برد. در این فرمول منظور از n، مقدار مول جسم شرکت کننده ی مورد نظر است:

$$Q = \frac{\Delta H}{\text{ضریب}} \times n$$

مثال: در واکنش گازی $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 184Kj$ در اثرتولید ۵/۶ لیتر HCl در شرایط STP چند Kj انرژی آزاد می‌شود؟

جواب:

$$\frac{5/6\ L}{2\times 22.4\ L} = \frac{x\ Kj}{-184\ Kj} \rightarrow x = -23\ Kj$$



یادآوری: در مورد یک ماده سطح انرژی حالت گازی آن بیشتر از حالت مایع است و حالت مایع نیز بیشتر از حالت جامد است:

بدیهی است هر جسم در دما و فشار معین، آنتالپی ثابت و معینی دارد.

تست: کدام مورد درست است؟ (تجربی۱۴۰۲)

۱) در یک واکنش معین، تشکیل یک مادهٔ گازی، بیشتر از تشکیل مایع آن، گرما آزاد میکند.

۲) میزان گرمای یک واکنش معین در دما و فشار ثابت، مستقل از حالت فیزیکی واکنش دهنده ها است.

۳) اگر در یک واکنش، دما ثابت بماند، میزان انرژی جنبشی و پتانسیل واکنش دهنده ها به فراورده ها نزدیک است.

۴) در فرایند جوشش آب در دمای ،صد درجه، میزان انرژی جنبشی مولکول‌های آب نسبت به بخار آب تشکیل شده، تغییر چندانی نخواهد داشت.

۶-عوامل موثر در مقدار گرمای واکنش(ΔH):

A) نوع واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها
B) مقدار واکنش دهنده‌ها
C) دما و فشار
D) حالت فیزیکی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها

مثال: اگر تفاوت سطح انرژی ۱ مول آب مایع و بخار آب برابر ۴۴ $\frac{Kj}{mol}$ باشد، ΔH واکنش B را حساب کنید:

A) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 484Kj$

B) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(L)} \qquad \Delta H =$

۷- اگر یک واکنش جای واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها عوض شود، ΔH واکنش قرینه می‌شود:

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H = -484\ Kj$

$2H_2O_{(g)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \qquad \Delta H = +484\ Kj$

۸- اگر ضرایب استوکیومتری فرآیندی ضربدر عددی شوند، ΔH آن واکنش نیزضربدر همان عدد می‌شود:

$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = 6\ Kj$

$3H_2O_{(s)} \rightarrow 3H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = 18\ Kj$

۹-مقدار عددی ΔH یک فرایند، بزرگی آن را نشان می دهد در حالی که مثبت یا منفی بودن آن نشان دهنده گرماگیر یا گرماده بودن آن است.

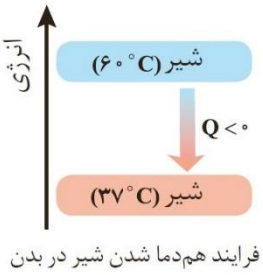
Dr. Hasan Palvi

گرمای مبادله شده ΔH واکنش حاصل تغییر انرژی شیمیایی است یا انرژی گرمایی؟

ΔH یک فرایند می‌تواند ناشی از تغییر انرژی گرمایی باشد یا تغییر در انرژی شیمیایی یا هر دو:
گرمای واکنش می‌تواند ماحصل هر سه بیان فوق باشد:

الف) فقط انرژی گرمایی مواد تغییر کند:

به عنوان مثال با نوشیدن یک لیوان شیر $60^\circ C$ بعد از حدود نیم ساعت بدون آن که مواد آلی موجود در آن فرصت انجام واکنش داشته باشند، دمای آن به دمای بدن($37^\circ C$) می‌رسد: $\text{شیر}(60^\circ C) \rightarrow \text{شیر}(37^\circ C) + Q$



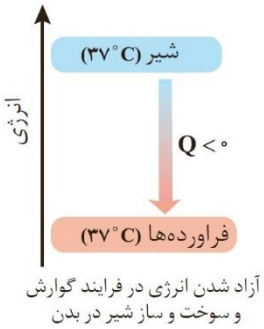
فرایند هم‌دما شدن شیر در بدن

چون $\Delta\theta$ منفی است(۲۳-)بنابراین فرآیند گرماده بوده و این انرژی به بدن داده می‌شود(محیط).

در این فرآیند آنتالپی شیر کاهش می‌یابد که این آنتالپی (ΔH) فقط ناشی از کاهش انرژی گرمایی است.

ب)فقط انرژی پتانسیل (شیمیایی) تغییر کند:

چنانچه شیر $37^\circ C$ نوشیده شود بعد از چند ساعت مواد آلی آن اکسایش می‌یابدو به دلیل کاهش انرژی پتانسیل شیمیایی، آنتالپی فرآورده‌ها کمتر از واکنش دهنده‌ها(شیر) خواهد بود و در نتیجه چون $H_2<H_1$ است، با وجود اینکه دما تغییر نکرده است($\Delta\theta = 0$) در نتیجه انرژی گرمایی ثابت است اما به دلیل کاهش انرژی پتانسیل مواد، شیر به بدن گرما داده و $\Delta H < 0$ خواهد بود:

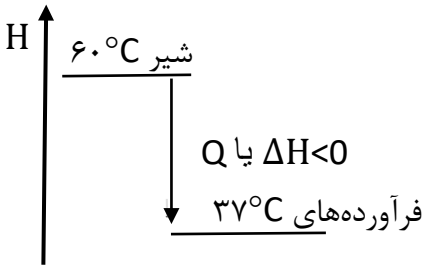


آزاد شدن انرژی در فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن

$\text{شیر}(37^\circ C) \rightarrow \text{فرآورده‌های}(37^\circ C) + Q$

پ)تغییر هم زمان انرژی گرمایی و پتانسیل:

حال فرض کنیم یک لیوان شیر $60^\circ C$ میل شود و بعد از چند ساعت مواد آلی آن اکسایش یافته و فرآورده‌های حاصل به دمای $37^\circ C$ برسند. در این حالت هم، آنتالپی کاهش می‌یابد.



($H_2<H_1$) و $\Delta H < 0$ خواهد بود.

یعنی مجدد شیر به بدن گرما می‌دهد اما در این حالت گرمای مبادله شده بیشتر خواهد بود. زیرا هم انرژی گرمایی تغییر کرده ($\Delta\theta = -23$) و هم به دلیل تغییر در ساختار شیمیایی مواد، انرژی پتانسیل شیمیایی تغییر کرده است. به عبارتی در این حالت ΔH یا گرمای مبادله شده‌ی فرآیند هم به دلیل کاهش انرژی گرمایی شیر(تبدیل شیر $60^\circ C$ به شیر$37^\circ C$) و هم کاهش انرژی پتانسیل محتویات شیر (تبدیل شیر $37^\circ C$ به فرآورده‌های $37^\circ C$) می‌باشد.

جمع بندی: در واکنش های شیمیایی که در دمای ثابت انجام می شوند ($\Delta\theta = 0$) ، ΔH فقط حاصل تفاوت انرژی پتانسیل است.در واکنش های شیمیایی که دمای حالت آغازی و پایانی متفاوت است($\Delta\theta \neq 0$)، ΔH حاصل تغییر در انرژی گرمایی و انرژی پتانسیل است. در صورتیکه در فرآیندهای فیزیکی معمولاً گرمای مبادله شده (ΔH) فقط به دلیل تفاوت در انرژی گرمایی ماده می باشد.

Dr. Hasan Palooi

نکته۱: گرمای آزاد شده یا جذب شده در واکنش های شیمیایی عمدتاً وابسته به تفاوت انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده و فرآورده است. یعنی انرژی ای که ناشی از نیروهای نگهدارنده ذره های سازنده ی آن است.

انرژی پتانسیل

نکته۲: داد و ستد انرژی در واکنش ها بطور عمده به شکل گرما ظاهر می شود.

نکته۳: فرایند هم دما شدن بستنی در بدن گرماگیر می‌باشد اما گوارش و سوخت و ساز آن گرماده است.

ترموشیمی یا گرماشیمی : شاخه ای از علم شیمی که به مطالعه ۱- کمی و کیفی گرمای واکنش های شیمیایی (انرژی مبادله شده در واکنش ها) ۲- تغییر انرژی گرمایی ۳- تاثیر گرما بر حالت ماده می پردازد.

نکته۴ : یکی از ویژگی های بنیادی و مشترک میان واکنش های شیمیایی این است که هنگام انجام شدن با محیط گرما مبادله می کند البته عواملی مانند تغییر رنگ، تولید رسوب، ایجاد نور و صوت، تولید گاز و ... نیز ممکن است در واکنش شیمیایی اتفاق افتد.

تست۱ : کدام گزینه درست است؟

۱) راه های گوناگون دیگری برای تامین انرژی بدن به جز گوارش و سوخت وساز مواد غذایی وجود دارد.

۲) تبدیل ماده به انرژی تنها منبع حیات بخش انرژی در زمین است.

۳) درفرآیند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن $Q>0$ است چون دمای بدن تغییر نمی کند.

۴) فرآیندهای ذوب، تبخیر و فرازش گرماگیر هستند و آنتالپی مواد کاهش می یابد.

تست۲ : با توجه به واکنش: $N_2H_4 + H_2 \rightarrow 2NH_3$ با $\Delta H = -183Kj$ کدام مورد درست است؟

۱) پایداری فرآورده ها از واکنش دهنده ها بیشتر است.

۲) با تولید هر مول آمونیاک kj ۱۸۳ انرژی تولید می شود.

۳) واکنش گرماگیر است و با انجام آن در یک ظرف آب، دمای ظرف پایین می آید.

۴) با انجام واکنش در دمای ثابت، انرژی باید از محیط به سامانه جریان یابد.

تست۳ : با توجه به واکنش $SO_{3(g)} + H_2O_{(L)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$ $\Delta H = -228Kj$ در یک مخزن دارای ۱۰/۱۸ کیلوگرم آب، ۱۰ مول SO_3 با سرعت یکنواخت و در مدت ۵ دقیقه حل شده است. میانگین افزایش دمای مخزن در هر دقیقه به تنهایی چند $^{\circ}C$ است؟ $(C_{H_2O} = 4/2\frac{j}{g.k})$

۱) ۰/۵۴ ۲) ۱/۰۸ ۳) ۵/۴۲ ۴) ۱۰/۸۶

نکته۵: در واکنش گرماده(متانند تست ۳)، برای بیان گرمای آزاد شده، فقط مقدار عددی ΔH ذکر می‌شود(۲۲۸Kj) اما برای بیان مقدار ΔH یا بیان گرمای مبادله شده، باید علامت منفی نیز ذکر شود ($\Delta H=-228Kj$).

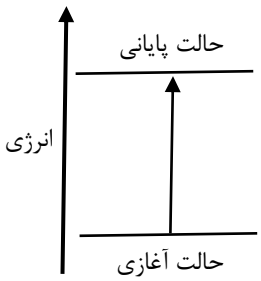
تست ۴ : ΔH اغلال کلسیم کلرید ($M=111\frac{j}{mol}$) برابر $\frac{kj}{mol}$ ۳۵- است. برای گرم کردن ۲۵۰ گرم آب از دمای ۲۵ °C به ۴۵ °C چند گرم از آن باید در آب حل شود؟ ($C_{H_2O}=4/2\frac{j}{g.k}$ و از گرمای جذب شده توسط کلسیم کلرید صرف نظر شود)

۱) ۴۴/۴ ۲) ۶۶/۶ ۳) ۸۳/۲۵ ۴) ۱۵۰

تست ۵: گرمای حاصل از سرد کردن یک قطعه ۳ کیلوگرمی آلومینیوم از دمای ۵۰ °c به ۲۰ °c می تواند چند Kj است؟($C_{Al}=0/9\frac{j}{g.k}$) ۰/۴۵ مول گاز نیتروژن را در واکنش زیر تبدیل به NO کند،ΔH واکنش $2N_2+2O_2\rightarrow 4NO$

۱) ۱۸۰+ ۲) ۱۸۰- ۳) ۳۶۰+ ۴) ۳۶۰-

تست ۶: با توجه به نمودار مقابل چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟



- در طی این فرآیند انرژی محیط افزایش می یابد.
- در این فرآیند $\Delta\theta$ الزاماً مثبت است.
- علامت $\Delta\theta$ و Q برای محیط مثبت است.
- این نمودار می تواند متعلق به هم دما شدن بستنی (سامانه) با بدن در هنگام خوردن آن باشد.
- انرژی گرمایی سامانه در حالت آغازی و پایانی قطعاً تفاوت زیادی با هم دارند.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

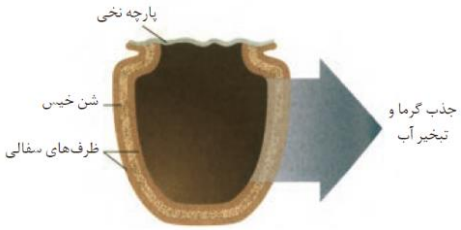
تست ۷: (ریاضی تیر ۱۴۰۳)

فرایندهای ..... و ..... مواد خالص،برخلاف میعان بخار آب، با افزایش سطح انرژی همراه است.

۱) چگالش ـ انجماد ۲) چگالش ـ تبخیر ۳) فرازش ـ انجماد ۴) فرازش ـ ذوب

Dr. Hasan Palvi

یخچال صحرایی



۱- از دو ظرف سِفالی (ازجنس خاک رس) تشکیل شده که فضای بین آنها با شِن خیس پر شده است و درپوش آن پوشش نخی و مرطوب است.

۲- با توجه به اینکه تبخیر آب فرآیندی گرماگیر است، برای تبخیر آب از سطح بیرونی ظرف سفالی، آب موجود در شن ها گرما از دست داده و در نتیجه دمای محتویات و غذای درون ظرف کاهش یافته و خنک می شود.

$$H_2O_{(L)} + 44Kj \rightarrow H_2O_{(L)}$$

فرآیندهای گرماگیر مهم

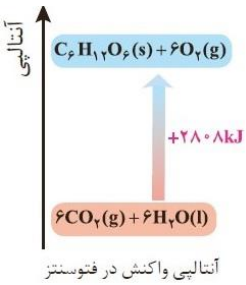
۱- تغییر حالت های فیزیکی: ذوب، تبخیر ، فرازش (تصعید)

۲- انحلال مواد در آب: انحلال اکثر نمک ها (غیر از $CaCl_2$ و Li_2SO_4)، انحلال شکر

۳- اکثر واکنش های تجزیه:

۴- واکنش فتوسنتز:

$$6CO_2 + 6H_2O + Q \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$



۵- تولید اوزون از اکسیژن: $3O_2 + Q \rightarrow 2O_{3(g)}$

۶- واکنش نیتروژن و اکسیژن $N_{2(g)} + O_{2(g)} + Q \rightarrow 2\,NO_{(g)}$

۷-شکستن پیوند: مثال: $Cl_{2(g)} + Q \rightarrow 2Cl_{(g)}$

فرآیندهای گرماده مهم

۱- تغییر حالت های فیزیکی : انجماد، میعان و چگالش

۲- انحلال مواد در آب: انحلال دو نمک $CaCl_2$ و Li_2SO_4 ، انحلال گازها، انحلال اسیدها و بازهای قوی، انحلال الکل های سبک

۳- اکثر واکنش های ترکیب (سنتز)

۴- واکنش سوختن و اکسایش:

نکته۱: به طور کلی در واکنش‌ها هر طرف O_2 باشد، Q طرف مقابل است غیر از دو واکنش $3O_2 \rightarrow 2O_3$ و نیز $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$

نکته۲: تفاوت واکنش سوختن و اکسایش در این است که در واکنش سوختن جسم سریع با اکسیژن واکنش داده و علاوه‌بر گرما، نور هم تولید می‌کند.

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

الف) مواد غذایی پس از گوارش، انرژی لازم برای سوخت‌وساز یاخته‌ها را در بدن تأمین می‌کنند.
ب) سوختن سوخت‌ها، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط‌های گوناگون را فراهم می‌کنند.
پ) زغال کک، واکنش‌دهنده‌ای رایج در استخراج آهن بوده که تأمین‌کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است.

