فصل اول

قدر هدایای زمینی را بدانیم

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

استخراج مواد از زمین

- صنایع گوناگون مانند غذا و پوشاک، کم و بیش تحت تأثیر مواد قرار دارند.
- رشد و گسترش تمدن بشری، در گروِ کشف و شناخت **مواد جدید** است.
- با گسترش دانش **تجربی**، شیمی‌دان‌ها به رابطهٔ میان خواص مواد با عنصرهای سازندهٔ آن‌ها پی بردند.
- شیمی‌دان‌ها، امروزه می‌توانند موادی نو با ویژگی‌های دلخواه و منحصر به فرد طراحی کنند. مثلاً گرما دادن به مواد و افزودن آن‌ها به یکدیگر سبب تغییر مواد و بهبود خواص آن‌ها می‌شود.
- گسترش فناوری، به **میزان دسترسی به مواد** مناسب وابسته است. به‌طوری که کشف و درک خواص یک مادهٔ جدید، پرچم‌دار توسعهٔ فناوری است.
- **دانش شیمی** به ما کمک می‌کند تا **ساختار دقیق** هدایای زمینی (نفت، گاز و ...) را شناسایی کنیم.
- فرایند تبدیل مواد خام اولیه (سنگ معدن، نفت، گاز و ...) به وسایل قابل استفاده را **فراوری** می‌گوییم.
- با توجه به گسترش شهرها و روستاها برای تأمین تقاضای جهانی، سالانه حجم انبوهی از منابع زیرزمینی (نفت، گاز، فلزها و ...) از زمین برداشت می‌شود و میزان برداشت هر سال **بیشتر** از سال قبل است.
- برخی عنصرها در جهان به‌طور **یکنواخت توزیع نشده‌اند** که این موضوع دلیل پیدایش **تجارت جهانی** است.

چرخهٔ مواد در طبیعت

- مواد خام پس از استخراج از زمین، پس از مدتی طولانی دوباره به زمین باز می‌گردند:

استخراج مواد خام از کرهٔ زمین ← فراوری ← تبدیل به فلز، پلاستیک و ... ← استفاده در تولید ← کالاهای مصرفی مانند لوازم خانگی ← استهلاک و فرسوده شدن ← زباله‌های صنعتی ← اگر بازیافت نشوند، پس از مدت‌ها به زمین برمی‌گردند.

- **مواد ساختگی** با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی بر روی **مواد طبیعی** ساخته می‌شوند، بنابراین **همهٔ** مواد طبیعی و ساختگی، از **کرهٔ زمین** به‌دست می‌آیند.
- به **تقریب**، جرم کل مواد در کرهٔ زمین **ثابت** است.
- مقایسهٔ میزان تولید یا مصرف نسبی برخی مواد: **مواد معدنی** > **سوخت‌های فسیلی** > **فلزها**

جدول دوره‌ای عنصرها

- جدول دوره‌ای به شیمی‌دان‌ها کمک می‌کند تا **الگوهای پنهان** در رفتار عنصرها را شناسایی کنند.
- عنصرها در هر ردیف (دوره) از جدول دوره‌ای، براساس **افزایش عدد اتمی** چیده شده‌اند.
- به‌طور کلی شمار الکترون‌های **لایه ظرفیت** عنصرهای موجود در یک گروه، **یکسان** است.
- به‌طور کلی عنصرهای واقع در هر **گروه** از نظر خواص **فیزیکی و شیمیایی** شبیه به هم می‌باشند.
- جدول دوره‌ای شامل **۷ دوره** و **۱۸ گروه** است که در مجموع **۱۱۸ عنصر** در ۷ ردیف آن چیده شده‌اند.
- تعداد عنصرهای موجود در دوره ۱ تا ۷ به‌ترتیب برابر ۲، ۸، ۸، ۱۸، ۱۸، ۳۲ و ۳۲ می‌باشد.
- عنصرهای جدول دوره‌ای به سه دسته **فلز**، **نافلز** و **شبه‌فلز** تقسیم می‌شوند.
- تمام عنصرهای دسته s (به‌جز H و He) و دسته d و f **فلزند**. درحالی‌که دسته p شامل هر سه نوع عنصر فلزی، نافلزی و شبه‌فلز هستند.
- بیشتر عنصرهای جدول دوره‌ای را **فلزها** تشکیل می‌دهند.
- **شبه‌فلزها** مرز بین فلزها و نافلزها هستند که **خواص فیزیکی** آن‌ها به **فلزها** و **خواص شیمیایی** آن‌ها به **نافلزها** شباهت دارد. به‌عنوان مثال سیلیسیم (Si) و ژرمانیم (Ge) از گروه ۱۴، شبه‌فلز هستند.
- در دوره‌های مختلف جدول، به‌طور کلی خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرها به‌صورت دوره‌ای تکرار می‌شود. **(قانون دوره‌ای عنصرها)**

خواص فیزیکی عنصرهای فلزی، نافلزی و شبه فلزها

خواص فیزیکی عنصرهای فلزی	خواص فیزیکی عنصرهای نافلزی	خواص فیزیکی شبه‌فلزها
۱- دارای **سطح براق** هستند و **جلای فلزی** دارند.	۱- سطح براقی **ندارند** و **تیره** و **کدر** هستند.	۱- سطح **براق** و **درخشان** دارند.
۲- رسانایی گرمایی و الکتریکی **بالایی** دارند.	۲- جریان برق و گرما را عبور **نمی‌دهند**.	۲- **نیمه‌رسانا** بوده و رسانایی الکتریکی کمی دارند.
۳- در اثر ضربه، تغییرشکل **داده** ولی خرد **نمی‌شوند** درواقع **چکش‌خوار هستند**.	۳- در اثر ضربه **خرد می‌شوند** و چکش‌خوار **نیستند**.	۳- شبه فلزها **شکننده بوده** و در اثر ضربه **خرد می‌شوند**.
۴- در واکنش با دیگر اتم‌ها، **الکترون از دست می‌دهند**.	۴- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به **اشتراک** می‌گذارند یا **می‌گیرند**.	۴- در واکنش با نافلزها، الکترون به **اشتراک** می‌گذارند.
۵- خاصیت **شکل‌پذیری** و **قابلیت ورقه** و **مفتول شدن** دارند.	**توجه**: گرافیت که جزء نافلزهاست، جریان برق را به خوبی عبور می‌دهد.	**توجه**: خواص فیزیکی آن‌ها بیشتر به فلزها شبیه بوده درحالی‌که رفتار شیمیایی آن‌ها همانند نافلزها است.

خصلت فلزی و نافلزی

- به تمایل یک عنصر برای **از دست دادن الکترون** (تشکیل کاتیون) در واکنش‌های شیمیایی، **خاصیت یا خصلت فلزی** می‌گوییم.
- هرچه تمایل عنصر فلزی برای از دست دادن الکترون **بیشتر** باشد، خصلت فلزی آن **بیشتر** است.
- به تمایل یک عنصر برای **گرفتن الکترون** (تشکیل آنیون) در واکنش‌های شیمیایی، خاصیت یا **خصلت نافلزی** می‌گوییم.
- هرچه تمایل عنصر نافلزی برای گرفتن الکترون بیشتر باشد، خصلت نافلزی آن **بیشتر** است.
- **فعالیت شیمیایی** هر عنصر با خصلت فلزی یا نافلزی آن **رابطه مستقیم** دارد.

روند تغییر خصلت فلزی و نافلزی در دوره‌ها و گروه‌ها

- در هر گروه از بالا به پایین خصلت فلزی **افزایش** می‌یابد.
- در هر گروه از بالا به پایین خصلت نافلزی **کاهش** می‌یابد.
- در هر دوره از چپ به راست خصلت فلزی **کاهش** می‌یابد.
- در هر دوره از چپ به راست خصلت نافلزی **افزایش** می‌یابد.

کاهش خصلت فلزی → افزایش خصلت نافلزی

افزایش خصلت فلزی ↓ کاهش خصلت نافلزی

شعاع اتمی و فعالیت شیمیایی و روند تغییر آن در دوره و گروه

- طبق مدل **کوانتومی**، اتم مانند کره‌ای است که الکترون‌ها پیرامون هسته و در لایه‌های الکترونی درحال حرکت هستند.
- در **هر گروه** از جدول دوره‌ای، **از بالا به پایین** با افزایش تعداد لایه‌های الکترونی، **شعاع اتمی افزایش** می‌یابد.
- در **یک دوره** از **چپ به راست**، شعاع اتمی **کاهش** می‌یابد.
  - تعداد لایه‌های الکترونی، **ثابت**
  - تعداد پروتون‌های هسته، **افزایش**
  - ← کاهش شعاع اتمی
- در یک دوره، از چپ به راست، نیروی جاذبهٔ بین هسته و الکترون‌ها، افزایش می‌یابد و تحرک و جنبش الکترون‌های لایهٔ ظرفیت کاهش می‌یابد.
- به‌طور کلی، هرچه شعاع اتمی یک عنصر **فلزی بزرگ‌تر** باشد، تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون داشته و **خصلت فلزی**، واکنش‌پذیری و فعالیت شیمیایی **بیشتری** دارد:

مقایسه خصلت فلزی، شعاع اتمی و واکنش‌پذیری:
$$\begin{cases} Cs > Rb > K > Na > Li \\ Na > Mg > Al \end{cases}$$

- به‌طور کلی هرچه شعاع اتمی یک عنصر **نافلزی کوچک‌تر** باشد، تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون داشته و **خصلت نافلزی**، واکنش‌پذیری و فعالیت شیمیایی **بیشتری** دارد:

مقایسه خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری:
$$\begin{cases} Cl > S > P \\ F > Cl > Br > I \end{cases}$$
→ مقایسه شعاع اتمی:
$$\begin{cases} P > S > Cl \\ I > Br > Cl > F \end{cases}$$

- هرچه ماده‌ای **سریع‌تر** و **شدیدتر** واکنش دهد، **فعالیت شیمیایی بیشتری** دارد.

عناصر گروه ۱۴ جدول دوره‌ای

ویژگی / عنصر	C (گرافیت)	Si (سیلیسیم)	Ge (ژرمانیم)	Sn (قلع)	Pb (سرب)
رسانایی الکتریکی دارد؟	دارد	دارد (به مقدار کم)	دارد (به مقدار کم)	دارد	دارد
رسانایی گرمایی دارد؟	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد
سطح صیقلی دارند یا کدر؟	سطح تیره و کدر	سطح صیقلی	سطح صیقلی	سطح صیقلی	سطح صیقلی
در اثر ضربه خرد می‌شوند یا نه؟	خرد می‌شود	خرد می‌شود	خرد می‌شود	خرد نمی‌شود	خرد نمی‌شود
تمایل به دادن یا گرفتن یا اشتراک الکترون؟	اشتراک الکترون	اشتراک الکترون	اشتراک الکترون	دادن الکترون	دادن الکترون
فلزند؟ یا نافلزند؟ یا شبه فلز؟	نافلز	شبه فلز	شبه فلز	فلز	فلز

عنصرهای دورهٔ سوم جدول دوره‌ای

۱۸ Ar آرگون	۱۷ Cl کلر	۱۶ S گوگرد	۱۵ P فسفر	۱۴ Si سیلیسیم	۱۳ Al آلومینیم	۱۲ Mg منیزیم	۱۱ Na سدیم
۱- گاز نجیب است. ۲- واکنش‌پذیری ناچیزی دارد. ۳- نافلز است.	نافلز هستند و خواص نافلزی دارند: ۱- سطح تیره و کدر دارند. ۲- جریان برق و گرما را عبور نمی‌دهند. ۳- در حالت جامد در اثر ضربه خرد می‌شوند. ۴- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون می‌گیرند یا به اشتراک می‌گذارند. **توجه:** گوگرد (S) جامدی زردرنگ و کلر (Cl) گازی زردرنگ است. **توجه:** فسفر سفید را داخل آب نگهداری می‌کنند.			۱- شبه‌فلز است. ۲- سطح درخشان و براق دارد. ۳- شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود. ۴- با نافلزها e به اشتراک می‌گذارد.	فلز هستند و خواص فلزی دارند: ۱- سطح براق و درخشان دارند. ۲- رسانایی الکتریکی و گرمایی بالایی دارند. ۳- در اثر ضربه تغییر شکل می‌دهند ولی خرد نمی‌شوند. ۴- در واکنش با دیگر اتم‌ها، الکترون از دست می‌دهند.		

عنصرهای گروه اول (فلزهای قلیایی)

- شامل فلزهای: $_{۸۷}Fr - _{۵۵}Cs - _{۳۷}Rb - _{۱۹}K - _{۱۱}Na - _{۳}Li$
- آرایش لایه ظرفیت آن‌ها به‌صورت $ns^{۱}$ است. مثلاً آرایش لایه ظرفیت پتاسیم، $۴s^{۱}$ است.
- هر اتم فلز قلیایی با **از دست دادن** یک الکترون به آرایش گاز نجیب **دورهٔ قبل از خود** می‌رسد. (X^{+})
- در هر دوره، **فعال‌ترین** و واکنش‌پذیرترین عنصر فلزی متعلق به این گروه است.
- تمام فلزهای این گروه با گاز کلر تقریباً **واکنش شدیدی** می‌دهند به‌طوری که هرچه شعاع اتمی آن‌ها بیشتر می‌شود، شدت واکنش آن‌ها با گاز کلر افزایش می‌یابد: **$K > Na > Li$: مقایسه شعاع اتمی و شدت واکنش با گاز کلر و خصلت فلزی**
- فلز سدیم **نرم** است و با چاقو **بریده می‌شود**. سطح فلز سدیم پس از برش، براق است و دارای جلای نقره‌ای است، اما در مجاورت هوا، جلای آن **سریعاً** از بین رفته و **سطح آن کدر می‌شود**.

عنصرهای گروه دوم (فلزهای قلیایی خاکی)

- شامل فلزهای: $_{۸۸}Ra - _{۵۶}Ba - _{۳۸}Sr - _{۲۰}Ca - _{۱۲}Mg - _{۴}Be$
- آرایش لایه ظرفیت آن‌ها به‌صورت $ns^{۲}$ است، مثلاً آرایش لایه ظرفیت Ca، $۴s^{۲}$ است.
- هر اتم فلز قلیایی خاکی با از دست دادن **دو الکترون** به آرایش **گاز نجیب دورهٔ قبل** از خود می‌رسد. $(X^{۲+})$
- فلزهای قلیایی خاکی در مقایسه با فلزهای قلیایی (گروه اول) هم‌تناوب خود:

فلز قلیایی > فلز قلیایی خاکی : مقایسه شعاع اتمی و خصلت فلزی

فلز قلیایی > فلز قلیایی خاکی : مقایسه واکنش‌پذیری (فعالیت شیمیایی)

- فلزهای قلیایی خاکی بعد از فلزهای گروه اول، بیشترین فعالیت شیمیایی را در بین فلزهای جدول دارند.

نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها)

- شامل نافلزهای: $_{۹}F-_{۱۷}Cl-_{۳۵}Br-_{۵۳}I$
- آرایش لایه ظرفیت آن‌ها به‌صورت $ns^{۲}np^{۵}$ است.
- هر اتم هالوژن با **گرفتن یک الکترون** به آرایش گاز نجیب **هم‌دورهٔ خود** می‌رسد. (X^-)
- در هر دوره از جدول دوره‌ای، هالوژن **فعال‌ترین** و **واکنش‌پذیرترین** عنصر نافلزی است.
- واکنش‌پذیری و خصلت نافلزی هالوژن‌ها در گروه از **بالا به پایین کاهش** می‌یابد، به جدول زیر توجه نمایید:

نام هالوژن	فلوئور (F)	کلر (Cl)	برم (Br)	ید (I)
شرایط واکنش با گاز هیدروژن	حتی در دمای $-۲۰۰^\circ C$ به سرعت واکنش می‌دهد.	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.	در دمای $۲۰۰^\circ C$ واکنش می‌دهد.	در دمای بالاتر از $۴۰۰^\circ C$ واکنش می‌دهد.

مقایسه واکنش‌پذیری و خصلت نافلزی: $F > Cl > Br > I$

- در تولید **لامپ** چراغ‌های جلوی خودرو، از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

جدول پیشنهادی ژانت برای چیدن عنصرها

- تاکنون **۱۱۸** عنصر در جدول دوره‌ای شناسایی شده‌اند و هیچ خانه‌ای در جدول دوره‌ای امروزی خالی **نیست**.
- تنها راه افزایش شمار عنصرها، تهیه و تولید آن‌ها به روش **ساختگی** است.
- برای عنصرهایی با عدد اتمی بیشتر از ۱۱۸، در جدول دوره‌ای امروزی، جایی پیش‌بینی نشده است.
- جدول ژانت
  - با مدل کوانتومی اتم، **همخوانی دارد**.
  - دو ردیف جدید به جدول تناوبی اضافه کرد.
  - در عنصرهای ۱۱۹ و ۱۲۰، زیرلایهٔ s درحال پر شدن است، ولی در عنصر ۱۲۰ به بعد، **زیرلایهٔ g** شروع به پر شدن می‌کند.
  - زیرلایهٔ g، بعد از زیرلایه‌های s، p، d و f پر می‌شود.
  - گنجایش زیرلایهٔ g، ۱۸ الکترون است. $(۱۸ = \text{تعداد } e^- \xrightarrow{l=۴} ۴l+۲ = \text{تعداد } e^- \text{ در یک زیرلایه})$

دنیای رنگی با عنصرهای واسطه

- **فلزهای واسطه**، عنصرهای **دسته d** جدول دوره‌ای هستند که **زیرلایهٔ d** اتم آن‌ها درحال پر شدن است.
- **رنگ** زیبای سنگ‌های گران‌بها مثل یاقوت، فیروزه و زمرد و رنگ شیشه‌ها به‌دلیل وجود برخی **ترکیب‌های فلزهای واسطه** است.
- **لایه ظرفیت** اتم یک فلز واسطه شامل زیرلایه‌های **ns** و **(n−۱)d** است. (n شماره آخرین لایه الکترونی)
- در هنگام تشکیل کاتیون یک فلز واسطه ابتدا زیرلایه ns را خالی می‌کنیم سپس در صورت نیاز از زیرلایه (n−۱)d الکترون جدا می‌کنیم:

$$_{۲۶}Fe:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۶}۴s^{۲} \rightarrow {}_{۲۶}Fe^{۳+}:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۵}$$

- کاتیون‌های حاصل از فلزهای واسطه، **اغلب فاقد آرایش گاز نجیب** هستند، البته تعداد اندکی از آن‌ها (مانند Sc) به آرایش گاز نجیب می‌رسند:

$$_{۲۱}Sc:[_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱}۴s^{۲} \rightarrow {}_{۲۱}Sc^{۳+}:[_{۱۸}Ar]$$

- **اغلب** فلزهای واسطه بیش از یک نوع کاتیون پایدار دارند:

عنصر	مس (Cu)		کروم (Cr)		آهن (Fe)		وانادیم (V)	
نماد یون	$Cu^{۲+}$	Cu^{+}	$Cr^{۳+}$	$Cr^{۲+}$	$Fe^{۳+}$	$Fe^{۲+}$	$V^{۳+}$	$V^{۲+}$
نام یون	یون مس (II)	یون مس (I)	یون کروم (III)	یون کروم (II)	یون آهن (III)	یون آهن (II)	یون وانادیم (III)	یون وانادیم (II)

- اولین سری فلزهای واسطه در دوره چهارم قرار دارند و عدد اتمی آن‌ها از **۲۱ تا ۳۰** است. این فلزها در گروه‌های ۳ تا ۱۲ قرار دارند و در لایه ظرفیت آن‌ها **۳d** درحال الکترون‌گیری است.

عدد اتمی / نماد عنصر	۲۱ Sc	۲۲ Ti	۲۳ V	۲۴ Cr	۲۵ Mn	۲۶ Fe	۲۷ Co	۲۸ Ni	۲۹ Cu	۳۰ Zn
نام	اسکاندیم	تیتانیم	وانادیم	کروم	منگنز	آهن	کبالت	نیکل	مس	روی
لایهٔ ظرفیت	$۴s^{۲}۳d^{۱}$	$۴s^{۲}۳d^{۲}$	$۴s^{۲}۳d^{۳}$	$۴s^{۱}۳d^{۵}$	$۴s^{۲}۳d^{۵}$	$۴s^{۲}۳d^{۶}$	$۴s^{۲}۳d^{۷}$	$۴s^{۲}۳d^{۸}$	$۴s^{۱}۳d^{۱۰}$	$۴s^{۲}۳d^{۱۰}$

- اغلب فلزهای واسطه دوره چهارم در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی همچون اکسیدها، کربنات‌ها و ... یافت می‌شوند.

ویژگی‌های طلا (Au)

- از جمله فلزهای **واسطه** است.
- **چکش‌خوار و نرم** است و از چند گرم آن با چکش‌کاری، می‌توان صفحه‌ای با مساحت چند مترمربع به‌دست آورد. کاربرد این ویژگی: ساخت برگه‌ها و رشته سیم‌های نازک.
- **رسانایی الکتریکی بالایی** دارد و این رسانایی الکتریکی را در دماهای گوناگون **حفظ می‌کند**.
- **واکنش‌پذیری بسیار کمی** دارد و با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن انسان واکنش نمی‌دهد.
- مقدار زیادی از پرتوهای خورشیدی را **بازتاب** می‌کند. کاربرد این ویژگی در **تولید لباس‌های فضانوردان** است.
- در **طبیعت**، به شکل **فلزی** و **عنصری** هم یافت می‌شود، اما با توجه به مقدار بسیار کم آن در معادن، برای استخراج مقدار کمی از آن باید از حجم انبوهی خاک معدن استفاده کرد.
- فرایند تولید و استخراج آن، **پسماند زیادی تولید** می‌کند.
- در گذر زمان، جلای فلزی خود را حفظ می‌کند و خوش‌رنگ و درخشان باقی می‌ماند.

عنصرها در طبیعت

- **اغلب** عنصرها در طبیعت به شکل **ترکیب** یافت می‌شوند. به‌عنوان مثال **آهن** در طبیعت اغلب به شکل **اکسید** و بیشتر به‌صورت **کانهٔ هماتیت** (Fe_2O_3 ناخالص) و **آلومینیم** در طبیعت به شکل **کانهٔ هالیت** (Al_2O_3 ناخالص) یافت می‌شوند.
- کلسیم (Ca)، سدیم (Na) و منگنز (Mn) در طبیعت به‌ترتیب به‌صورت: کانی کلسیم کربنات ($CaCO_3$) سفید رنگ، کانی سدیم کلرید (NaCl) سفید رنگ و کانی منگنز (II) کربنات ($MnCO_3$) صورتی رنگ یافت می‌شوند.
- **برخی نافلزها** مانند اکسیژن (O_2)، نیتروژن (N_2)، گوگرد (S یا S_2 یا S_8 که به **رنگ زرد** است) و تمام گازهای نجیب و **برخی فلزها** مثل نقره (Ag)، مس (Cu)، پلاتین (Pt) و طلا (Au) در طبیعت به **شکل آزاد یعنی عنصری** وجود دارند.
- **فلز آهن** در سطح جهان، **بیشترین** مصرف سالانه را در بین صنایع گوناگون دارد:

  مقایسه مقدار مصرف سالانه : آهن > آلومینیم > منیزیم > مس و کروم
- در میان فلزها، **تنها** طلا به شکل **کلوخه‌ها** یا **رگه‌های زرد**، لابه‌لای خاک یافت می‌شود.

شناسایی فلز موجود در یک نمونه

- برای تشخیص وجود یک یون در محلول، به آن ماده‌ای اضافه می‌کنیم تا یون مورد نظر با آن ماده تشکیل یک **رسوب رنگی** دهد.

کاتیونی که باید شناسایی شود	آنیون مناسب برای شناسایی	فرمول رسوبی که تشکیل می‌شود	رنگ رسوب
Fe^{2+}	OH^-	$Fe(OH)_2$	سبز
Fe^{3+}	OH^-	$Fe(OH)_3$	قرمز ژله‌ای

- کاتیون موجود در زنگ آهن (Fe_2O_3)، Fe^{3+} (یون آهن (III)) می‌باشد.

مقایسه واکنش‌پذیری فلزها

- تمایل یک عنصر را برای انجام یک واکنش شیمیایی نشان می‌دهد.
- هرچه یک عنصر **واکنش‌پذیرتر** باشد، تمایل آن برای انجام واکنش و **تبدیل شدن به ترکیب**، **بیشتر** است.
- هرچه یک **فلز فعال‌تر** باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و **ترکیب‌هایش پایدارتر از خود فلز** است.
- هرچه **واکنش‌پذیری** یک فلز **بیشتر** باشد، **استخراج آن دشوارتر** است.
- در هر واکنش شیمیایی که به‌طور **طبیعی** انجام می‌شود، واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها، کمتر است:

  مقایسه واکنش‌پذیری در واکنش‌های انجام‌پذیر : واکنش‌دهنده‌ها > فراورده‌ها

  مقایسه واکنش‌پذیری در واکنش‌های انجام‌ناپذیر : فراورده‌ها > واکنش‌دهنده‌ها
- واکنش‌پذیری برخی فلزها (مانند سدیم، پتاسیم و آلومینیم) **زیاد**، واکنش‌پذیری برخی فلزها (مانند آهن، روی و تیتانیم) کم و واکنش‌پذیری برخی فلزها (مانند مس، نقره و طلا) **ناچیز** است.
- مقایسه واکنش‌پذیری فلزهای فوق به‌صورت زیر است، این مقایسه را به خاطر بسپارید:

  مقایسه واکنش‌پذیری : $K > Na > Al > Ti > Zn > Fe > Cu > Ag > Au$
- در ضمن واکنش‌پذیری کربن (C) از سیلیسیم (Si) و آهن (Fe) بیشتر و از سدیم (Na) کمتر است.
- هرچه **واکنش‌پذیری** یک فلز **بیشتر** باشد، تمایل آن به تشکیل کاتیون **بیشتر** بوده و **شرایط نگهداری آن دشوارتر** است.

واکنش‌های تهیه Fe، Si، Ti و Cu

۱- برای استخراج آهن از سنگ معدن آن می‌توان از کربن و سدیم استفاده نمود اما استفاده از کربن صرفه اقتصادی بیشتری دارد:

$$\begin{cases} 2Fe_2O_3(s)+3C(s) \xrightarrow{\Delta} 4Fe(s)+3CO_2(g) \\ Fe_2O_3(s)+6Na(s) \xrightarrow{\Delta} 2Fe(s)+3Na_2O(s) \end{cases}$$

۲- آهن خالص را از واکنش Fe_2O_3 با کربن مونواکسید نیز می‌توان تهیه کرد:

$$Fe_2O_3(s)+3CO(g) \rightarrow 2Fe(s)+3CO_2(g)$$

۳- سیلیسیم عنصر اصلی سازندهٔ سلول‌های خورشیدی است که از واکنش زیر به‌دست می‌آید:

$$SiO_2(s)+2C(s) \xrightarrow{3000^\circ C} Si(l)+2CO(g)$$

۴- تیتانیم فلزی محکم، کم‌چگال و مقاوم در برابر خوردگی است و یک از کاربردهای آن استفاده در بدنهٔ دوچرخه است. این فلز را می‌توان از واکنش تیتانیم (IV) کلرید با منیزیم تهیه کرد:

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

۵- یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری از آن استفاده می‌شود، واکنش ترمیت است که طی این واکنش گرمای بسیار زیادی آزاد می‌شود و آهن به صورت مذاب (l) تولید می‌شود.

$$2Al(s)+Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s)+2Fe(l)$$

توجه از آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) به عنوان رنگ قرمز در نقاشی استفاده می‌شود.