۵- واکنش فلزات گروه ۱و۲ با آب یا اکسیژن و نافلزات دیگر

۶- واکنش اکسید فلزات و نافلزات با آب

۷- و چند واکنش گرماده مهم دیگر:

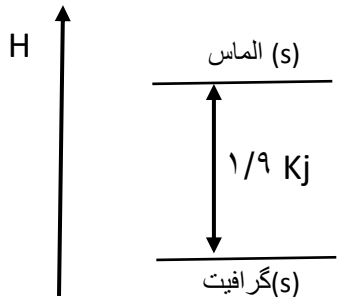
$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

$$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe \qquad \text{(ترمیت)}$$

$$H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

مقایسه الماس و گرافیت



۱- به اشکال مختلف مولکولی یا بلوری یک عنصر، دگرشکل یا آلوتروپ گویند.

۲- کربن به دو شکل الماس و گرافیت در طبیعت یافت می‌شوند که آنتالپی ۱ مول الماس ۱/۹ kj از گرافیت بیشتر است.پس گرافیت دگرشکل پایدارتری است و در طبیعت به همین دلیل فراوان تر است.

۳-چون آنتالپی الماس بالاتر است و از طرفی واکنش هر دو با اکسیژن گرماده بوده و فرآورده‌ی سوختن هر دو $CO_{2(g)}$ است، پس از سوختن الماس گرمای بیشتری آزاد می‌شود.

➢ **مقایسه ΔH دو یا چند واکنش به نسبت مشابه:**

۱- ابتدا با توجه به گرماگیر یا گرماده بودن واکنش اول، نمودار حدودی آنتالپی آن را ترسیم می کنیم.

۲- نمودار آنتالپی واکنش دوم را تا حد ممکن روی نمودار اولی ترسیم می کنیم.

۳- حال میتوان گرمای دو واکنش را با یکدیگر مقایسه کرد.

با هم بیندیشیم

۱ـ با توجه به واکنش‌های زیر پاسخ دهید:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 92kJ$$
$$N_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} 2NH_3(g) + 183kJ$$

الف) چرا گرمای آزاد شده در دو واکنش متفاوت است؟ توضیح دهید.

ب) در کدام واکنش، مواد واکنش‌دهنده پایدارتر است؟ چرا؟

۲ـ گرافیت و الماس دو آلوتروپ کربن هستند که فراوردهٔ واکنش سوختن کامل آنها، گاز کربن‌دی‌اکسید است.

$$C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 393/5\ kJ$$
$$C(s, \text{الماس}) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 395/4kJ$$

الف) چرا گرمای حاصل از سوختن یک مول گرافیت متفاوت از یک مول الماس است؟

ب) الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟

پ) از سوختن کامل 7/2 g گرافیت، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

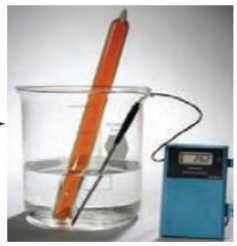
۳ـ با توجه به واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + 484kJ$، پیش‌بینی کنید گرمای واکنش $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ کدام است (−572 kJ، +572 kJ، −422 kJ، +422 kJ)؟ چرا؟

خود را بیازمایید

۱ـ نماد Q را در هر معادله وارد کرده سپس علامت «ΔH» را در هر مورد مشخص کنید.

الف) $CO_2(s) \rightarrow CO_2(g)$

ب) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$



پ) $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$ ت) $H_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$

● مقدار عددی «ΔH»، یک فرایند بزرگی آن را نشان می‌دهد، درحالی که علامت مثبت و منفی تنها نشان‌دهندهٔ گرماگیر و گرماده بودن آن است.

۲ـ اگر برای تولید یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازهٔ 143 kJ افزایش یابد، تالپی واکنش $3O_2(g) \rightleftarrows 2O_3(g)$ را در جهت رفت و در جهت برگشت حساب کنید.

تست۱: کدام واکنش بیشترین و کدام واکنش کمترین گرمای آزاد شده را دارا هستند؟

A) $C_{(\text{الماس})} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

B) $C_{(\text{الماس})} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(s)}$

C) $C_{(\text{اگرافیت})} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

D) $C_{(\text{گرافیت})} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(s)}$

۱) C-B ۲) D-B ۳) A-D ۴) B-D

تست۲: چه تعداد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

- به دلیل یکسان بودن اتم های سازنده الماس و گرافیت، انرژی پتانسیل مقدار برابری از آن ها برابر است.
- در واکنش سوختن آلوتروپ‌های یک عنصر، هر چه گرمای آزاد شده بیشتر باشد، پایداری آن آلوتروپ کمتر است.
- واکنش همه مواد با اکسیژن گرماده هستند و علامت ΔH در آن ها منفی است.
- در فرآیندهای اکسایش گلوکز و تبدیل اکسیژن به اوزون، پایداری فرآورده‌ها بیشتر از واکنش دهنده‌ها است.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

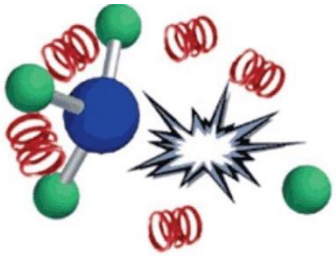
تست۳: اگر با تولید شدن یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازه ۵۷۳ Kj افزایش یابد،چه تعداد از مطالب زیر درست اند؟

- ΔH واکنش $3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$ برابر $+۵۷۳\ Kj$ است.
- گاز اوزون پایدارتر از گاز اکسیژن است.
- گرمای مبادله شده در مصرف ۳ گرم اکسیژن با گرمای مبادله شده در اثر تولید ۳ گرم اوزون از نظر عددی برابر است.
- واکنش پذیری اکسیژن بیشتر از اوزون است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Dr. Hassan Palouei

آنتالپی پیوند (ΔH پیوند)

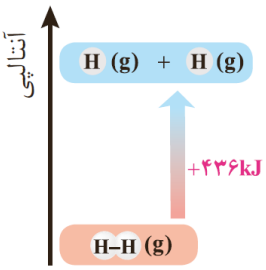


تعریف : به مقدار گرما (انرژی لازم) جهت شکستن ۱ مول پیوند کووالانسی جسم گازی و تبدیل آن به اتم‌های گازی جدا از هم ، آنتالپی پیوند یا انرژی پیوند گویند($\frac{kj}{mol}$)

مثال:

$$H_{2(g)} + 436\ Kj \rightarrow 2H_{(g)}$$

$$\Delta H_{H-H}\text{پیوند} = 436\ \frac{kj}{mol}$$



تست ۱: در کدام گزینه آنتالپی پیوند مورد نظر درست بیان شده است؟

۱) $\Delta H_{Br-Br} = Q_1$ — $Br_{2(L)} + Q_1 \rightarrow 2Br_{2(g)}$

۲) $\Delta H_{C-H} = \frac{Q_2}{4}$ — $CH_{4(g)} + Q_2 \rightarrow C_{(g)} + 4H_{(g)}$

۳) $\Delta H_{N-H} = \frac{Q_3}{3}$ — $NH_{3(g)} + Q_3 \rightarrow N_{(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)}$

۴) $\Delta H_{O-H} = \frac{Q_4}{2}$ — $H_2O_{(g)} + Q_4 \rightarrow 2H_{(g)} + O_{(L)}$

تست ۲: اگر آنتالپی پیوند H-Br برابر با $۳۶۶\frac{kj}{mol}$ باشد، کدام گزینه گرمای مبادله شده در اثر تبدیل ۲ مول $H_{(g)}$ و ۲ مول $Br_{(g)}$ به ۲ مول $HBr_{(g)}$ را درست بیان می کند؟

۱) ۳۶۶ کیلو ژول انرژی جذب می شود
۲) ۳۶۶ کیلو ژول انرژی آزاد می شود.
۳) ۷۳۲ کیلو ژول انرژی جذب می شود.
۴) ۷۳۲ کیلو ژول انرژی آزاد می شود.

تست ۳: برای شکستن پیوندهای ۲ گرم CH_4 گازی ۲۰۷/۵ کیلوژول انرژی نیاز است، ΔH پیوند C-H چند $\frac{kj}{mol}$ است؟ (H=1 ،C=12)

۱) ۸۳۰
۲) ۱۶۶۰
۳) ۳۳۲۰
۴) ۴۱۵

Dr. Hasan Palvi

میانگین آنتالپی پیوند

در مورد پیوندهایی که مولکول دو اتمی‌ای وجود ندارد که فقط دارای یک عدد از این پیوند باشد، به جای واژه آنتالپی پیوند بهتر است از «میانگین آنتالپی پیوند » استفاده کرد.

مثال: پیوند C-H در هیچ مولکول دو اتمی که فقط یک عدد از این پیوند را دارا باشد وجود ندارد. بنابراین برای محاسبه آنتالپی این پیوند به اجبار باید از مولکولی مانند CH_4 استفاده کرد که دارای ۴ پیوند C-H است. جالب است که شکستن اولین، دومین، سومین و چهارمین پیوند C-H در این مولکول انرژی متفاوتی نیاز دارند. در نتیجه شیمی دان ها میانگین این چهار انرژی را به عنوان «میانگین آنتالپی پیوند C-H» بیان می کنند.

جدول ۲- آنتالپی برخی پیوندها

پیوند	آنتالپی ($kJ\ mol^{-1}$)
Cl-Cl	۲۴۲
Br-Br	۱۹۳
I-I	۱۵۱
H-F	۵۶۷
H-Cl	۴۳۱
O=O	۴۹۵
N≡N	۹۴۵

جدول ۳- میانگین آنتالپی برخی پیوندها

پیوند	میانگین آنتالپی ($kJ\ mol^{-1}$)
C-O	۳۸۰
N-H	۳۹۱
O-H	۴۶۳
C-C	۳۴۸
C=C	۶۱۴
C≡C	۸۳۹
C=O	۷۹۹
N-N	۱۶۳
O-O	۱۴۶

تست: در چند مورد از پیوندهای زیر بهتر است از «میانگین آنتالپی پیوند» استفاده کرد؟

N-H ، O=O ، N≡N ، H-I ، O-H ، P-CL

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

عوامل موثر در آنتالپی پیوند

۱- آنتالپی پیوند با طول پیوند کووالانسی رابطه ی عکس دارد.

یادآوری: هر چه شعاع اتم های درگیر در پیوند اشتراکی کمتر باشد، طول پیوند کمتر است.

عوامل موثر در شعاع اتمی: اولویت۱: تعداد لایه ↑ ← شعاع اتمی ↑

اولویت۲: تعداد P ↓ ← شعاع اتمی ↑

مثال: پیوندهای زیر را از نظر طول پیوند و آنتالپی پیوند مقایسه کنید:

I-I H-I H-Br H-Cl H-F

۲-آنتالپی پیوند با مرتبه پیوند رابطه مستقیم دارد.

مثال:

طول پیوند: $C-C > C=C > C\equiv C$

آنتالپی پیوند: $C-C < C=C < C\equiv C$

۳- آنتالپی پیوند با قطبیت پیوند رابطه مستقیم دارد.

تست ۱: آنتالپی پیوند و یا میانگین آنتالپی پیوند در کدام گونه در در مقایسه با گونه‌های دیگر بیشتر است؟

۱) C با C در اتین
۲) O با O در O_2
۳) N با N در N_2
۴) C با C در سیکلوهگزان

تست ۲: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

برای کدام پیوند در مولکول داده‌شده از مفهوم میانگین آنتالپی پیوند استفاده نمی‌شود؟

۱) $H-Br$ در هیدروژن برمید
۲) $C-H$ در دی‌کلرو متان
۳) $C-C$ در پروپان
۴) $O-H$ در آب

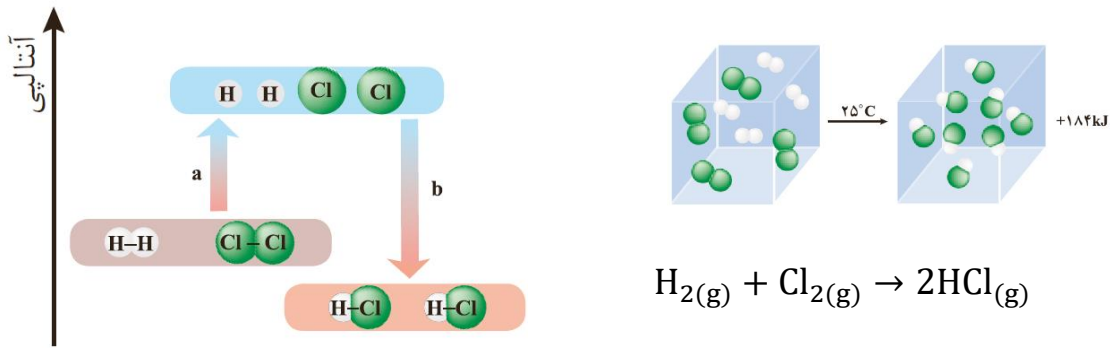
تست ۳: کدام مورد نادرست است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۳)

۱) چگونگی پیوند شیمیایی بین اتم‌ها در یک مولکول، انرژی ذخیره‌ای آن را تعیین می‌کند.
۲) انرژی جنبشی یک ماده را حرکت اجزای آن و انرژی پتانسیل ماده را انرژی نهفتهٔ اجزای آن، تعیین می‌کند.
۳) فرایند تبدیل آب به بخار آب، یک فرایند گرماشیمیایی به‌شمار می‌آید که با افزایش انرژی سامانه همراه است.
۴) میزان انرژی پیوند میان دو اتم، با پایداری آن پیوند، نسبت مستقیم و با محتوای انرژی آن، نسبت عکس دارد.

به دست آوردن ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوند

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[\text{مجموع آنتالپی پیوند فرآورده ها}\right] - \left[\text{مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده ها}\right]$$

تحلیل فرمول بالا: واکنش زیر را در نظر بگیرید.



$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$$

برای انجام این واکنش ابتدا باید ۱ مول پیوند H-H و ۱ مول پیوند Cl-Cl بشکنند که به ترتیب ۴۳۶ و ۲۴۲ کیلوژول انرژی نیاز است(در کل ۶۷۸ کیلوژول) از طرفی در اثر تشکیل هر ۱ مول پیوند H-Cl مقدار ۴۳۱ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود(در کل ۸۶۲- کیلوژول) در نتیجه ΔH کل واکنش خواهد بود:

$$\Delta H = 678 - 862 = -184 \text{ Kj}$$

مثال: با توجه به داده‌های جدول، ΔH واکنش گازی زیر چند Kj است؟

$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$$

پیوند	$C \equiv O$	$H - H$	$C - H$	$C - O$	$O - H$
آنتالپی پیوند	۱۰۷۵	۴۳۶	۴۱۴	۳۵۱	۴۶۴

خود را بیازمایید

۲ـ با استفاده از جدول میانگین آنتالپی پیوندها، ΔH هر یک از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر را حساب نموده و با ΔH داده شده مقایسه کنید.

الف) $N \equiv N\,(g) + ۳H_۲(g) \longrightarrow H_۲N - NH_۲(g)$ $\quad \Delta H = +۹۱\,kJ$

ب) $۲CH_۴\,(g) \longrightarrow C_۲H_۶\,(g) + H_۲\,(g)$ $\quad \Delta H = +۶۵kJ$

پ) $۲H_۲\,(g) + O_۲\,(g) \longrightarrow ۲H_۲O\,(g)$ $\quad \Delta H = -۴۸۴\,kJ$

تست۱: با توجه به واکنش گرماشیمیایی: $2CH_4(g) \rightarrow C_2H_6(g) + H_2(g), \triangle H = 65KJ$ میانگین آنتالپی پیوند C-H برابر چندکیلوژول بر مول است؟

(آنتالپی پیوند های H-H و C-C به ترتیب برابر ۴۳۵ و ۳۴۸ کیلوژول بر مول در نظر گرفته شود.)(ریاضی۱۴۰۲)

۱) ۴۴۲ ۲) ۴۲۴ ۳) ۲۱۲ ۴) ۱۲۲

تست۲: ΔH واکنش پلیمر شدن کامل ۱ مول اتن به تقریب چند کیلوژول است؟

(انرژی پیوندهای C=C ، C-H و C-C به ترتیب برابر ۶۱۲ ، ۴۱۲ و ۳۴۸ کیلوژول بر مول است)

$$n\,CH_2 = CH_2 \rightarrow \{CH_2 - CH_2\}_n$$

۱) ۲۶۴ ۲) ۸۴ ۳) -۲۶۴ ۴) -۸۴

تست۳: اگر ΔH واکنش گازی $N_2 + 2H_2 \rightarrow N_2H_4$ برابر ۹۶- Kj باشد و آنتالپی پیوندهای N- ، H-H N و N-H به ترتیب ۴۳۵ ، ۳۵۱ و ۳۸۹ کیلوژول بر مول باشد، برای شکستن پیوندها ۱ گرم $N_{2(g)}$ چند Kj انرژی لازم است؟($N=14 \frac{g}{mol}$)

۱) ۳۳/۶ ۲) ۹۴۱ ۳) ۶۷/۲ ۴) ۱۵/۲

تست۴: (ریاضی تیر ۱۴۰۳)

اگر مجموع آنتالپی پیوند $H-Cl$ و $H-F$، برابر ۱۰۰۰ کیلوژول بر مول و نسبت آنتالپی پیوند $Cl-Cl$ به آنتالپی پیوند $F-F$، برابر ۱/۵ باشد، آنتالپی پیوند $F-F$، با یکای کیلوژول بر مول، برابر کدام است؟

$H_2(g) + 435\,kJ \rightarrow 2H(g)$

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) \quad , \Delta H = -186\,kJ$

$H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g) \quad , \Delta H = -544\,kJ$

۱) ۱۴۵
۲) ۱۶۰
۳) ۲۲۰
۴) ۲۵۵

نکته۱: برای به دست آوردن ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوندها، تمام مواد شرکت کننده باید گازی باشند.