۶- در مجتمع‌های صنعتی تولید مس، مس (II) سولفید را در مجاورت هوا حرارت می‌دهند تا مطابق واکنش زیر، مس خام (Cu) تولید شود:

$$CuS(s)+O_2(g) \rightarrow Cu(s)+SO_2(g)$$

درصد خلوص

در صنعت و آزمایشگاه، اغلب واکنش‌دهنده‌ها ناخالص‌اند. شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان خلوص یک نمونه از درصد خلوص استفاده می‌کنند.

درصد خلوص، مقدار گرم ماده خالص موجود در ۱۰۰ گرم نمونه ناخالص است. مثلاً وقتی می‌گوییم درصد خلوص ۸۰ درصد است، یعنی از هر ۱۰۰ گرم نمونه ناخالص، ۸۰ گرم آن خالص است.

در صورت و مخرج رابطه محاسبه درصد خلوص باید از یک نوع یکای جرم (g، mg، kg و ...) استفاده کرد:

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}} \times 100$$

همواره در محاسبات استوکیومتری مقدار خالص ماده را وارد محاسبات می‌کنیم:

$$(\text{جرم خالص} = \text{جرم ناخالص} \times \frac{P}{100})$$

دنیای واقعی واکنش‌ها – بازده درصدی

ناخالص بودن واکنش‌دهنده‌ها، **کامل انجام نشدن** واکنش و انجام **واکنش‌های ناخواسته**، موجب می‌شود که واکنش‌های شیمیایی مطابق انتظار **پیش نروند**.

مقدار نظری یک فراورده به مقداری از آن گفته می‌شود که براساس **محاسبات استوکیومتری** انتظار داریم تولید شود.

مقدار عملی یک فراورده به مقداری از آن گفته می‌شود که در **عمل** به‌دست می‌آید (مقدار اندازه‌گیری شده).

بازده درصدی یک واکنش بیانگر این موضوع است که چند درصد از واکنش‌دهنده‌ها، به فراورده تبدیل شده‌اند.

مثلاً وقتی می‌گوییم بازده درصدی ۷۰ درصد است، یعنی ۷۰ درصد واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل می‌شوند.

بازده درصدی یک واکنش کمیتی است که کارآیی یک واکنش را نشان می‌دهد.

رابطهٔ بازده درصدی:

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی فراورده}}{\text{مقدار نظری فراورده}} \times 100$$

در **اغلب** موارد، مقدار فراورده‌ای که در عمل به‌دست می‌آید **کمتر** از مقدار مورد انتظار (با مقدار نظری) است، بنابراین اغلب واکنش‌ها، بازده **کمتر از** ۱۰۰ درصد دارند.

بازده درصدی واکنش‌ها از گسترهٔ **یک تا نزدیک به** ۱۰۰ درصد تغییر می‌کند.

واکنش تخمیر گلوکز و ترمیت

واکنش **بی‌هوازی** تخمیر گلوکز که مطابق معادلهٔ زیر منجر به تولید **اتانول** که یک **سوخت سبز** است می‌شود:

$$C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2C_2H_5OH(aq)+2CO_2(g)$$

واکنش ترمیت در صنعت **جوشکاری** به‌کار می‌رود. از فلز **آهن مذاب** تولید شده در این واکنش برای جوش دادن خطوط راه‌آهن استفاده می‌شود:

$$2Al(s)+Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s)+2Fe(l)$$

با توجه به واکنش ترمیت می‌توان نتیجه گرفت که:

واکنش‌پذیری : Al > Fe

از **آهن (III) اکسید** (Fe_2O_3) به‌عنوان **رنگ قرمز در نقاشی** استفاده می‌شود.

استخراج فلزها با گیاه‌پالایی

- یکی از روش‌های **بیرون کشیدن فلز از لابه‌لای خاک**، استفاده از گیاهان است.
- مراحل این روش: کاشت گیاه در معدن یا خاک دارای فلز مورد نظر ← جذب فلز توسط گیاه ← برداشت گیاه و سوزاندن آن ← جداسازی فلز از خاکستر گیاه
- این روش برای استخراج فلزهایی که درصد جرمی فلز در سنگ معدن آن زیاد است (مثل Ni و Zn)، مقرون به‌صرفه نیست، اما برای استخراج طلا و مس مناسب است.

گنج‌های اعماق دریا

- به‌دلیل کاهش میزان منابع شیمیایی در سنگ‌کره، شیمی‌دان‌ها به دنبال این منابع، در اعماق دریاها هستند.
- بستر اقیانوس‌ها، **منبعی غنی** از فلزهای گوناگون است.
- گنج اعماق دریا
  - در برخی مناطق، محتوی **سولفید** چندین فلز واسطه
  - در برخی مناطق، به‌صورت **کلوخه‌ها** و **پوسته‌هایی غنی** از **منگنز** ($_{۲۵}Mn$)، **آهن** ($_{۲۶}Fe$)، **کبالت** ($_{۲۷}Co$)، **نیکل** ($_{۲۸}Ni$) و **مس** ($_{۲۹}Cu$)
- غلظت گونه‌های فلزی در کف اقیانوس، نسبت به ذخایر زیرزمینی **بیشتر** است.

در مسیر توسعه پایدار

- جامعه‌ای در مسیر **توسعه پایدار** قرار دارد که **اقتصاد شکوفا** و **محیط زیست سالم** داشته و **خوش‌نام** نیز باشد.
- براساس توسعه پایدار، در تولید یک ماده یا ارائه یک خدمات، باید همهٔ هزینه‌ها و ملاحظات **اقتصادی**، **زیست محیطی و اجتماعی** در نظر گرفته شود.
- حرکت در مسیر پیشرفت پایدار
  - باعث می‌شود رفتارهای ما آسیب کمتری به محیط زیست وارد کند.
  - **ردپای** زیست محیطی، ما را کاهش می‌دهد.

جریان فلز بین محیط زیست و جامعه

- آهنگ مصرف و استخراج فلزها از طبیعت، بسیار **سریع‌تر** از آهنگ بازگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن است. به همین دلیل می‌گوییم: فلزها منابع **تجدیدناپذیری** هستند.
- برخی از فلزها بر اثر **خوردگی** و برخی دیگر بر اثر **فرسایش** به طبیعت برمی‌گردند. (البته در مدت زمان بسیار طولانی)
- خوردگی و فرسایش فلز، موجب تبدیل شدن آن به سنگ معدن و بازگشت آن به طبیعت می‌شود.
- در استخراج فلز تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می‌شود.

فواید بازیافت فلزها

- **حفظ منابع تجدیدناپذیر**
- **ذخیره کردن انرژی** به‌طوری که از بازیافت هفت قوطی فولادی آن قدر انرژی ذخیره می‌شود که می‌توان یک لامپ ۶۰ واتی را ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.
- **کاهش ردپای کربن دی‌اکسید** ($CO_۲$ مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است).
- کاهش سرعت گرمایش جهانی به‌دلیل کاهش تولید $CO_۲$
- به توسعه پایدار و **حفظ سلامت** گونه‌های زیستی کمک می‌کند.

نفت خام، هدیه‌ای شگفت‌انگیز

- یکی از سوخت‌های **فسیلی** است که به شکل **مایع غلیظ سیاه‌رنگ** یا **قهوه‌ای مایل به سبز**، از دل زمین بیرون کشیده می‌شود.
- نفت خام در دنیای کنونی **دو نقش اساسی** ایفا می‌کند
  - ۱- منبع **تأمین انرژی** است.
  - ۲- **مادهٔ اولیه** برای تهیهٔ بسیاری از مواد و کالاهایی است که در صنایع گوناگون از آن‌ها استفاده می‌شود.
- **موارد مصرف**
  - **حدود نیمی** از آن، به‌عنوان **سوخت** در وسایل نقلیه استفاده می‌شود.
  - **بخش اعظم نیمی دیگر** از آن، برای **تأمین گرما و انرژی الکتریکی** مورد نیاز ما، به‌کار می‌رود.
  - **کمتر از ۱۰** درصد آن برای تولید **الیاف و پارچه**، **شوینده‌ها**، **رنگ پلاستیک** و **مواد منفجره**، به‌کار می‌رود.
  - ساخت **داروهای تازه** برای درمان بیماری‌های گوناگون
- **ترکیب‌های سازنده**
  - مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که **بخش عمدهٔ** آن را **هیدروکربن‌های گوناگون** تشکیل می‌دهند.
  - در ساختار آن، ترکیب‌های سیرشده و سیرنشدهٔ زنجیری و حلقوی یافت می‌شود. (ترکیب‌هایی با پیوندهای دوگانه و سه‌گانه)
- عنصر اصلی سازندهٔ آن، **کربن** است.

کربن، اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها

- اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها را تشکیل می‌دهد.
- در **خانهٔ شمارهٔ ۶** جدول دوره‌ای قرار دارد، در لایهٔ ظرفیت آن ۴ الکترون وجود دارد و رفتارهای منحصر به فردی دارد.
- ترکیب‌های شناخته شدهٔ دارای کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای **بیشتر** است.
- از طریق به **اشتراک** گذاشتن الکترون، به آرایش هشت‌تایی پایدار **می‌رسد**. این رفتار کربن در سایر **نافلزها** هم دیده می‌شود.
- اتم کربن، افزون بر تشکیل پیوندهای اشتراکی **یگانه**، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی **دوگانه** و **سه‌گانه** را با خود و دیگر اتم‌ها دارد.
- توانایی تشکیل **زنجیر و حلقه‌های کربنی** در اندازه‌های گوناگون را دارد.
- می‌تواند با اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و فسفر، به شیوه‌های گوناگونی متصل شده و **کربوهیدرات‌ها**، **چربی‌ها** و **آنزیم‌ها** را بسازد.
- اتم‌های کربن می‌توانند به یکدیگر به روش‌های گوناگون متصل شده و **دگرشکل‌های متفاوت کربن**، مانند الماس و گرافیت را ایجاد کنند.

آلکان‌ها، هیدروکربن‌های سیرشده

- دسته‌ای از هیدروکربن‌ها هستند که در آن‌ها، هر اتم کربن با **چهار پیوند یگانه** به اتم‌های کناری متصل شده است.
- ترکیب‌هایی **سیرشده** هستند و تمامی پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار آن‌ها، از نوع پیوندهای یگانه است ← تمایل چندانی به انجام واکنش‌های شیمیایی **ندارند**.
- اتم‌های کربن در ساختار آلکان‌ها، می‌توانند پشت سر هم و همانند یک زنجیر، به هم متصل شده باشند. در هر آلکان راست زنجیر، هر اتم کربن به **یک یا دو اتم کربن** دیگر متصل شده است.
- برخی آلکان‌ها، **شاخه‌دار** هستند، یعنی برخی اتم‌های کربن به **سه یا چهار اتم کربن** دیگر متصل‌اند.
- فرمول عمومی آلکان‌ها به‌صورت C_nH_{2n+2} است.
- **متان** (CH_4) ساده‌ترین و نخستین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها می‌باشد.
- آلکان‌ها (به‌جز متان) را به‌صورت فرمول (نقطه - خط) هم می‌توان نمایش داد.
  - اتم‌های کربن ← نقطه
  - پیوند بین اتم‌های کربن ← خط تیره
  - اتم‌های هیدروژن ← نشان داده نمی‌شود.

تأثیر تعداد اتم‌های کربن در رفتار هیدروکربن‌ها

- نیروی بین مولکولی در آلکان‌ها، از نوع **وان‌درواسی** است و هرچه **جرم مولکولی بیشتر** باشد، **نیروهای وان‌درواسی قوی‌تر** است.
- با افزایش تعداد کربن‌ها و قوی‌تر شدن نیروی وان‌درواسی، **نقطه جوش** هیدروکربن‌ها **افزایش** می‌یابد.
- با افزایش تعداد کربن‌ها، اندازهٔ مولکول بزرگ‌تر شده و از **میزان فرار بودن** آن **کاسته** می‌شود و **گران‌روی** آن **افزایش** می‌یابد.
- فرار بودن یعنی تمایل برای **تبدیل شدن به گاز** درحالی‌که گران‌روی یعنی **مقاومت در برابر جاری شدن**.
- هرچه **نقطه جوش** یک هیدروکربن **کمتر** باشد، **فرارتر** است.
- هرچه **گران‌روی** یک ترکیب **بیشتر** باشد، **چسبنده‌تر** است.
- مقایسه فرار بودن و گران‌روی چند هیدروکربن:

فرار بودن: $C_6H_{14} > C_{10}H_{22} > \underbrace{C_{18}H_{38}}_{\text{گریس}} > \underbrace{C_{25}H_{52}}_{\text{وازلین}}$

گران‌روی و چسبندگی: $C_6H_{14} < C_{10}H_{22} < C_{18}H_{38} < C_{25}H_{52}$

- آلکان‌های راست زنجیر دارای **کمتر از ۵ اتم کربن**، در دمای $22^\circ C$ **گازی‌شکل** هستند.
- نقطه جوش آلکان‌های راست زنجیری که **بیش از ۸ اتم کربن** دارند، از نقطه جوش آب $(100^\circ C)$ **بالاتر** است.

انحلال‌پذیری آلکان‌ها در آب

- گشتاور دوقطبی آلکان‌ها ناچیز و **در حدود صفر** است، به همین دلیل آلکان‌ها مولکول‌هایی ناقطبی هستند.
- بنابراین آلکان‌های ناقطبی در آب (حلال قطبی) **حل نمی‌شوند**.
- از این ویژگی آلکان‌ها (انحلال‌ناپذیر بودن در آب) برای **محافظت از فلزها** استفاده می‌شود.
- **قرار دادن فلزها در آلکان‌های مایع** یا اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی به آلکان‌ها، مانع رسیدن آب به سطح فلز می‌شود و از خوردگی فلز جلوگیری می‌کند.

چربی‌ها در آلکان‌های مایع حل می‌شوند

- می‌دانیم **شبیه**، **شبیه را در خود حل می‌کند**، مثلاً ترکیب‌های قطبی در حلال‌های قطبی و ترکیب‌های ناقطبی در حلال‌های ناقطبی خوب حل می‌شوند.
- گشتاور دوقطبی **مولکول‌های چربی** همانند آلکان‌ها در **حدود صفر** است، به همین دلیل آلکان‌های مایع مانند بنزین **می‌توانند** چربی‌ها را به خوبی در خود حل کنند.
- برای شستن **گریس** می‌توان از نفت یا بنزین استفاده کرد، ولی نمی‌توان از آب استفاده کرد، زیرا آب قطبی و **گریس ناقطبی** است.
- تماس درازمدت پوست دست با آلکان‌های مایع (مانند بنزین) می‌تواند موجب آسیب دیدن پوست شود.
- شستن دست با بنزین باعث **خشک شدن پوست** دست می‌شود، زیرا بنزین چربی موجود در سطح پوست را در خود حل می‌کند و از بین می‌برد.

آلکان‌ها سمی نیستند اما ...

آلکان‌ها **سیرشده** هستند و تمایلی به انجام واکنش ندارند، این موضوع موجب می‌شود تا از میزان سمی بودن آلکان‌ها کاسته شود.
برای برداشتن بنزین از باک خودرو، از مکیدن توسط شیلنگ **استفاده نکنید**، زیرا بخارهای بنزین وارد شش‌ها شده و از ورود اکسیژن به شش‌ها جلوگیری می‌کنند که این موضوع تنفس شما را مختل می‌کند.
بنابراین استنشاق آلکان‌ها بر شش‌ها و بدن **تأثیر چندانی ندارد** اما موجب **کاهش گاز اکسیژن** در هوای دم می‌شوند.

نام‌گذاری آلکان‌های راست زنجیر

نام آلکان‌های راست زنجیر:

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

نام آلکان‌های **۵ تا ۱۰ کربنی** را می‌توان با افزودن پسوند «ان» به پیشوند معادل (پنت، هگز، هپت و اوکت، نون و دک) به‌دست آورد:
پنتان ← ان + پنت

نام **چهار آلکان اول** (متان، اتان، پروپان و بوتان) ارتباطی به شمارش یونانی ۱ تا ۴ (مونو، دی، تری و تترا) **ندارد**، در واقع در چهار آلکان اول، پیشوندی که شمار اتم‌های کربن را مشخص کند **وجود ندارد**.

گروه‌های آلکیل و شاخه‌های فرعی

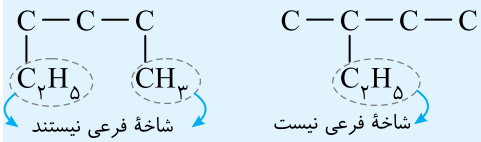
اگر از آلکان‌ها یک هیدروژن جدا کنیم گروهی به‌دست می‌آید که به آن **آلکیل** می‌گوییم.

$$C_2H_{2n+2}-H \longrightarrow -C_nH_{2n+1}$$

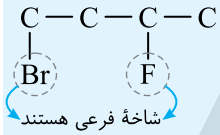
آلکیل‌های معروف که در کتاب درسی با آن‌ها مواجه می‌شویم عبارتند از:

$-CH_3 \longrightarrow$ متیل ، $-C_2H_5 \longrightarrow$ اتیل

گروه‌های آلکیل می‌توانند در آلکان‌ها نقش شاخه فرعی را بازی کنند البته به شرط این‌که $-CH_3$ و $-C_2H_5$ روی کربن شماره ۱ (از دو طرف) قرار نگیرند، در ضمن $-C_2H_5$ روی کربن شماره ۲ نیز شاخه فرعی نیست.



هالوژن‌ها نیز می‌توانند به‌عنوان شاخه فرعی در آلکان‌ها استفاده شوند. هالوژن‌ها روی هر کربنی که قرار گیرند، شاخه فرعی محسوب می‌شوند.



هنگام نوشتن نام آلکان، باید نام شاخه‌های فرعی را نیز نوشت البته به‌ترتیب تقدم حروف الفبای انگلیسی:

تقدم در حروف الفبای لاتین	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نماد شاخه فرعی	$-Br$	$-Cl$	$-C_2H_5$	$-F$	$-I$	$-CH_3$
نام شاخه فرعی	برمو	کلرو	اتیل	فلوئورو	یدو	متیل

نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار

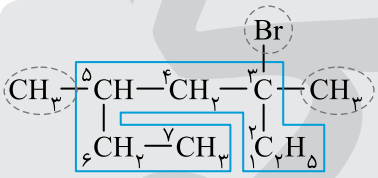
تعیین زنجیر اصلی ← زنجیر اصلی، مسیری است که بیشترین تعداد اتم کربن را شامل می‌شود.
شماره‌گذاری زنجیر اصلی ← از سمتی آغاز می‌شود که زودتر به نخستین شاخهٔ فرعی برسد.
نوشتن نام آلکان ← ابتدا شماره و نام شاخهٔ فرعی و سپس نام آلکان مربوط به زنجیر اصلی نوشته می‌شود ← مثال: ۲- متیل پنتان

اگر چند شاخهٔ فرعی مشابه داشته باشیم، ابتدا شمارهٔ همهٔ شاخه‌های فرعی را ذکر می‌کنیم و سپس تعداد شاخه‌ها را با اعداد یونانی و بعد از آن، نام شاخه را می‌نویسیم ← مثال: ۲،۲،۴- تری‌متیل پنتان

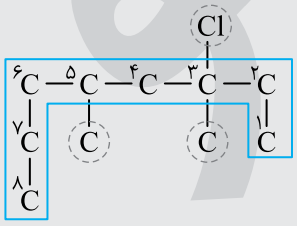
اگر شاخه‌های فرعی با نام‌های مختلف داشته باشیم، ابتدا شماره و نام شاخه‌ای را ذکر می‌کنیم که حرف اول آن در **الفبای انگلیسی اولویت دارد** ← مثال: ۳- اتیل-۳- متیل هگزان

اگر فاصلهٔ نخستین شاخهٔ فرعی از دو سر زنجیر اصلی یکسان بود، شماره‌گذاری را از سمتی انجام می‌دهیم که اگر عددهای شاخه‌های فرعی را از کوچک به بزرگ بنویسیم، **عدد کوچک‌تری** به‌دست آید.

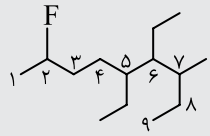
اگر در فرمول ساختاری آلکان‌ها، برخی گروه‌ها را در داخل پرانتز قرار داده باشند، ابتدا آلکان را به‌صورت گسترده، رسم و سپس نام‌گذاری می‌کنیم.



۳- برمو-۳و۵-دی متیل هپتان



۲-کلرو -۲و۴- دی متیل اوکتان



۵ و ۶-دی اتیل-۲-فلوئورو-۷- متیل نونان

برخی اشتباهات
- گروه آلکیل روی کربن شمارهٔ ۱ ← شاخه فرعی نیست. بنابراین نام ۱- متیل یا ۱- اتیل اشتباه است.
- گروه اتیل روی کربن شمارهٔ ۲ ← شاخه فرعی نیست. بنابراین نام ۲- اتیل ... اشتباه است.

معرفی آلکن‌ها

- این هیدروکربن‌ها، در ساختار خود **یک پیوند دوگانه** $(C=C)$ دارند.
- وجود پیوند دوگانه سبب شده است تا آلکن‌ها برخلاف آلکان‌ها، **واکنش‌پذیری زیادی** داشته باشند.
- آلکن‌ها، ترکیب‌هایی **سیرنشده** هستند و در ساختار آن‌ها، دو اتم کربن به سه اتم دیگر متصل شده است.
- فرمول عمومی آلکن‌ها به‌صورت C_nH_{2n} است و حداقل تعداد کربن در آن‌ها، برابر دو است.
- برای نام‌گذاری آلکن‌های راست زنجیر، کافی است پسوند «آن» در نام آلکان راست زنجیر به **پسوند «ـِن»** تبدیل شود و شمارهٔ نخستین کربن مربوط به پیوند دوگانه را نیز باید قبل از نام آلکن بیاوریم (به‌جز دو آلکن اول):

$CH_2=CH_2$	$CH_2=CH-CH_3$	$CH_3-CH_2-CH=CH_2$	$CH_3-CH=CH-CH_3$
اتن	پروپن	۱- بوتن	۲- بوتن

اتن

$CH_2=CH_2$

- **نخستین** عضو خانوادهٔ آلکن‌ها بوده و دارای فرمول مولکولی C_2H_4 است.
- بیشتر در گیاهان وجود دارد و موز و گوجه‌فرنگی رسیده، اتن آزاد می‌کنند. اتن آزاد شده، موجب سریع‌تر رسیدن میوه‌های نارس می‌شود.
- در کشاورزی، از گاز اتن به‌عنوان **عمل‌آورنده** استفاده می‌شود. در گذشته گاز اتن را با نام گاز **اتیلن** می‌خواندند.
- این گاز، **سنگ بنای صنعت پتروشیمی** است و در این صنایع، با استفاده از اتن، حجم انبوهی از مواد گوناگون تولید می‌شود.

واکنش‌پذیری آلکن‌ها

- وجود **پیوند دوگانه** در ساختار آلکن‌ها موجب می‌شود که آلکن‌ها و دیگر هیدروکربن‌های سیر شده واکنش‌پذیری زیادی داشته و در واکنش‌های سوختن، افزایشی و ... شرکت کنند.
- واکنش **سوختن** آلکن‌ها:

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

- **واکنش اتن با آب** که در صنعت از آن برای تولید **اتانول** استفاده می‌شود:

$$CH_2=CH_2+HOH\xrightarrow[\text{به‌عنوان کاتالیزگر}]{H_2SO_4}CH_3-CH_2-OH$$

- از برم مایع، می‌توان برای شناسایی آلکن‌ها از آلکان‌ها و دیگر هیدروکربن‌های سیر شده استفاده کرد، زیرا آلکان‌ها سیرشده بوده و با برم مایع واکنش نمی‌دهند درحالی‌که آلکن‌ها با محلول برم مایع واکنش می‌دهند، محلول برم مایع قرمز رنگ بوده و در اثر واکنش با آلکن‌ها و جذب برم توسط آن‌ها، محلولی بی‌رنگ تولید می‌کنند.

$$CH_2=CH_2(g)+Br_2(l)\longrightarrow CH_2(Br)-CH_2(Br)$$

توجه: (بی‌اثر) $\rightarrow Br_2(l)+$ (آلکان‌ها)

- دسته دیگری از واکنش‌هایی که آلکن‌ها در آن شرکت می‌کنند واکنش **پلیمری شدن** است که با این واکنش‌ها می‌توان انواع پلاستیک، الیاف و پلیمرهای سودمند را تهیه نمود.
- **چربی موجود در گوشت** پس از وارد شدن در ارلن پر از بخار برم، موجب جذب این بخارها و از بین رفتن رنگ گاز داخل ارلن می‌شود، بنابراین چربی موجود در گوشت دارای **پیوند دوگانه** $(C=C)$ است.

آشنایی با اتانول

- الکل یک عاملی به فرمول مولکولی C_2H_5OH است.
- بی‌رنگ و **فرار** بوده و **به هر نسبتی** در آب حل می‌شود.
- در صنعت از واکنش اتن با آب به‌دست می‌آید.
- از مهم‌ترین **حلال‌های** صنعتی است.
- کاربردهای اتانول:
  - تهیه مواد **دارویی**، **آرایشی** و **بهداشتی**
  - به‌عنوان **ضدعفونی‌کننده** در بیمارستان‌ها
- واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز، از جمله واکنش‌هایی است که به کمک آن می‌توان اتانول را که یکی از انواع سوخت‌های سبز است تهیه نمود:

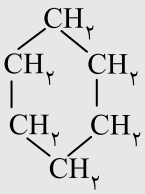
$$C_6H_{12}O_6(aq)\rightarrow 2C_2H_5OH(aq)+2CO_2(g)$$

آشنایی با آلکین‌ها

- هیدروکربن‌های **سیرنشده** با **یک پیوند سه‌گانه** هستند. عضو اول این خانواده، **اتین** (C_2H_2) و عضو دوم، پروپین (C_3H_4) است.
- برای نام‌گذاری آن‌ها به‌جای پسوند (آن) در نام آلکان‌های هم‌کربن، از پسوند **(ین)** استفاده می‌کنیم.
- واکنش‌پذیری **بیشتری** از آلکن‌ها دارند و از آلکن‌ها، **سیرنشده‌تر** هستند.
- فرمول عمومی آن‌ها به‌صورت C_nH_{2n-2} است و حداقل تعداد اتم‌های کربن در آن‌ها، برابر دو است.
- از گاز **اتین** (C_2H_2) در **جوشکاری کاربیدی** استفاده می‌شود. درواقع از سوختن این گاز دمای لازم برای جوش دادن و برش دادن قطعات فلزی تأمین می‌شود. در گذشته گاز اتین را با نام گاز **استیلن** می‌خواندند.