نکته۲: به دست آوردن ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوندها جزو روش های غیرمستقیم یا غیر تجربی به دست آوردن ΔH واکنش‌ها محسوب می‌شود(همانند قانون هس) اما روش گرماسنجی روشی تجربی (مستقیم) برای به دست آوردن ΔH واکنش می‌باشد.

ΔH به دست آمده از این سه روش مقداری با هم تفاوت دارند.

نکته۳: هر چه در یک واکنش مولکول‌های پیچیده‌تری وجود داشته باشد، ΔH به دست آمده آن به کمک آنتاپی پیوند با ΔH به دست آمده به روش تجربی تفاوت بیشتری خواهد داشت.

Dr. Hasan Palvi

تست۱: اگر آنتالپی تبخیر $H_2O_{(L)}$ برابر با $۴۴\ \frac{Kj}{mol}$ باشد، ΔH واکنش زیر چند Kj است؟

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(L)}$$

پیوند	$C-H$	$O=O$	$C=O$	$O-H$
ΔHپیوند	۴۱۵	۴۹۵	۸۰۰	۴۶۳

۱) -۵۰۲ ۲) -۸۴۶ ۳) -۸۹۰ ۴) -۷۱۴

تست۲: چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

- برای به دست آوردن ΔH واکنش می‌توان مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده‌ها را از مجموع آنتالپی پیوند فرآورده‌ها کم کرد.
- هرچه مولکول‌های شرکت کننده در واکنش ساده‌تر باشند، آنتالپی محاسبه شده‌ی واکنش با داده‌های تجربی همخوانی بیشتری دارد.
- ΔH واکنش $I_{2(s)} + H_{2(g)} \rightarrow 2HI_{(g)}$ را می‌توان به کمک جدول مقدار آنتالپی پیوندها به دست آورد.
- در واکنش گرماده، پایداری و سطح انرژی فرآورده‌ها بیشتر از واکنش دهنده‌ها است .
- در واکنش گرماگیر پیوندهای فرآورده‌ها پایدارتر از پیوندهای واکنش دهنده‌ها است.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

Dr. Hassan Palouei

ترکیبات آلی

خانواده	گروه عاملی	نام گروه	فرمول عمومی	ساختار	نامگذاری	ساده‌ترین مثال
آلکان	-	-	C_nH_{2n+2}	-	آلک+ ان	CH_4 متان
آلکن	$C=C$	آلکنی	C_nH_{2n}	-	آلک+ ـِن	$CH_2=CH_2$ اتن
آلکین	$C\equiv C$	آلکینی	C_nH_{2n-2}	-	آلک+ ین	$CH\equiv CH$ اتین
سیکلوآلکان	-	-	C_nH_{2n}	-	سیکلو آلکان	△ سیکلوپروپان
آروماتیک	⬡	بنزنی	-	-	-	⬡ بنزن
الکل	$-O-H$	هیدروکسیل	$C_nH_{2n+2}O$	$R-OH$	آلکان+ ول	CH_3OH متانول
اتر	$-O-$	اتری	$C_nH_{2n+2}O$	$R-O-R'$	آلکیل‌ها + اتر	CH_3-O-CH_3 دی متیل اتر
آلدهید	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	کربونیل	$C_nH_{2n}O$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	آلکان+ ال	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ متانال
کتون	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$	کربونیل	$C_nH_{2n}O$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-R'$	آلکان+ ون	$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ پروپانون
اسیدآلی	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$	کربوکسیل	$C_nH_{2n}O_2$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$	آلکان+ وییک اسید	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$ متانوئیک اسید
استر	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$	استری	$C_nH_{2n}O_2$	$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-R'$	آلکیل آلکانوآت	$H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$ متیل متانوآت
آمین	$-\overset{\|}{N}-$	آمینی	-	$R-\overset{\|}{N}-H$	آلکیل‌ها + آمین	$CH_3-\overset{\|}{N}-H$ متیل آمین
آمینواسید	$-COOH$ $-\overset{\|}{N}-$	آمینی ، کربوکسیل	-	-	-	-
آمید	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-N-$	آمیدی	-	-	-	-

نکته ۱: در جدول صفحه قبل دانستن گروه عاملیِ هر خانواده و نیز نام گذاری آنها الزامی است. برای بدست آوردن فرمول عمومی کافیست فرمول عمومی آلکان ها را به عنوان مبنا در نظر گرفت و با توجه به این مطلب که به ازای هر پیوند سست (پای) و نیز به ازای هر حلقه دو اتم H از فرمول عمومی آلکان کم می شود، فرمول عمومی هر خانواده را به دست آورد.

نکته ۲: در این جدول ترکیبات آلی که فقط یک گروه عاملی دارند بیان شده است.

مثال: فرمول عمومی ترکیبات آلی غیرحلقوی که دو گروه کربوکسیل و یک گروه هیدروکسیل هستند به چه شکل است؟ اگر مولکولی با این شرایط ۸ کربنه باشد فرمول مولکولی آن را بنویسد.

گروه عاملی:

آرایش منظمی از اتم ها که به مولکول آلی دارای آن خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می بخشد.

تست ۱: کدام ترکیب های زیر، به ترتیب از راست به چپ، آلدهید و استر هستند و کدام دو ترکیب همپار یکدیگرند؟(ریاضی،دی ۱۴۰۱)

a) $C_4H_9-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$

b) $C_5H_{11}-\overset{\overset{H}{|}}{C}=O$

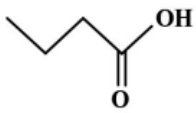
c) $C_4H_9-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$

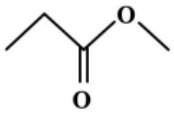
d) $C_5H_{11}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$

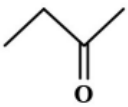
۱) d و b ـ a ـ b
۲) c و b ـ a ـ b
۳) d و a ـ c ـ d
۴) c و a ـ c ـ d

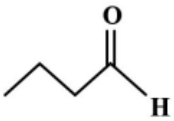
تست ۲: (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

کدام دو ترکیب، ایزومر یکدیگرند و نقطهٔ جوش کدام ترکیب، بالاتر از ترکیب‌های دیگر است؟

الف: 

ب: 

پ: 

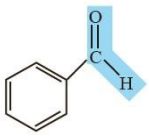
ت: 

۱) «الف» و «ب» ـ «ت»
۲) «الف» و «ت» ـ «الف»
۳) «ب» و «پ» ـ «ت»
۴) «پ» و «ت» ـ «الف»

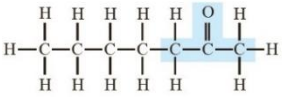
ادویه ها

۱- بو و مزه لذت بخش غذاهای بومی اغلب به دلیل ادویه های ویژه است.
۲- کاربرد دیگر آن ها جلوگیری از گرسنگی ، افزایش سوخت و ساز، جلوگیری از التهاب پیشگیری از سرطان و گاهی بهبود یا رفع آن است.
۳- تفاوت در ادویه ها به دلیل تفاوت در ساختار ترکیبات آلی آنها و به خصوص گروه های عاملی مولکول های آلیِ آنها است.

۴- طعم و بوی بادام تا حد زیادی به دلیل بنزآلدهید است:



طعم و بوی میخک تا حد زیادی به دلیل ۲- هپتانون است:



طعم و بوی گشنیز : مولکول های آلی با گروه «هیدروکسیل»: $-O-H$

طعم و بوی رازیانه: مولکول های آلی با گروه «اتری»: $-O-$

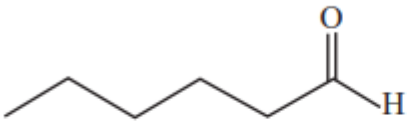
طعم و بوی زردچوبه: مولکول های آلی با گروه «کربونیل»(کتونی): $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$

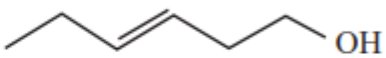
طعم و بوی دارچین: مولکول های آلی با گروه «کربونیل» (آلدهیدی): $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$

نکته: اگر دو مولکول آلی ایزومر (همپار) باشند قطعاً خواص فیزیکی متفاوتی دارند.
حال اگر گروه (های) عاملی یکسان داشته باشند خواص شیمیایی آنها یکسان است اما اگر گروه (های) عاملی متفاوت داشته باشند خواص شیمیایی آن ها نیز متفاوت است در اینصورت قطعا آنتالپی (سطح انرژی) آن ها نیز متفاوت خواهد بود.

خود را بیازمایید

۲ـ با توجه به ساختار ترکیب‌های آلی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.





الف) شمار و نوع اتم‌های سازنده آنها را با یکدیگر مقایسه کنید.
ب) آیا خواص فیزیکی و شیمیایی آنها یکسان است؟ چرا؟
پ) آیا محتوای انرژی آنها را یکسان پیش‌بینی می کنید ؟ توضیح دهید.

Dr. Hassan Palavi

تست ۱: با توجه به دو مولکول زیر ، چه تعداد از مطالب زیر درست اند؟

- فرمول مولکولی هر دو $C_6H_{12}O$ بوده و ایزومر یکدیگرند و خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت دارند.
- ترکیب A گروه عاملی کربونیل و B نیز گروه عاملی الکی داشته و یک الکل سیر نشده است.
- به دلیل اینکه هر دو یک پیوند سست دارند و ایزومر هم هستند، آنتالپی یکسان دارند.
- دو مولکول $C-C-C-OH$ و $C-C(OH)-C$ هم ایزومر یکدیگر بوده و همانند A و B خواص فیزیکی و شیمیایی کاملا متفاوت دارند.
- فرآورده های سوختن کامل A و B یکسان است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

۱) خواص ویژه و منحصر به فرد ادویه ها به دلیل ترکیبات آلیِ خاص آن ها است.
۲) طعم و بوی بادام و میخک به طور عمده به خاطر به ترتیب بنزآلدهید و ۲- هپتانون است.
۳) طعم و بوی زردچوبه به طور عمده به دلیل مولکول های آلی با گروه عاملی کتونی است.
۴) دومین عضو خانواده آلدهیدها دارای هفت جفت الکترون است.

ارزش سوختی مواد غذایی

ارزش سوختی : مقدار انرژی آزاد شده در اثر اکسایش یک گرم ماده غذایی $(\frac{kj}{g})$

۱- کربوهیدرات، پروتئین ها و چربی ها علاوه بر تامین مواد اولیه سوخت و ساز سلول ها، منابعی برای تامین انرژی سلول ها نیز هستند.

جدول۴- ارزش سوختی سه مادهٔ غذایی

مادهٔ غذایی	کربوهیدرات	چربی	پروتئین
ارزش سوختی (kJg^{-1})	۱۷	۳۸	۱۷

۲- ارزش سوختی این سه دسته مواد آلی:

۳- با این که واکنش های سوختن و اکسایش گرماده هستند، اما ارزش سوختی بدون علامت منفی بیان می شود.

۴- در بین این سه دسته مواد غذایی، تنها هیدروکربن ها هستند که در بدن به شکل گلوگز شکسته شده و گلوگز حاصل در خون حل شده و به راحتی در اثر اکسایش انرژی مورد نیاز سلول ها را به سرعت می تواند تامین کند.

۵- در اثر سوختن پروتئین ها در آزمایشگاه CO_2 ، H_2O و N_2 تولید می شود در صورتی که در اثر اکسایش آن در بدن CO_2 و H_2O تولید می شود و نیتروژن آن به طور عمده به شکل اوره در می آید.

۶- هر یک کیلوگرم از بدن حداقل ۱۰۰ Kj در شبانه روز به انرژی نیاز دارد. هر چه فعالیت روزانه بیشتر باشد، این مقدار انرژی افزایش می یابد.

تست ۱: مقدار کل انرژی حاصل از اکسایش و نیز مقدار ارزش سوختی یک پیتزای ۳۰۰ گرمی که ۱۰٪ جرم آن پروتئین ، ۳۰٪ کربوهیدرات، ۴۰٪ آب و مابقی چربی است چند $\frac{kj}{g}$ است؟

۱) ۴۳۲۰ ، ۴/۸
۲) ۴۳۲۰ ، ۱۴/۴
۳) ۸۶۴۰ ، ۴/۸
۴) ۸۶۴۰ ، ۱۴/۴

تست ۲: درصد چربی، پروتئین و کربوهیدرات در یک ساندویچ به ترتیب ۳۰٪ ، ۱۰٪ و ۱۲٪ جرمی است. یک فرد ۷۰ کیلوگرمی با خوردن چند گرم از این ساندویچ می تواند انرژی لازم برای ۲ ساعت ورزش را تامین کند؟ (به ازای هر یک ساعت ورزش ۲۰۰۰ کیلو ژول انرژی مصرف می شود.)

۱) ۶۰
۲) ۱۲۰
۳) ۲۶۴
۴) ۵۲۸

تست ۳: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

اگر ارزش سوختی اتان، ۱/۷ برابر ارزش سوختی اتانول باشد و از سوختن کامل ۰/۵ مول اتان، ۷۸۰ کیلوژول گرما آزاد شود، از سوختن به تقریب چند گرم اتانول، همین مقدار گرما تولید می‌شود؟ ($H=1$ ،$C=12$ ،$O=16$: $g.mol^{-1}$)

۱) ۲۱/۵
۲) ۲۵/۵
۳) ۳۲/۵
۴) ۳۷/۵

آنتالپی سوختن

تعریف: مقدار انرژی آزاد شده در اثر سوختن **۱ مول** جسم در اکسیژن کافی ($\frac{kj}{mol}$)

مثال:

$2C_2H_{6(g)} + 7O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(L)} + 3120Kj$ سوختن اتان $\Delta H: -۱۵۶۰ \frac{kj}{mol}$

جدول ۶- آنتالپی سوختن برخی ترکیب‌های آلی در ۲۵°C

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	$C_2H_4(g)$	-۱۹۳۸
$C_3H_8(g)$	-۱۴۱۰	$CH_3OH(l)$	-۷۲۶
$C_4H_{10}(g)$	-۲۰۵۸	$C_2H_5OH(l)$	-۱۳۶۸

۱- اگر جسم با اکسیژن سریع واکنش دهد و نور و گرما تولید شود به واکنش انجام شده «سوختن» گویند اما اگر این واکنش آهسته باشد و فقط گرما آزاد شود، « اکسایش» گویند. ΔH هردو واکنش برای یک جسم یکسان است البته به شرطی که دما و فشار یکسان باشد.

۲- در اثر سوختن کامل هیدروکربن ها ، CO_2 و H_2O و در اثر سوختن ناقص CO و H_2O تولید می شود. چنانچه واژه کامل یا ناقص بیان نشود ، مدنظر سوختن کامل است (اکسیژن به اندازه کافی در دسترس واکنش دهنده ها بوده است.)

۳- آنتالپی واکنش سوختن را اصولاً در فشار ۱ اتمسفر و دمای $۲۵^\circ C$ اندازه گیری می کنند. در نتیجه حالت فیزیکی H_2O را در واکنش مایع (L) در نظر می گیریم.

۴- در ΔH سوختن (آنتالپی سوختن) برخلاف ارزش سوختی ، علامت منفی نیز لحاظ می شود.

۵- رابطه آنتالپی سوختن و ارزش سوختی یک جسم : **ΔH سوختن = − (جرم مولی× ارزش سوختی)**

۶- همانند همه واکنش های گرماده ، در مورد واکنش سوختن نیز ΔH سوختن (آنتالپی سوختن) عددی منفی است اما زمانیکه از واژه «گرمای حاصل از سوختن» یا «انرژی آزاد شده از سوختن» صحبت می شود، فقط کافیست مقدار عددی انرژی آزاد شده بیان شود و ذکر علامت منفی اشتباه است.

خود را بیازمایید

۱ـ با توجه به جدول ۶ آنتالپی سوختن پروپان (C_3H_8) و ۱ـ بوتن (C_4H_8) را پیش‌بینی کرده سپس با مراجعه به منابع علمی معتبر درستی پیش‌بینی خود را بررسی کنید.

۲ـ با توجه به معادلهٔ واکنش سوختن کامل اتان و اتانول به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.

$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \xrightarrow{۲۵^\circ C} 4CO_2(g) + 6H_2O(l) + ۳۱۲۰\ kJ$$

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \xrightarrow{۲۵^\circ C} 2CO_2(g) + 3H_2O(l) + ۱۳۶۸\ kJ$$

الف) ارزش سوختی هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

ب) جرم CO_2 حاصل از سوختن یک گرم از هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

پ) توضیح دهید چرا اتانول **سوخت سبز**[۱] به شمار می‌رود؟

مقایسه گرمای آزاد شده از سوختن هیدروکربن‌ها و ترکیبات آلی

۱- **هر چه مقدار (جرم) یک هیدروکربن ↑← گرمای حاصل از سوختن (kj) ↑**

مثال: از نظر گرمای آزاد شده در اثر سوختن $10g\ CH_4 > 7\ g\ C_2H_6 > 5\ g\ C_2H_2$

۲- طبق مطلب بالا می توان گفت:

هرچه جرم مولی هیدروکربن ↑← آنتالپی سوختن ($\frac{kj}{mol}$) عددی منفی تر

مثال : از نظر قدر مطلق آنتالپی سوختن ($\frac{kj}{mol}$) $C_2H_6 > C_2H_2 > CH_4$

۳- در صورت تعداد کربن برابر یک آلکان و یک الکل :

آنتالپی سوختن آلکان ($\frac{kj}{mol}$)منفی تر از آنتالپی سوختن الکل هم کربن

مثال: گرمای آزاد شده ازسوختن ۱ مول: $C_2H_5OH < C_2H_6$

۴- در اعضای یک خانواده ترکیبات آلی :

تعداد کربن ↑← آنتالپی سوختن عددی منفی تر

مثال: گرمای حاصل از سوختن ۱ مول : $C_3H_8OH > C_2H_5OH > CH_3OH$

تست ۱: کدام گزینه در مورد گرمای آزاد شده در اثر سوختن مواد آلی زیر نادرست است؟ (C=۱۲،H=۱)

۱) دو مول متان > نیم مول بوتن
۲) یک مول اتانول > یک مول متانول
۳) ۱۰ گرم بوتین > ۸ گرم بوتن
۴) یک مول پروپان > یک مول پروپانول

تست ۲: اگر آنتالپی سوختن متان و پروپان به ترتیب ۸۹۰- و ۲۲۲۰- کیلو ژول بر مول باشد، با انرژی آزاد شده در اثر سوختن ۲۰/۲ گرم بوتان با بازده ۸۰٪ چند گرم کلسیم کربنات تجزیه می شود؟ (Ca=۴۰ ، C=۱۲ ، H=۱ ، O=۱۶) $CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \quad \Delta H = +175\ Kj$

۱) ۷۷/۲
۲) ۷۷۲
۳) ۴۶/۱۶
۴) ۴۶۱/۶

تست ۳: نمونه ای از آلکان در اکسیژن کافی سوزانده شده و ۱۷/۶ گرم CO_2 و ۱۰/۸ گرم H_2O و ۳۱۳ Kj انرژی آزاد شده است.ΔH سوختن این هیدروکربن چند $\frac{kj}{mol}$ است؟ (C=۱۲ ، H=۱ ، O=۱۶)

۱) ۷۸۰-
۲) ۷۸۰+
۳) ۱۵۶۰-
۴) ۱۵۶۰+

بدست آوردن ΔH واکنش به کمک گرماسنج لیوانی

۱- گرماسنج لیوانی شامل یک ظرف پلاستیکی ، دماسنج ، هم زن و مقداری آب است که ΔH واکنش را می توان به کمک آن به روش مستقیم (تجربی) به دست آورد.

۲- واکنش انجام شده در آن در فشار ثابت انجام می شود، بنابراین ΔH به دست می آید.

۳- این نوع گرماسنج برای اندازه گیری واکنش هایی که مواد گازی در واکنش دهنده ها و فرآورده ها وجود ندارند مناسب است، به خصوص از این گرماسنج برای محاسبه ΔH واکنش هایی که در حالت محلول انجام می شوند استفاده می کنند.

روش کار: قبل از اضافه کردن واکنش دهنده ها، جرم آب گرماسنج (m) و دمای آن (θ_1) اندازه گیری می شود و بعد از اضافه شدن واکنش دهنده ها و اتمام واکنش دمای آب را مجدداً اندازه گیری کرده (θ_2) و با استفاده از رابطه $Q = m.c.\Delta\theta$ مقدار گرمایی که گرماسنج جذب یا آزاد کرده محاسبه می شود . گرمای واکنش انجام شده قرینه Q خواهد بود.

تست ۱: ۸/۴ گرم پتاسیم هیدروکسید ($M=۵۶ \frac{g}{mol}$) به ۱۵۰گرم آب درون گرماسنج اضافه شده است. اگر دمای اولیه همه مواد $۲۵^{\circ}C$ و گرمای ویژه آب و KOH به ترتیب ۴/۲ و ۱ ژول بر گرم درجه سلسیوس و دمای پایانی سامانه $۴۰^{\circ}C$ باشد ، ΔH انحلال KOH چند $\frac{kj}{mol}$ است؟ (ریاضی۹۳)

۱) ۶۰ ۲) ۵۶ ۳) ۶۴ ۴) ۷۵

تست ۲: اگر ۵۰mL محلول NaOH با غلظت معین با ۱۵۰ mL محلول ۰/۱ مولار H_2SO_4 در دمای $۲۵^{\circ}C$ درون یک گرماسنج با همین دما به طور کامل واکنش دهد و دمای پایانی $۳۰^{\circ}C$ باشد، ΔH واکنش انجام شده چند Kj است؟ ($C_{H_2O} = 4/2 \frac{j}{g.c}$ و چگالی همه محلول $۱ \frac{g}{mL}$ فرض شود) (ریاضی۹۵)

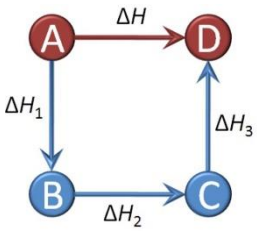
$$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

۱) +۱۴۰ ۲) -۱۴۰ ۳) +۲۸۰ ۴) -۲۸۰

معادله ترموشیمیایی: چنانچه در یک واکنش شیمیایی مقدار عددی ΔH نیز آورده شود، به آن معادله ترموشیمیایی واکنش می گویند:

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 184Kj$$

به دست آوردن ΔH یک واکنش از قانون جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها(قانون هِس)



تعریف: اگر معادله یک واکنش از جمع دو یا چند واکنش دیگر به دست آید،ΔH واکنش موردنظر (مبنا) نیز جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها خواهد بود.

مثال۱:

$$X \rightarrow Y \qquad \Delta H = -۱۰۰ Kj$$
$$Y \rightarrow Z \qquad \Delta H = +۶۰ Kj$$
$$X \rightarrow Z \qquad \Delta H = -۴۰ Kj$$

تبدیل جمع واکنش‌ها به واکنش مبنا:
از اولین جسم واکنش مبنا شروع می‌کنیم.اگر این ماده فقط در یکی از واکنش های دیگر آمده باشد، وضعیت آن واکنش را مشخص می کنیم.سپس سراغ دومین جسم واکنش مبنا رفته و به همین شکل وضعیت واکنش(های) دیگر را مشخص می نماییم.

مثال۲: با توجه به دو واکنش زیر، ΔH واکنش $2C + O_2 \rightarrow 2CO$ را محاسبه کنید:

$$A)\ CO_2 \rightarrow C + O_2 \qquad \Delta H = a$$
$$B)\ 2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2 \qquad \Delta H = b$$

راه حل: اولین ماده واکنش مبنا c است که فقط در واکنش A آمده، پس باید واکنش A را عکس و ضرایب را ضربدر ۲ کرد تا بتواند ۲c را در سمت راست تامین کند، بنابراین ΔH واکنش A نیز ضربدر(۲-) می‌شود:

$$A')\ 2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 \qquad \Delta H = -2a$$

حال سراغ دومین جسم واکنش مبنا یعنی O_2 می‌رویم.چون O_2 در هردو واکنش دیگر وجود دارد بهتر است از آن کمک نگرفته و سراغ ماده دیگر یعنی CO برویم که فقط در واکنش B آمده است.بنابراین واکنش B نباید تغییر کند:

$$B')\ 2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2 \qquad \Delta H = b$$

دو واکنش A′ و B′ را جمع می‌کنیم تا مطمئن شویم جمع آن ها واکنش مبنا می‌شود:

$$2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 \qquad \Delta H = -2a$$
$$2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2 \qquad \Delta H = b$$
$$2C + O_2 \rightarrow 2CO$$

بنابراین طبق قانون هس ΔH واکنش مبنا خواهد بود: -2a+b

Dr. Hasan Palvi

تست ۱: کدام گزینه نادرست است؟

۱) گازهای NO و CO خارج شده از خودروها، آلاینده هواکره محسوب می‌شوند.

۲) ΔH واکنش $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO$ را به روش گرماسنجی می‌توان حساب کرد.

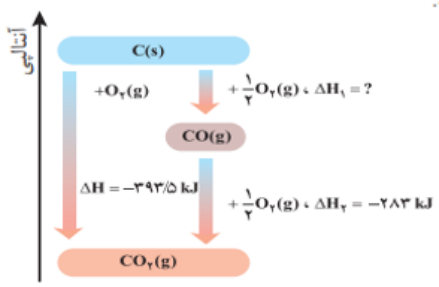
۳) N_2H_4 یا هیدرازین ماده‌ای پرانرژی است که به عنوان سوخت موشک کاربرد دارد.

۴) واکنش تولید آمونیاک به روش هابر در دو مرحله انجام می‌شود.

واکنش‌های یک مرحله‌ای و چند مرحله‌ای

واکنشی مانند ترمیت از برخورد مستقیم واکنش دهنده‌ها، فرآورده‌ها تولید می‌شوند این واکنش ها را «یک مرحله‌ای» گویند.

اما واکنش های زیادی نیز وجود دارند که در دو یا چند مرحله انجام می‌شوند.به عنوان مثال سوختن کامل گرافیت در دو مرحله انجام می شود که واکنش های ترموشیمیایی آن به شکل زیر است:



واکنش کلی: $C + O_2 \rightarrow CO_2 + ۳۹۳/۵$

مرحله ۱: $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO + ۱۱۰/۵$

مرحله ۲: $CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + ۲۸۳$

نکته۱: در واکنش های دو یا چند مرحله‌ای، واکنش کلی از جمع مراحل دیگر به دست می‌آید.

نکته۲: در واکنش های دو یا چند مرحله‌ای، ΔH واکنش کلی نیز جمع جبری ΔH مراحل دیگر است (قانون هِس)

نکته۳: در واکنش های دو مرحله‌ای، ΔH مرحله ۱ را نمی‌توان به روش مستقیم(تجربی) به دست آورد.زیرا فرآورده مرحله۱ به سرعت وارد مرحله۲ شده و در نتیجه به روش گرماسنجی نمی‌توان صرفاً گرمای مرحله۱ را به دست آورد. در نتیجه برای به دست آوردن ΔH مرحله۱ از روش های غیر مستقیم مانند قانون هس یا آنتالپی پیوند استفاده می‌شود.

مثال۱: تولید آمونیاک به روش هابر در ۲ مرحله انجام می‌شود:

(N_2H_4 یا هیدرازین ماده‌ای پرانرژی است که به عنوان سوخت موشک استفاده می‌شود.)

واکنش کلی: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ $\quad \Delta H = -۹۲Kj$

مرحله۱: $N_2 + 2H_2 \rightarrow N_2H_4$ $\quad \Delta H = ?$

مرحله۲: $N_2H_4 + H_2 \rightarrow 2NH_3$ $\quad \Delta H = -۱۸۳Kj$

بنابراین واکنش مرحله۱ که ذکر شده را نمی توان به روش تجربی انجام داد و اجباراً ΔH آن ها را به روش غیر مستقیم مجاسبه می‌کنند.دو مثال دیگر:

Dr. Hasan Palvi

مثال۲: واکنش $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2$: از واکنش H_2 و O_2 در عمل H_2O تولید می‌شود نه H_2O_2. زیرا H_2O پایدارتر از H_2O_2 است. بنابراین ΔH این واکنش نیز از روش های غیرمستقیم محاسبه می‌شود. (H_2O_2 یا آب اکسیژنه یا هیدروژن پر اکسید که محلول رقیق آن به عنوان ضدعفونی کننده و خاصیت رنگ بری و لکه بری استفاده می‌شود.)

مثال۳: واکنش $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)}$ گرافیت : چون تامین شرایط انجام این واکنش در آزمایشگاه بسیار دشوارتر است، بنابراین ΔH این واکنش نیز به روش تجربی (مستقیم) قابل محاسبه نیست. (CH_4 یا گاز مرداب:ساده ترین هیدروکربن بوده که بخش عمده گاز شهری را تشکیل می‌دهد.این گاز از تجزیه گیاهان در زیر آب به وسیله باکتری‌های بی هوازی نیز تولید می‌شود.)

جمع بندی

ΔH بسیاری از واکنش ها را نمی توان به روش مستقیم(گرماسنجی) محاسبه کرد.زیرا برخی واکنش ها، مرحله‌ای از یک واکنش چند مرحله‌ای هستند که امکان انجام آن مرحله به تنهایی نیست. همچنین واکنش های زیادی هستند که تامین شرایط بهینه برای انجام آن ها بسیار دشوار است. در این موارد ΔH واکنش موردنظر را به روش غیرمستقیم(غیرتجربی) به کمک آنتالپی پیوندها یا قانون هس محاسبه می‌کنند.

خود را بیازمایید

۱ـ هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ماده‌ای است که با نام تجاری آب اکسیژنه به فروش می‌رسد.

الف) با استفاده از واکنش‌های زیر، آنتالپی واکنش $H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O_2(l)$ را حساب کنید.

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H = -۲۸۶\ kJ$$

$$2H_2O_2(l) \longrightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) \qquad \Delta H = -۱۹۶ kJ$$

ب) توضیح دهید چرا تهیهٔ این ماده از واکنش مستقیم گاز هیدروژن با اکسیژن ممکن نیست؟

۲ـ در شیمی ۱ آموختید که گازهای آلاینده مانند NO و CO از اگزوز خودروها به هواکره وارد می‌شوند. شیمی‌دان‌های هواکره انجام واکنش زیر را برای تبدیل این آلاینده‌ها به گازهایی پایدارتر و با آلایندگی کمتر، طراحی کرده‌اند.

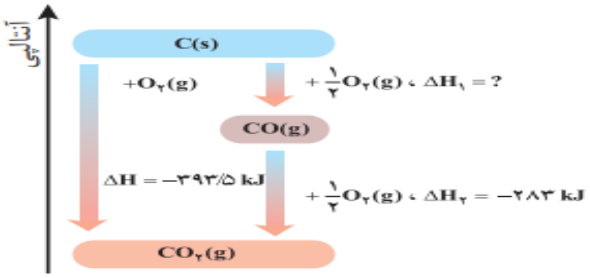
$$2CO(g) + 2NO(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + N_2(g) \qquad \Delta H = ?$$

آنتالپی واکنش بالا را با استفاده از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر حساب کنید.