سیکلوآلکان‌ها، هیدروکربن‌های حلقوی

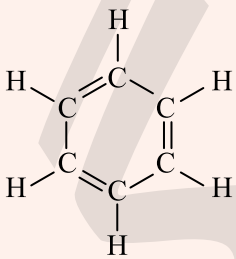
- در این ترکیب‌های آلی، اتم‌های کربن طوری به یکدیگر متصل شده‌اند که ساختار حلقوی به‌وجود آورده‌اند.
- سیکلوآلکان‌ها و ترکیب‌های آروماتیک، دو دستهٔ مهم هیدروکربن‌های حلقوی هستند.
- سیکلو، پیشوندی به معنای **حلقوی** است که برای نام‌گذاری برخی ترکیب‌های آلی حلقوی به‌کار می‌رود.
- هیدروکربن‌های حلقوی، **سیرشده** هستند و پیوند دوگانه یا سه‌گانه در ساختار آن‌ها **دیده نمی‌شود**.
- فرمول مولکولی آن‌ها C_nH_{2n} است و فرمول مولکولی مشابهی با آلکن‌ها دارند.
- سیکلوپنتان C_5H_{10} و سیکلوهگزان C_6H_{12}، دو عضو مهم این خانواده هستند.
- سیکلو آلکان‌ها و آلکن‌ها، فرمول مولکولی یکسان دارند اما فرمول ساختاری (نحوهٔ اتصال اتم‌ها) در آن‌ها متفاوت است.
- سیکلو هگزان هیدروکربنی **سیرشده** است که یک **حلقه ۶ کربنی** داشته و فرمول مولکولی آن C_6H_{12} مشابه **هگزن** است.
- سیکلو آلکان‌ها برخلاف آلکن‌ها با H_2 و Br_2 **واکنش نمی‌دهند**.



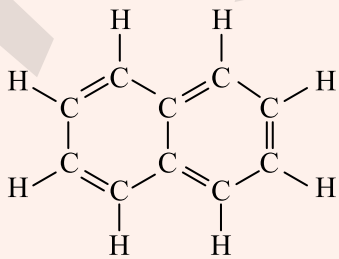
هیدروکربن‌های آروماتیک

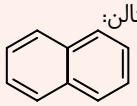
- هیدروکربن‌هایی که در ساختار خود دارای **حلقه بنزن** یا **مشتقات آن** هستند.
- در ساختار حلقه بنزن، پیوندهای یگانه و دوگانه، به‌صورت یکی در میان وجود دارند، به همین دلیل هیدروکربن‌های آروماتیک **سیرنشده** هستند.
- **بنزن** یک هیدروکربن **حلقوی سیرنشده** به فرمول C_6H_6 است که **واکنش‌پذیری بیشتر** و **پایداری کمتری** نسبت به سیکلوهگزان دارد.
- درواقع بنزن سرگروه خانوادهٔ ترکیب‌های آروماتیک است.
- **نفتالن** از جمله هیدروکربن‌های آروماتیک است که فرمول مولکولی آن $C_{10}H_8$ است. نفتالن مدت‌ها به‌عنوان **ضد بید** برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است.
- به ساختار لوویس و فرمول نقطه - خط بنزن و نفتالن توجه نمایید:

بنزن:



نفتالن:





نفت خام و کاربردهای آن

- نفت خام، **مخلوطی از هیدروکربن‌های گوناگون**، برخی نمک‌ها، اسید و آب است که مقدار نمک و اسید، در آن کم است.
- بیش از ۹۰ **درصد** آن، صرف **سوزاندن و تأمین انرژی** می‌شود و مقدار کمی از آن برای تولید مواد پتروشیمیایی به‌کار می‌رود.
- **بخش عمدهٔ** هیدروکربن‌های نفت خام، مربوط به **آلکان‌ها** است که به علت **واکنش‌پذیری کم**، اغلب به عنوان **سوخت** به‌کار می‌روند.

اجزای سازندهٔ نفت خام

- نفت کوره، گازوئیل، نفت سفید، بنزین و خوراکی‌های پتروشیمیایی
- **مقایسهٔ میزان فرّار بودن**: بنزین و خوراکی‌های پتروشیمی > نفت سفید > گازوئیل > نفت کوره
- **مقایسهٔ چگالی و اندازهٔ مولکول‌ها**: نفت کوره > گازوئیل > نفت سفید > بنزین و خوراکی‌های پتروشیمیایی
- **مقایسهٔ گران‌روی و نقطهٔ جوش**، همانند مقایسهٔ میزان چگالی و اندازهٔ مولکول‌ها است.
- در میان این چهار ترکیب، نفت کوره، بیش‌ترین درصد و نفت سفید کمترین درصد را در نمونه‌های مختلف نفت خام دارد.
- **نفت سنگین**، بیشتر حاوی ترکیب‌های سنگینی از جمله نفت کوره و **نفت سبک**، بیشتر شامل بنزین و نفت سفید است.

پالایش نفت خام

مراحل پالایش نفت خام به‌صورت زیر است:

جداسازی نمک‌ها، اسیدها و آب موجود در نفت خام ← (قبل از پالایش) گرما دادن نفت خام درون محفظه بزرگ و هدایت آن به برج تقطیر ← (ورود به محفظهٔ گرما) بیرون آمدن مولکول‌های سبک‌تر و فرارتر، از نفت مایع و حرکت به سمت بالای برج ← (ورود نفت خام به قسمت پایینی برج) مولکول‌های گازی‌شکل، سرد شده و در سینی‌های برج تقطیر به مایع تبدیل شده و از برج خارج می‌شوند. ← (بالا رفتن مولکول‌های گازی)

- با اســتفاده از روش **تقطیر جز به‌جز** در برج‌های تقطیر، هیدروکربن‌های نفت‌خام به‌صورت مخلوط‌هایی با نقطهٔ جوش نزدیک به هم جدا می‌شوند. دما، در برج تقطیر از بالا به پایین افزایش می‌یابد.
- هنگامی که نفت‌خام به قسمت پایین برج وارد می‌شود، **مولکول‌های سبک‌تر و فرّارتر** از جمله مواد پتروشیمیایی، از مایع بیرون آمده و به سمت بالای برج حرکت می‌کنند.
- هرچه مولکول‌ها بالاتر بروند، سردتر شده، به مایع تبدیل می‌شوند، وارد سینی‌های تعبیه شده در فواصل گوناگون برج شده و از برج خارج می‌شوند.
- هرچه مولکول، **جرم مولی بیشــتری** داشــته باشــد، در سینی‌های تعبیه شــده در **قســمت‌های پایین‌تر** برج وارد می‌شود، به‌عنوان مثال گازوئیل نسبت به نفت سفید، در سینی‌های تعبیه شده در قسمت‌های پایین‌تر برج وارد می‌شود.
- سوخت ارزان و مناسب را در اختیار صنایع قرار می‌دهد و منجر به تولید انرژی الکتریکی ارزان‌قیمت می‌شود.

زغال سنگ

- یکی از سوخت‌های فسیلی است که طول عمر ذخایر آن به ۵۰۰ سال می‌رسد.
- می‌تواند به‌عنوان سوخت، جایگزین نفت‌خام شود، اما جایگزینی آن با نفت‌خام، موجب تشدید اثر گل‌خانه‌ای می‌شود.

مقایسهٔ بنزین با زغال سنگ

- مقدار انرژی آزاد شده به ازای سوختن یک گرم از بنزین، **بیشتر** از یک گرم زغال سنگ است.
- فراورده‌های سوختن زغال سنگ، **متنوع‌تر** است. سوختن زغال سنگ علاوه‌بر CO_2، H_2O و CO، گازهای SO_2 و NO_2 هم تولید می‌کند.
- مقدار جرم کربن دی‌اکسید آزاد شده به ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده از سوختن زغال سنگ، **بیشتر** از سوختن بنزین است.

راه‌های بهبود کارآیی زغال‌سنگ

- **شست‌وشوی زغال سنگ** به منظور حذف گوگرد و ناخالصی‌های دیگر. این کار مانع از ورود گازهای SO_2 و NO_2 به هواکره می‌شود.
- **به دام انداختن گاز SO_2** خارج شده از نیروگاه‌ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم‌اکسید:

$$CaO(s)+SO_2(g)\rightarrow CaSO_3(s)$$

مشکلات استخراج زغال سنگ

- در سدهٔ اخیر، بیش از ۵۰۰۰۰۰ نفر در جهان، در اثر انفجار یا فرو ریختن معدن، جان خود را از دست داده‌اند.
- انفجارهای ایجاد شده در معدن، به‌دلیل **تجمع گاز متان** آزاد شده از زغال‌سنگ در معدن است.
- متان گازی **بی‌رنگ**، **بی‌بو** و **سمّی** است که اگر مقدار آن در هوای معدن به بیش از ٪۵ برسد، احتمال انفجار وجود دارد.
- یکی از راه‌های کاهش متان در هوای معدن، استفاده از تهویهٔ مناسب و قوی است.

حمل و نقل هوایی

- سریع‌ترین حالت حمل و نقل
- مزایای آن: عدم نیاز به جاده‌سازی و تعمیرات آن، خدمت‌رسانی خوب در مواقع اضطراری
- معایب آن: هزینهٔ بسیار زیاد

سوخت هواپیما

- از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر پالایشگاه‌ها تولید می‌شود.
- **به‌طور عمده**، از **نفت سفید** که شامل آلکان‌هایی با **۱۰ تا ۱۵ اتم کربن** است، تهیه می‌شود.
- حدود ٪۶۶ از ســوخت هواپیما از طریق خطوط لوله و بقیه با اســتفاده از راه‌آهن، نفتکش‌های جاده‌پیما و کشــتی‌های نفتی به مراکز توزیع و استفادهٔ آن منتقل می‌شود.

فصل دوم

در پی غذای سالم

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

ماده و انرژی

- دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را **ماده** و **انرژی** می‌دانند.
- **کاهش جرم خورشید**، به‌عنوان تنها منبع حیات‌بخش انرژی، **تبدیل ماده به انرژی** را تأیید می‌کند.
- ماده و انرژی طبق رابطهٔ انیشتین یعنی $E=mc^2$ با یکدیگر در ارتباط هستند.

تولید و تأمین غذا

- کاشتن دانه و درو کردن فراورده، **نخستین انقلاب** در صنعت کشاورزی بود.
- میزان تولید و بهره‌برداری از غلات، در سال‌های اخیر **روند افزایشی** داشته است.
- برای تولید غذا در حجم انبوه، به فعالیت‌های صنعتی گوناگونی نیاز است که به مجموعهٔ این حوزه‌ها (تولید، حمل و نقل، نگهداری، فراوری و ...) **صنایع غذایی** گفته می‌شود.
- به علت افزایش جمعیت، یکی از مهم‌ترین مسئولیت‌های هر دولت، **تأمین غذای** افراد جامعه است.
- امروزه غذا به روش **صنعتی** تولید می‌شود و به‌علت فساد مواد غذایی، حفظ کیفیت و ارزش آن‌ها، اهمیت دارد.

سرانه مصرف مواد غذایی

- **سرانه مصرف مادهٔ غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گستره زمانی معین نشان می‌دهد.**
- **سرانه مصرف نان، برنج، شکر، نمک خوراکی و روغن در کشور ما بیشتر از جهان است.**
- **سرانه مصرف حبوبات، سبزیجات، میوه، ماهی، شیر، تخم‌مرغ و گوشت قرمز در کشور ما کمتر از جهان است.**
- **سرانه مصرف و رژیم غذایی مردم کشور ما نامناسب بوده و در راستای توسعه پایدار نیست.**

نقش غذا در بدن

- تأمین انرژی مورد نیاز برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیوارهٔ هر یاخته
- تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مانند پوست، مو، سلول‌های خونی، استخوان، ماهیچه‌ها و ...
- تنظیم و کنترل دمای بدن
- مواد غذایی حاوی ترکیب‌های مورد نیاز بدن:

ماده غذایی	گوشت قرمز و ماهی	شیر و فراورده‌های آن	سیب، شربت آبلیمو	اسفناج و عدسی
حاویِ	پروتئین، ویتامین و مواد معدنی	پروتئین و کلسیم	قند (گلوکز)	آهن

- کارشناسان تغذیه برای **پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان** بر مصرف **شیر و فراورده‌های آن** تأکید دارند.
- **کمبود آهن** در بدن موجب بروز **کم‌خونی** خواهد شد.
- مصرف بی‌رویهٔ **شکر**، **نان** و **برنج** باعث گسترش نوعی بیماری به نام **دیابت بزرگسالی** می‌شود.

تغذیهٔ درست

- **بخش عمدهٔ** اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌های موجود در بدن، از غذا تأمین می‌شود.
- **تغذیهٔ درست**، شامل وعده‌های غذایی است که مخلوط مناسبی از انواع ذره‌ها را در برمی‌گیرد.
- هنگامی که وعده‌های غذایی با کمبود نوع خاصی از آن‌ها همراه باشد، **سوء تغذیه** رخ می‌دهد.
- **افزایش نامتناسب** برخی مولکول‌ها و یون‌ها، سبب **افزایش وزن** و دیگر بیماری‌ها می‌شود.

آزاد کردن انرژی مواد غذایی

- یکی از راه‌های آزاد کردن انرژی مواد غذایی، **سوزاندن** آن‌ها است.
- میزان انرژی حاصل از سوختن یک مادهٔ غذایی، به **جرم** آن بستگی دارد.
- هرچه جرم ماده **بیشتر** باشد، انرژی آزاد شده در اثر سوختن آن **بیشتر** است:
  مقایسه انرژی حاصل از سوختن: ۱ گرم گردو < ۲ گرم گردو
- **ارزش سوختی** مواد با هم **متفاوت** است، در واقع به ازای سوختن گرم‌های برابر از مواد متفاوت، انرژی متفاوتی حاصل می‌شود:
  مقایسه انرژی حاصل از سوختن: ۲ گرم ماکارونی < ۲ گرم گردو

گرماشیمی و سینتیک در صنایع غذایی

پاسخ با **گرماشیمی**:
- ۱- **محتوای انرژی** مواد غذایی گوناگون چقدر است؟
- ۲- **مواد مغذی** موجود در خوراکی‌ها از چه نوعی هستند و به چه مقدار وجود دارند؟
- ۳- آیا **انرژی** موجود در مواد غذایی یکسان است؟

پاسخ با **سینتیک**:
- ۱- برای افزایش **زمان ماندگاری** و ارزش غذایی خوراکی‌ها چه باید کرد؟
- ۲- برای تولید بیشتر و **سریع‌تر** مواد غذایی چه راه‌هایی وجود دارد؟
- ۳- چگونه می‌توان بو و مزهٔ مواد غذایی را تغییر داد یا بهبود بخشید؟

دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

- مفهوم دما و گرما متفاوت است. **دمای** یک ماده میزان **سردی و گرمی** آن را نشان می‌دهد.
- هرچه دمای یک ماده **بیشتر** باشد، **جنبش‌های نامنظم** ذره‌های آن **بیشتر** است.
- می‌دانیم ذره‌های سازنده یک ماده در هر سه حالت گاز، مایع و جامد **پیوسته** در حال جنب و جوش هستند:
  مقایسه میزان جنبش ذره‌های سازنده یک ماده: جامد < مایع < گاز
- هرچه دمای ماده **بالاتر** باشد، **میانگین تندی** و **میانگین انرژی جنبشی** ذره‌های سازنده آن **بیشتر** است.

انرژی گرمایی ماده

- **مجموع انرژی جنبشی** ذره‌های سازنده یک ماده، با **انرژی گرمایی** آن هم‌ارز است.
- انرژی گرمایی یک ماده، علاوه‌بر **دمای** آن، تابع **مقدار آن ماده** نیز می‌باشد.
- انرژی گرمایی با **دما** و **مقدار ماده** رابطه **مستقیم** دارد، به‌طوری که هرچه مقدار ماده بیشتر و دمای آن بالاتر باشد، انرژی گرمایی بیشتری دارد.
- ممکن است دو مادهٔ مختلف که جرم و دمای یکسانی دارند، انرژی گرمایی یکسانی نداشته باشند! زیرا **ظرفیت گرمایی** ماده نیز در انرژی گرمایی آن مؤثر است.

تفاوت دما و گرما

- **دمای** یک نمونه ماده، نمایانگر انرژی جنبشی ذرات تشکیل‌دهندهٔ آن ماده است.
- **انرژی گرمایی** یک نمونه ماده، نمایانگر **مجموع** انرژی جنبشی ذرات تشکیل‌دهنده آن ماده است.
- دما **مستقل** از مقدار ماده است، درحالی‌که انرژی گرمایی به مقدار ماده بستگی دارد.
- بیان **دما**، توصیف یک **ویژگی از ماده** است. درحالی‌که **تغییر دما** برای توصیف یک **فرایند** به‌کار می‌رود.
- داد و ستد گرما، باعث تغییر دما می‌شود.
- گرما از ویژگی‌های ماده **نیست** ← برای توصیف یک فرایند استفاده می‌شود ← برای توصیف ماده نباید از آن استفاده کرد.
- گرما، هم‌ارز با آن مقدار انرژی گرمایی است که به‌دلیل **تفاوت در دما** جاری می‌شود.

ظرفیت گرمایی

- به مقدار گرمایی گفته می‌شود که اگر به ماده‌ای داده شود دمای آن $1^\circ C$ افزایش می‌یابد.
- ظرفیت گرمایی هر ماده‌ای با **جرم** آن رابطه **مستقیم** دارد، یعنی ظرفیت گرمایی با افزایش جرم، **افزایش** می‌یابد.
- ظرفیت گرمایی هر ماده در دما و فشار اتاق، به **نوع ماده** و **مقدار (جرم)** آن وابسته است.
- ظرفیت گرمایی یک جسم که دمای آن در اثر Q ژول گرما، به اندازه ΔT افزایش یافته برابر است با:

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{Q}{\Delta T}$$

ظرفیت گرمایی ویژه (گرمای ویژه)

- به مقدار گرمایی گفته می‌شود که اگر به **یک گرم از ماده** داده شود، دمای آن $1^\circ C$ یا $1K$ افزایش یابد.
- یکای ظرفیت گرمایی ویژه $J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ یا $J.g^{-1}.K^{-1}$ است.
- ظرفیت گرمایی ویژه، **برخلاف** ظرفیت گرمایی، به **جرم ماده بستگی ندارد**. گرمای ویژه در دما و فشار اتاق تنها به **نوع ماده** وابسته است.
- ظرفیت گرمایی ویژه یک جسم به جرم m گرم که در اثر گرما دادن به مقدار Q ژول، به اندازه ΔT افزایش دما دارد از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه} = c = \frac{Q}{m\Delta T}$$

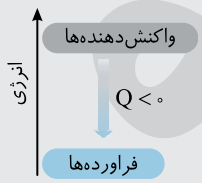
- رابطه ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه:

$$c_{\text{ویژه}} = \frac{Q}{m\Delta T} \xrightarrow{\text{ظرفیت گرمایی} = \frac{Q}{\Delta T}} c_{\text{ویژه}} = \frac{\text{ظرفیت گرمایی}}{m} \rightarrow \text{ظرفیت گرمایی} = m \times c_{\text{ویژه}}$$

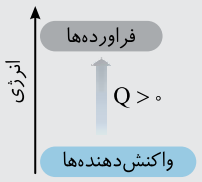
- از میان دو جسم مختلف با جرم یکسان، آن که **ظرفیت گرمایی ویژه کمتری** دارد، به ازای دادن گرمای یکسان **افزایش دمای بیشتری** پیدا می‌کند.

جاری شدن انرژی گرمایی

- **تعادل گرما میان دو جسم**: اگر دو ماده که مقدار دمای آن‌ها با یک‌دیگر متفاوت است، در کنار هم قرار بگیرند، گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود تا هر دو جسم هم‌دما شوند.
- واکنش گرماده
  - $+Q$ فراورده‌ها $\rightarrow$ واکنش‌دهنده‌ها
  - انرژی از **سامانه به محیط** منتقل می‌شود. (گرما از سامانه **خارج** می‌شود.)
  - علامت Q و $\Delta\theta$ برای سامانه منفی و برای محیط مثبت
  - نمودار این واکنش‌ها به‌صورت روبه‌رو است:

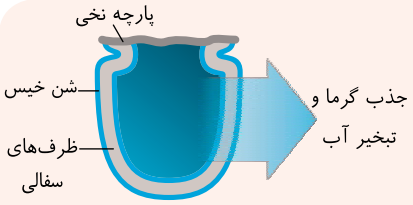


  - مثال: خوردن یک لیوان شیر با دمای $60^\circ C$ و هم‌دما شدن آن با بدن- فرایند گوارش شیر و بستنی
- واکنش گرماگیر
  - فراورده‌ها $\rightarrow +Q$ واکنش‌دهنده‌ها
  - گرما از **محیط به سامانه** منتقل می‌شود. (گرما به سامانه **وارد** می‌شود.)
  - علامت Q و $\Delta\theta$ برای سامانه مثبت و برای محیط منفی
  - نمودار این واکنش‌ها به‌صورت روبه‌رو است:



  - مثال: خوردن بستنی و هم‌دما شدن آن با بدن

یخچال صحرایی



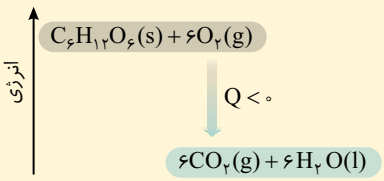
- توسط محمد باه‌آبا اختراع شده است.
- **بدون نیاز** به انرژی الکتریکی، غذا را مدتی خنک نگه می‌دارد.
- **اجزای سازندهٔ آن:** دو ظرف سفالی از خاک رس- شن خیس در میان دو ظرف- پارچهٔ نخی به‌عنوان درپوش
- آب از قسمتی که در آن شن خیس قرار دارد، از بدنه سفالی ظرف به بیرون نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود:

$$H_2O(l) + 44/1\,kJ \rightarrow H_2O(g)$$

- جذب گرما باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه همراه با محتویات آن را خنک کرده و مواد غذایی برای مدت بیشتری سالم می‌مانند.

گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرماشیمی)

- یکی از ویژگی‌های بنیادی همهٔ واکنش‌های شیمیایی، **داد و ستد گرما** با محیط پیرامون است.
- **گرماشیمی** شاخه‌ای از علم شیمی است که به بررسی **کمی و کیفی گرمای واکنش‌های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که بر حالت ماده** دارد می‌پردازد.
- منبع انرژی در بدن **غذا** است که پس از انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگون به بدن می‌رسد. این واکنش‌ها می‌توانند گرماده یا گرماگیر باشند.
- **اکسایش گلوکز** در بدن، برای تولید انرژی، نمونه‌ای از واکنش‌های گرماده است. با وجود تولید انرژی گرمایی در این واکنش، دمای بدن تغییر محسوسی نمی‌کند.



- در واکنش **فتوسنتز** (که عکس واکنش اکسایش گلوکز است) مقداری انرژی از محیط جذب می‌شود، بنابراین فتوسنتز نمونه‌ای از واکنش‌های **گرماگیر** است. $(Q > 0)$

انرژی پتانسیل (انرژی شیمیایی)

- انرژی که یک جسم به‌دلیل **نیروهای جاذبه و دافعه** نسبت به دیگر اجسام در خود ذخیره می‌کند.
- انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، **انرژی نهفته** در آن است و هم‌ارز با انرژی ناشی از **نیروهای نگه‌دارندهٔ** ذره‌های سازنده آن است.
- شیمی‌دان‌ها گرمای جذب یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به‌طور عمده وابسته به **تفاوت میان انرژی پتانسیل** مواد واکنش‌دهنده و فراورده می‌دانند.
- گرمای مبادله شده در **دمای ثابت**، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش‌دهنده و فراورده **نیست**.
- با انجام یک واکنش شیمیایی و **تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها** به یکدیگر، **تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل** وابسته به آن‌ها ایجاد می‌شود، این تفاوت انرژی در واکنش‌ها به‌صورت گرما ظاهر می‌شود.
- نیروهای نگهدارندهٔ اتم در هر مولکول و در نتیجه استحکام پیوندها علاوه‌بر **نوع پیوند** (یگانه، دوگانه و سه‌گانه بودن پیوند)، به **نوع اتم‌های** درگیر در پیوند نیز وابسته است.

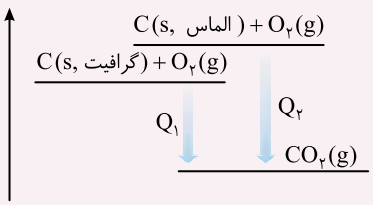
آلوتروپ‌های کربن

- الماس و گرافیت، دو **آلوتروپ (دگرشکل)** کربن هستند که اگر در اکسیژن به‌طور کامل بسوزند، $CO_2(g)$ تولید می‌کنند:

$$C(s, \text{گرافیت}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 393/5\,kJ \qquad Q_1$$

$$C(s, \text{الماس}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 395/4\,kJ \qquad Q_2$$

- از واکنش سوختن الماس و گرافیت مقدار **متفاوتی** گرما آزاد می‌شود، زیرا این دو ماده، **سطح** انرژی و پیوندهای متفاوت و درنتیجه **استحکام پیوند متفاوتی** دارند.
- سطح انرژی گرافیت **پایین‌تر** از الماس بوده و **پایدارتر** از الماس است.



- در هر دو واکنش، انرژی پتانسیل واکنش‌دهنده‌ها **بالاتر** از فراورده‌ها بوده و پایداری واکنش‌دهنده‌ها **کمتر** از فراورده‌هاست.

آنتالپی، محتوای انرژی ماده

به **مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل** ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ یک سامانه، **محتوا یا سطح انرژی** آن سامانه می‌گوییم.

شیمی‌دان‌ها انرژی کل یک سامانه در **دما و فشار ثابت** را هم‌ارز با محتوای انرژی یا آنتالپی (H) آن می‌دانند.

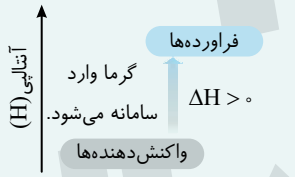
تغییر آنتالپی (ΔH) واکنش هم‌ارز با گرمایی است که در **فشار ثابت** با محیط پیرامون داد و ستد می‌کند:

$$\Delta H = Q_P = H_{(\text{مواد فراورده})} - H_{(\text{مواد واکنش‌دهنده})}$$

در واکنش‌های **گرماده**، آنتالپی مواد فراورده، **کمتر** از آنتالپی مواد واکنش‌دهنده است و $\Delta H < 0$ می‌باشد.

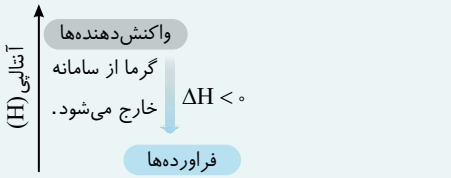
در واکنش‌های **گرماگیر** آنتالپی مواد فراورده **بیشتر** از آنتالپی مواد واکنش‌دهنده است و $\Delta H > 0$ می‌باشد.

نمودار آنتالپی در واکنش‌های گرماده و گرماگیر:



$N_2O_4(g) + Q \rightarrow 2NO_2(g)$

$3O_2(g) + Q \rightarrow 2O_3(g)$



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

$CO_2(g) \rightarrow CO_2(s) + Q$

ΔH واکنش‌های رفت و برگشت

عکس واکنش‌های گرماگیر $(\Delta H > 0)$ در صورت انجام‌پذیر بودن، گرماده $(\Delta H < 0)$ است.

ΔH واکنش برگشت، **قرینه** ΔH واکنش رفت است.

اگر ضرایب استوکیومتری معادله واکنشی را در عددی ضرب کنیم، ΔH واکنش نیز در همان عدد ضرب می‌شود.

$A \rightarrow B, \Delta H = A\ kJ$

$B \rightarrow A, \Delta H = -A\ kJ$

$A \rightarrow mB, \Delta H = mA\ kJ$

عوامل مؤثر بر ΔH واکنش

برای بیان ΔH واکنش باید موارد روبه‌رو مشخص باشد:

۱- **نوع مواد** واکنش‌دهنده و فراورده

۲- **مقدار مواد** واکنش‌دهنده

۳- **حالت فیزیکی** واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها

۴- **دما و فشار** سامانه

هرچه اختلاف انرژی واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها **بیشتر** باشد، گرمای واکنش (بدون توجه به علامت) **بیشتر** خواهد بود.

آنتالپی پیوند

انرژی لازم برای شکستن **یک مول** از یک پیوند اشتراکی و تبدیل آن به دو مول **اتم جدا از هم گازی**.

برای محاسبهٔ آنتالپی یک پیوند معین، واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها باید در **حالت گازی** باشند.

آنتالپی پیوند همواره **مثبت** است، زیرا فرایند شکستن پیوند، **گرماگیر** است:

$H_2(g) + 436kJ \rightarrow 2H(g) \quad , \quad \Delta H_{(H-H)} = +436 kJ.mol^{-1}$

برای محاسبهٔ آنتالپی پیوند در مولکول‌هایی که در آن‌ها یک اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل است (مانند CH_4، H_2O و NH_3)، از **میانگین آنتالپی پیوند** استفاده می‌شود.

در مولکول‌هایی مانند CH_4، انرژی لازم برای شکستن هر چهار پیوند $C-H$ با هم **متفاوت** است.

هرچه طول پیوند اشتراکی **کمتر** باشد، استحکام پیوند **بیشتر** بوده و درنتیجه، **انرژی پیوند نیز بیشتر** است.

هرچه شعاع اتمی برای اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ یک پیوند اشتراکی، **کمتر** باشد، طول پیوند **کمتر** و استحکام و انرژی پیوند **بیشتر** است.

برخی گروه‌های عاملی مربوط به ترکیب‌های آلی

گروه عاملی، آرایش منظمی از اتم‌هاست که به مولکول آلی **خواص فیزیکی و شیمیایی** منحصر به فردی می‌بخشد.

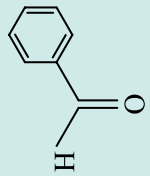
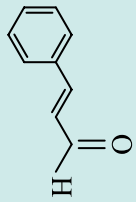
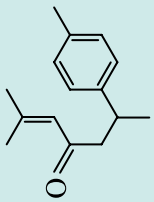
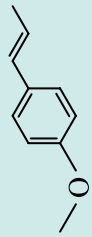
خواص ادویه‌ها (بو، مزه، رنگ خوشایند و مصرف دارویی) به‌علت وجود **ترکیب‌های آلی** در ساختار آن‌ها است.

در جدول زیر برخی از ترکیب‌های آلی معروف و گروه عاملی آن‌ها را مشاهده می‌کنید:

نام خانواده	آلدهیدها	کتون‌ها	الکل‌ها	اترها	کربوسیلیک اسیدها
فرمول ساختاری	$R-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-H$	$R'-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-R$	$R-OH$ یا $C_nH_{2n+1}OH$	$R'-O-R$	$R-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-OH$
فرمول ساختاری و نام گروه عاملی	$-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-H$ آلدهیدی	$-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-$ کتونی	$-OH$ هیدروکسیل	$-O-$ اتری	$-\overset{O}{\overset{\|\|}{C}}-OH$ کربوکسیل

چند ماده غذایی مهم و ترکیب آلی موجود در آن‌ها

در جدول زیر چند ماده غذایی مهم که در ساختار آن‌ها، ترکیب آلی وجود دارد را مشاهده می‌کنید:

نام ماده غذایی	بادام	دارچین	میخک	زردچوبه	گشنیز	رازیانه
فرمول مولکولی ترکیب آلی موجود در آن	C_7H_6O	C_9H_8O	$C_7H_{14}O$	$C_{15}H_{20}O$	$C_{10}H_{17}OH$	$C_{10}H_{12}O$
مدل نقطه- خط ترکیب آلی	 بنز آلدهید					
گروه عاملی موجود در ترکیب آلی	آلدهیدی	آلدهیدی	کتونی	کتونی	الکلی (هیدروکسیل)	اتری

ایزومر یا همپار

شیمی‌دان‌ها به موادی که **فرمول مولکولی یکسان**، اما **فرمول ساختاری** (نحوهٔ اتصال اتم‌ها) آن‌ها **متفاوت** است **ایزومر** (همپار) می‌گویند.

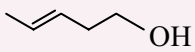
خواص هر ماده به **ساختار** آن بستگی دارد بنابراین ایزومرها که از نظر ساختار مولکولی **تفاوت** دارند، دارای **خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی** هستند.

ایزومرها از نظر **محتوای انرژی** نیز با یکدیگر **تفاوت** دارند.

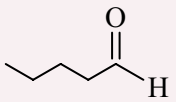
چند مثال از ترکیب‌هایی که ایزومر هستند:

نام ترکیب آلی	فرمول مولکولی	نتیجه
آلدهیدها کتون‌ها	$C_nH_{2n}O$	آلدهیدها و کتون‌های یک عاملی، خطی و سیر شده با تعداد کربن برابر ایزومر یکدیگرند.
الکل‌ها اتر	$C_nH_{2n+2}O$	الکل‌ها و اترهای یک عاملی، خطی و سیر شده با تعداد کربن برابر ایزومر یکدیگرند.
سیکلوآلکان‌ها آلکن‌ها	C_nH_{2n}	سیکلوآلکان‌ها و آلکن‌های هم‌کربن ایزومر یکدیگرند.

ممکن است آلدهیدها، کتون‌ها، الکل‌ها و اترها دو به دو ایزومر یکدیگر باشند، به‌عنوان مثال یک آلدهید می‌تواند با یک الکل نیز ایزومر باشد!



الکل سیرنشده $(C_5H_{10}O)$



آلدهید سیرشده $(C_5H_{10}O)$

منابع تأمین انرژی در بدن

- کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها، مواد اولیه و انرژی را برای سوخت‌وساز یاخته‌ها فراهم می‌کنند.
- **فقط کربوهیدرات‌ها** در بدن به گلوکز شکسته می‌شوند و گلوکز آن‌ها، در خون حل می‌شود.
- گلوکز، **قند خون** است و انرژی مورد نیاز یاخته‌ها را تأمین می‌کند.
- بدن چربی‌ها را **بهتر** و **بیشتر** از کربوهیدرات‌ها ذخیره می‌کند، زیرا چربی‌ها به‌دلیل **ناقطبی** بودن، در آب که قطبی است، حل نمی‌شوند.

ارزش سوختی

- به گرمای حاصل از سوختن **یک گرم** از ماده سوختنی گفته می‌شود و با یکای $kJ.g^{-1}$ معرفی می‌شود.
- ارزش سوختی یک گرم **چربی**، **بیشتر** از یک گرم کربوهیدرات و یک گرم پروتئین است.
- ارزش سوختی یک گرم کربوهیدرات و یک گرم پروتئین با هم **برابر** است.
- مقایسه ارزش سوختی: چربی ($۳۸kJ.g^{-1}$) > کربوهیدرات ($۱۷kJ.g^{-1}$) = پروتئین
- ارزش سوختی در منابع معتبر علمی، **بدون** علامت منفی گزارش شده است.
- هر مقدار اضافی از انرژی دریافتی از مواد غذایی به‌طور عمده به شکل **چربی** در بدن ذخیره شده و باعث **چاقی** می‌شود.

واکنش سوختن

- گرماده است. $(\Delta H < ۰)$
- سوختن سوخت‌های فسیلی، هیدروکربن‌ها و الکل‌ها، گازهای $CO_۲$، $H_۲O$ و مقدار زیادی انرژی (نور و گرما) آزاد می‌کند.
- سوخت‌های فسیلی، تکیه‌گاهی برای تأمین انرژی در صنعت، کشاورزی و زندگی هستند.
- یکی از فراورده‌های سوختن کامل مواد آلی در **دمای اتاق**، $H_۲O(l)$ است که حالت **مایع** دارد.

آنتالپی سوختن

- هم‌ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن **یک مول** از ماده در **مقدار کافی اکسیژن خالص**، به‌طور **کامل** می‌سوزد.
- آنتالپی سوختن **همهٔ** مواد **منفی** است، زیرا سوختن فرایندی **گرماده** است.
- سوختن ΔH به ازای سوختن **یک مول** ماده سوختنی اندازه‌گیری می‌شود، بنابراین یکای آن $kJ.mol^{-۱}$ یا $Kcal.mol^{-۱}$ است.
- معمولاً هرچه جرم یک هیدروکربن **بیشتر** باشد، از سوختن آن گرمای بیشتری آزاد شده و آنتالپی سوختن آن **منفی‌تر** است.
- هرچه جرم مولی یک هیدروکربن **بیشتر** باشد، آنتالپی سوختن یک مول از آن بیشتر است.
- از میان هر دو هیدروکربن، آنکه **تعداد کربن بیشتری** دارد، آنتالپی سوختن بیشتری نیز دارد:
  مقایسهٔ آنتالپی سوختن: $C_۳H_۸ > C_۲H_۶ > CH_۴$
- در میان هیدروکربن‌هایی با **تعداد کربن برابر**، آنکه **تعداد هیدروژن بیشتری** دارد، آنتالپی سوختن بیشتری دارد:
  مقایسهٔ آنتالپی سوختن: $C_۲H_۶ > C_۲H_۴ > C_۲H_۲$
- در مقایسه آنتالپی سوختن **جرم‌های برابری** از دو هیدروکربن، هیدروکربنی که **جرم مولی کمتری** دارد، آنتالپی سوختن بیشتری دارد:
  مقایسهٔ آنتالپی سوختن یک گرم: $\underbrace{CH_۴}_{۱۶\text{گرم}} > \underbrace{C_۲H_۶}_{۳۰\text{گرم}}$
- اگر تعداد کربن آلکان و الکل یکسان باشد، **آنتالپی سوختن آلکان بیشتر از الکل** است:
  مقایسهٔ آنتالپی سوختن: $CH_۴ > CH_۳OH$

سوخت سبز

- سوخت سبز در ساختار خود افزون بر **کربن** و **هیدروژن**، **اکسیژن** نیز دارد.
- از **پسماندهای گیاهانی** مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی استخراج می‌شوند.
- در اثر سوختن یک گرم، آلاینده‌های کمتری نسبت به سوختن یک گرم به‌دست می‌آید.
  مقایسهٔ میزان تولید آلاینده: $C_۲H_۶ > C_۲H_۵OH$
- اتانول به‌دلیل تولید **آلاینده کمتر** یک **سوخت سبز** بوده و برای حفظ محیط زیست مناسب‌تر است.
- گرمای آزاد شده به ازای سوختن یک گرم اتان، **بیشتر** از یک گرم اتانول است:
  ارزش سوختی: $C_۲H_۶ > C_۲H_۵OH$

روش مستقیم تعیین ΔH واکنش، گرماسنجی

تجربه نشان می‌دهد که گرمای تولید یا مصرف شده در واکنش‌های شیمیایی قابل اندازه‌گیری است.

برای محاسبه و تعیین ΔH واکنش می‌توان از **روش‌های مستقیم (گرماسنجی)** یا **روش‌های غیرمستقیم (قانون هس و آنتالپی پیوند)** استفاده کرد.

در روش گرماسنجی، از **گرماسنج لیوانی** استفاده می‌کنیم. گرماسنج لیوانی گرمای واکنش را در **فشار ثابت**، یعنی آنتالپی واکنش (ΔH) را اندازه‌گیری می‌کند. این گرماسنج برای تعیین ΔH فرایندهای انحلال و واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند، مناسب است.

اجزای گرماسنج لیوانی عبارتند از: دو لیوان که عایق گرما هستند، درپوش یونالیتی، دماسنج و هم‌زن محاسبهٔ گرما در گرماسنج لیوانی شامل مراحل زیر است:

۱ اندازه‌گیری دمای اولیه (θ_1) آب یا محلول داخل گرماسنج ← ۲ اضافه کردن واکنش‌دهنده و انجام واکنش موردنظر ← ۳ اندازه‌گیری دمای نهایی (θ_2) آب یا محلول ← ۴ محاسبهٔ گرمای واکنش با استفاده از $Q = mc\Delta\theta$

قانون هس، روش غیرمستقیم تعیین ΔH واکنش

آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی که خود **مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده** هستند و یا **به آسانی انجام نمی‌شوند** را **نمی‌توان** با روش تجربی (گرماسنجی) اندازه‌گیری کرد.

نخستین بار هنری هس، دریافت که گرمای واکنش، به راهی که برای انجام آن درپیش گرفته می‌شود، **وابسته نیست.**

قانون هس به قانون **جمع‌پذیری گرمای واکنش‌ها** معروف است.

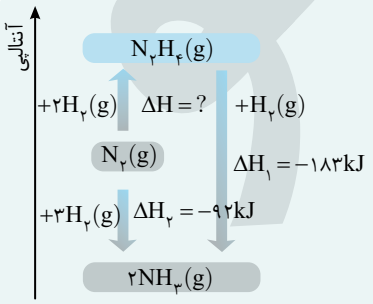
بیان علمی قانون هس: اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادلهٔ دو یا چند واکنش دیگر به‌دست آورد، ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به‌دست می‌آید.

واکنش‌هایی که ΔH آن‌ها به روش مستقیم (گرماسنجی) قابل اندازه‌گیری نیست و باید از قانون هس استفاده کرد:

واکنش	معادله نمادی واکنش	یک نکته در مورد این واکنش
تشکیل کربن مونواکسید (CO)	$C(s, \text{گرافیت}) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow \mathbf{CO}(g)$	ΔH واکنش تشکیل CO را **نمی‌توان** به روش تجربی تعیین کرد.
تشکیل گاز متان (CH_4)	$C(s, \text{گرافیت}) + 2H_2(g) \rightarrow \mathbf{CH_4}(g)$	با استفاده از این واکنش **نمی‌توان** در آزمایشگاه گاز متان تولید کرد.
تشکیل هیدروژن پراکسید (H_2O_2)	$H_2(g) + O_2(g) \rightarrow \mathbf{H_2O_2}(l)$	تهیه H_2O_2 از واکنش مستقیم گازهای H_2 و O_2 **ممکن نیست.**
تشکیل هیدرازین (N_2H_4)	$N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow \mathbf{N_2H_4}(g)$	این واکنش، **مرحلهٔ** اول از تهیه آمونیاک به روش **هابر** است.

تولید آمونیاک، یک واکنش دو مرحله‌ای

شواهد تجربی نشان می‌دهد که تهیه آمونیاک به روش هابر از گازهای N_2 و H_2 مطابق نمودار زیر، یک واکنش **دو مرحله‌ای** است:



مرحلهٔ اول: $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g) \qquad \Delta H_1 = ?$

مرحلهٔ دوم: $N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) \qquad \Delta H_2 = -183kJ$

فرایند هابر: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ = جمع مرحله‌های ۱ و ۲

ΔH مرحلهٔ اول را نمی‌توان به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرد.

پایداری هیدرازین (N_2H_4) از گازهای آمونیاک و نیتروژن **کمتر** است:

مقایسهٔ سطح انرژی: $N_2H_4 > N_2 > NH_3$

مقایسهٔ پایداری: $NH_3 > N_2 > N_2H_4$

آنتالپی پیوند، روش غیرمستقیم تعیین ΔH واکنش

در واکنش‌هایی که **همهٔ مواد**، **گازی** شکل‌اند، با تقریب خوبی می‌توان ΔH واکنش را از رابطهٔ زیر محاسبه نمود:

$\Delta H_{\text{واکنش}}$ = [مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده] − [مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده]

هرچه مولکول‌ها **ساده‌تر** باشند، ΔH محاسبه شده از رابطه بالا با **داده‌های تجربی** مطابقت بیشتری دارد.

در مسائل این قسمت باید ساختار لوویس مولکول‌ها را رسم کنیم تا نوع و تعداد پیوندها را تشخیص دهیم:

$$A_2(g)+B_2(g)\rightarrow 2AB(g)\rightarrow A-A+B-B\rightarrow 2A-B\rightarrow \Delta H=[\Delta H_{A-A}+\Delta H_{B-B}]-2[\Delta H_{A-B}]$$

غذای سالم

تاریخ مصرف مواد غذایی نشان می‌دهد که غذا چه مدتی سالم می‌ماند و قابل مصرف است.

برخی روش‌های افزایش مدت زمان ماندگاری مواد غذایی: خشک کردن میوه‌ها، تهیه ترشی و نمک سود کردن

عواملی مانند **رطوبت**، **نور**، **اکسیژن** و **دما**، سرعت فاسد شدن مواد غذایی را افزایش می‌دهند. درنتیجه، نگهداری مواد غذایی در محیط‌های **سرد**، **خشک** و **تاریک**، برای افزایش مدت زمان ماندگاری آن‌ها توصیه می‌شود.

بسیاری از میوه‌ها را در فصل برداشت خشک می‌کنند تا آن‌ها را برای مصرف در سایر فصول، ذخیره کنند.

گاز اکسیژن:
- واکنش‌پذیری زیادی دارد. مواد غذایی در معرض گاز اکسیژن سریع‌تر فاسد می‌شوند.
- وجود پوست و پوشش میوه‌ها و خشکبار به‌صورت طبیعی، مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره‌بینی به درون میوه می‌شود.

راه‌های نوین افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی: **تهیه کنسرو**، **بسته‌بندی نوین**، **افزودن نگه‌دارنده‌ها**، **بسته‌بندی خوراکی‌ها** با **خالی کردن هوای درون ظرف آن‌ها**.

آهنگ واکنش

بیانی از **زمان ماندگاری مواد** است و نشان می‌دهد هر تغییر شیمیایی در چه گستره‌ای از زمان رخ می‌دهد.

هرچه گسترهٔ زمان انجام یک واکنش **کوچک‌تر** باشد، آهنگ انجام آن **تندتر** است و واکنش **سریع‌تر** انجام می‌شود.

شیمی‌دان‌ها، آهنگ انجام واکنش را در گستره‌ای از زمان با نام **سرعت واکنش** بیان می‌کنند.

زمان انجام واکنش‌های شیمیایی، بازهٔ زمانی از **چند صدم ثانیه** تا **چند سده** را دربرمی‌گیرد.

دسته‌بندی واکنش‌ها از نظر سرعت:

نوع واکنش	خیلی سریع	سریع	کند	بسیار کند
مثال	واکنش شیمیایی انفجار که منجر به تولید حجم زیادی از گازهای داغ می‌شود.	افزودن $AgNO_3$ به NaCl باعث تشکیل سریع رسوب AgCl می‌شود.	زنگ زدن آهن	پوسیده شدن کاغذ (تجزیه سلولز کاغذ)

سینتیک شیمیایی شاخه‌ای از علم شیمی است که به مطالعهٔ **شرایط** و **چگونگی** انجام واکنش‌های شیمیایی و **عوامل مؤثر بر سرعت** آن‌ها می‌پردازد.

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

۱) دما: افزایش دما سرعت واکنش‌ها را **افزایش** می‌دهد.

مثال ۱: برای نگهداری طولانی مدت فراورده‌های گوشتی و پروتئینی، آن‌ها را به **حالت منجمد** ذخیره می‌کنند.

مثال ۲: محلول بنفش‌رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد اما با گرم شدن، محلول، به سرعت بی‌رنگ می‌شود.

۲) ماهیت واکنش‌دهنده: هرچه واکنش‌دهنده فعال‌تر باشد، سرعت واکنش نیز **بیشتر** خواهد بود.

مثال: فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم با آب سرد واکنش می‌دهند، اما سرعت واکنش آن‌ها با هم متفاوت است.

۳) سطح تماس: هرچه سطح تماس میان واکنش‌دهنده‌ها **بیشتر** باشد، سرعت واکنش **بیشتر** است.

مثال ۱: قاووت، از مغز خوراکی‌ها سریع‌تر فاسد می‌شود.

مثال ۲: هرچه مساحت جانبی یک تکه زغال بیشتر باشد، سرعت واکنش سوختن آن بیشتر است.

مثال ۳: شعلهٔ آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند، درحالی‌که پاشیدن و پخش کردن آن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.

۴) غلظت: هرچه غلظت واکنش‌دهندهٔ گاز و محلول **بیشتر** باشد، سرعت واکنش نیز **بیشتر** می‌شود.

مثال ۱: بیماران دارای مشکلات تنفسی، در شرایط اضطراری، نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند.

مثال ۲: الیاف آهن داغ و سرخ شده، در هوا نمی‌سوزد، درحالی‌که همان مقدار الیاف داغ و سرخ‌شده، در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.

۵) کاتالیزگر: سرعت واکنش‌های شیمیایی، با وجود کاتالیزگر **افزایش** می‌یابد.

مثال ۱: افزودن دو قطره از محلول **KI**، سرعت واکنش تجزیه H_2O_2 را به شدت **افزایش** می‌دهد.

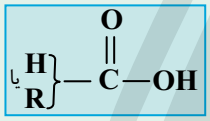
مثال ۲: برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات، دچار نفخ می‌شوند، زیرا فاقد آنزیمی هستند که آن‌ها را کامل و سریع هضم کند.

مثال ۳: واکنش سوختن قند آغشته به **خاک باغچه**، سریع‌تر انجام می‌شود.

کربوکسیلیک اسیدها

در ساختار هر عضو این خانواده، یک یا چند گروه کربوکسیل **(–COOH)** یا $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ وجود دارد.

فرم ساختاری کربوکسیلیک اسیدها به‌صورت روبه‌رو است:



R در ساختار کربوکسیلیک اسیدها می‌تواند هیدروژن یا یک گروه هیدروکربنی به‌صورت خطی، حلقوی، سیرشده یا سیرنشده باشد.

آشناترین عضو آن‌ها، اتانوئیک اسید با فرمول مولکولی **CH_3COOH** است.

ساده‌ترین و اولین عضو این خانواده، متانوئیک اسید (HCOOH) است.

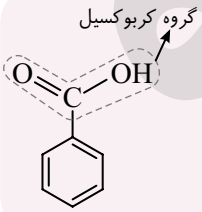
نگهدارنده‌ها

نگهدارنده‌ها سرعت واکنش‌های شیمیایی را که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند، **کاهش** می‌دهند.

یکی از نگهدارنده‌های مهم، **بنزوئیک اسید** است که در **تمشک** و **توت‌فرنگی** وجود دارد.

بنزوئیک اسید یک کربوکسیلیک اسید **آروماتیک** است زیرا در ساختار خود یک حلقه بنزنی دارد.

فرمول مولکولی بنزوئیک اسید **C_6H_5COOH** یا $C_7H_6O_2$ است.



سینتیک شیمیایی

شاخه‌ای از علم شیمی که به مطالعهٔ موارد روبه‌رو می‌پردازد:

- **الف) شرایط** انجام واکنش‌های شیمیایی
- **ب) چگونگی** انجام واکنش‌های شیمیایی
- **پ) محاسبهٔ سرعت** واکنش‌ها
- **ت) عوامل مؤثر** بر سرعت

شیمی‌دان‌ها با استفاده از علم سینتیک به‌دنبال سرعت بخشیدن به واکنش‌های مفید و کاهش سرعت یا توقف واکنش‌های مضر هستند.

سرعت متوسط واکنش از دیدگاه کمّی

- مقایسهٔ دقیق، میان سرعت واکنش‌ها، هنگامی از صحت و اعتبار علمی برخوردار است که به شکل **کمّی** بیان شود.
- سرعت مصرف یا تولید یک مادهٔ شرکت‌کننده در واکنش در گسترهٔ زمانی قابل اندازه‌گیری، **سرعت متوسط** نام دارد. درواقع سرعت واکنش مقدار پیشرفت واکنش در واحد زمان است.
- سرعت متوسط را با نماد $\bar{R}$ نمایش می‌دهند. این کمّیت، **همواره مثبت** است.
- تجربه نشان می‌دهد که سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده در واکنش، با اندازه‌گیری کمّیت‌هایی مانند جرم، حجم، فشار و ... قابل تعیین است.
- سرعت واکنش‌های شیمیایی در شرایط یکسان، با هم تفاوت دارد.
- با گذشت زمان، سرعت مصرف واکنش‌دهنده‌ها و سرعت تولید فراورده‌ها، هر دو کاهش می‌یابند.
- فرمول محاسبهٔ سرعت متوسط مصرف یک واکنش‌دهنده:

$$\bar{R}_{(\text{واکنش‌دهنده})} = -\frac{\Delta n_{(\text{واکنش‌دهنده})}}{\Delta t}$$

- فرمول محاسبهٔ سرعت متوسط تولید یک فراورده:

$$\bar{R}_{(\text{فراورده})} = \frac{\Delta n_{(\text{فراورده})}}{\Delta t}$$

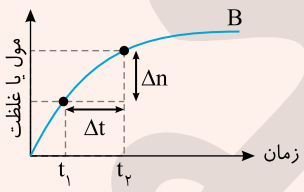
واکنش فلز روی با محلول مس (II) سولفات

$$Zn(s) + \underbrace{CuSO_4(aq)}_{\text{آبی‌رنگ}} \rightarrow \underbrace{ZnSO_4(aq)}_{\text{بی‌رنگ}} + Cu(s)$$

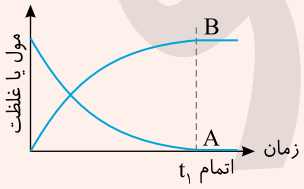
- واکنش‌پذیری روی، **بیشتر** از مس است.
- با گذشت زمان مقدار $Cu^{2+}(aq)$ و $Zn(s)$ **کاهش** و مقدار $Zn^{2+}(aq)$ و $Cu(s)$ **افزایش** می‌یابد.
- با گذشت زمان به‌تدریج، از شدت رنگ آبی محلول که مربوط به یون $Cu^{2+}(aq)$ است، **کاسته** می‌شود.