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H = -۲۸۳\ kJ$$

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g) \qquad \Delta H = +۱۸۱ kJ$$

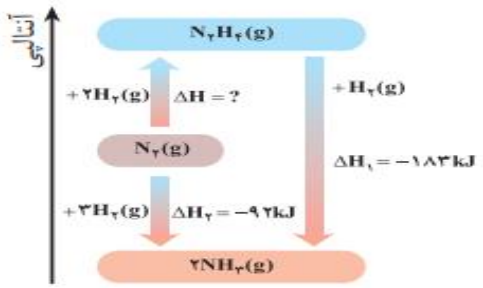
۳ـ واکنش سوختن کامل گرافیت را می‌توان مجموعه‌ای از دو واکنش پی‌درپی مطابق نمودار زیر دانست.



الف) شواهد نشان می‌دهد که ΔH واکنش تولید $CO(g)$ را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد. دربارهٔ علت آن گفت‌وگو کنید.

ب) ΔH واکنش تولید $CO(g)$ را از گرافیت و گاز اکسیژن حساب کنید.

۴ـ شواهد تجربی نشان می‌دهند که تهیهٔ آمونیاک به روش هابر از گازهای نیتروژن و هیدروژن مطابق نمودار زیر یک واکنش دو مرحله‌ای است.



الف) در شرایط یکسان، هیدرازین پایدارتر است یا آمونیاک؟ چرا؟
ب) آنتالپی واکنش تولید هیدرازین را حساب کنید.

تست۱: آنتالپی واکنش $3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$ چند Kj است؟

$FeO + H_2 \rightarrow Fe + H_2O \qquad \Delta H = 24/5$

$3FeO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow Fe_3O_4 \qquad \Delta H = -317/5$

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \qquad \Delta H = -242$

۱) -۲۵۴ ۲) -۱۰۰ ۳) -۱۴۹ ۴) -۶۳۳

تست۲: با توجه به واکنش های زیر:

$A + 2B \rightarrow C \qquad \Delta H = -115\ Kj$

$C + D + 2B \rightarrow 2E \qquad \Delta H = +52\ Kj$

$2D \rightarrow A + 2E \qquad \Delta H = -20\ Kj$

با گرمای آزاد شده ضمن تشکیل یک مول D در واکنش $2A + 4E \rightarrow 2C + 3D$ چند گرم آب ۳۰ را می توان به جوش آورد؟($C_{H_2O} = 4/2 \frac{j}{g.c}$)

۱) ۱۲۶/۷ ۲) ۱۶۶/۷ ۳) ۲۶۸/۳ ۴) ۲۷۹/۳

تست ۳: با توجه به واکنش های زیر:

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(aq)} \qquad \Delta H = -184\ Kj$$
$$H_{2(g)} \rightarrow 2H^{+}_{(aq)} \qquad \Delta H = +2\ Kj$$
$$HCl_{(aq)} \rightarrow H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \qquad \Delta H = -75/2\ Kj$$

ΔH واکنش تبدیل $Cl^{-}_{(aq)}$ به $\frac{1}{2}Cl_{2(g)}$ چند Kj است؟(ریاضی ۱۴۰۱)

۱) $+۱۶۷/۵$ ۲) $-۱۶۷/۵$ ۳) $+۱۶۸/۲$ ۴) $-۱۶۸/۲$

تست ۴: (تجربی تیر ۱۴۰۳)

بر پایهٔ واکنش‌های گرماشیمیایی داده‌شده، تهیهٔ یک مول اتانول از تخمیر گلوکز (به حالت جامد)، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌کند؟ (گاز کربن دی‌اکسید، فراوردهٔ دیگر واکنش است.)

$CH_3COOH(l) + 2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$, $\Delta H = -874\ kJ$
$C_2H_5OH(l) + O_2(g) \rightarrow CH_3COOH(l) + H_2O(l)$, $\Delta H = -493\ kJ$
$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$, $\Delta H = -2805\ kJ$

۱) ۱۰۶/۵
۲) ۱۵۹
۳) ۷۱
۴) ۳۵/۵

سینتیک شیمیایی

تعریف: سینتیک شیمیایی شاخه ای از علم شیمی است که به بررسی چگونگی انجام واکنش ها و آهنگ (سرعت) تغییر شیمیایی در واکنش ها و عوامل موثر در این آهنگ می پردازد.

➢ **شروط انجام واکنش :**

الف) برخورد بین واکنش دهنده ها

ب) برخورد در راستای مناسب واکنش دهنده ها

پ) انرژی کافی برای شکستن پیوندهای واکنش دهنده ها (انرژی فعال سازی یا E_a، حداقل انرژی لازم برای انجام یک واکنش را بیان می کند)

الف) **انفجار**[1]، واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از مقدار کمی مادهٔ منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.

ب) افزودن محلول سدیم کلرید به محلول نقره‌نیترات باعث تشکیل سریع رسوب سفیدرنگ نقره کلرید می‌شود.

پ) اشیای آهنی در هوای مرطوب به کندی زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده در این واکنش ترد و شکننده است و فرو می‌ریزد.

ت) بسیاری از کتاب‌های قدیمی در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شود. این پدیده نشان می‌دهد که واکنش تجزیهٔ سلولز کاغذ بسیار کند رخ می‌دهد.

➢ **تفاوت در سرعت واکنش ها:**

<u>بسیار سریع</u> : به عنوان مثال «انفجار» یک واکنش شیمیایی گرماده ی بسیار سریع است که در آن مقدارکمی از یک ماده منفجر شونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی گازهای داغ تولید می کند.

<u>سریع</u>: مانند تولید رسوب سفید رنگِ نقره کلرید از دو محلول بی رنگِ زیر:

$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + NaNO_{3(aq)}$$

<u>کند</u>: مانند زنگ زدن اشیای آهنی در هوای مرطوب، (زنگارِ تولید شده ترد و شکننده بوده و فرو می ریزد)

<u>بسیار کند</u>: مانند پوسیده شدن و زرد شدن ورق های کتاب به دلیل تجزیه بسیار کند سلولز کاغذ.

عوامل موثر بر سرعت یک واکنش

I) نوع واکنش دهنده ها (ماهیت):

هر چه واکنش پذیری واکنش دهنده ها (فعالیت شیمیایی) بیشتر باشد، سرعت واکنش بیشتر است

۱- پتاسیم و سدیم (گروه قلیایی) با آب سرد به سرعت واکنش می‌دهند اما سرعت واکنش پتاسیم بیشتر است، (در گروه های ۱ و ۲ و ۱۳ واکنش پذیری فلزات از بالا به پایین افزایش می یابد)

۲- در گروه ۱۷ واکنش پذیری از بالا به پایین کاهش می یابد.

نکته ۱: ماهیت یا به عبارتی طبیعت واکنش دهنده‌ها، مهم‌ترین عامل موثر در سرعت یک واکنش می‌باشد.

نکته ۲: ماهیت (نوع) واکنش دهنده‌ها به عنوان متغیر برای تغییر سرعت یک واکنش مطرح نمی باشد.

II) دما:

با سرعت هر واکنشی رابطه مستقیم دارد چه گرماگیر و چه گرماده. با افزایش دما جنبش ذرات افزایش یافته و احتمال برخورد ذرات افزایش می یابد و برعکس

۱- محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می دهد اما با گرم شدن محلول به شدت بی رنگ می شود (سریع واکنش می دهد)

۲- برای نگهداری طولانی مدت مواد غذایی آنها را به حالت منجمد و یا در دمای پایین نگهداری می کنند.

III) غلظت واکنش دهنده ها :

افزایش غلظت واکنش دهنده ها با سرعت واکنش رابطه مستقیم دارد.

با افزایش غلظت واکنش دهنده (های) گازی (g) و محلول (aq) تعداد برخورد میان واکنش دهنده افزایش یافته و سرعت واکنش افزایش می یابد و برعکس.

۱- الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی سوزد (۲۱٪ هوا گاز اکسیژن است) اما در یک ارلن پر از اکسیژن می سوزد(۱۰۰٪ اکسیژن)

۲- برای نگه داری سالم برخی خوراکی ها، هوای درون ظرف را خالی کرده و سپس بسته بندی می کنند تا با کاهش غلظت اکسیژن سرعت فساد مواد غذایی کاهش یابد.

Dr. Hasan Palooi

۳- برای افزایش سرعت اکسیژن رسانی به بیمارانی که مشکلات تنفسی دارند، از تنفس با کپسول گاز اکسیژن خالص استفاده شود.

IV) فشار (حجم):

اگر یک یا همه واکنش دهنده (ها) گازی باشند، با تغییر فشار ، غلظت گاز(ها) تغییر کرده و سرعت واکنش تغییر می کند.

یادآوری: تغییر فشار فقط غلظت گاز را تغییرمی دهد.

V)سطح تماس:

هر چه سطح تماس واکنش دهنده ها بیشتر باشد، احتمال برخورد بیشتر شده وسرعت واکنش افزایش می یابد.

۱- شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را فقط داغ و سرخ می کند، در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن روی شعله باعث سوختن آن می شود.

۲- قاووت که گرد مغذی از مغز آفتابگردان، پسته و . . . است، زودتر از مغز هر کدام از این خوراکی فاسد می شود.

۳- تراشه های چوب سریعتر از تکه های چوب می سوزند.

۴- اگر واکنش دهنده ها همگی گاز یا همگی محلول باشند، آهنگ واکنش بیشتر از حالتی است که در دو حالت فیزیکی مختلف باشند. زیرا اگر حالت فیزیکی متفاوت باشد، واکنش فقط در مرز میان این دو حالت انجام می شود.

VI)کاتالیزگر:

کاتالیزگر ماده ای است که در واکنش شرکت می کند اما بدون آنکه مصرف شود باعث افزایش سرعت (آهنگ) واکنش می شود.

۱- محلول هیدروژن پراکسید یا آب اکسیژنه (H_2O_2) ، در دمای اتاق به کندی تجزیه می شود اما با اضافه شدن دو قطره محلول یون I^- (مثلا KI) به عنوان کاتالیزگر سرعت به طور قابل توجهی افزایش می یابد:

۲- حبه قند آغشته به خاک باغچه سریع تر و آسان تر می سوزد. زیرا خاک باغچه کاتالیزگر مناسب برای واکنش را داراست.

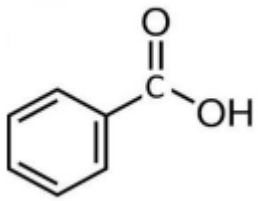
۳- آنزیم ها در بدن نقش کاتالیزگر را دارا هستند. به همین دلیل برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می شوند زیرا فاقد آنزیمی هستند که هضم این مواد غذایی را تسریع می کنند.

Dr. Hasan Palvi

مواد نگهدارنده

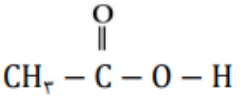
تعریف: نگهدارنده ها موادی هستند که سرعت واکنش های شیمیایی را که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند را کاهش می دهند و در صنایع غذایی نیز به همین منظور کاربرد دارند.

۱- «بنزوئیک اسید» یک ماده نگهدارنده می باشد (کربوکسیلیک اسید آروماتیک)

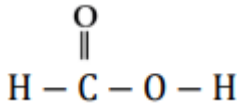


۲- بنزوئیک اسید به طور طبیعی در تمشک و توت فرنگی نیز وجود دارد.

۳- ساده ترین کربوکسیلیک اسید : متانوئیک اسید یا فورمیک اسید(جوهر مورچه):



۴- مشهورترین کربوکسیلیک اسید: اتانوئیک اسید یا استیک اسید (جوهر سرکه):



رادیکال ها: گونه های پر انرژی و ناپایداری هستند که در ساختار خود الکترود جفت نشده دارند.

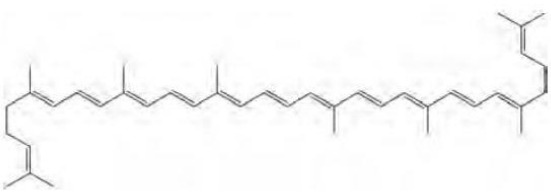
یعنی اکتت نیستند (الکترون منفرد یا تنها) در نتیجه واکنش پذیری بسیار زیاد دارند. مثال:

در بدن ما نیز به دلیل انجام شدن واکنش های شیمیایی، رادیکال هایی به وجود می آیند که اگر جذب نشوند می توانند با انجام واکنش های سریع به بافت های بدن آسیب برسانند. جذب رادیکال ها توسط مواد به نام «مواد بازدارنده» انجام می شود.

مواد بازدارنده

تعریف: ریز مغذی هایی آلی و سیر نشده هستند که در مواد غذایی ای مانند سبزیجات و میوه ها وجود داشته و مصرف آنها سبب می شود که با رادیکال های تولیدی در بدن واکنش داده و باعث کاهش مقدار رادیکال‌ها شده و در نتیجه از سرعت واکنش های ناخواسته کاسته شده واحتمال بیماری هایی مانند سرطان کاهش می‌یابد.

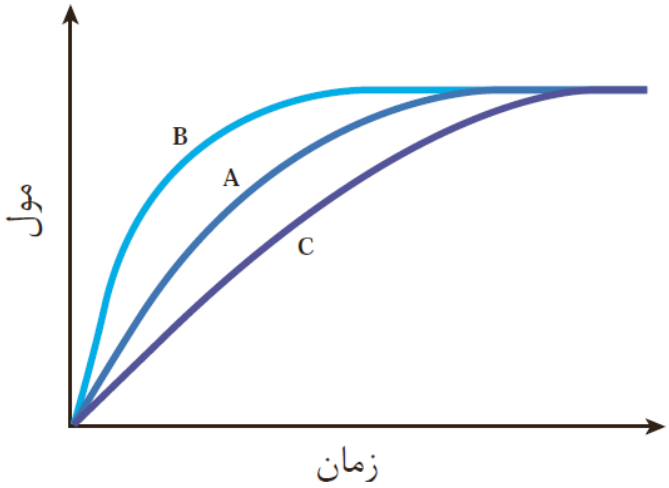
۱-یکی از بازدارنده ها که در هندوانه و گوجه فرنگی وجود دارد «لیکوپن» است که دارای ۱۳ پیوند دو گانه می باشد.



هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال‌ها را کاهش می‌دهد.

خود را بیازمایید

در نمودار داده شده، منحنی A نشان دهندهٔ تغییر مول‌های یکی از مواد فراورده در واکنش فرضی است. با دلیل مشخص کنید کدام منحنی(ClیB) نشان دهندهٔ افزودن بازدارنده و کدام یک نشان دهندهٔ افزودن کاتالیزگر به سامانهٔ واکنش است؟



تست ۱: سرعت واکنش $Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$ به اثر چه تعداد از تغییرات زیر کاهش می یابد؟

- استفاده از الیاف روی به جای گرد روی
- استفاده براده روی به جای قطعات روی
- اضافه کردن آب به ظرف واکنش
- تغییر دما از ۵۰°C به ۳۰°C
- کاهش فشار
- کاهش غلظت H^+

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- سرعت واکنش mL ۵۰۰ محلول ۰/۰۱ مولار $FeCl_2$ با Na سریعتر از mL ۲۰۰ محلول ۰/۰۴ مولار آن است.
- شعله آتش ، گرد آهن موجود در بوته چینی را می سوزاند.
- محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه می شود اما با اضافه شدن KCl سرعت تجزیه آن افزایش می یابد.
- الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی سوزند.
- تغییر فشار در صورتی سرعت یک واکنش را تغییر می دهد که حداقل یک واکنش دهنده گازی باشد.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

سرعت مصرف یا تولید یک ماده

تعریف: مقدار مول یا گرم یا حجم یا غلظت مصرف شده یا تولید شده‌ی ماده در واحد زمان را سرعت ماده مورد نظر می‌گویند.

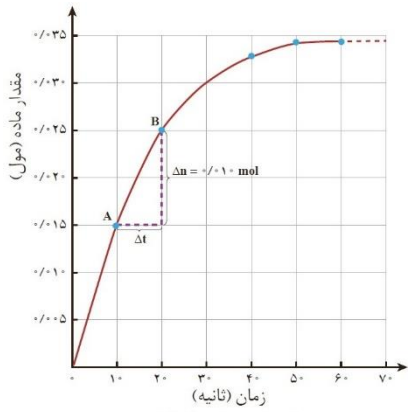
۱- چون سرعت در شیمی همواره به شکل عددی مثبت بیان می شود ، بنابراین در مورد واکنش دهنده‌ها که Δn و.... منفی دارند، می بایست Δn و... آن ها ضربدر عددی منفی کرد.