نمودارهای مول - زمان و غلظت - زمان در واکنش $A \rightarrow B$

- شیب نمودار مول - زمان در هر بازه زمانی، سرعت متوسط واکنش در آن بازه را مشخص می‌کند: $\bar{R} = \frac{\Delta n}{\Delta t}$



- با گذشت زمان از مقدار واکنش‌دهنده‌ها کاسته و بر مقدار فراورده‌ها افزوده می‌شود، به همین دلیل نمودار پیشرفت **برای واکنش‌دهنده‌ها نزولی** و **برای فراورده‌ها صعودی** است:



- شیب نمودار مول یا غلظت - زمان همانند $\bar{R}_A$، $\bar{R}_B$، چه برای واکنش‌دهنده‌ها و چه برای فراورده‌ها با گذشت زمان کاهش می‌یابد.
- پس از پایان واکنش غلظت همهٔ مواد شرکت‌کننده در واکنش به مقدار ثابتی رسیده و شیب نمودار برابر صفر می‌شود (نمودار افقی می‌شود).
- تغییر مول یا تغییر غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، متناسب با ضرایب استوکیومتری است به‌طوری‌که هرچه ضریب استوکیومتری **بزرگ‌تر** باشد، تغییر مول، تغییر غلظت، شیب نمودار و سرعت **بیشتر** است.
- نمودار غلظت - زمان برای **مواد مایع (l)** و **جامد (s) خالص** به‌صورت یک خط **افقی** است.

سرعت واکنش

شیمی‌دان‌ها برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان، از مفهوم کاربردی **سرعت واکنش** استفاده می‌کنند.

حاصل تقسیم سرعت تولید یا مصرف یک مادهٔ شرکت‌کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن، سرعت واکنش را نشان می‌دهد.

در واکنش فرضی $(aA+bB \rightarrow cC+dD)$ سرعت واکنش از این رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{-\Delta n(A)}{a\Delta t} = \frac{-\Delta n(B)}{b\Delta t} = \frac{\Delta n(C)}{c\Delta t} = \frac{\Delta n(D)}{d\Delta t}$$

بازدارنده‌ها

سبزیجات و میوه‌ها، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر **سرطان‌ها** و **پیری زودرس** دارند.

میوه‌ها و سبزیجات، محتوی ترکیب‌های آلی **سیرنشده‌ای** به نام **ریز مغذی‌ها** هستند.

برخی ریزمغذی‌ها، به‌عنوان بازدارنده، از انجام واکنش‌های نامطلوب و ناخواسته که به‌دلیل حضور **رادیکال‌ها** انجام می‌شوند، جلوگیری می‌کنند.

رادیکال، گونهٔ **فعال** و **ناپایداری** است که در ساختار خود الکترون جفت نشده دارد و محتوی اتم‌هایی است که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی **نمی‌کنند**.

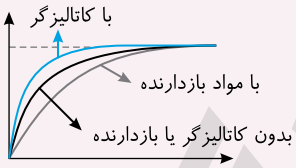
اگر رادیکال‌ها به وسیلهٔ بازدارنده‌ها **جذب نشوند**، با انجام واکنش‌های سریع، به بافت‌های بدن آسیب می‌رسانند.

مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها با کاهش مقدار رادیکال‌ها، از سرعت واکنش‌های ناخواسته می‌کاهد.

تأثیر کاتالیزگر و مواد بازدارنده بر منحنی مول – زمان

کاتالیزگرها بدون اینکه مصرف شوند، سرعت واکنش‌ها را **افزایش** می‌دهند.

استفاده از کاتالیزگر، مقدار نهایی فراورده‌ها را **تغییر نمی‌دهد**، فقط همان مقدار فراورده در **زمان کمتری** تولید می‌شود.

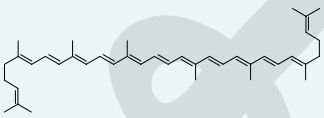


مواد بازدارنده، عکس کاتالیزگرها عمل می‌کنند، یعنی بازدارنده‌ها باعث می‌شوند، همان مقدار فراورده در **زمان طولانی‌تری** به‌دست آید.

لیکوپن

در **هندوانه** و **گوجه‌فرنگی** یافت می‌شود و با نقش بازدارندگی خود، فعالیت رادیکال‌ها را **کاهش** می‌دهد.

ساختار آن به‌صورت مقابل است:



فرمول مولکولی آن به‌صورت $C_{40}H_{56}$ بوده و در ساختار آن ۱۳ پیوند دوگانه و ۸ شاخه فرعی متیل $(-CH_3)$ وجود دارد.

غذا، پسماند و ردپای آن

به‌دلیل تفاوت در سبک زندگی افراد، میزان نیاز و بهره‌مندی از منابع، برای همه **یکسان نیست**.

ردپای غذا

- چهرهٔ آشکار: سالانه حدود ۳۰٪ غذای تولیدی به مصرف نمی‌رسد و به زباله تبدیل می‌شود و یا از بین می‌رود.
- چهرهٔ پنهان:
  - ۱- همهٔ منابعی که در تهیهٔ غذا از آغاز تا سر سفره نقش داشته‌اند.
  - ۲- تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه CO_2: سهم تولید CO_2 در ردپای غذا به مراتب بیشتر از سوختن سوخت‌ها در خودروها و کارخانه‌ها است.

با توجه به افزایش جمعیت کرهٔ زمین، ردپای غذا روی محیط زیست، **سنگین‌تر** می‌شود.

با توجه به الگوی مصرف کنونی، مساحت مورد نیاز برای تامین غذای همهٔ افراد در آینده، حدود **دو برابر** مساحت کرهٔ زمین است.

فصل سوم

پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر

خلاصه نکات و مفاهیم اصلی

پوشاک

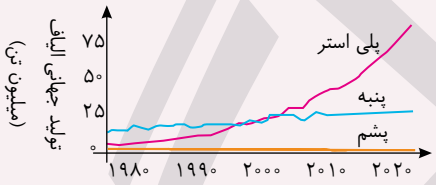
- انسان، نخستین پوشش خود را از پشم، مو و پوست جانوران تهیه کرد. او با گذشت زمان، از بافت‌های گیاهی هم برای پوشش خود استفاده کرد.
- با تشکیل جوامع بشری، پوشش انسان‌ها پیشرفت کرد و به صنعتی به نام پوشاک تبدیل شد.
- نوع پوشش هر قوم، نشان‌دهندهٔ توانایی، مهارت دستی، هنر و دانش آن قوم است.
- با رشد و گسترش دانش و فناوری در صنایع، پوشش‌هایی تولید شد که ایمنی فیزیکی بدن را در برابر شرایط دشوار و خطرناک، افزایش می‌داد.
- به تازگی، بشر توانسته است با تکیه بر دانش و فناوری نو، انواع تازه‌ای از پوشاک را تولید کند که از بدن در برابر مواد شیمیایی مانند اسیدها، سموم و بخارهای سمّی محافظت می‌کند.

صنعت نساجی

- انسان در گذشته، پوشاک خود را از **مواد طبیعی** مانند پشم گوسفند و شتر، چرم و پنبه تهیه می‌کرد.
- با رشد جمعیت، **روش‌های سنتی** تولید پوشاک، دیگر پاسخ‌گوی نیازها **نبود**. به همین دلیل، صنعت نساجی پدیدار شد.
- **صنعت نساجی**، با استفاده از فناوری‌های نو به تولید پوشاک پرداخت، اما موفقیت این صنعت در گرو تأمین **الیاف** مورد نیاز بود.
- به‌طور کلی دو نوع الیاف وجود دارد: **الیاف طبیعی** و **الیاف ساختگی**
- الیاف طبیعی به دلیل محدود بودن، پاسخ‌گوی نیاز صنعت نساجی نبود؛ در نتیجه، شیمی‌دان‌ها به استفاده از **نفت خام (طلای سیاه)** روی آوردند و الیاف جدیدی تولید کردند.
- الیاف ساختگی تولید شده بر پایهٔ نفت، جایگزین الیاف طبیعی شد و امروزه بخش عمدهٔ پوشاک را تشکیل می‌دهد.

روند تولید انواع الیاف

- میزان نسبی تولید الیاف ساختگی، بیشتر از الیاف طبیعی می‌باشد.
- در سال‌های اخیر، روند تولید الیاف **پلی‌استری** و **نخی** افزایش داشته است، اما روند تولید **الیاف پشمی**، تقریباً ثابت بوده است.
- شیب نمودار روند تولید الیاف **پلی‌استری**، بیشتر از شیب نمودار روند تولید الیاف پنبه‌ای (نخی) می‌باشد.
- روند تولید لباس از الیاف پنبه:



الیاف $\xrightarrow{\text{ریسندگی}}$ نخ $\xrightarrow{\text{بافندگی}}$ پارچهٔ خام $\xrightarrow{\text{فراوری}}$ پارچهٔ آمادهٔ استفاده $\xrightarrow{\text{دوزندگی}}$ لباس

الیاف ساختگی

- این نوع الیاف در طبیعت یافت **نمی‌شود**، بلکه از واکنش بین مواد شیمیایی در شرکت‌های پتروشیمی تولید می‌شود.
- اغلب فراورده‌های پتروشیمیایی، برای تولید انواع گوناگون الیاف ساختگی به‌کار می‌روند.
- این الیاف، افزون بر تولید پارچه و پوشاک، در تهیهٔ انواع پوشش‌ها، ظروف نچسب، یکبار مصرف و پلاستیکی، فرش و پرده استفاده می‌شود.

الیاف طبیعی

پنبه

- **الیاف طبیعی** در صنعت ساخته نمی‌شود بلکه از منابع طبیعی به‌دست می‌آیند.
- حدود **نیمی** از لباس‌های تولیدی، از **پنبه** تهیه می‌شود.
- از آن افزون بر تولید پوشاک، در تولید گاز استریل، پرده، رویهٔ مبل و تور ماهیگیری استفاده می‌شود.
- از الیاف **سلولزی** تشکیل شده است.

سلولز

- الیاف سلولزی، زنجیر بسیار بلندی است که از اتصال شمار زیادی مولکول **گلوکز** به یکدیگر ساخته شده است.
- مولکول‌های گلوکز $\xrightarrow{\text{به هم متصل می‌شوند}}$ رشته‌های سلولزی $\xrightarrow{\text{در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند}}$ الیاف سلولزی
- شمار اتم‌های سازندهٔ هر مولکول سلولز، بسیار زیاد بوده و اندازهٔ مولکول آن بزرگ است.
- فرمول مولکولی گلوکز، $C_6H_{12}O_6$ است، در نتیجه، سلولز، از اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن تشکیل شده است.

تقسیم‌بندی مولکول‌ها براساس اندازه

ترکیب مولکولی ترکیبی است که ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ آن، **مولکول‌ها** هستند.

درشت مولکول‌ها: از اتصال تعداد زیادی مولکول کوچک به یک‌دیگر تشکیل شده‌اند و شمار اتم‌های آن‌ها به ده‌ها هزار می‌رسد.

انواع:
- **طبیعی**: سلولز، پنبه، ابریشم، روغن زیتون
- **ساختگی**: در طبیعت یافت نمی‌شوند، ساختگی هستند و با استفاده از واکنش بسپارش تهیه می‌شوند. مثال: نایلون، تفلون و پلی‌اتن

مولکول‌های کوچک: از اتصال تعداد اندکی اتم به یک‌دیگر تشکیل شده‌اند و شمار اتم‌های کم و جرم مولی کم یا متوسطی دارند.
مثال: CH_4, NH_3, H_2O, CO_2

پلیمر

- مولکولی بسیار بزرگ که از به هم پیوستن تعداد زیادی واحدهای همانند (**واحدهای تکرارشونده**) تشکیل می‌شود.
- **سلولز**، **نشاسته** و **پلی‌اتن**، پلیمر هستند؛ زیرا از تعداد زیادی واحدهای تکرارشونده تولید شده‌اند.
- **انسولین** نیز یک پلیمر است.
- توجه داشته باشید که هر پلیمری درشت مولکول است ولی هر درشت مولکول پلیمر نیست.

نیروهای بین مولکولی

- نیروهای بین مولکولی در نشاسته، انسولین و سلولز، بیشتر از نوع **پیوند هیدروژنی** است.
- نیروهای بین مولکولی در پلی‌اتن، پروپان و نفتالن از نوع **نیروهای وان‌درواالسی** است.
- پیوند هیدروژنی، به طور کلی، جاذبه‌ای **قوی‌تر** از نیروهای وان‌درواالسی است.

واکنش پلیمری شدن (بسپارش)

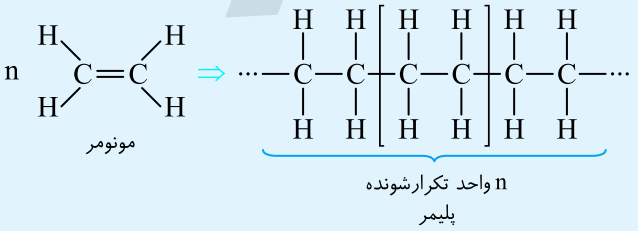
- واکنشی است که در آن مولکول‌های کوچک (مونومر) در شرایط مناسب به یک‌دیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد (پلیمر) تولید می‌کنند.
- جرم مولی فراوردهٔ تولید شده در این واکنش، برابر **ده‌ها هزار گرم بر مول** است.
- به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، **مونومر (تک‌پار)** می‌گویند.
- تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت‌کننده در یک واکنش پلیمری شدن، **ممکن نیست**.
- تاکنون هیچ قاعده‌ای برای اتصال شمار مونومرها به یک‌دیگر ارائه نشده است ← برای یک پلیمر، **نمی‌توان** فرمول مولکولی دقیقی نوشت.
- شیمی‌دان‌ها برای نمایش پلیمرها، **واحدهای تکرارشونده** را درون پرانتز نوشته و زیروند (n) را جلوی آن می‌نویسند.
- با تغییر مونومرها، پلیمری جدید با ساختار و خواص **متفاوت** تولید می‌شود.
- هر ترکیب آلی که در زنجیر کربنی خود **پیوند دوگانهٔ کربن- کربن** داشته باشد، می‌تواند در واکنش پلیمری‌شدن شرکت کند.
- ترکیب‌های سیرنشده و حاوی پیوند دوگانهٔ کربن- کربن در زنجیر کربنی، در صنایع پتروشیمی با تأمین شرایط مناسب واکنش داده و پلیمرهای گوناگونی تولید می‌کنند.

واکنش پلیمری شدن اتن

- هرگاه گاز اتن را در **فشار بالا**، **گرما** دهیم، **جامد سفید رنگی** به نام **پلی‌اتن** به‌دست می‌آید:

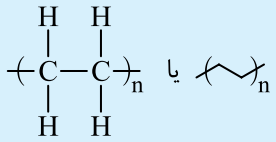
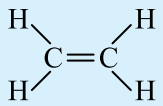
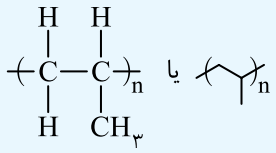
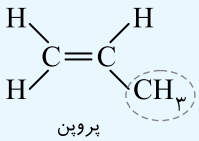
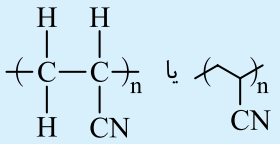
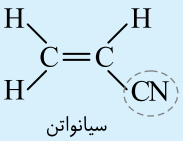
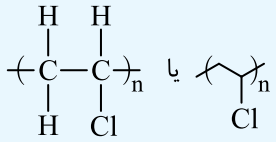
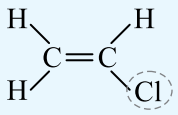
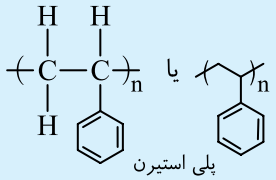
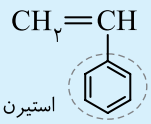
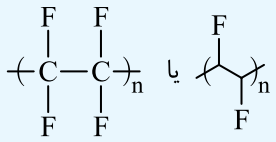
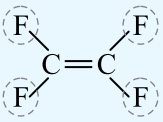
$$\underset{\text{اتن}}{n\,CH_2{=}CH_2\,(g)} \xrightarrow{\text{گرما و فشار}} \underset{\text{پلی‌اتن}}{\left(CH_2{-}CH_2\right)_n\,(s)}$$

- در این واکنش به مولکول اتن، **مونومر (تک‌پار)** و به ترکیب حاصل **پلیمر (بسپار)** می‌گوییم.
- **اتن** مولکولی **سیرنشده** است (زیرا پیوند دوگانه دارد) درحالی‌که **پلی‌اتن**، هیدروکربنی **سیرشده** است و تمامی پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار آن، از نوع **یگانه** است.
- در واکنش پلیمری‌شدن اتن، پیوندهای دوگانه در مولکول‌های اتن شکسته شده تا مولکول‌های اتن زنجیروار به یکدیگر متصل شوند.
- هر پلیمر، یک واحد تکرارشونده دارد، در واکنش پلیمری شدن اتن، واحد تکرارشونده به‌صورت زیر است:



- تعیین تعداد دقیق مونومرها و واحدهای تکرارشونده در این واکنش **ممکن نیست**.
- **پلی‌اتن مذاب** را در دستگاهی با عمل دمیدن هوا، به ورقهٔ نازک پلاستیکی تبدیل می‌کنند.

چند پلیمر مهم و کاربرد آن‌ها

کاربرد	نام و ساختار پلیمر	نام و ساختار مونومر
تولید کیسه، لوله، دبه آب و بطری پلاستیکی	 پلی اتن	 اتن
تولید قطعات پلاستیکی مورد نیاز در لوازم پزشکی (مانند سرنگ)	 پلی پروپن	 پروپن
تولید فرش، پارچه و پتو	 پلی سیانواتن	 سیانواتن
ساخت کیسهٔ خون	 پلی وینیل کلرید	 وینیل کلرید (کلرواتن)
ساخت ظروف یک‌بار مصرف	 پلی استیرن	 استیرن
تولید ظروف نچسب، نخ دندان، کف اتو، نوار آبندی لوله‌ها		

تفلون

- در جریان بررسی و مطالعهٔ انواع سردکننده‌ها، توسط پلانکت و گروه پژوهشی او کشف شد.
- نام تجاری آن **پلی‌تترا فلوئورواتن** است.
- **نقطهٔ ذوب بالایی** دارد و **در برابر گرما مقاوم** است.
- از نظر شیمیایی **بی‌اثر** است و با مواد شیمیایی **واکنش نمی‌دهد**، در حلال‌های آلی **حل نمی‌شود** و **نچسب** است.

مقایسهٔ پلی‌اتن سبک و سنگین

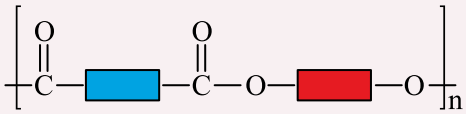
پلی‌اتن سبک	پلی‌اتن سنگین
۱- پلی‌اتن سبک، **شاخه فرعی دارد.** ۲- نسبت به پلی‌اتن سنگین **چگالی کمتری** دارد. ۳- **شفاف** است. ۴- پلی‌اتن سبک **انعطاف‌پذیر** است. ۵- نسبت به پلی‌اتن سنگین **استحکام کمتری** دارد. ۶- **کاربرد:** کیسه‌های پلاستیکی شفاف ۷- نیروی بین مولکولی در آن از نوع **وان‌درواسی** است.	۱- پلی‌اتن سنگین، **فاقد شاخه فرعی** است. ۲- پلی‌اتن سبک < پلی‌اتن سنگین: **مقایسه چگالی** $(0/97 g.cm^{-3})$ $(0/92 g.cm^{-3})$ ۳- **کدر** است. ۴- پلی‌اتن سنگین **سخت و محکم** است. ۵- پلی‌اتن سبک < پلی‌اتن سنگین: **مقایسه استحکام** پلی‌اتن سبک < پلی‌اتن سنگین: **مقایسه نقطه ذوب** ۶- **کاربرد:** ساخت اسباب‌بازی، مخازن، بطری و دبه‌های آب پلاستیکی ۷- نیروی بین مولکولی در آن از نوع وان‌درواسی است که **قوی‌تر** از پلی‌اتن سبک است.

پلی‌استرها

دسته‌ای از پلیمرها که از اتم‌های C، O و H تشکیل شده‌اند.

از این پلیمرها، می‌توان نخ، الیاف و پارچه‌های پلی‌استری تولید کرد.

فرمول عمومی پلی استرها به صورت زیر است:



استرها

دسته‌ای از مواد آلی هستند که منشأ بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها و عطرها و نیز بو و طعم میوه‌ها از آن‌ها است.

بو و طعم خوش **آناناس** به دلیل وجود یک استر به نام **اتیل بوتانوآت** است:

$CH_3CH_2CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5$

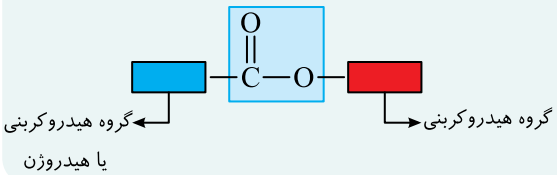
گروه عاملی استر

ساختار **گروه عاملی استری** به‌صورت $(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-)$ است.

به گروه عاملی استری، دو بخش با دو زنجیر هیدروکربنی متصل است.

از واکنش یک **الکل** با یک **کربوکسیلیک اسید** تولید می‌شوند.

فرمول مولکولی عمومی استرهای یک عاملی با زنجیر کربن سیرشده به صورت $C_nH_{2n}O_2$ است.



الکل‌ها

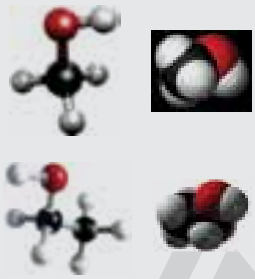
دسته‌ای از ترکیب‌ها که در آنها حداقل یک یا چند گروه عاملی **هیدروکسیل OH—** با یک پیوند اشتراکی به اتم کربن متصل است.

الکل‌های یک عاملی را می‌توان با فرمول (ROH) نشان داد که در آن R، یک زنجیر هیدروکربنی را نشان می‌دهد.

فرمول عمومی الکل‌های یک عاملی سیرشده به‌صورت $C_nH_{2n+1}OH$ است.

متانول: نخستین عضو خانوادهٔ الکل‌ها است. فرمول مولکولی: CH_3OH

اتانول: دومین عضو خانوادهٔ الکل‌ها است. فرمول مولکولی: C_2H_5OH



انحلال‌پذیری الکل‌ها

در مولکول هر الکل دو بخش متمایز وجود دارد: زنجیر هیدروکربنی (بخش ناقطبی) و گروه OH— (بخش قطبی)

بخش ناقطبی ← CH_3-CH_2- OH → بخش قطبی

هر چه **تعداد کربن** در مولکول الکل **بیشتر** باشد، میزان **قطبیت** آن **کاهش** می‌یابد:

مقایسهٔ میزان قطبیت: هگزانول > اتانول

به دلیل وجود **OH—** در ساختار الکل‌ها، میان مولکول‌های الکل، **پیوند هیدروژنی** برقرار می‌شود.

وجود **بخش ناقطبی** (زنجیر هیدروکربنی) نیروی جاذبهٔ **وان‌دروالس** را میان مولکول‌های الکل به‌وجود می‌آورد.

در **الکل‌های سبک تا پنج اتم کربن** (مانند متانول و اتانول) پیوند هیدروژنی بر نیروی وان‌دروالس غلبه می‌کند به همین دلیل این الکل‌ها در آب به خوبی حل می‌شوند.

سه الکل اول (متانول، اتانول و پروپانول) **به هر نسبتی در آب حل می‌شوند**، در واقع نمی‌توان از این الکل‌ها در آب محلول سیرشده تهیه کرد.

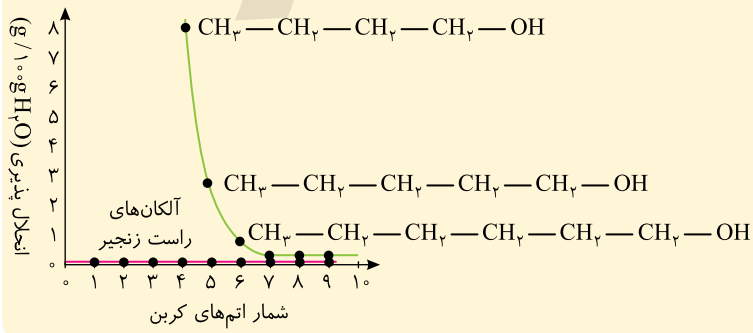
به‌طورکلی با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی (تعداد کربن) مولکول در الکل‌ها، بخش ناقطبی مولکول بزرگ‌تر شده و:

(الف) انحلال‌پذیری الکل در آب کاهش می‌یابد.

(ب) ویژگی **چربی‌دوستی و آب‌گریزی** الکل افزایش می‌یابد.

(پ) نیروهای وان‌دروالسی **قوی‌تر** می‌شوند.

انحلال‌پذیری آلکان‌ها در آب برخلاف الکل‌ها با تغییر تعداد اتم‌های کربن، تغییری نمی‌کند و تقریباً ثابت (نزدیک به صفر) است.



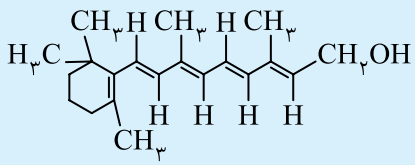
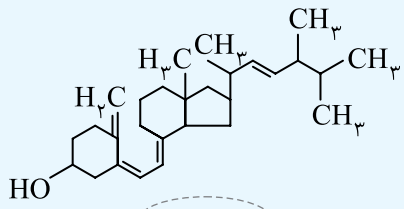
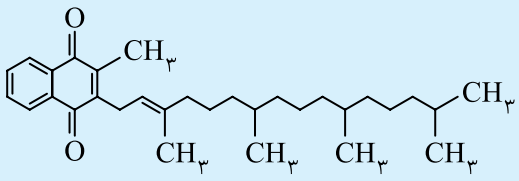
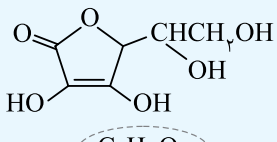
کربوکسیلیک اسیدها

- دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که گروه عاملی کربوکسیل دارند. ($-COOH$ یا $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$)
- **مزهٔ ترش** دارند و مزهٔ ترش میوه‌هایی مثل **لیموترش** و **ریواس**، ناشی از وجود این مولکول‌ها است.
- کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی را می‌توان با فرمول $(\mathbf{RCOOH})$ یا $(\mathbf{R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH})$ نشان داد که در آن R، هیدروژن یا زنجیر هیدروکربنی است.
- کربوکسیلیک اسیدها با استرها **ایزومر** هستند و فرمول مولکولی هر دو به‌صورت $C_nH_{2n}O_2$ است.
- نام‌گذاری کربوکسیلیک اسیدها: به آخر نام آلکان هم‌کربن با اسید، پسوند «وئیک اسید» اضافه می‌کنیم. (آلکانوئیک اسید)
- متانوئیک اسید یا فورمیک اسید ($HCOOH$): نخستین عضو این خانواده است که بر اثر **گزش مورچهٔ سرخ**، وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می‌شود.
- اسـتیک اسید یا اتانوئیک اسید (CH_3COOH): دومین عضو این خانواده است. این اسید یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزانه بوده و در ساختار **سرکه** نیز به‌کار رفته است.

انواع ویتامین‌ها

- **محلول در چربی**: مصرف بیش از اندازهٔ آن‌ها برای بدن مشکل‌ساز است ← ویتامین‌های «آ»، «دی»، «کا»
- **محلول در آب**: مصرف بیش از اندازهٔ آن‌ها برای بدن مشکل ایجاد نمی‌کند ← ویتامین «ث»

آشنایی با چند ویتامین مهم

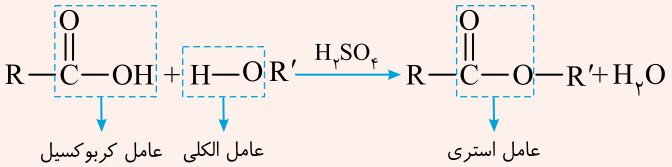
		فرمول ساختاری و فرمول مولکولی	قطبیت مولکول	نیروی بین مولکولی	تعداد گروه OH	گروه‌های عاملی
ویتامین‌های چربی‌دوست (آب‌گریز)	ویتامین «آ»	 $C_{20}H_{30}O$	ناقطبی	وان‌دروالسی	یک گروه OH	الکلی (الکل سیرنشده)
	ویتامین «دی»	 $C_{28}H_{44}O$	ناقطبی	وان‌دروالسی	یک گروه OH	الکلی (الکل سیرنشده)
	ویتامین «کا»*	 $C_{31}H_{46}O_2$	ناقطبی	وان‌دروالسی	ندارد	کتونی
ویتامین آب‌دوست (چربی‌گریز)	ویتامین «ث»	 $C_6H_8O_6$	قطبی	هیدروژنی	چهار گروه OH	الکلی و استری

* در بین این ۴ ویتامین، فقط ویتامین «کا»، دارای حلقه بنزن بوده و آروماتیک است.

واکنش استری‌شدن

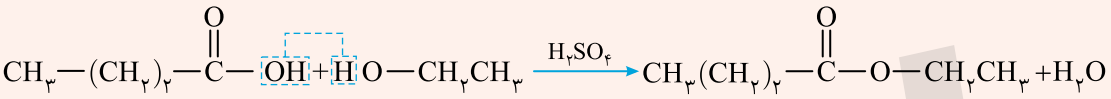
کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌ها، در شرایط مناسب با یک‌دیگر واکنش می‌دهند و **با از دست دادن آب**، به استر تبدیل می‌شوند.

معادلهٔ واکنش استری شدن:



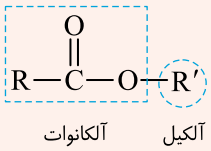
واکنش استری شدن، در **محیط اسیدی** انجام می‌شود.

مثال:

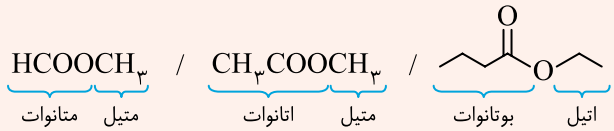


از واکنش بالا برای تولید شوینده با **بوی آناناس** استفاده می‌شود. بوی آناناس، به دلیل وجود **اتیل بوتانوات** در آن است.

هر استر را می‌توان به دو بخش آلکیل و آلکانوات تبدیل کرد:

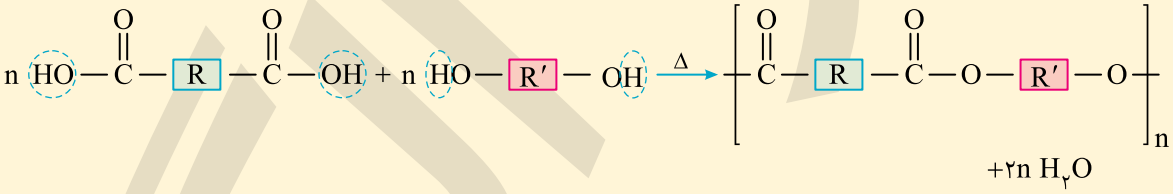


نام‌گذاری استرها بر وزن آلکیل آلکانوات انجام می‌شود:



واکنش تولید پلی‌استر

پلی‌استرها دسته‌ای از پلیمرها هستند که از واکنش یک **کربوکسیلیک اسید دو عاملی** با یک **الکل دو عاملی** در شرایط مناسب، تولید می‌شوند:



برای تشکیل آب به عنوان فراورده، **از اسید گروه** OH— و **از الکل H** جدا می‌شود.

اگر n مونومر از اسید دو عاملی با n مونومر از الکل دو عاملی با هم واکنش دهند، یک مولکول پلی‌استر و ۲n مولکول آب تولید می‌شود.

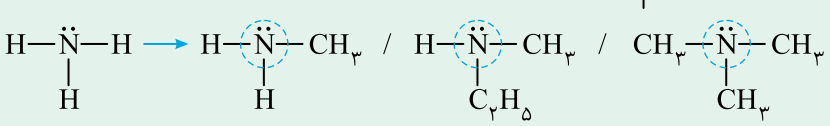
توجه: اگر تعداد مونومرها محدود باشد (مثلاً ۳ اسید دو عاملی و ۳ الکل دو عاملی) برای شمارش تعداد مولکول‌های آب آزاد شده، باید توجه داشت که در مرحله اول (واکنش یک اسید دو عاملی با یک الکل دو عاملی) یک مولکول آب آزاد می‌شود، ولی در مراحل بعدی در هر مرحله دو مولکول آب آزاد می‌شود.

با استفاده از کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌های دو عاملی گوناگون، پلی‌استرها با ساختار و ویژگی‌های متفاوت به‌دست می‌آیند که کاربردهای ویژه و متفاوتی دارند.

از **پلی‌استرها** برای تهیه **الیاف**، **نخ** و **پارچه‌های پلی استری** استفاده می‌شود.

آمین‌ها

آمین‌ها ترکیب‌های آلی هستند که از جایگزین کردن یک، دو یا سه اتم هیدروژن در مولکول آمونیاک با گروه‌های هیدروکربنی به‌دست می‌آیند، نمایش گروه عاملی آمینی به‌صورت —N̈— است:



متیل آمین ساده‌ترین آمین است و دارای فرمول مولکولی CH_3NH_2 می‌باشد.

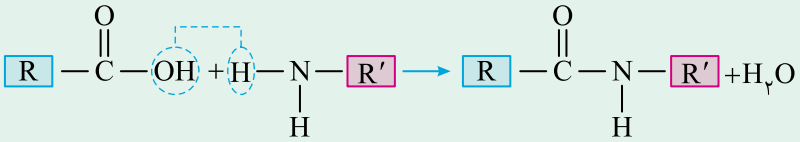
وجود اتم **نیتروژن**، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به‌فردی به آمین‌ها داده است.

بوی بد ماهی به‌دلیل وجود **متیل آمین** و برخی آمین‌های دیگر است.

آمیدها

آمیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که دارای حداقل یک گروه عاملی آمیدی $(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{|}{N}-)$ هستند.

آمیدها از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با آمین‌ها یا آمونیاک به‌دست می‌آیند، در این واکنش، از آمین H و از اسید OH جدا شده و تشکیل آب می‌دهند:



آمین‌هایی که اتم H متصل به N ندارند، **نمی‌توانند** در واکنش تهیهٔ آمید شـرکت کنند، زیرا اتم هیدروژنی وجود ندارد که با OH گروه کربوکسیل واکنش دهد.

پلی‌آمیدها

در این دسته از پلیمرها، گروه عاملی آمیدی در طول زنجیر کربنی تکرار شده است ← در ساختار این پلیمرها، عنصرهای C، H، N وجود دارد.

مو، ناخن، پوست بدن، شاخ حیوانات و پشم گوسفند، نمونه‌هایی از **پلی‌آمیدهای طبیعی** است.

پلی‌آمیدهای ساختگی را در صنایع پتروشیمی و از واکنش دی‌اسیدها با دی‌آمین‌ها تولید می‌کنند. کولار، یکی از پلی‌آمیدهای ساختگی است.

کولار
- پنج برابر از فولاد هم‌جرم خود **مقاوم‌تر** است.
- از آن در **تهیهٔ تایر** اتومبیل، **جلیقهٔ ضدگلوله** و **قایق بادبانی** استفاده می‌شود.
- پوشاک دوخته شده از آن، **سبک و بسیار محکم** بوده و در برابر ضربه، خراش و بریدگی، مقاوم است.

در پلی‌آمیدها بین گروه‌های $>N-H$ از یک مولکول با گروه‌های $>C=O$ از مولکول دیگر، پیوند هیدروژنی وجود دارد. بنابراین نیروی بین مولکول‌های پلی‌آمیدها از نوع **هیدروژنی** است.

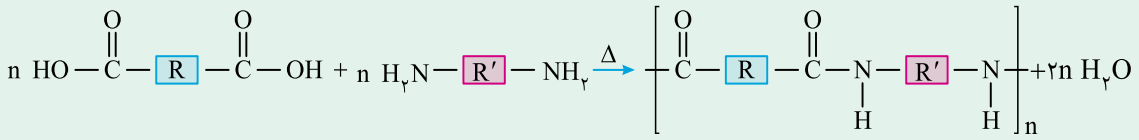
واکنش تولید پلی‌آمید

از واکنش یک **کربوکسیلیک اسید دو عاملی** با یک **آمین دو عاملی** در شرایط مناسب، یک **پلی‌آمید** تولید می‌شود.

برای تشکیل آب به‌عنوان فراورده، **OH از اسید** و **H از هیدروژن متصل به نیتروژن** آمین، تأمین می‌شود.

اگر n مولکول آمین دو عاملی و n مولکول کربوکسیلیک اسید دو عاملی وارد واکنش تولید یک پلی آمید شوند، یک مولکول پلی‌آمید و ۲n مولکول آب تولید می‌شود.

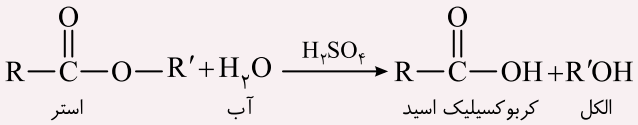
واکنش n مول دی‌آمین با n مول دی‌اسید و تهیه پلی‌آمید به صورت زیر است:



توجه: اگر تعداد مونومرها در این واکنش محدود باشد، هنگام شمارش تعداد مولکول‌های آب آزاد شده، باید توجه داشت که در مرحلهٔ اول این واکنش فقط یک مولکول آب آزاد می‌شود درحالی که در مراحل بعدی، در هر مرحله دو مولکول آب آزاد می‌شود.

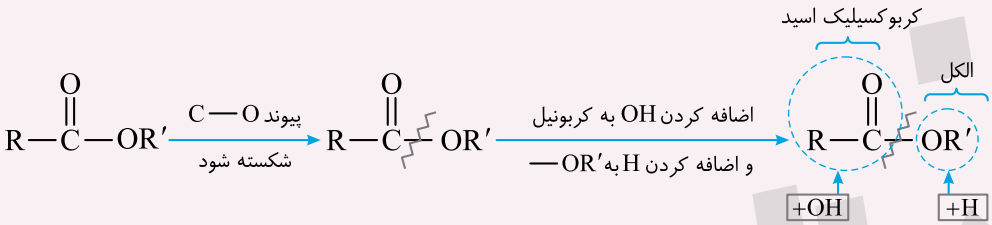
آبکافت استرها

استرها در شرایط مناسب، **با آب** واکنش داده و به الکل و اسید سازندهٔ خود تبدیل می‌شوند، به این واکنش **آبکافت استر** گفته می‌شود:



سرعت واکنش آب‌کافت استرها **کم** است، به همین دلیل این واکنش را در حضور مقداری اسید قوی (مانند H_2SO_4) به عنوان کاتالیزگر، انجام می‌دهند.

تشخیص اسید و الکل سازندهٔ استر با استفاده از ساختار استر:

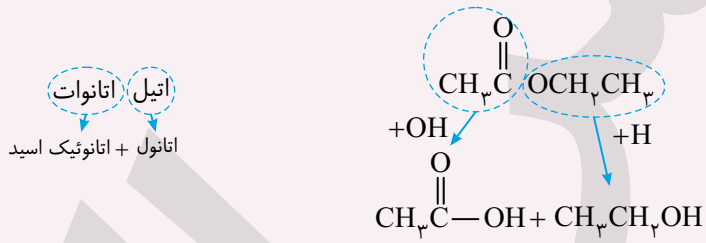


تشخیص اسید و الکل سازندهٔ استر با استفاده از نام استر:

آلکیل آلکانوات

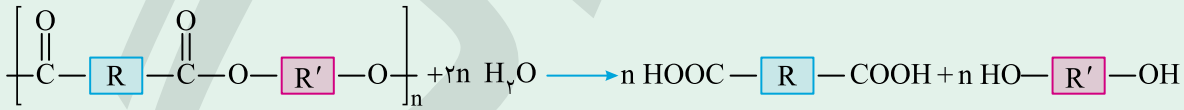
بخش **آلکیل** بر وزن **آلکانول** نوشته شود (الکل سازندهٔ استر).

بخش **آلکانوات** بر وزن **آلکانوئیک** اسید نوشته شود (اسید سازنده استر).

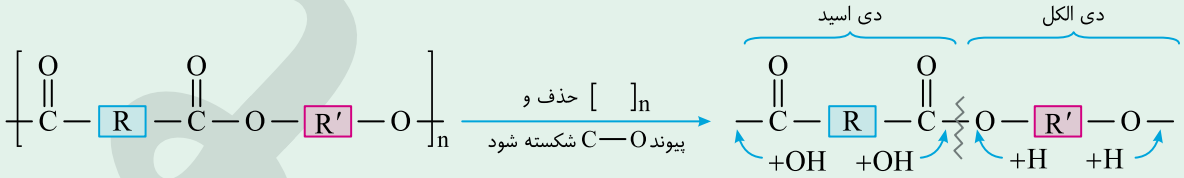


آبکافت پلی‌استرها

پلی‌استرها در شرایط مناسب با مقدار کافی آب واکنش می‌دهند و به مونومرهای سازندهٔ خود یعنی دی الکل و دی اسید تبدیل می‌شوند:



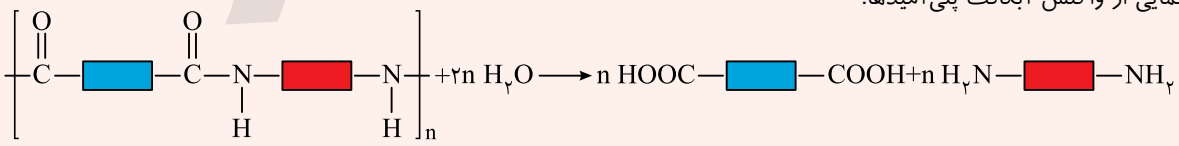
تشخیص مونومرهای سازندهٔ یک پلی‌استر:



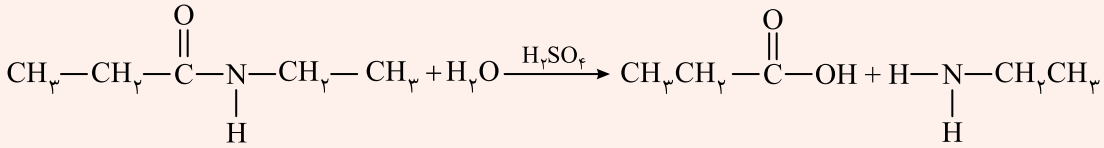
آبکافت آمیدها و پلی‌آمیدها

آمیدها و پلی‌آمیدها در شرایط مناسب با مقدار کافی آب واکنش می‌دهند و به اسیدها و آمین‌های سازندهٔ خود تبدیل می‌شوند.

نمایی از واکنش آبکافت پلی‌آمیدها:



مثال:



سست و پوسیده شدن پوشاک

- هر نوع پوشاک، تاریخ مصرفی دارد و پس از مدتی، تار و پود آن، سست و پوسیده می‌شود.
- در اثر واکنش پلیمرهای سازندهٔ پوشاک با مولکول‌های موجود در محیط، **پیوند استری یا آمیدی** شکسته می‌شود.
- پیوند استری و آمیدی، **عامل استحکام** پارچه هستند و با شکستن آن‌ها، تار و پود پارچه به سادگی گسسته می‌شود.
- لباس‌های نخی در محیط گرم و مرطوب، **سریع‌تر** از محیط سرد و خشک، پوسیده می‌شوند.
- شوینده‌ها با الیاف پارچه واکنش داده و آن را به مونومرهای سازنده‌اش تبدیل می‌کنند.
- بوی بد ناشی از نگه‌داری طولانی مدت لباس‌ها در محلول آب و شوینده، به دلیل آبکافت پلی‌آمیدها و پلی‌استرهای موجود در آن به **کربوکسیلیک اسیدها، الکل‌ها** و **آمین‌ها** است که بوی نامطبوعی دارند.

پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر و زیست تخریب‌ناپذیر

- پلیمرهای **ساختگی** حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده که **زیست تخریب‌ناپذیر** بوده، تمایلی به انجام واکنش **نداشته** و در طبیعت **تجزیه نمی‌شوند**. این پلیمرها ساختاری شبیه آلکان‌ها داشته و **سیرشده** هستند، به همین دلیل **ماندگارند**.
- پلیمرهای ساختگی **زیست تخریب‌پذیر** مانند پلی‌استرها و پلی‌آمیدها به‌تدریج تجزیه می‌شوند و به مونومرهای سازنده خود (اجزای کوچک‌تر) تبدیل می‌گردند.
- پلیمرهای **ساختگی با پایهٔ نفتی، زیست تخریب‌ناپذیرند**، به‌همین دلیل در سال‌های اخیر جایگزینی آن‌ها با پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر مطرح شده است.
- پلیمرهای طبیعی زیست **تخریب‌پذیرند** و در طبیعت باقی نمی‌مانند.

نشاسته

- **پلی‌ساکاریدی** است که از اتصال مولکول‌های **گلوکز** به یک‌دیگر تشکیل شده است و نان و سیب‌زمینی، غنی از نشاسته هستند.
- مولکول‌های نشاسته در شرایط مناسب همانند **محیط مرطوب**، با **کاتالیزگر** یا در **محیط گرم و مرطوب**، به آرامی به گلوکز تجزیه شده و **مزهٔ شیرین** ایجاد می‌کنند.
- گوارش نشاسته، از **دهان** آغاز می‌شود و طی این فرایند، نشاسته به گلوکز تجزیه می‌شود.
- گوارش نشاسته، شامل **واکنش شیمیایی تجزیهٔ** نشاسته است که به کمک **آنزیم‌ها** تسریع می‌گردد.

پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده

- این پلیمرها، تمایلی به انجام واکنش **ندارند** و پوشاک تهیه شده از این مواد، در طبیعت **تجزیه نمی‌شود**.
- ساختاری شبیه آلکان‌ها دارند و **سیرشده** هستند.
- استفاده از این پلیمرها صرفهٔ اقتصادی دارد، ولی ماندگاری درازمدت این مواد در طبیعت، **مشکلات زیست محیطی** ایجاد می‌کند.

آهنگ تجزیه پلی‌آمیدها و پلی‌استرها

- آهنگ تجزیهٔ آن‌ها، به **ساختار مونومرهای سازنده** بستگی دارد.
- به‌طور کلی، واکنش تجزیهٔ پلی‌آمیدها و پلی‌استرها، **بسیار کند** است و لباس‌های تهیه‌شده از این نوع پارچه‌ها، استحکام خود را حفظ می‌کنند.

بازیافت

- یک رویکرد عملی است که به حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع، منجر خواهد شد.
- برای افزایش کارایی بازیافت و افزایش کیفیت فراورده‌های بازیافتی، برای هر پلیمر، نشانه‌ای در نظر گرفته می‌شود.
- این نشانه، شامل عددی است که درون یک مثلث قرار دارد.
- جایگزین کردن پلیمرهای ساختگی بر پایهٔ نفت با پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر، راهکار دیگری برای استفادهٔ بهینه از منابع است.

پلیمر سبز (دوست‌دار محیط‌زیست)

- هر گاه این پلیمرها و کالاهای ساخته‌شده از آن‌ها در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه توسط **جانداران ذره‌بینی** به مولکول‌های ساده مانند H_2O و CO_2 تبدیل می‌شوند.
- این پلیمرها از **فراورده‌های کشاورزی** مانند سیب‌زمینی، ذرت و نیشکر تهیه می‌شوند.
- مراحل تهیهٔ آن: نخست نشاستهٔ موجود در فراورده‌های کشاورزی به لاکتیک اسید تبدیل می‌شود، سپس، تولید پلی‌لاکتیک اسید از لاکتیک اسید در واکنش پلیمری‌شدن و در شرایط مناسب، صورت می‌گیرد.
- از پلی‌لاکتیک اسید، **انواع ظروف پلاستیکی یک‌بار مصرف** تولید می‌شود.
- ظروف پلاستیکی حاصل از پلی‌لاکتیک اسید، امکان تبدیل شدن به **کود** را دارند و ردپای کوچکی در محیط زیست برجای می‌گذارند.
- انواع ظروف یک‌بار مصرف $\xrightarrow{\text{فراوری}}$ پلی لاکتیک اسید $\xrightarrow{\text{پلیمر شدن}}$ لاکتیک اسید $\xrightarrow{\text{تبدیل}}$ نشاسته

فصل اول

سوالات سطح دوم

پاسخ‌های تشریحی

C **۳۹۸- گزینهٔ ۱** همهٔ عناصر **گروه اول** جدول دوره‌ای فلز بوده و همانند سیلیسیم (عنصر چهارم دورهٔ سوم) دارای سطح درخشان هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): سدیم، منیزیم، آلومینیم و سیلیسیم از عناصر دورهٔ سوم، **همانند** کربن رسانایی الکتریکی دارند.

گزینهٔ (۳): کربن، سیلیسیم و ژرمانیم در میان عناصر گروه چهارده جدول دوره‌ای، **چکش‌خوار نیستند** و در اثر ضربه خرد می‌شوند.

گزینهٔ (۴): همهٔ عناصر گروه اول جدول دوره‌ای (۶ عنصر) قادر به تشکیل کاتیون هستند، در حالی که تنها فسفر و گوگرد در میان عناصر **جامد** تناوب سوم تمایل به گرفتن الکترون دارند. (۲ عنصر)

C **۳۹۹- گزینهٔ ۳** در آرایش الکترونی $_{۲۹}Cu^{+}$، شش زیرلایهٔ پر از الکترون وجود دارد. $_{۲۹}Cu^{+}:۱s^{۲}/۲s^{۲}۲p^{۶}/۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}$

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): هر مول از ترکیب سازندهٔ مس (II) سولفات و مس (I) کلرید، دارای دو مول یون می‌باشد.

گزینهٔ (۲): در آرایش الکترونی $_{۲۹}Cu^{۲+}$، زیرلایهٔ هشت الکترونی وجود **ندارد**. $_{۲۹}Cu^{۲+}:۱s^{۲}/۲s^{۲}۲p^{۶}/۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۹}$

گزینهٔ (۴): ترکیب حاصل از کاتیون ترکیب (۱) $(Cu^{۲+})$ و آنیون ترکیب (۲) (Cl^{-}) دارای فرمول $CuCl_{۲}$ می‌باشد که در هر مول آن **۳ مول یون** وجود دارد.

C **۴۰۰- گزینهٔ ۴** همهٔ عبارت‌ها درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): با توجه به آرایش الکترونی کاتیون $_{۳۰}Zn^{۲+}$، **۶ زیرلایه** به طور کامل از الکترون پر شده‌اند. $_{۳۰}Zn^{۲+}:۱s^{۲}/۲s^{۲}۲p^{۶}/۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}$

عبارت (ب): با توجه به آرایش الکترونی کاتیون $_{۲۵}Mn^{۲+}$، **۵** زیرلایه به طور کامل از الکترون پر و **۱** زیرلایه نیمه‌پر می‌باشند.

$_{۲۵}Mn^{۲+}:۱s^{۲}/۲s^{۲}۲p^{۶}/۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۵}$

عبارت (پ): اتمی از عناصر واسطهٔ تناوب چهارم که در لایهٔ ظرفیت خود، زیرلایهٔ ۴s و ۳d نیمه‌پر دارد، $_{۲۴}Cr$ می‌باشد.

$_{۲۴}Cr:۱s^{۲}/۲s^{۲}۲p^{۶}/۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۵}/۴s^{۱}$

عبارت (ت): اگر پس از جدا کردن ۳ الکترون از اتم A، **۲۶ الکترون** برای آن باقی بماند، اتم خنثی A دارای ۲۹ الکترون و آرایش الکترونی آن به صورت روبه‌رو می‌باشد. $A:۱s^{۲}/۲s^{۲}۲p^{۶}/۳s^{۲}۳p^{۶}۳d^{۱۰}/۴s^{۱}$

بنابراین آرایش الکترونی یون A^{+} به $۳d^{۱۰}$ ختم می‌شود.

C **۴۰۱- گزینهٔ ۲** در میان عناصر تناوب چهارم، $_{۳۰}Zn$، $_{۲۹}Cu$ و ۶ عنصر دستهٔ p این دوره (مجموعاً ۸ عنصر)، دارای زیرلایهٔ ۳d **پر** هستند. در عناصر واسطهٔ تناوب چهارم به‌جز $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$ که در آخرین زیرلایهٔ خود (۴s) **یک الکترون** دارند، سایر عناصر در زیرلایهٔ ۴s خود، همگی **۲ الکترون** دارند (۸ عنصر).

C **۴۰۲- گزینهٔ ۳** عنصر $_{۲۰}Ca$ از دستهٔ s، عنصر $_{۳۲}Ge$ از دستهٔ p و همهٔ عناصر دستهٔ d به‌جز $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$ در آخرین زیرلایهٔ خود **۲ الکترون** دارند (مجموعاً ۱۰ عنصر)، در حالی‌که تنها عناصر $_{۱۹}K$، $_{۲۴}Cr$ و $_{۲۹}Cu$ در آخرین لایهٔ الکترونی خود (n=۴) دارای **۱ الکترون** هستند.

C **۴۰۳- گزینهٔ ۲** در میان عناصر تناوب چهارم، سومین عنصری که آخرین زیرلایهٔ آن به صورت نیمه‌پر است، $_{۲۹}Cu$ می‌باشد که در گروه **۱۱ جدول** دوره‌ای قرار دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در میان عناصر واسطهٔ دورهٔ چهارم، دو عنصر $_{۲۵}Mn$ و $_{۲۹}Cu$، در لایهٔ ظرفیت خود یک زیرلایهٔ پر و یک زیرلایهٔ نیمه‌پر دارند.

گزینهٔ (۳): در میان عناصر واسطهٔ دوره چهارم، حداکثر تعداد الکترون‌هایی با n=۳، برابر ۱۸ و حداقل تعداد الکترون‌هایی با n=۴، برابر ۱ می‌باشد.