۲- سرعت متوسط ماده A برحسب $\frac{mol}{زمان}$ از رابطه زیر به دست می آید:

$$\bar{R}_A = \frac{\pm \Delta n_A}{\Delta t}$$

۳- سرعت متوسط ماده A برحسب $\frac{M}{زمان}$ و به عبارتی $\frac{mol}{L.زمان}$ از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$\bar{R}_A = \frac{\pm \Delta [A]}{\Delta t} \quad \text{و یا} \quad \bar{R}_A = \frac{\pm \Delta M_A}{\Delta t}$$



نمودار مول ـ زمان برای فراورده

نکته: چون غلظت مواد جامد و مایع ثابت است، در نتیجه سرعت آن ها فقط بر حسب $\frac{mol}{زمان}$ بیان می‌شود.

مثال دانش‌آموزی درون یک محلول محتوی ۰/۰۳ مول مس (II) سولفات، تیغه‌ای از جنس روی قرار داده است. شکل زیر پیشرفت واکنش $Zn(s)$ با $CuSO_4(aq)$ را در این آزمایش نشان می‌دهد، با توجه به ان به پرسش‌ها پاسخ دهید

الف) واکنش‌پذیری فلز روی را با مس مقایسه کنید.

ب) با گذشت زمان مقدار $Cu^{2+}(aq)$ و $Cu(s)$ چه تغییری می کند؟ چرا؟

پ) اگر شمار مول‌های مصرف شده از هر واکنش‌دهنده در واحد زمان بیانگر سرعت مصرف آن باشد، سرعت مصرف $Cu^{2+}(aq)$ را برحسب $mol\ min^{-1}$ حساب کنید.

یادآوری:

برای مواد شرکت کننده در یک واکنش با سه نوع مقدار سرو کار داریم:

مقدار اولیه: n_1 (مول اولیه) یا m_1 (جرم اولیه) یا V_1 (حجم اولیه برای گازها) و نیز M_1 (غلظت مولی اولیه) که به شکل $[\ ]_1$ نیز نوشته می شود.

تغییرات: Δn یا Δm یا ΔV یا ΔM که به شکل $\Delta[\ ]$ نیز نوشته می شود.

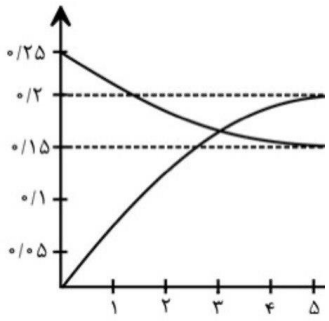
در حقیقت تغییرات واکنش دهنده‌ها نشان دهنده مقدار مصرفی یا تجزیه شده آن ها و تغییرات فرآورده‌ها نشان دهنده مقدار تولیدی آن ها تا زمان مورد نظر است.بدیهی است تغییرات واکنش دهنده‌ها منفی و برای فرآورده‌ها مثبت خواهد بود.

مقدار ثانویه: n_2 ، m_2 یا V_2 و نیز M_2 که به شکل $[\ ]_2$ نیز نوشته می شود.

مقدار ثانویه در مورد واکنش دهنده‌ها یعنی مقدار باقی مانده و در مورد فرآورده‌ها به معنای مقدار تولیدی تا زمان مورد نظر می باشد.

بنابراین سرعت تولید یا مصرف یک ماده را می توان بر اساس تغییرات مول ، غلظت ، جرم و حجم(فشار) محاسبه کرد.

مثال: نمودار مول زمان و جدول تغییرات مول واکنش زیر از آغاز تا ثانیه ۵: $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$



	$N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$	
n_1	۰/۲۵	۰
$\triangle n$	-۰/۱۰	-۰/۲۰
n_2	۰/۱۵	۰/۲

مثال۱: در واکنش سدیم با اسید معده، مقدارفلز در مدت ۲۰ ثانیه از ۰/۶۹ گرم به ۰/۲۳ گرم رسیده است. سرعت مصرف آن چند مول بر ثانیه می باشد؟ (Na = ۲۳)

مثال ۲: در واکنش تجزیه گاز NO_2 در شرایط استاندارد، مقدار آن در دقیقه ۵ برابر ۴/۴۸ و در دقیقه ۱۵ برابر ۲/۲۴ لیتر است. سرعت آن را بر حسب لیتر بر دقیقه و مول بر دقیقه حساب کنید

مثال ۳: غلظت ماده ای در مدت ۲ دقیقه از ۰/۳۶ مول بر لیتر به ۰/۲۴ مول بر لیتر می رسد. سرعت مصرف آن را بر حسب مولار بر دقیقه و مولار بر ثانیه بدست آورید.

مثال: در تجزیه H_2O_2 در ظرف ۳ لیتری، مقدار آن در پایان دقیقه سوم ۰/۰۸ مول و در پایان دقیقه پنجم ۰/۰۲ مول می باشد.سرعت مصرف آن برحسب $\frac{mol}{min}$ و نیز $\frac{mol}{L.min}$ ($\frac{M}{min}$) را به دست آورید.

نکته۱ : دقت شود که L در مخرج یکای سرعت بیانگر سرعت مصرف یا تولید ماده در ۱ لیتر ظرف است به عبارتی تغییرات غلظت آن ماده را در واحد زمان نشان می دهد. در مثال بالا سرعت H_2O_2 در کل ۳ لیتر برابر ۰/۰۳ می باشد، یعنی در کل سامانه و در هر دقیقه ،۰/۰۳ مول H_2O_2 تجزیه می شود. بدیهی است سرعت مصرف آن در هر ۱ لیتر سامانه $\frac{1}{3}$ این مقدار یعنی برابر ۰/۰۱$\frac{M}{min}$ یا ۰/۰۱ $\frac{mol}{L.min}$ می باشد.

نکته۲: نماد L در صورت یکای سرعت بیانگر حجم گاز تولیدی یا مصرفی در واحد زمان است و کاملاً با مخرج یکا متفاوت است. اگر سرعت گازی $\frac{L}{min}$ ۵/۶ باشد به این معناست که در کل ظرف و در هر دقیقه مقدار L ۵/۶ گاز مصرف یا تولید می‌شود.

تبدیل یکای سرعت با استوکیومتری واحدی

مثال۱: سرعت تولید گاز اکسیژن در واکنشی برابر $\frac{L}{L.S}$ ۴/۴۸ است. اگر شرایط STP باشد و حجم سامانه واکنش L ۰/۵ باشد، سرعت تولید این گاز را برحسب $\frac{mol}{min}$ به دست آوردید.

جواب: $?\frac{mol}{min} = \frac{4}{48}\frac{L}{L.S} \times 0/5L \times \frac{1mol}{22/4L} \times \frac{60s}{1min} = 6\frac{mol}{min}$

مثال۲: سرعت تولید گازی در شرایطی که حجم مولی $\frac{L}{mol}$ ۲۵ است برابر $\frac{L}{mol}$ ۰/۱ می‌باشد.اگر حجم سامانه L ۵ باشد سرعت آن چند مولار بر دقیقه است؟

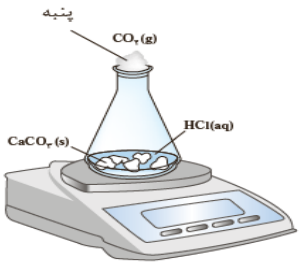
تست۱: در واکنشی غلظت سولفوریک اسید در مدت ۵ ثانیه از ۰/۵ مولار به ۰/۳ مولار رسیده است.اگر حجم محلول L ۰/۱ باشد، سرعت آن چند $\frac{mol}{min}$ است و در مدت ۳۰ ثانیه چند مول از آن مصرف می‌شود.

۱) ۰/۱۲ – ۰/۲۴
۲) ۰/۰۲ – ۰/۰۴
۳) ۰/۰۰۲ – ۰/۰۰۴
۳) ۰/۰۱۲ – ۰/۰۲۴

تست۲: در ظرفی به حجم ۲ لیتر تعداد مولکول‌های گازی SO_3 در مدت ۱۰ ثانیه از $1/204 \times 10^{22}$ به $3/01 \times 10^{21}$ عدد می رسد.سرعت متوسط مصرف آن برابر چند $\frac{mol}{l.min}$ می باشد؟

۱) ۰/۰۴۵
۲) ۰/۰۹
۳) ۰/۱۸
۴) ۰/۳۶

با هم بیندیشیم



۱ـ واکنش کلسیم کربنات را با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق مطابق شکل روبه‌رو در نظر بگیرید.

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

جدول زیر، جرم مخلوط واکنش را برحسب زمان برای این آزمایش نشان می‌دهد. با توجه به داده‌های جدول، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن‌دی‌اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	.....	.....	.....	.....

الف) چرا با گذشت زمان از جرم مخلوط واکنش کاسته می‌شود؟

ب) جدول را کامل کنید.

پ) با گذشت زمان جرم گاز آزاد شده چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

ت) در چه زمانی واکنش به پایان می‌رسد؟ چرا؟

۲ـ جدول صفحه بعد را کامل کنید. ($1\,mol\,CO_2 = 44g$)

زمان (s)	$n(CO_2)$, (mol)	$\Delta n(CO_2)$, (mol)	$\overline{R}(CO_2) = \frac{\Delta n(CO_2)}{\Delta t}$, $(mols^{-1})$
۰	۰		
۱۰	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-3}$
۲۰	$2/50 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-2}$	$1/00 \times 10^{-3}$
۳۰	$3/00 \times 10^{-2}$	.....	.....
۴۰	.....	.....	.....
۵۰	.....	.....	.....

۳ـ نمودار مول ـ زمان را برای گاز CO_2 بر روی کاغذ میلی‌متری زیر رسم کنید.

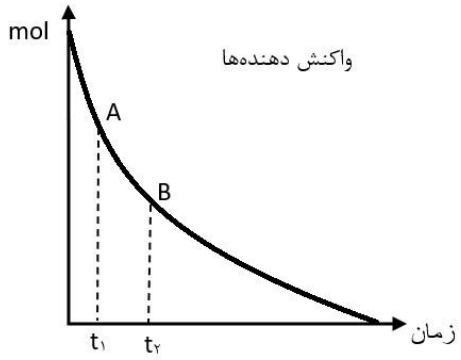
۴ـ سرعت متوسط تولید CO_2 با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

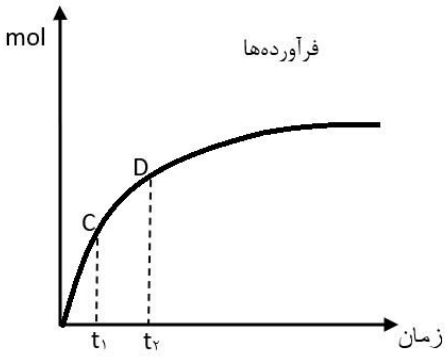
۵ـ آزمایش نشان می‌دهد که نمودار مول ـ زمان برای هر سه فراورده در واکنش کلسیم‌کربنات با محلول هیدروکلریک اسید از هر لحاظ یکسان است. چرا؟

سرعت متوسط و شیب نمودار مول-زمان

۱- در یک واکنش به تدریج مقدار(مول،غلظت،جرم و حجم گازها) واکنش دهنده‌ها کاهش می یابد و اگر واکنش به طور کامل انجام شود مقدار آن ها به صفر می رسد.

۲- مقدار فرآورده ها نیز به تدریج افزایش یافته و با اتمام واکنش مقدار آن ها به ماکزیمم(بیشینه) می رسد.

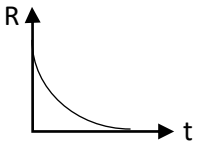




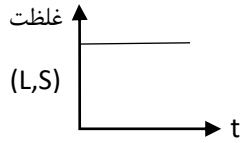
۳- شیب نمودار مول-زمان یا غلظت-زمان نشان دهنده سرعت جسم است. با کاهش تدریجی غلظت واکنش دهنده‌ها، تعداد برخورد آن ها با یکدیگر کم شده و در نتیجه سرعت مصرف واکنش دهنده ها و در نتیجه تولید فرآورده ها کاهش می یابد.در نتیجه شیب نمودار کم می شود:

۴- در نمودارهای بالا قدرمطلق شیب خط A-B نشان دهنده سرعت متوسط مصرف واکنش دهنده در بازه زمانی Δt می باشد و همچنین شیب نمودار خط C-D نشان دهنده سرعت متوسط تولید فرآورده در بازه زمانی Δt می باشد.

۵- همانگونه که ذکر شد سرعت تولید یا مصرف مواد یک واکنش همواره کند شونده است.



۶- نمودار غلظت-زمان و مول-زمان گازها و مواد محلول و همچنین نمودار مول-زمان جامدات و مایعات به طور کلی به شکل نمودارهای ۲ می باشد، اما نمودار غلظت-زمان جامدات و مایعات خط موازی محور زمان خواهد بود.(زیرا غلظت جامدات و مایعات ثابت است)



تست۱: کدام گزینه در مورد واکنش $Ba_{(s)} + 2H_2O_{(L)} \rightarrow Ba(OH)_{2(aq)} + H_{2(g)}$ نادرست است؟

۱) شیب نمودار مول-زمان و نیز غلظت-زمان واکنش دهنده ها کند شونده است.

۲) برای دو ماده شرکت کننده در واکنش، سرعت با یکای $mol.L^{-1}.s^{-1}$ نیز قابل بیان است.

۳) برای یکی از مواد شرکت کننده در واکنش سرعت با یکای $L.s^{-1}$ نیز قابل بیان است.

۴) سرعت همه مواد شرکت کننده با یکای $mol.s^{-1}$ قابل بیان بوده و در مورد همگی مقدار آن رو به کم شدن است.

Dr. Hassan Pelvi

تست۲: با توجه به واکنش $Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$ و اینکه یون مس آبی رنگ و مابقی یون ها در حالت محلول بی رنگ هستند، کدام گزینه نادرست است؟

۱) به تدریج رنگ آبی محلول کم رنگ می شود.

۲) اگر تعداد مول اولیه Zn بیشتر از $CuSO_4$ باشد، در انتهای واکنش محلول کاملاً بی رنگ خواهد شد.

۳) سرعت متوسط مصرف $Zn_{(s)}$ در بازه زمانی ۰ تا ۲۰ ثانیه بیشتر از ۰ تا ۱۰ ثانیه می باشد.

۴) در نمودار غلظت-زمان $ZnSO_{4(aq)}$ ، غلظت آن رو به افزایش اما شیب نمودار رو به کاهش است.

رابطه سرعت مواد شرکت کننده یک واکنش(رابطه سرعت‌ها)

۱- می دانیم که Δn یا ΔM مواد شرکت کننده یک واکنش به نسبت ضریب استوکیومتری هر ماده است.به عنوان نمونه در واکنش $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ داریم:

$$\frac{-\Delta n_{N_2}}{1} = \frac{-\Delta n_{H_2}}{3} = \frac{\Delta n_{NH_3}}{2}$$

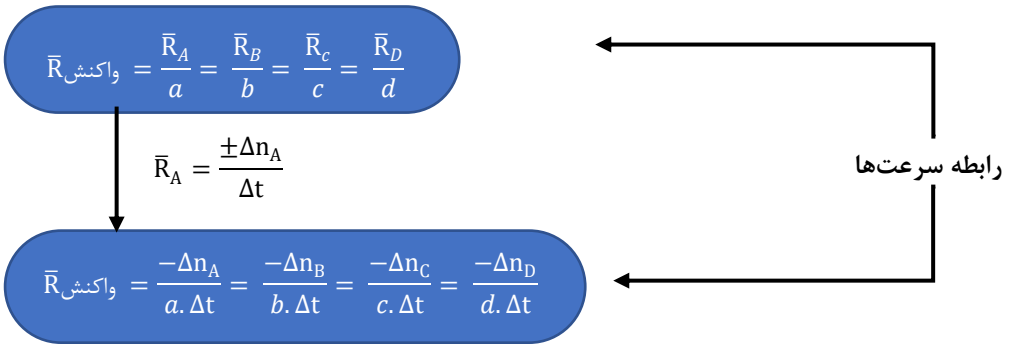
۲- چون $\bar{R} = \frac{\pm \Delta n}{\Delta t}$ است، در نتیجه رابطه سرعت مواد واکنش فوق به شکل زیر است:

$$\frac{\bar{R}_{N_2}}{1} = \frac{\bar{R}_{H_2}}{3} = \frac{\bar{R}_{NH_3}}{2}$$

مثال: یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری‌اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$

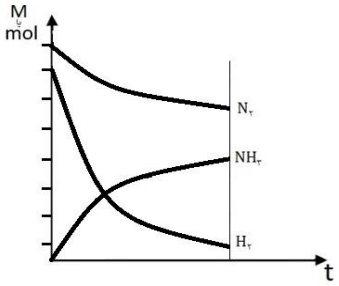
اگر در شرایط معین $\bar{R}(O_2) = 0/01\ mol\ s^{-1}$ باشد، $\bar{R}(SO_3)$ و $\bar{R}(SO_2)$ را بر حسب $mol\ min^{-1}$ حساب کنید

۳- بنابراین در واکنش فرضی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ داریم:



۴- در رابطه‌ی آخر به جای Δn مواد می توان $\Delta[\ ]$ نیز بیان کرد.