گزینهٔ (۴): نسبت تعداد الکترون‌های زیرلایهٔ ۳d، به تعداد الکترون‌های زیرلایهٔ ۴s، در اتم $_{۲۹}Cu$، برابر ۱۰ می‌باشد که این، **بیشترین** عدد ممکن برای این نسبت است.

C **۴۰۴- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (ب) و (ت) جمله داده شده را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (ب): تعداد الکترون‌های زیرلایهٔ ۳d یون‌های $_{۲۵}Mn^{۳+}$ و $_{۲۴}Cr^{۲+}$، هر دو، برابر ۴ است.

عبارت (ت): تعداد الکترون‌های زیرلایهٔ ۳d یون‌های $_{۳۰}Zn^{۲+}$ و $_{۲۹}Cu^{+}$، برابر **۱۰** می‌باشد، در حالی‌که شمار الکترون‌های زیرلایهٔ ۳d یون $_{۲۶}Fe^{۳+}$، برابر ۵ می‌باشد.

C **۴۰۵- گزینهٔ ۴** چهارمین عنصر واسطهٔ تناوب چهارم $_{۲۴}Cr$ می‌باشد.

برای یون $X^{۲+}$ داریم:

$$(۱)\quad n-p=۵$$

$$(۲)\quad \left.\begin{array}{l} e+p=۲\times۲۴ \\ p-e=۲ \end{array}\right\} \Rightarrow ۲p=۵۰ \Rightarrow p=۲۵$$

$$(۱),(۲) \Rightarrow n=۳۰$$

با توجه به عدد اتمی عنصر X $(Z=۲۵)$ آرایش الکترونی آن به صورت $(۱s^۲/۲s^۲۲p^۶/۳s^۲۳p^۶۳d^۵/۴s^۲)$ می‌باشد که در آن شمار الکترون‌های لایهٔ ظرفیت برابر ۷ می‌باشد.

اختلاف تعداد نوترون‌ها و تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم X $=۳۰-۷=۲۳$

C **۴۰۶- گزینهٔ ۳** میزان کاهش جرم مخلوط موجود در ظرف واکنش، برابر جرم کربن دی‌اکسید آزاد شده در واکنش آهن (III) اکسید با کربن می‌باشد.

$$۲Fe_۲O_۳(s)+۳C(s) \xrightarrow{\Delta} ۴Fe(s)+۳CO_۲(g)$$

از واکنش هر ۳۵۶ گرم واکنش‌دهنده (۲ مول $Fe_۲O_۳$ و ۳ مول C)، ۳ مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.

$$?\,g\,O_۲=۷۱/۲g\ \text{واکنش‌دهنده}\times\frac{۳mol\,CO_۲}{۳۵۶g\ \text{واکنش‌دهنده}}\times\frac{۴۴g\,CO_۲}{۱mol\,CO_۲}=۲۶/۴g\,CO_۲$$

C **۴۰۷- گزینهٔ ۳** معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌ها:

$$CH_۴(g)+۲O_۲(g)\rightarrow CO_۲(g)+۲H_۲O(g) \qquad ۲C_۴H_۶(g)+۱۱O_۲(g)\rightarrow ۸CO_۲(g)+۶H_۲O(g)$$

فرض می‌کنیم x گرم $CH_۴$ و y گرم $C_۴H_۶$ داریم که مجموع آن‌ها برابر ۱۴۴ گرم است. آب تولید شده در دو واکنش را برحسب x و y حساب می‌کنیم. دستگاه دو معادله دو مجهول به وجود آمده را حل می‌کنیم تا x و y را بیابیم.

$$?\,g\,H_۲O=xg\,CH_۴\times\frac{۱mol\,CH_۴}{۱۶g\,CH_۴}\times\frac{۲mol\,H_۲O}{۱mol\,CH_۴}\times\frac{۱۸g\,H_۲O}{۱mol\,H_۲O}=۲/۲۵xg\,H_۲O$$

$$?\,g\,H_۲O=yg\,C_۴H_۶\times\frac{۱mol\,C_۴H_۶}{۵۴g\,C_۴H_۶}\times\frac{۶mol\,H_۲O}{۲mol\,C_۴H_۸}\times\frac{۱۸g\,H_۲O}{۱mol\,H_۲O}=yg\,H_۲O$$

$$\left\{\begin{array}{l} x+y=۱۴۴ \\ ۲/۲۵x+y=۲۱۶ \end{array}\right. \Rightarrow x=۵۷/۶g \quad , \quad y=۸۶/۴g \Rightarrow \text{درصد جرمی } x=\frac{\text{جرم } x}{\text{جرم } x+\text{جرم } y}\times۱۰۰=\frac{۵۷/۶}{۱۴۴}\times۱۰۰=٪۴۰$$

C **۴۰۸- گزینهٔ ۲** در صورت سؤال بیان شده است که درصد ناخالصی $KNO_۳$ با درصد ناخالصی $KClO_۳$ برابر است، نتیجه می‌گیریم درصد خلوص این دو ماده هم با هم برابر است و این مقدار برابر را $P٪$ فرض می‌کنیم.

$$?\,mol\,O_۲=ag\,KNO_۳\ \text{ناخالص}\times\frac{Pg\,KNO_۳\ \text{خالص}}{۱۰۰g\,KNO_۳\ \text{ناخالص}}\times\frac{۱mol\,KNO_۳}{۱۰۱g\,KNO_۳}\times\frac{mol\,O_۲}{۲mol\,KNO_۳}=\frac{aP}{۲۰۲۰۰}mol\,O_۲$$

$$?\,mol\,O_۲=bg\,KClO_۳\ \text{ناخالص}\times\frac{Pg\,KClO_۳\ \text{خالص}}{۱۰۰g\,KClO_۳\ \text{ناخالص}}\times\frac{۱mol\,KClO_۳}{۱۲۲/۵g\,KClO_۳}\times\frac{۳mol\,O_۲}{۲mol\,KClO_۳}=\frac{۳bP}{۲۴۵۰۰}mol\,O_۲$$

در سؤال بیان شده که مقدار $O_۲$ تولید شده در واکنش (الف) با مقدار $O_۲$ تولید شده در واکنش (ب) برابر است.

$$\frac{aP}{۲۰۲۰۰}=\frac{۳bP}{۲۴۵۰۰}\Rightarrow a=۲/۴۷b$$

C **۴۰۹- گزینهٔ ۴** در این سؤال با توجه به مقدار $Na_۲O$ و $Li_۲O_۲$، مقدار $CO_۲$ مصرفی که همان $CO_۲$ تولید شده در واکنش اول است را می‌یابیم و سپس به کمک آن مقدار $CaCO_۳$ خالص و پس از آن مقدار ناخالصی را محاسبه می‌کنیم.

$$\text{درصد خلوص}=\frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}}\times۱۰۰\Rightarrow ۶۹=\frac{xg\,Li_۲O_۲\ \text{خالص}}{۲۰g\,Li_۲O_۲\ \text{ناخالص}}\times۱۰۰\Rightarrow x=۱۳/۸g\,Li_۲O_۲$$

$$?\,mol\,CO_۲=۱۳/۸g\,Li_۲O_۲\times\frac{۱mol\,Li_۲O_۲}{۴۶g\,Li_۲O_۲}\times\frac{۲mol\,CO_۲}{۲mol\,Li_۲O_۲}=۰/۳\,mol\,CO_۲$$

$$?\,mol\,CO_۲=۱/۲mol\,Na_۲O\times\frac{۲mol\,CO_۲}{۱mol\,Na_۲O}=۲/۴mol\,CO_۲\Rightarrow \text{کل } CO_۲ \text{ مصرفی}=۲/۴+۰/۳=۲/۷mol$$

$$?\,g\,CaCO_۳=۲/۷mol\,CO_۲\times\frac{۱mol\,CaCO_۳}{۱mol\,CO_۲}\times\frac{۱۰۰g\,CaCO_۳}{۱mol\,CaCO_۳}=۲۷۰g\,CaCO_۳$$

جرم ناخالصی = جرم کل − جرم $CaCO_۳$ خالص $=۳۰۰-۲۷۰=۳۰g$ ناخالصی

C **۴۱۰- گزینهٔ ۱** در این سؤال می‌توانیم فرض کنیم، مجموع جرم ناخالصی، NaBr و $K_۲SO_۴$، ۱۰۰g است. چون فرض کردیم جرم کل برابر ۱۰۰ گرم است، پس درصدهای جرمی، همان جرم مواد بوده و ۳۳/۳ گرم برم و ۸/۷۵ گرم ناخالصی داریم.

برای به دست آوردن درصد جرمی K، کافی است جرم آن را محاسبه کنیم.

$$?\,g\,NaBr = ۳۳/۳g\,Br \times \frac{۱mol\,NaBr}{۸۰g\,Br} \times \frac{۱۰۳g\,NaBr}{۱mol\,NaBr} = ۴۲/۸۷g\,NaBr$$

$$K_۲SO_۴\ \text{جرم} = \text{جرم کل} - (NaBr\ \text{جرم} + \text{جرم ناخالصی}) = ۱۰۰ - (۴۲/۸۷ + ۸/۷۵) = ۴۸/۳۸g\,K_۲SO_۴$$

$$?\,g\,K = ۴۸/۳۸g\,K_۲SO_۴ \times \frac{۱mol\,K_۲SO_۴}{۱۷۴g\,K_۲SO_۴} \times \frac{۲mol\,K}{۱mol\,K_۲SO_۴} \times \frac{۳۹g\,K}{۱mol\,K} = ۲۱/۶g$$

چون جرم مخلوط را برابر ۱۰۰ گرم درنظر گرفتیم، درصد پتاسیم در مخلوط ۲۱/۶ درصد می‌شود.

۴۱۱- گزینهٔ ۱ C

ابتدا جرم خالص $Fe_۲O_۳$ و $KClO_۳$ را محاسبه می‌کنیم، سپس حجم گاز تولید شده در واکنش اول در شرایط STP را به دست آورده و معادل دو برابر حجم گاز آزاد شده در واکنش دوم، در شرایط غیر STP ، قرار می‌دهیم، تا چگالی به‌دست آید.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم مادهٔ خالص}}{\text{جرم نمونهٔ ناخالص}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۶۴ = \frac{x\,g\,Fe_۲O_۳\ \text{خالص}}{۲۰۰۰g\,Fe_۲O_۳\ \text{ناخالص}} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۱۲۸۰g$$

$$۸۰ = \frac{y\,g\,KClO_۳\ \text{خالص}}{۱۳۷۲g\,KClO_۳\ \text{ناخالص}} \times ۱۰۰ \Rightarrow y = ۱۰۹۷/۶g$$

$$?\,L\,O_۲ = ۱۲۸۰g\,Fe_۲O_۳ \times \frac{۱mol\,Fe_۲O_۳}{۱۶۰g\,Fe_۲O_۳} \times \frac{۳mol\,O_۲}{۲mol\,Fe_۲O_۳} \times \frac{۲۲/۴L\,O_۲}{۱mol\,O_۲} = ۲۶۸/۸L\,O_۲$$

$$?\,x\,\frac{g}{L} = ۱۰۹۷/۶g\,KClO_۳ \times \frac{۱mol\,KClO_۳}{۱۲۲/۵\,KClO_۳} \times \frac{۳mol\,O_۲}{۲mol\,KClO_۳} \times \frac{۳۲g\,O_۲}{۱mol\,O_۲} \times \frac{۱L\,O_۲}{xg\,O_۲} = ۲۶۸/۸ \times \frac{۱}{۲} \Rightarrow x = ۳/۲\,\frac{g}{L}$$

۴۱۲- گزینهٔ ۱ C

فرض می‌کنیم x گرم پتاسیم نیترات داریم. کاهش جرم مواد موجود در ظرف واکنش، تنها مربوط به خروج $O_۲$ می‌باشد. با توجه به نسبت داده شده x را یافته و سپس درصد خلوص آن را پیدا می‌کنیم.

$$\frac{\text{جرم مواد موجود در ظرف}}{\text{جرم اولیه}} = ۰/۹۵۲ \Rightarrow \frac{xg\,KNO_۳ - ۶L\,O_۲ \times \frac{۱/۶g}{۱L}}{x} = ۰/۹۵۲ \Rightarrow x = ۲۰۰g\,KNO_۳$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۵۰ = \frac{۶L\,O_۲}{y\,O_۲} \times ۱۰۰ \Rightarrow y = ۱۲L\,O_۲$$

$$?\,P = ۲۰۰g\,KNO_۳\ \text{ناخالص} \times \frac{Pg\,KNO_۳\ \text{خالص}}{۱۰۰g\,KNO_۳\ \text{ناخالص}} \times \frac{۱mol\,KNO_۳}{۱۰۱g\,KNO_۳} \times \frac{۱mol\,O_۲}{۲mol\,KNO_۳} \times \frac{۳۲g\,O_۲}{۱mol\,O_۲} \times \frac{۱L\,O_۲}{۱/۶g\,O_۲} = ۱۲L\,O_۲ \Rightarrow P = ٪۶۰/۶$$

۴۱۳- گزینهٔ ۲ C

$$?\,mol\,Fe = ۵۴۰g\,Al \times \frac{۱mol\,Al}{۲۷g\,Al} \times \frac{۲mol\,Fe}{۲mol\,Al} = ۲۰mol\,Fe$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{xmol\,Fe}{۲۰mol\,Fe} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۱۶mol\,Fe$$

$$?\,mol\,FeCl_۲ = ۱۶mol\,Fe \times \frac{۱mol\,FeCl_۲}{۱mol\,Fe} = ۱۶mol\,FeCl_۲$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow R = \frac{ymol\,FeCl_۲}{۱۶mol\,FeCl_۲} \times ۱۰۰ \Rightarrow y = \frac{R}{۱۰۰} \times ۱۶mol\,FeCl_۲$$

$$?\,g\,Fe(OH)_۲ = \frac{۱۶R}{۱۰۰}\,mol\,FeCl_۲ \times \frac{۱mol\,Fe(OH)_۲}{۱mol\,FeCl_۲} \times \frac{۹۰g\,Fe(OH)_۲}{۱mol\,Fe(OH)_۲} = ۹۳۶g \Rightarrow R = ٪۶۵$$

$$?\,g\,H_۲ = ۱۶mol\,Fe \times \frac{۱mol\,H_۲}{۱mol\,Fe} \times \frac{۲g\,H_۲}{۱mol\,H_۲} = ۳۲g\,H_۲ \Rightarrow \text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۶۵ = \frac{xg\,H_۲}{۳۲g\,H_۲} \times ۱۰۰ \Rightarrow x = ۲۰/۸g\,H_۲$$

۴۱۴- گزینهٔ ۲ C

توجه داشته باشید که نصف آب تولید شده در واکنش اول، در واکنش دوم به مصرف می‌رسد و برای محاسبهٔ حجم آب تولیدی، نصف آب تولید شده در واکنش اول را در نظر می‌گیریم.

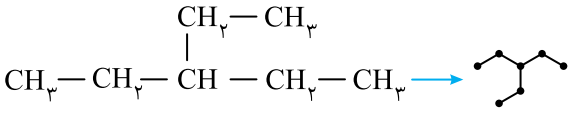
$$?\,L\,H_۲O = ۶۰g\,C_۲H_۶ \times \frac{۱mol\,C_۲H_۶}{۳۰g\,C_۲H_۶} \times \frac{۶mol\,H_۲O}{۲mol\,C_۲H_۶} \times \frac{۱۸g\,H_۲O}{۱mol\,H_۲O} \times \frac{۱L\,H_۲O}{۰/۹g\,H_۲O} \times \frac{۱}{۲} = ۶۰L\,H_۲O$$

$$?\,g\,NaHCO_۳ = ۶۰L\,H_۲O \times \frac{۰/۹g\,H_۲O}{۱L\,H_۲O} \times \frac{۱mol\,H_۲O}{۱۸g\,H_۲O} \times \frac{۲mol\,NaHCO_۳}{۱mol\,H_۲O} \times \frac{۸۴g\,NaHCO_۳}{۱mol\,NaHCO_۳} = ۵۰۴g\,NaHCO_۳$$

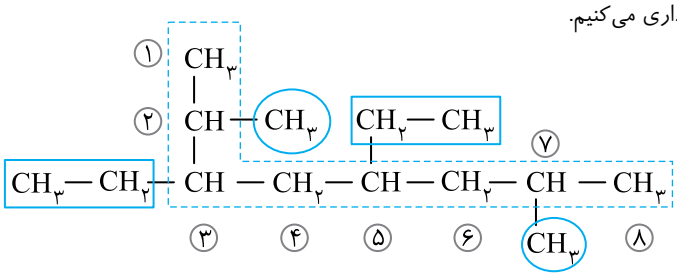
C **۴۱۵- گزینهٔ ۱** عبارت‌های (ب) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

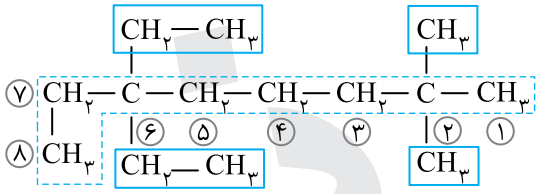
عبارت (الف): فرمول ساختاری متیل پروپان به صورت $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$ می‌باشد. که اگر به جای سه گروه متیل آن، سه گروه اتیل قرار دهیم ترکیب زیر به دست می‌آید.



عبارت‌های (ب) و (پ): ابتدا ساختار ترکیب‌ها را رسم کرده و سپس نام‌گذاری می‌کنیم.

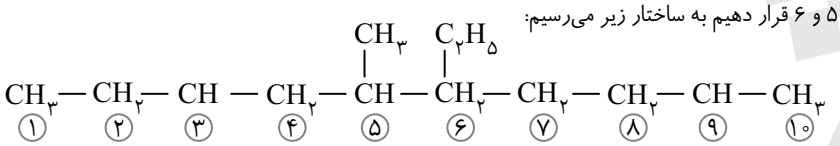


۵،۳- دی اتیل و ۷،۲-دی‌متیل اوکتان



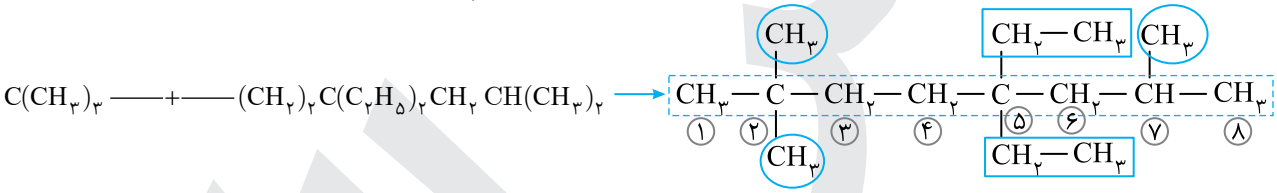
۶،۶- دی‌اتیل و ۲،۲-دی‌متیل اوکتان

عبارت (ت): اگر گروه‌های متیل و اتیل را، روی کربن‌های ۵ و ۶ قرار دهیم به ساختار زیر می‌رسیم:



که نام درست این آلکان ۵-اتیل ۶-متیل دکان می‌باشد. توجه کنید که اتیل بر متیل تقدم دارد.

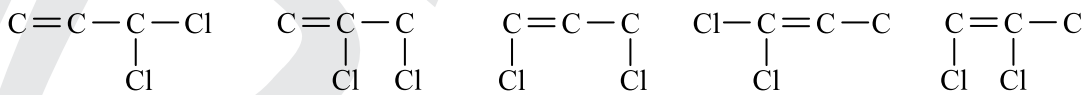
C **۴۱۶- گزینهٔ ۱** از اتصال دو گروه ترکیب مورد نظر به یکدیگر، ترکیب زیر حاصل می‌شود که نام صحیح آن ۵،۵- دی‌اتیل - ۷،۲،۲-تری‌متیل اوکتان می‌باشد.



۵،۵-دی‌اتیل و ۷،۲،۲-تری‌متیل اوکتان

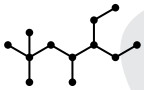
C **۴۱۷- گزینهٔ ۴** فرمول مولکولی $C_3H_4Cl_2$ متعلق به یک هیدروکربن هالوژن‌دار سیرنشده است، با توجه به تعداد اتم‌های کربن و این‌که تعداد اتم‌های اطراف کربن‌ها، دو برابر تعداد اتم‌های کربن است می‌توان نتیجه گرفت که این ترکیب یا آلکن است یا سیکلو آلکان:

آلکن‌ها :



سیکلو آلکان‌ها :

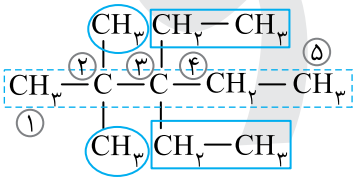
C **۴۱۸- گزینهٔ ۲** ساختار ترکیبی با فرمول نقطه-خط داده شده در گزینهٔ (۲)، به صورت زیر است.



$\rightarrow C(CH_3)_3-CH_2-CH(CH_3)-CH(C_2H_5)_2$

C **۴۱۹- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (پ) و (ت) درست هستند.

اگر در مولکول $(\overset{\text{کربن ۱}}{CH_3}-\overset{\text{کربن ۲}}{CH_3})$ به جای اتم‌های هیدروژن متصل به کربن (۱)، سه گروه متیل و به جای اتم‌های هیدروژن متصل به کربن (۲)، سه گروه اتیل جایگزین شود ترکیب روبه‌رو حاصل می‌شود.



بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): نام ترکیب جدید ۳،۳- دی‌اتیل-۲،۲- دی‌متیل پنتان است.

عبارت (ب): ترکیب ایجاد شده دارای ۱۱ اتم کربن می‌باشد. در حالی‌که دکان دارای ۱۰ اتم کربن است.

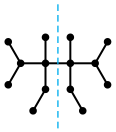
عبارت (پ): اتم‌های کربن شمارهٔ ۲ و ۳ در زنجیرهٔ اصلی فاقد پیوند اشتراکی با هیدروژن هستند.

عبارت (ت): فرمول مولکولی ترکیب تولید شده، $C_{11}H_{24}$ است.

$$\text{درصد جرمی هیدروژن} = \frac{\text{جرم هیدروژن}}{\text{جرم کل ترکیب}} \times ۱۰۰ \quad \frac{۲۴g}{((۱۱\times۱۲)+۲۴)g} \times ۱۰۰ = ٪۱۵/۳۸$$

$$\text{درصد جرمی هیدروژن در } C_2H_6 = \frac{\text{جرم هیدروژن}}{\text{جرم مولی } C_2H_6} \times ۱۰۰ = \frac{۶g}{۳۰g} \times ۱۰۰ = ٪۲۰$$

C **۴۲۰- گزینهٔ ۴** فرمول نقطه - خط ترکیب داده شده در گزینهٔ (۴)، به صورت زیر است که دارای تقارن بوده و از دو نیمهٔ کاملاً مشابه تشکیل شده است.



$(CH_3)_2CHC(CH_3)(C_2H_5)C(C_2H_5)(CH_3)CH(CH_3)$

C **۴۲۱- گزینهٔ ۲** ابتدا جرم فراوردهٔ هر واکنش را محاسبه می‌کنیم:

(I) $C_5H_{10}(g)+Br_2(l) \longrightarrow C_5H_{10}Br_2(l)$

(II) $C_6H_{12}(g)+F_2(g) \longrightarrow C_6H_{12}F_2(g)$

(I) واکنش: $?\,g\,C_5H_{10}Br_2 = 28g\,C_5H_{10} \times \frac{65g\,C_5H_{10}\ \text{خالص}}{100g\,C_5H_{10}\ \text{ناخالص}} \times \frac{1mol\,C_5H_{10}}{70g\,C_5H_{10}} \times \frac{1mol\,C_5H_{10}Br_2}{1mol\,C_5H_{10}} \times \frac{230g\,C_5H_{10}Br_2}{1mol\,C_5H_{10}Br_2} = 59/8g\,C_5H_{10}Br_2$

$?\,g\,C_6H_{12}F_2 = 63g\,C_6H_{12} \times \frac{1mol\,C_6H_{12}}{84g\,C_6H_{12}} \times \frac{1mol\,C_6H_{12}F_2}{1mol\,C_6H_{12}} \times \frac{122g\,C_6H_{12}F_2}{1mol\,C_6H_{12}F_2} = 91/5g\,C_6H_{12}F_2$

حال جرم هالوژن موجود در هر کدام از فراورده‌ها را محاسبه می‌کنیم با توجه به این‌که در هر ۲۳۰ گرم $(C_5H_{10}Br_2)$، ۱۶۰ گرم هالوژن وجود دارد در ۵۹/۸ گرم از آن، ۴۱/۶ گرم هالوژن وجود دارد. از طرفی با توجه به این‌که در هر ۱۲۲ گرم $C_6H_{12}F_2$، ۳۸ گرم هالوژن وجود دارد در ۹۱/۵g از آن، ۲۸/۵ گرم هالوژن وجود دارد.

$\text{درصد جرمی هالوژن} = \frac{(28/5+41/6)g}{(91/5+59/8)g} \times 100 \simeq \%46/3$

A **۴۲۲- گزینهٔ ۲** ابتدا واکنش‌های هیدروژن‌دار کردن این ترکیب‌ها را می‌نویسیم. جرم پروپن را x و جرم پروپین را (۱۰۳−x) گرم در نظر می‌گیریم.

$C_3H_6+H_2 \rightarrow C_3H_8$ (I) $\qquad C_3H_4+2H_2 \rightarrow C_3H_8$ (II)

حجم گاز مصرفی ۷۸/۴ لیتر است که معادل ۳/۵ مول گاز می‌باشد:

$78/4\,L \times \frac{1mol}{22/4\,L} = 3/5\,mol$

(I) H_2 مصرفی در: $x\,g\,C_3H_6 \times \frac{1mol\,C_3H_6}{42g\,C_3H_6} \times \frac{1mol\,H_2}{1mol\,C_3H_6} = \frac{x}{42}\,mol\,H_2$

(II) H_2 مصرفی در: $(103-x)g\,C_3H_4 \times \frac{1mol\,C_3H_4}{42g\,C_3H_4} \times \frac{2mol\,H_2}{1mol\,C_3H_4} = \frac{103-x}{20}\,mol\,H_2$

$\Rightarrow \frac{x}{42}+\frac{103-x}{20} = 3/5 \Rightarrow x = 63g \Rightarrow$ جرم پروپن $= 63g$ و جرم پروپین $= 40g$

(I) C_3H_8 تولیدی در: $63g\,C_3H_6 \times \frac{1mol\,C_3H_6}{42g\,C_3H_6} \times \frac{1mol\,C_3H_8}{1mol\,C_3H_6} \times \frac{44g\,C_3H_8}{1mol\,C_3H_8} = 66g\,C_3H_8$

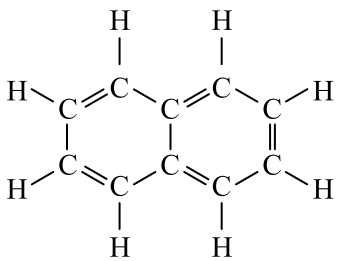
(II) C_3H_8 تولیدی در: $40g\,C_3H_4 \times \frac{1mol\,C_3H_4}{40g\,C_3H_4} \times \frac{1mol\,C_3H_8}{1mol\,C_3H_4} \times \frac{44g\,C_3H_8}{1mol\,C_3H_8} = 44g\,C_3H_8$

مقدار کل $C_3H_8 = 66+44 = 110g$

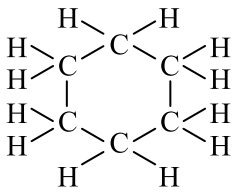
C **۴۲۳- گزینهٔ ۱** تنها عبارت (الف) جملهٔ صورت سؤال را به درستی تکمیل می‌کند.