۵- حاصل هر کسر در رابطه ی سرعت ها را «سرعت واکنش» می گویند، به عبارتی سرعت واکنش برابر با سرعت ماده ای است که ضریب آن ۱ می باشد.



۶- بدیهی است شیب نمودار و Δn و $\Delta[\ ]$ مواد یک واکنش نیز به نسبت ضرایب می باشد، به عنوان مثال در واکنش گازی $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$:

خود را بیازمایید

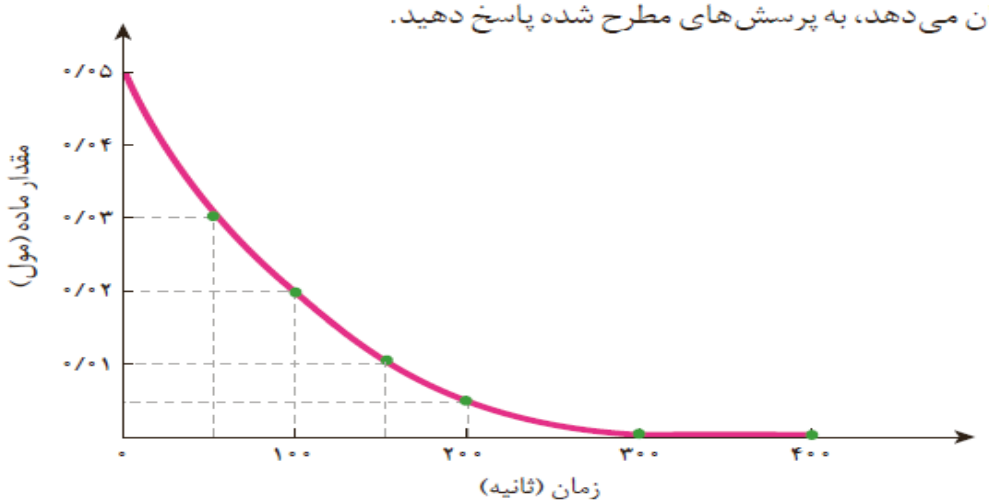
۱ـ در واکنش $CaCO_3(s)$ با $HCl(aq)$، چه رابطه‌ای بین سرعت متوسط مصرف این دو ماده وجود دارد؟ این رابطه را بنویسید.

۲ـ یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری‌اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$$

اگر در شرایط معین $\bar{R}(O_2) = 0/01\ mol\ s^{-1}$ باشد، $\bar{R}(SO_3)$ و $\bar{R}(SO_2)$ را بر حسب $mol\ min^{-1}$ حساب کنید.

۳ـ با توجه به نمودار زیر که تغییر مول‌های نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفیدکننده را نشان می‌دهد، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) مول‌های واکنش‌دهنده (رنگ غذا) با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

ب) شیب نمودار مول ـ زمان چه علامتی دارد؟ چرا؟

پ) توضیح دهید چرا علامت منفی در رابطهٔ زیر نوشته می‌شود.

$$\overline{R}(\text{واکنش دهنده}) = -\frac{\Delta n(\text{واکنش دهنده})}{\Delta t}$$

ت) سرعت متوسط مصرف رنگ غذا را برحسب مول بر دقیقه حساب کنید.

Dr. Hassan Pelvi

با هم بیندیشیم

۱ـ سرعت متوسط تولید گاز آمونیاک در شرایط معینی بر اساس معادله واکنش زیر در گسترهٔ زمانی معینی برابر با $۴\times۱۰^{-۲}\ mol\,s^{-۱}$ است.

$$N_۲(g) + ۳H_۲(g) \longrightarrow ۲NH_۳(g)$$

الف) سرعت متوسط مصرف $N_۲(g)$ و $H_۲(g)$ را در این گسترهٔ زمانی حساب کنید.

ب) سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت‌کننده را به ضریب استوکیومتری آن تقسیم کنید. از حاصل این تقسیم‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پ) حاصل تقسیم در قسمت ب، سرعت واکنش نام دارد. برای این واکنش با استفاده از سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده، رابطهٔ سرعت واکنش را بنویسید.

ت) ارتباط معادلهٔ شیمیایی موازنه شده واکنش را با رابطهٔ زیر توضیح دهید.

ث) سرعت متوسط کدام ماده با سرعت واکنش برابر است؟ توضیح دهید.

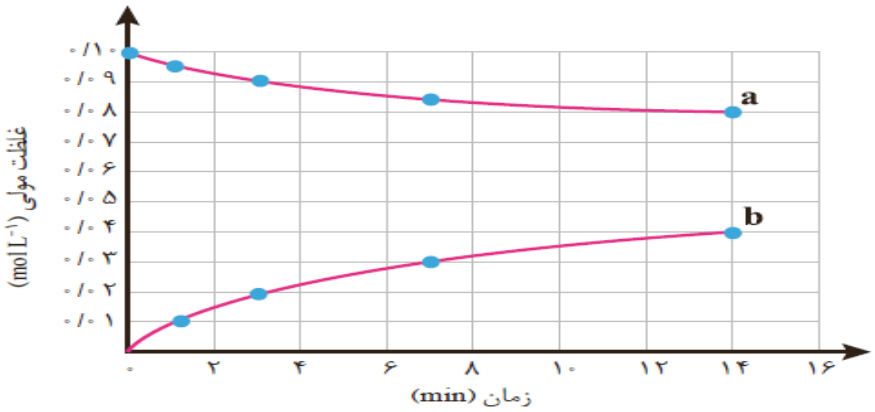
$$R(\text{واکنش}) = +\frac{\Delta n(NH_۳)}{۲\Delta t} = -\frac{\Delta n(H_۲)}{۳\Delta t} = -\frac{\Delta n(N_۲)}{\Delta t}$$

۲ـ قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می‌شود.

$$C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}(aq) + H_۲O(l) \longrightarrow ۲C_۶H_{۱۲}O_۶(aq)$$

این واکنش در دمای ثابت و شرایط معین بررسی شده و جدول زیر، داده‌های تجربی آن را نشان می‌دهد. با توجه به آن و نمودار داده شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

زمان (دقیقه) / غلظت مولی ($mol\,L^{-۱}$)	۰	۱	۳	۷	۱۴
$[C_۶H_{۱۲}O_۶]$	۰	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴
$[C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱}]$	۰/۱۰	۰/۰۹۵	۰/۰۹	۰/۰۸۵	۰/۰۸



الف) در سه دقیقهٔ نخست، $\bar{R}$(گلوکز) و $\bar{R}$(مالتوز) را برحسب $mol\,L^{-۱}\,s^{-۱}$ حساب کنید.

ب) سرعت واکنش را در هفت دقیقه نخست و هفت دقیقه دوم حساب کنید. کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

پ) هر یک از منحنی‌های a و b مربوط به کدام ماده شرکت‌کننده است؟ توضیح دهید.

Dr. Hasan Palooi

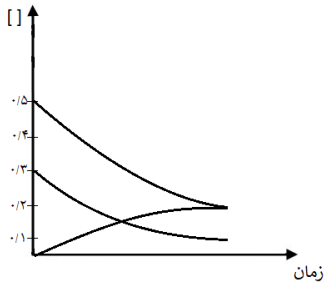
۷- چنانچه Δn یا ΔM مواد یک واکنش در یک بازه‌ی زمانی یکسان را تقسیم بر کوچکترین Δn یا ΔM نماییم، ضرایب استوکیومتری هر یک به دست می آید.

تست۱: اگر بین مواد شرکت کننده یک واکنش رابطه زیر برقرار باشد، معادله واکنش کدام است؟

$$\frac{-\Delta[A]}{2.\Delta t}=\frac{-\Delta[B]}{3.\Delta t}=\frac{\Delta[C]}{5.\Delta t}=\frac{\Delta[D]}{4.\Delta t}$$

۱) $\frac{1}{2}A+\frac{1}{5}B\rightarrow\frac{1}{3}C+\frac{1}{4}D$
۲) $2A+3B\rightarrow5C+4D$
۳) $\frac{1}{2}A+\frac{1}{3}B\rightarrow\frac{1}{5}C+\frac{1}{4}D$
۴) $2A+5B\rightarrow3C+4D$

تست۲: با توجه به نمودار غلظت زمان روبرو، معادله واکنش کدام است و سرعت واکنش $\frac{1}{3}$ سرعت کدام ماده است؟



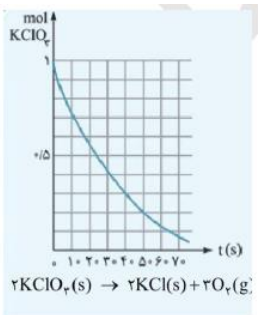
۱) $2A\rightarrow2B+3C$ ، C
۲) $3C+2B\rightarrow2A$ ، C
۳) $2A\rightarrow2B+3C$ ، B
۴) $3C+2B\rightarrow2A$ ، B

تست۳: با توجه به جدول مقابل، مقادیر a و b به ترتیب کدام‌اند؟

زمان	[x]	[y]	[z]
۱۰s	۱۲	۱۲	۳
۲۰s	۸	a	۵
۳۰s	b	۲۶	۶/۵

۱) ۱۶ و ۴
۲) ۲۱ و ۵
۳) ۱۸ و ۴
۴) ۲۰ و ۵

تست۴: با تو جه به نمودار مقابل به تقریب چند ثانیه زمان لازم است تا ۱۵ لیتر گاز اکسیژن از تجزیه $KClO_3$ به دست آید.(چگالی گاز اکسیژن $\frac{g}{L}$ ۰/۸ و $O=16$ $\frac{g}{mol}$)



۱) ۴۵
۲) ۲۰
۳) ۲۵
۴) ۱۰

تست۵: جدول زیر تغییرات غلظت یکی از مواد واکنش زیر است که در ظرف در بسته ۲ لیتری انجام می شود. سرعت واکنش چند $mol.L^{-1}.min^{-1}$ می باشد؟

$$2KClO_{3(s)} \rightarrow 2KCl_{(s)} + 3O_{2(g)}$$

زمان(s)	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
غلظت	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۵

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴
۳) ۰/۱ ۴) ۰/۰۵

نکته: در صورتی که در سوال سرعت، بازه زمانی معینی بیان نشده باشد، منظور سرعت از شروع واکنش تا اتمام واکنش (زمانی که مقدار مواد شرکت کننده ثابت می ماند)، می باشد.

تست۶: جدول زیر مربوط به انجام واکنش زیر در یک ظرف سر باز می باشد، چه تعداد از مطالب بیان شده درست اند؟

$$CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(L)} + CO_{2(g)}$$

زمان(s)	۰	۲۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط(g)	۶۵/۹۸	۶۴/۸۸	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰

- جرم CO_2 تولیدی ۱/۴۸ گرم است.
- سرعت تولید CO_2 برابر ۰/۰۴ مول بر دقیقه است.
- جرم مخلوط واکنش در ثانیه ۱۰ می تواند ۶۵/۵۰ گرم باشد.
- سرعت متوسط واکنش در ثانیه ۰ تا ۲۰ بیشتر از ثانیه ۲۰ تا ۵۰ می باشد.
- در نمودار غلظت-زمان مواد شرکت کننده، برای دو ماده خط صاف می باشد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست۷: واکنش تجزیه هیدروژن پراکسید با سرعت متوسط $0/02 \frac{mol}{s}$ در حال انجام است. چند ثانیه طول می کشد تا در شرایطی که حجم مولی اکسیژن $32 \frac{L}{mol}$ است، بادکنک گردی به شعاع ۲۰ cm از آن پر شود؟ $(\pi = 3)$

$$2H_2O_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(L)} + O_{2(g)}$$

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

تست۸: واکنش $AB_{3(g)} \rightarrow A_{(g)} + 3\,B_{(g)}$ به صورتی پیش می رود که در هر ساعت غلظت ماده اولیه نصف می شود. اگر غلظت ماده اولیه ۱ مولار باشد، برای تجزیه ۹۳/۷۵٪ مولکول های AB_3 چند ساعت زمان لازم است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

Dr. Hasan Pelvi

تست۹: ۵ مول N_2O_5 در یک ظرف ۲ لیتری بسته وارد می کنیم. اگر سرعت متوسط واکنش در ۳۰ ثانیه اول برابر $0/8\ mol.L^{-1}.min^{-1}$ باشد، در انتهای ثانیه ۳۰ چند مول گاز در ظرف واکنش وجود دارد؟

$$2N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$$

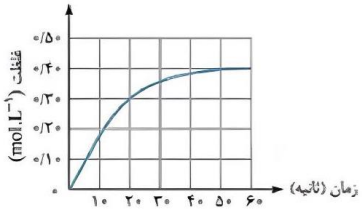
۱) ۷/۴ ۲) ۲/۴ ۳) ۹/۸ ۴) ۴/۸

تست۱۰: در یک ظرف در بسته ۱/۲۵ لیتری، ۰/۲ مول گاز متان و ۰/۴ مول گاز هیدروژن سولفید واکنش می دهند. اگر پس از ۳۰ ثانیه، ۵۰ درصد حجمی گاز درون ظرف هیدروژن باشد، سرعت واکنش، چند مول بر لیتر بر دقیقه بوده است؟(معادله موازنه شود)(همه مواد گازی می باشند)(تجربی۱۴۰۲)

$$CH_4 + H_2S \rightarrow CS_2 + H_2$$

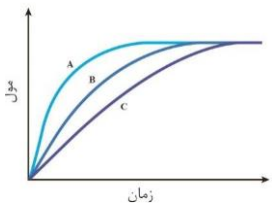
۱) ۰/۰۸ ۲) ۰/۱۶ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۱

تست۱۱: واکنش: $2NO_2(g) \rightarrow 2NO(g)+O_2(g)$، در یک ظرف ۴ لیتری در حال انجام شدن است و نمودار زیر تغییرات غلظت مولی گاز اکسیژن را در طول انجام این واکنش نشان می دهد. با توجه به این نمودار، سرعت تولید گاز اکسیژن در طول ۲۰ ثانیه اول این واکنش برابر ..... مول بر ثانیه ایت و در پایان بیستم این واکنش ..... گرم گاز نیتروژن مونوکسید در این ظرف وجود دارد ($O=16, N=14: g.mol^{-1}$)



۱) ۰/۰۶ ، ۱۸ ۲) ۰/۰۱۵ ، ۱۸
۳) ۰/۰۱۵ ، ۷۲ ۴) ۰/۰۶ ، ۷۲

تست۱۲: نمودار زیر مربوط به واکنش فرضی $x_{(aq)} \rightarrow y_{(aq)}$ می باشد. اگر حجم محلول x برابر ۰/۱ L و غلظت آن ۰/۵ مولار باشد نمودار B ایجاد می شود، چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟



- نمودار C می تواند مربوط به استفاده از بازدارنده باشد.
- نمودار A می تواند مربوط به استفاده از کاتالیزگر باشد.
- نمودار C می تواند مربوط به استفاده از ۰/۵ لیتر محلول ۰/۱ مولار از x باشد.
- نمودار A می تواند مربوط به استفاده از ۰/۰۵ لیتر محلول ۱ مولار x باشد.
- هیچ یک از نمودارها نمی تواند متعلق به استفاده از ۰/۱ لیتر محلول ۱ مولار x باشد.

۱) ۰ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید:

$$CaCO_{3(s)} + 2\,HCl_{(g)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(L)}$$

تبدیل قند مالتوز (قند جوانه گندم) به گلوکز:

$$C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(L)} \xrightarrow{\text{آبکافت}} 2C_6H_{12}O_{6(aq)}$$

غذا ، پسماند و ردّپای آن

تعریف ردّپا: ردّپا میزان اثرگذاری سبک زندگی هر انسان روی محیط زیست را نشان می‌دهد.

نمونه۱: ردپای کربن دی اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا در اثر یک فعالیت،چه مقدار از این گاز تولید شده و وارد محیط زیست می‌شود.

نمونه۲: ردپای آب بیانگر است که هر انسان چه میزان از آب در دسترس و قابل استفاده را مصرف می‌کند.

ردپای غذا:

ردپای غذا نیز همانند ردپای آب و کربن دی اکسید دارای دو چهره آشکار و پنهان است.

۱- سالانه حدود ۳۰٪ غذایی که در جهان فراهم می‌شود به مصرف نمی‌رسد و تبدیل به زباله می‌شود، در حالیکه به ازای هر ۷ نفر در جهان ۱ نفر گرسنه است.

۲- چهره پنهان ردپای غذا: همه منابعی است که در تهیه غذا از آغاز تا سر سفره سهم دارند ، مانند مدیریت تامین مواد اولیه ، انرژی ، فناوری و حمل و نقل و ... از طرفی تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی اکسید در ردپای غذا به مراتب بیشتر از سوختن سوخت ها در خودرو و کارخانه و... است.

به هرحال با افزایش جمعیت تقاضا برای غذا بیشتر شده و تامین آب ، انرژی ، مواد اولیه و زمین و... رو به افزایش بوده و ردپای غذا سنگین ترخواهد شد.

شیمی سبز و کاهش ردپای غذا:

می دانیم که هدف شیمی سبز بهبود کیفیت زندگی و هم زمان محافظت از طبیعت است طبق اصول شیمی سبز برای کاهش ردپای غذا می توان الگوهایی را رعایت کرد که طبق جدول زیر هرکدام همخوانی بیشتری با بیانی از این شاخه از علم شیمی دارند:

الگوی کاهش ردپای غذا	بیانی از اصل شیمی سبز
خرید به اندازه نیاز	کاهش تولید زباله و پَسماند
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	طراحی مواد و فرآورده‌های شیمیایی سالم تر
استفاده از غذاهای بومی و فَصلی	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف غذاهای فرآوری شده	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست

Dr. Hasan Pelvi

تمرین های دوره ای

۱ـ اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب‌دیدگی‌های خود از بسته‌هایی استفاده می‌کنندکه به سرعت گرما را انتقال می‌دهند. اساس کار این بسته‌ها، انحلال برخی ترکیب‌های یونی در آب است. با توجه به معادله‌های ترموشیمیایی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:

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

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

الف) کدام فرایند انحلال برای سرد کردن محل آسیب‌دیدگی مناسب است؟ چرا؟

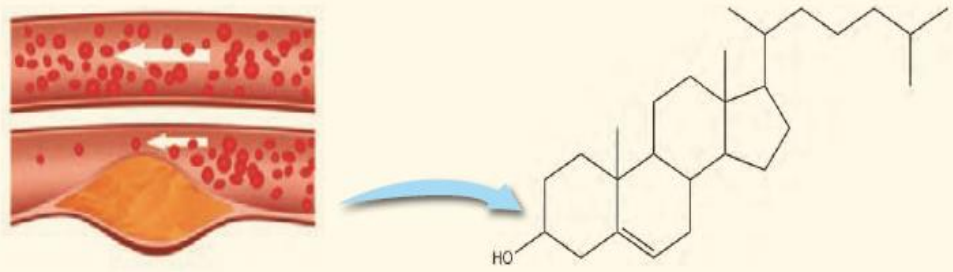
ب) از انحلال کامل ۲/۲۲ g کلسیم کلرید خشک درآب چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

۲ـ چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت‌های جانور را نیز تأمین می‌کند. واکنش ترموشیمیایی آن به صورت زیر است:

$$2C_{57}H_{110}O_6(s) + 163O_2(g) \rightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(l)\ ,\ \Delta H = -75520\,kJ$$

حساب کنید از اکسایش هر کیلوگرم چربی، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

۳ـ کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیوارهٔ رگ‌ها رسوب می‌کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکته می‌شود. با توجه به ساختار آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) توضیح دهید چرا شیمی‌دان‌ها آن را یک الکل سیر نشده می‌دانند؟

ب)با توجه به جدول شمارهٔ ۳ ، در شرایط یکسان کدام پیوندهای اشتراکی یگانه در ساختار کلسترول آسان‌تر شکسته می‌شود؟ چرا؟

۴ـ از مصرف هر گرم آلومینیم در واکنش ترمیت، ۱۵/۲۴ kJ گرما آزاد می‌شود.

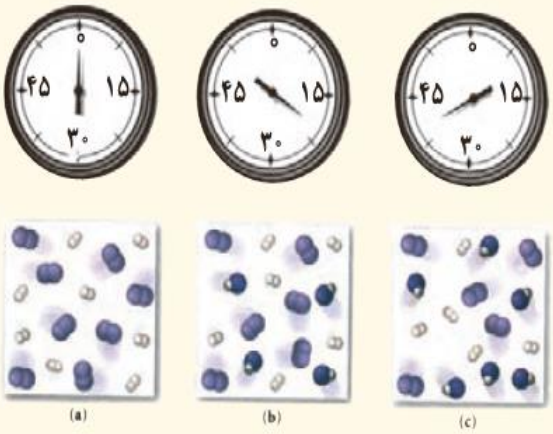
$$2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$$

الف) این مقدار گرما، دمای صدگرم آب خالص را چند درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهد؟

ب) ΔH واکنش ترمیت را حساب کنید.

۵ـ با توجه به واکنش ترموشیمیایی: $H_2(g) + I_2(s) + 53kJ \rightarrow 2HI(g)$، آنتالپی واکنش $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ را حساب کنید (**راهنمایی**: آنتالپی فرازش (تصعید) یُد را $62/5\ kJ\,mol^{-1}$ در نظر بگیرید).

۶ـ شکل زیر واکنش میان گاز هیدروژن و بخار بنفش رنگ ید را در دمای معینی نشان می‌دهد.



اگر هر ذره هم ارز با ۰/۱ مول از ماده و سامانه دو لیتری باشد، سرعت واکنش را پس از ۲۰ دقیقه (b) و پس از ۴۰ دقیقه (c) برحسب $mol\ L^{-1}h^{-1}$ حساب و با یکدیگر مقایسه کنید.

۷ـ ΔH واکنش $C_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow{25^\circ C} C_2H_6(g)$ را با استفاده از:

الف) جدول ۲ و ۳ حساب کنید.

ب) آنتالپی سوختن اتن، اتان و هیدروژن که به ترتیب برابر با ۱۴۱۰-، ۱۵۶۰- و ۲۸۶- کیلو ژول بر مول است، حساب کنید.

پ) ΔH محاسبه شده از کدام قسمت را برای یک گزارش علمی انتخاب می‌کنید؟ توضیح دهید.

Dr. Hassan Pelvi

۸ـ با توجه به جدول روبه‌رو به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

۱۰۰g خوراکی / ارزش غذایی (kcal) / ماده غذایی	برگه زردآلو	سیب	بادام
چربی (گرم)	۰/۵۱	۰/۱۷	۴۹/۹۰
کلسترول (میلی‌گرم)	–	–	–
کربوهیدرات (گرم)	۷۸/۷۰	۲۴/۲۰	۲۵/۹۰
پروتئین (گرم)	۳/۳۹	۰/۲۶	۲۱/۲۰

الف) اگر بدن فردی نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی داشته باشد، کدام خوراکی را پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟

ب) مصرف کدام خوراکی را برای فعالیت‌های فیزیکی که در مدت طولانی‌تری انجام می‌شوند، مناسب می‌دانید؟ توضیح دهید.

پ) اگر یک فرد ۷۰ کیلوگرمی، ۲۵ گرم بادام خورده باشد، برای مصرف انرژی حاصل از آن چه مدت باید پیاده‌روی کند؟ آهنگ مصرف انرژی در پیاده‌روی را $۱۹۰ kcal\ h^{-1}$ در نظر بگیرید.

۹ـ با توجه به اطلاعات داده شده، آنتالپی واکنش زیر را حساب کنید.

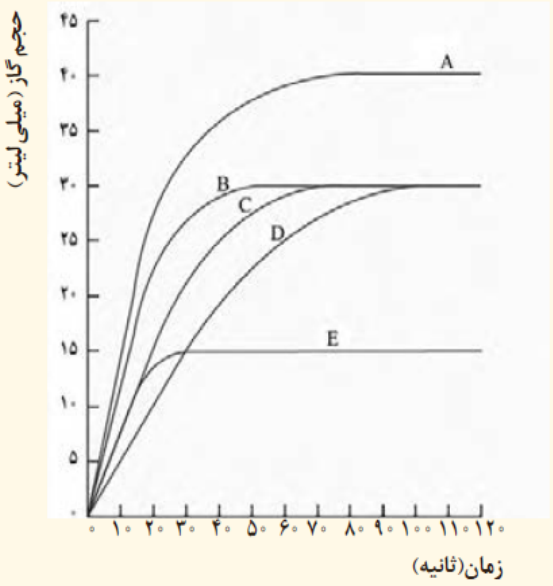
$$FeO(s) + CO(g) \rightarrow Fe(s) + CO_2(g) \qquad \Delta H = ?$$

$$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g) \qquad \Delta H = -23kJ$$

$$3Fe_2O_3(s) + CO(g) \rightarrow 2Fe_3O_4(s) + CO_2(g) \qquad \Delta H = -39kJ$$

$$Fe_3O_4(s) + CO(g) \rightarrow 3FeO(s) + CO_2(g) \qquad \Delta H = 18kJ$$

۱۰ـ در نمودار زیر، منحنی C مربوط به واکنش ۰/۵ گرم نوار منیزیم با مقدار کافی از هیدروکلریک اسید در دمای اتاق است. منحنی‌های دیگر مربوط به همین واکنش اما در شرایط متفاوتی است. با توجه به آنها به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) سرعت واکنش را برای آزمایش‌های C و D برحسب لیتر بر ساعت حساب کنید.

ب) کدام منحنی مربوط به واکنشی است که در آن ۰/۵ گرم پودر منیزیم به جای نوار منیزیم استفاده شده است؟ (بقیه شرایط واکنش تغییر نکرده است.) دلیل خود را توضیح دهید.

پ) کدام منحنی مربوط به واکنش ۰/۵ گرم نوار منیزیم با مقدار کافی از هیدروکلریک اسید در دمای ۵ درجه سلسیوس است؟ چرا؟

Dr. Hasan Palvi

تست جامع فصل

تست۱: با توجه به داده‌های زیر ، اگر به یک کیلوگرم روغن زیتون و یک کیلوگرم آب ، هردو با دما ۲۰°C ، مقدار ۵۰Kj گرما داده شود ، تفاوت دمای این دو ماده به تقریب چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۱۳/۴ ۲) ۱۸/۲ ۳) ۲۲/۱ ۴) ۲۵/۴

$$(25°C)200g\ H_2O \xrightarrow{۴۱۸۰۰۰\ j} 75°C$$

$$(20°C)50g\ \text{روغن زیتون} \xrightarrow{۹۸۵\ j} 30°C$$

تست۲: ظرفیت گرمایی ۵ لیتر محلول اتانول ۵ مولار با چگالی ۰/۹۸۴ $\frac{g}{mL}$ برابر چند $j.C^{-1}$ است؟ (H=۱ ، O=۱۶ ، C=۱۲ و ظرفیت گرمایی ویژه آب و اتانول به ترتیب ۴/۲ و ۲/۴ ژول بر گرم بر درجه سلسیوس است)

۱) ۲۷۶۰ ۲) ۱۵۸۳۴ ۳) ۱۳۴۶۴ ۴) ۱۸۵۹۴

تست۳: اگر تغییر آنتالپی واکنش $CO_{(g)} \rightarrow C_{(g)} + O_{(g)}$ به اندازه ۵۲۸ Kj کمتر از تغییر آنتالپی واکنش $CO_{2(g)} \rightarrow C_{(g)} + 2O_{(g)}$ بوده و آنتالپی پیوند $C \equiv O$ به اندازه ۳۷۲ $\frac{Kj}{mol}$ بیشتر از پیوند $C = O$ باشد، برای تبدیل ۶۶ گرم CO_2 به اتم های گازی مجزا چند Kj انرژی نیاز است؟(C=12 ، O=16)

۱) ۹۰۰ ۲) ۱۸۰۰ ۳) ۲۴۰۰ ۴) ۲۷۰۰

تست۴: اگر گرمای سوختن ۱ گرم C_3H_7OH بتواند ۱۰۰ گرم آب با دمای ۲۰°C را در فشار ۱ اتمسفر به جوش آورد، ΔH سوختن آن به تقریب چند کیلوژول بر مول است؟ (H=1 ، C=12 ، O=16)

۱) -۱۴۷۸ ۲) -۲۵۲۰ ۳) -۲۰۱۶ ۴) -۱۸۷۵

تست۵: از سوختن کامل یک مخلوط گازی که در مجموع دارای ۰/۶ مول از گازهای متان و اتان است، ۸۰۲ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود. نسبت شمار مول‌های اتان به متان در این مخلوط کدام است؟ (آنتالپی سوختن متان و اتان به ترتیب ۸۹۰- و ۱۵۶۰- کیلوژول بر مول است)

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

Dr. Hasan Palvi

تست۶: با توجه به واکنش های زیر، با حل شدن ۰/۱ مول از $BaO_{(s)}$ در ۲۰۰ گرم آب با دمای $25^{\circ}C$ و دارای سولفوریک اسید کافی طبق معادله: $BaO_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow BaSO_{4(aq)} + H_2O_{(L)}$ دمای نهایی آب به تقریب به چند درجه می‌رسد؟ (فرض کنید که آنتالپی واکنش فقط صرف تغییر دمای آب می‌شود)

$BaSO_{4(s)} \rightarrow BaO_{(s)} + SO_{3(g)} \quad \Delta H = 213\ Kj$

$SO_{3(g)} + H_2O_{(L)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)} \quad \Delta H = -78\ Kj$

۱) ۱۶ ۲) ۱۹ ۳) ۳۱ ۴) ۴۱

تست۷: اگر در واکنش تجزیه ۴/۵ مول گاز NO_2، پس از ۱۰ ثانیه ۱۳۸ گرم از آن باقی بماند، سرعت متوسط تشکیل گاز اکسیژن چند مول بر ثانیه است و با فرض این که واکنش با همین سرعت متوسط پیش برود ، چند ثانیه طول می کشد تا این گاز به طور تجزیه شود؟ (N=۱۴ ، O=۱۶) $2\ NO_2 \rightarrow 2\ NO + O_2$

۱) ۰/۱۵ ، ۳۰ ۲) ۰/۰۷۵ ، ۳۰ ۳) ۰/۰۷۵ ، ۴۵ ۴) ۰/۵ ، ۴۵

تست۸: با توجه به این که سرعت متوسط تولید هیدروژن در واکنش زیر 2×10^{-2} مول بر ثانیه است، کدام مطلب نادرست است؟ $Fe + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2$

۱) در هر ثانیه ۰/۱۵ مول آهن مصرف می‌شود.

۲) در هر دقیقه ، ۰/۳ مول Fe_3O_4 تولید می‌شود.

۳) سرعت متوسط مصرف H_2O برابر ۰/۰۲ مول بر ثانیه است.

۴) سرعت متوسط واکنش ، برابر سرعت متوسط تولید Fe_3O_4 است.

تست۹: کدام گزینه صحیح نیست؟

۱) به مجموعه فعالیت های صنعتی گوناگون که در حوزه هایی مانند تولید ، حمل و نقل و نگهداری و فرآوری مواد غذایی صورت می گیرد ، صنایع غذایی می گویند.

۲) اگر انرژی گرمایی دو نمونه اکسیژن برابر باشد ، میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده این دو نمونه برابر است.

۳) مقدار ΔH یک واکنش شیمیایی به طور عمده به دلیل تفاوت انرژی پتانسیل واکنش دهنده ها و فرآورده هاست.

۴) برای محاسبه ΔH واکنشی که با سرعت خیلی کم انجام می شود ، گرماسنج لیوانی مناسب نیست.

Dr. Hasan Pelvi