نام ترکیب	پیوندهای اشتراکی	شمار الکترون‌های پیوندی
سیکلوهگزان	۱۸	۳۶
سیکلوپنتان	۱۵	۳۰
بنزن	۱۵	۳۰
نفتالن	۲۴	۴۸

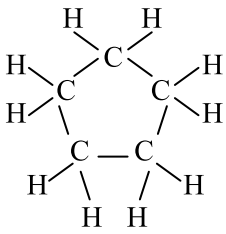
ساختار ترکیب‌های داده شده به صورت زیر است:



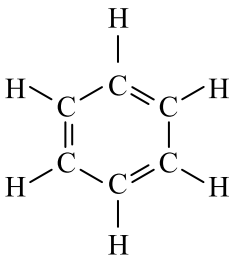
نفتالن



سیکلوهگزان



سیکلوپنتان



بنزن

فصل دوم

سوالات سطح دوم

پاسخ‌های تشریحی

C **۴۸۳- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (الف) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): ظرفیت گرمایی ویژهٔ ۱۰ گرم آب با ظرفیت گرمایی ویژهٔ ۵۰۰ گرم آب یا حتی ظرفیت گرمایی ویژهٔ ۵ تن آب، در دمای اتاق **برابر** است. توجه داشته باشید که ظرفیت گرمایی ویژهٔ یک ماده، تابع مقدار آن نمی‌باشد.

عبارت (ب):

$$Q_1=Q_2 \Rightarrow C_1\Delta\theta_1=C_2\Delta\theta_2 \xrightarrow{\Delta\theta_2>\Delta\theta_1} C_2<C_1$$

هر چه تغییرات دما بزرگ‌تر شود، ظرفیت گرمایی، **کوچک‌تر** خواهد بود.

عبارت (پ):

$$\frac{\text{ظرفیت گرمایی ۵گرم اتانول}}{\text{ظرفیت گرمایی ۲/۵گرم اتانول}}=\frac{\text{ظرفیت گرمایی ویژهٔ اتانول}\times\text{جرم}}{\text{ظرفیت گرمایی ویژهٔ اتانول}\times\text{جرم}}=\frac{5g}{2/5g}=2$$

عبارت (ت):

$$Q_A=Q_B \Rightarrow m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B \xrightarrow[c_A>c_B]{\Delta\theta_B=\Delta\theta_A} m_A<m_B$$

$$m_A<m_B, Q_A=Q_B \Rightarrow \frac{Q_A}{m_A}>\frac{Q_B}{m_B}$$

C **۴۸۴- گزینهٔ ۱** در این سؤال، جسم A که دمای بالاتری دارد، گرما از دست می‌دهد و همان مقدار گرمایی را که A از دست می‌دهد، B دریافت می‌کند تا هر دو، هم‌دما شوند.

$$|Q_A|=Q_B \Rightarrow |m_Ac_A\Delta\theta_A|=m_Bc_B\Delta\theta_B \Rightarrow |12g\times0/9\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1}\times(\theta_2-50)^\circ C|=20g\times0/45\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1}\times(\theta_2-28)^\circ C$$

$$\Rightarrow \theta_2=40^\circ C$$

دقت کنید علامت قدر مطلق بدین منظور گذاشته شده که مادهٔ A گرما از دست می‌دهد و مقدار q آن **منفی** می‌باشد.

C **۴۸۵- گزینهٔ ۳** در این سوال، آب گرمایی را که مایع A از دست می‌دهد را دریافت می‌کند تا هر دو هم‌دما شوند.

$$|Q_A|=Q_{H_2O} \Rightarrow |m_Ac_A\Delta\theta_A|=m_{H_2O}c_{H_2O}\Delta\theta_{H_2O} \Rightarrow |m_A\times c_A\times(30-34)|=15g\times4c_A\times(30-18)^\circ C \Rightarrow m_A=180g$$

C **۴۸۶- گزینهٔ ۳** فرض می‌کنیم x گرم آب و y گرم اتانول داریم.

$$Q=[mc\Delta\theta]_{\text{اتانول}}+[mc\Delta\theta]_{\text{آب}} \Rightarrow 12/18kJ=12180J=\left[yg\times2/4\frac{J}{g.^\circ C}\times(53-39)^\circ C\right]+\left[xg\times4/2\frac{J}{g.^\circ C}\times(53-39)^\circ C\right]$$

$$\Rightarrow 12180=33/6y+58/8x$$

$$\begin{cases}x+y=250\\58/8x+33/6y=12180\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}x=150g\\y=100g\end{cases} \Rightarrow \text{درصد جرمی اتانول}=\frac{\text{جرم اتانول}}{\text{جرم کل}}\times100=\frac{100g}{(150+100)g}\times100=\%40$$

C **۴۸۷- گزینهٔ ۴** ابتدا جرم CO_2 را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta \Rightarrow 6732=m\times0/85\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1}\times20^\circ C \Rightarrow m=396g$$

روش اول (ضریب تبدیل):

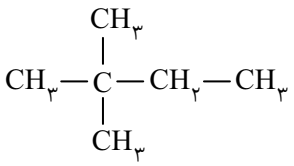
$$?g\,CO_2=2500g\,Fe_2O_3\ \text{ناخالص}\times\frac{48g\,Fe_2O_3\ \text{خالص}}{100g\,Fe_2O_3\ \text{ناخالص}}\times\frac{1mol\,Fe_2O_3}{160g\,Fe_2O_3\ \text{خالص}}\times\frac{3mol\,CO_2}{2mol\,Fe_2O_3}\times\frac{44g\,CO_2}{1mol\,CO_2}=495g\,CO_2$$

$$\text{بازده درصدی}\ (R)=\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}}\times100 \Rightarrow R=\frac{396g\,CO_2}{495g\,CO_2}\times100=\%80$$

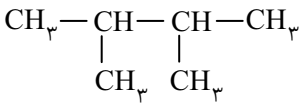
روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم واکنش‌دهندهٔ ناخالص}\times\frac{P}{100}\times\frac{R}{100}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{جرم عملی فراورده}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{2500g\,Fe_2O_3\ \text{ناخالص}\times\frac{48}{100}\times\frac{R}{100}}{2\times160g}=\frac{396g\,CO_2}{3\times44g} \Rightarrow R=\%80$$

C **۴۸۸- گزینهٔ ۳** تعداد ایزومرهایی از C_6H_{14} که نام آن‌ها به بوتان ختم می‌شود، برابر ۲ و تعداد ایزومرهایی از C_7H_{16} که نام آن‌ها به پنتان ختم می‌شود، برابر ۵ است. ایزومرهایی از C_6H_{14} که نام آن‌ها به بوتان ختم می‌شود:

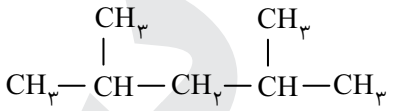


۲، ۲- دی‌متیل بوتان

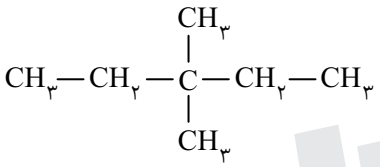


۲، ۳- دی‌متیل بوتان

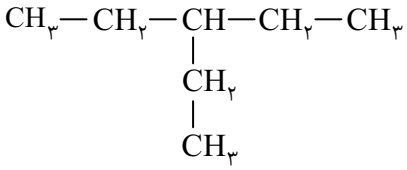
ایزومرهایی از C_7H_{16} که نام آن‌ها به پنتان ختم می‌شود:



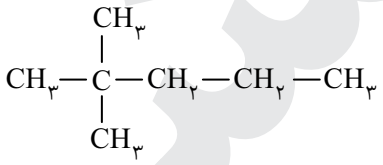
۲، ۴- دی‌متیل پنتان



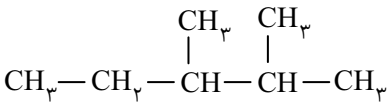
۳، ۳- دی‌متیل پنتان



۳- اتیل پنتان

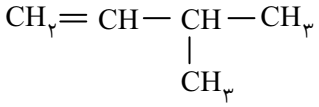


۲، ۲- دی‌متیل پنتان



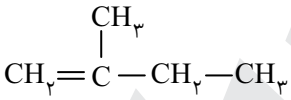
۲، ۳- دی‌متیل پنتان

C **۴۸۹- گزینهٔ ۴** در میان ایزومرهای پنتن، در سه ایزومر، پیوند دوگانه بین کربن اول و دوم قرار دارد.



۳- متیل-۱- بوتن

۱- پنتن



۲- متیل - ۱- بوتن

C **۴۹۰- گزینهٔ ۴** ابتدا انرژی لازم برای ۲۲۵ دقیقه باغبانی را محاسبه می‌کنیم، سپس انرژی حاصل از خوردن ۱۵۰ گرم شیرینی را به‌دست می‌آوریم و محاسبه می‌کنیم با این مقدار انرژی چند دقیقه باغبانی می‌توان کرد؟ اختلاف دو انرژی به‌دست آمده را از خوردن همبرگر تأمین می‌کنیم.

$$?\,kJ = ۲۲۵\,min\ \text{باغبانی} \times \frac{۹۰۰kJ\ \text{انرژی}}{۶۰\,min\ \text{باغبانی}} = ۳۳۷۵kJ$$

$$?kJ = [۱۵۰g\ \text{شیرینی} \times \frac{۶۹g\ \text{کربوهیدرات}}{۱۰۰g\ \text{شیرینی}} \times \frac{۱۷kJ}{۱g\ \text{کربوهیدرات}}] + [۱۵۰g\ \text{شیرینی} \times \frac{۲۰g\ \text{چربی}}{۱۰۰g\ \text{شیرینی}} \times \frac{۳۸kJ\ \text{انرژی}}{۱g\ \text{چربی}}] + [۱۵۰g\ \text{شیرینی} \times \frac{۱g\ \text{پروتئین}}{۱۰۰g\ \text{شیرینی}} \times \frac{۱۷kJ\ \text{انرژی}}{۱g\ \text{پروتئین}}]$$

$$= ۲۹۲۵kJ$$

$$?\,min = ۲۹۲۵kJ \times \frac{۶۰\,min}{۹۰۰kJ} = ۱۹۵\,min$$

$$۳۳۷۵ - ۲۹۲۵ = ۴۵۰kJ = \text{انرژی تأمین شده از همبرگر}$$

$$۴۵۰kJ = [xg\ \text{همبرگر} \times \frac{۳۰g\ \text{چربی}}{۱۰۰g\ \text{همبرگر}} \times \frac{۳۸kJ\ \text{انرژی}}{۱g\ \text{چربی}}] + [xg\ \text{همبرگر} \times \frac{۲۲g\ \text{پروتئین}}{۱۰۰g\ \text{همبرگر}} \times \frac{۱۷kJ\ \text{انرژی}}{۱g\ \text{پروتئین}}] \Rightarrow x \simeq ۳۰g$$

C **۴۹۱- گزینهٔ ۱** ابتدا گرمای آزاد شده را به‌دست می‌آوریم که ۷۰ درصد آن صرف گرم شدن آب و ظرف آهنی می‌شود. سپس به محاسبهٔ جرم ظرف آهنی می‌پردازیم:

$$?\,kJ = ۰/۳۲g\ CH_4 \times \frac{۱mol\ CH_4}{۱۶g\ CH_4} \times \frac{۸۹۰\ kJ}{۱mol\ CH_4} = ۱۷/۸kJ$$

$$?\,kJ = ۰/۴۵g\ C_2H_6 \times \frac{۱mol\ C_2H_6}{۳۰g\ C_2H_6} \times \frac{۱۵۶۰\ kJ}{۱mol\ C_2H_6} = ۲۳/۴kJ$$

$$\Rightarrow \text{کل گرمای آزادشده} = ۱۷/۸ + ۲۳/۴ = ۴۱/۲kJ$$

اکنون، مقدار گرمایی که به آب و ظرف آهنی می‌رسد را به‌دست می‌آوریم:

$$۴۱/۲kJ \times \frac{۷۰}{۱۰۰} = ۲۸/۸۴kJ = ۲۸۸۴۰J$$

$$\text{گرمای رسیده به ظرف آهنی} = Q_{\text{آب}} = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = ۲۰۰g \times ۴/۲\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1} \times ۲۵^\circ C = ۲۱۰۰۰J \Rightarrow ۲۸۸۴۰ - ۲۱۰۰۰ = ۷۸۴۰J$$

$$Q_{\text{آهن}} = mc\Delta\theta \Rightarrow ۷۸۴۰J = m \times ۰/۴۵\,J.g^{-1}.^\circ C^{-1} \times ۲۵^\circ C \Rightarrow m = ۶۹۶/۸g$$

C **۴۹۲- گزینهٔ ۱** CO_2، فقط در واکنش سوختن اتان و H_2O در هر دو واکنش تولید می‌شود.

$?\,kJ=26/4g\ CO_2\times\frac{1mol\ CO_2}{44g\ CO_2}\times\frac{-1560\ kJ}{2mol\ CO_2}=-468kJ$ (گرمای تولید شده در واکنش سوختن اتان)

$?\,mol\ H_2O=26/4g\ CO_2\times\frac{1mol\ CO_2}{44g\ CO_2}\times\frac{3mol\ H_2O}{2mol\ CO_2}=0/9mol\ H_2O$

مقدار مول آب آزاد شده در واکنش سوختن H_2S: $1/6-0/9=0/7mol\ H_2O\Rightarrow ?\,kJ=0/7mol\ H_2O\times\frac{-1320\ kJ}{2mol\ H_2O}=-462\ kJ$

مقدار گرمای تولید شده در اثر انجام واکنش: $468kJ+462kJ=930\ kJ$

$?\,g\ CH_3OH=930kJ\times\frac{1mol\ CH_3OH}{726kJ}\times\frac{32g\ CH_3OH}{1mol\ CH_3OH}=41g\ CH_3OH$

C **۴۹۳- گزینهٔ ۳** فرمول عمومی هیدروکربن‌های سیرشده به‌صورت C_nH_{2n+2} است. معادلهٔ واکنش سوختن آن‌ها به‌صورت زیر است:

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

$$79/2g\ CO_2\times\frac{1mol\ CO_2}{44g\ CO_2}=1/8mol\ CO_2\Rightarrow 43/2g\ H_2O\times\frac{1mol\ H_2O}{18g\ H_2O}=2/4mol\ H_2O$$

با توجه به ضرایب استوکیومتری می‌توان گفت:

$$\frac{\text{مول } H_2O}{\text{مول } CO_2}=\frac{n+1}{n}\Rightarrow\frac{2/4}{1/8}=\frac{n+1}{n}=\frac{4}{3}\Rightarrow n=3$$

بنابراین معادلهٔ واکنش به‌صورت مقابل است:

$$C_3H_8(g)+5O_2(g)\rightarrow 3CO_2(g)+4H_2O(l)$$

$?\,kJ=3mol\ CO_2\times\frac{44g\ CO_2}{1mol\ CO_2}\times\frac{1332\ kJ}{79/2g\ CO_2}=2220kJ$ و یا: $?\,kJ=4mol\ H_2O\times\frac{18g\ H_2O}{1mol\ H_2O}\times\frac{1332\ kJ}{43/2g\ H_2O}=2220kJ$

C **۴۹۴- گزینهٔ ۳** ابتدا گرمای مصرف شده برای افزایش $80^\circ C$ دما را محاسبه می‌کنیم که این مقدار، معادل ۸۰٪ گرمای آزادشده در اثر واکنش ۲۵/۵ گرم PCl_5 با آب است. کل گرمای آزاد شده بر اثر این واکنش را محاسبه کرده و سپس گرمای آزاد شده بر اثر واکنش ۱ مول PCl_5 با آب را به‌دست می‌آوریم. توجه شود که کل مواد موجود در گرماسنج که جرمی معادل (۲۵/۵+۴۳/۶۴) گرم دارند، گرم می‌شوند.

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q=(25/5+43/64)g\times4/2\ J.g^{-1}.^\circ C^{-1}\times80^\circ C=23231/04J=23/2310kJ$$

کل گرمای آزاد شده $=23/2310kJ\times\frac{100}{80}=29/03kJ\Rightarrow ?\,kJ=1mol\ PCl_5\times\frac{208/5g\ PCl_5}{1mol\ PCl_5}\times\frac{29/03\ kJ}{25/5g\ PCl_5}=237/3kJ$

C **۴۹۵- گزینهٔ ۳** ابتدا به کمک چگالی محلول و حجم آن، جرم محلول را محاسبه می‌کنیم و سپس به محاسبهٔ گرمای لازم برای افزایش دمای محلول به اندازهٔ $8^\circ C$ می‌پردازیم:

$$?\,g\ \text{محلول}=500mL\ \text{محلول}\times\frac{1/25g\ \text{محلول}}{1mL\ \text{محلول}}=625g\ \text{محلول}\Rightarrow Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q=625g\times4/2J.g^{-1}.^\circ C^{-1}\times8^\circ C=21000J=21kJ$$

گرمای آزاد شده، به ازای واکنش ۱۸/۵ گرم کلسیم هیدروکسید است. برای محاسبهٔ ΔH واکنش، کافی است گرمای آزادشده به ازای واکنش یک مول کلسیم هیدروکسید را به‌دست آوریم.

توجه از آن‌جایی که گرمای واکنش سبب افزایش دمای محلول شده است، ΔH این واکنش **منفی** خواهد بود. $\Delta H=-84kJ$

$$?\,kJ=1mol\ Ca(OH)_2\times\frac{74g\ Ca(OH)_2}{1mol\ Ca(OH)_2}\times\frac{21kJ\ \text{گرما}}{18/5g\ Ca(OH)_2}=84kJ$$

C **۴۹۶- گزینهٔ ۲** معادلهٔ واکنش نهایی:

$$C_3H_6(g)+H_2(g)\rightarrow C_3H_8(g)$$

۱) C_3H_6، فقط در واکنش چهارم وجود دارد، پس این واکنش تغییری نخواهد کرد.

۲) C_3H_8، فقط در واکنش دوم وجود دارد، این واکنش را معکوس می‌کنیم.

۳) با توجه به تغییرات صورت گرفته، $\frac{1}{2}O_2$ در فراورده داریم که اگر واکنش سوم را بر ۲ تقسیم کنیم، از بین خواهد رفت.

۴) با توجه به تغییرات انجام شده $4H_2O(l)$ در فراورده داریم. واکنش اول را در ۴ ضرب می‌کنیم تا به معادلهٔ واکنش نهایی برسیم.

$$\begin{cases} 4H_2O(l) \rightarrow 4H_2O(g) & , \quad \Delta H'_1 = 4\Delta H_1 = 164kJ \\ 3CO_2(g) + 4H_2O(g) \rightarrow C_3H_8(g) + 5O_2(g) & , \quad \Delta H'_2 = -\Delta H_2 = 2056kJ \\ H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l) & , \quad \Delta H'_3 = \frac{1}{2}\Delta H_3 = -285kJ \\ C_3H_6(g) + \frac{9}{2}O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 3H_2O(l) & , \quad \Delta H_4 = -2059kJ \end{cases}$$

واکنش نهایی: $C_3H_6(g) + H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$, ΔH نهایی $= \Delta H'_1 + \Delta H'_2 + \Delta H'_3 + \Delta H_4 = -124kJ$

C **۴۹۷- گزینهٔ ۴** ابتدا ΔH واکنش‌های زیر را به ازای مصرف ۱ مول واکنش‌دهنده به‌دست می‌آوریم:

$$1)\ H_2(g) \rightarrow 2H(g) \Rightarrow ?kJ = 1mol\ H_2 \times \frac{2g\ H_2}{1mol\ H_2} \times \frac{218kJ}{1g\ H_2} = 436kJ$$

$$2)\ Cl_2(g) \rightarrow 2Cl(g) \Rightarrow ?kJ = 1mol\ Cl_2 \times \frac{71g\ Cl_2}{1mol\ Cl_2} \times \frac{3/4kJ}{1g\ Cl_2} = 241/4kJ$$

$$3)\ HCl(g) \rightarrow H(g) + Cl(g) \Rightarrow ?kJ = 1mol\ HCl \times \frac{36/5g\ HCl}{1mol\ HCl} \times \frac{11/8kJ}{1g\ HCl} = 430/7kJ$$

توجه ΔHهای به‌دست آمده، ΔH پیوند این مواد می‌باشد. زیرا در هر فرایند، پیوندهای مادهٔ اولیه را شکسته و به اتم‌های گازی شکل رسیده‌ایم.

معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش: $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl$

ساختار مواد موجود در معادلهٔ واکنش به‌صورت مقابل است: $H-H(g) + Cl-Cl(g) \rightarrow 2H-Cl(g)$

ΔH(واکنش)=[مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها]−[مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها]

ΔH(واکنش)$=[1mol \times \Delta H(H-H) + 1mol \times \Delta H(Cl-Cl)] - [2mol \times \Delta H(H-Cl)]$

$$= [1mol \times 436kJ.mol^{-1} + 1mol \times 241/4kJ.mol^{-1}] - [2mol \times 430/7kJ.mol^{-1}] = -184kJ$$

C **۴۹۸- گزینهٔ ۴** ابتدا معادلهٔ هر دو واکنش را می‌نویسیم.

$$1)\ 2H(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g) \qquad 2)\ H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$$

ΔH هر دو واکنش را به ازای تولید یک مول فراورده به‌دست می‌آوریم:

$$?kJ = 2mol\ H \times \frac{1g\ H}{1mol\ H} \times \frac{-340kJ}{1g\ H} = -680kJ = \Delta H \text{ واکنش اول}$$

$$?kJ = 1mol\ H_2 \times \frac{2g\ H_2}{1mol\ H_2} \times \frac{-121kJ}{1g\ H_2} = -242kJ = \Delta H \text{ واکنش دوم}$$

اکنون، ΔH هر دو واکنش را به کمک آنتالپی پیوند می‌نویسیم:

ΔH(واکنش)=[مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها]−[مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها]

ΔH(واکنش اول)$=[\frac{1}{2}mol \times \Delta H(O=O)] - [2mol \times \Delta H(O-H)] = -680kJ$

ΔH(واکنش دوم)$=[1mol \times \Delta H(H-H) + \frac{1}{2}mol \times \Delta H(O=O)] - [2mol \times \Delta H(O-H)] = -242kJ$

حال، اگر ΔH واکنش اول را از ΔH واکنش دوم **کم کنیم**، به $\Delta H(H-H)$ می‌رسیم.

ΔH(واکنش دوم)−ΔH(واکنش اول)$= \Delta H(H-H) = -242 - (-680) = 438kJ$

C **۴۹۹- گزینهٔ ۴** گرمای لازم برای افزایش دمای آب و انجام واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 2000g \times 4/2\ J.g^{-1}.^{\circ}C^{-1} \times 50^{\circ}C = 420000J = 420kJ$$

ساختار مواد موجود در واکنش به‌صورت مقابل است:

$$2H-\underset{\underset{H}{|}}{N}-H \rightarrow N \equiv N + 3H-H$$

ΔH واکنش=[مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها]−[مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها]

$$= [6mol \times 391\frac{kJ}{mol}] - [1mol \times 946\frac{kJ}{mol} + 3mol \times 436\frac{kJ}{mol}] = 92kJ$$

گرمای لازم برای افزایش دمای آب و انجام واکنش برابر است با: $(420+92)kJ = 512kJ$، اکنون باید این گرما را به کمک دستگاه تأمین کنیم:

$$?s = 512kJ \times \frac{1min}{32kJ} \times \frac{60s}{1min} = 960s$$

C **۵۰۰- گزینهٔ ۲** در هنگام پاسخ به این سؤال، باید به دو نکته توجه داشته باشیم. نکتهٔ اول، **غلظت اولیهٔ** $NO_2(g)$ است. در هر دو ظرف (۲) و (۳)، به میزان ۴ مول $NO_2(g)$ را وارد کرده‌ایم، حجم ظرف (۲)، برابر ۲ لیتر و حجم ظرف (۳)، برابر یک لیتر است، بنابراین غلظت اولیهٔ $NO_2(g)$ در ظرف (۲)، برابر $(\frac{4}{2}=2)2mol.L^{-1}$ و غلظت اولیهٔ این ماده در ظرف (۳)، برابر $(\frac{4}{1}=4)4mol.L^{-1}$ می‌باشد. درنتیجه، نمودار گزینهٔ (۳) نادرست است. نکتهٔ دوم، **شیب نمودارها** و **زمان پایان واکنش** است. حجم هر دو ظرف (۲) و (۳)، از حجم ظرف (۱) کمتر است، بنابراین فشار $NO_2(g)$ در هر دو ظرف (۲) و (۳)، از ظرف (۱) بیشتر بوده و زمان انجام واکنش در این دو ظرف از ۴۵ ثانیه کمتر است (دلیل نادرست بودن نمودار گزینهٔ (۱)). در ظرف (۳)، نسبت به ظرف (۲)، هم حجم ظرف کمتر بوده و هم دما بیشتر است که هر دو عامل موجب افزایش سرعت واکنش در ظرف (۳)، نسبت به ظرف(۲) می‌شوند، بنابراین شیب نمودار «غلظت - زمان»، در ظرف (۳) از ظرف (۲) بیشتر بوده و زمان کامل شدن واکنش در ظرف (۳) از ظرف (۲) کمتر می‌باشد (دلیل نادرست بودن نمودار گزینهٔ (۴)).

C **۵۰۱- گزینهٔ ۲** با افزودن آب مقطر به ظرف واکنش، **حجم محلول** $HCl(aq)$ بیشتر شده و غلظت محلول $HCl(aq)$ کمتر می‌شود، بنابراین سرعت واکنش Mg با $HCl(aq)$ کاهش یافته و شیب نمودار «حجم - زمان» گاز H_2 تولید شده، در اثر انجام واکنش، کاهش پیدا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): با خرد و ریز کردن قطعه‌های Mg، سطح تماس Mg با محلول HCl افزایش یافته که در نتیجهٔ آن، سرعت واکنش و سرعت مصرف $HCl(aq)$ زیادتر می‌شود. پس شیب نمودار «غلظت - زمان» محلول HCl هم افزایش پیدا می‌کند.

گزینهٔ (۳): با کاهش غلظت $HCl(aq)$ از $1M$ به $0/5M$، سرعت واکنش و سرعت تولید $H_2(g)$ کمتر می‌شود، بنابراین حجم گاز هیدروژن تولید شده در ۱۰ ثانیهٔ ابتدایی واکنش، کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۴): با افزایش دما، سرعت واکنش افزایش پیدا می‌کند. بنابراین منیزیمی که وارد ظرف کرده‌ایم، در مدت زمان کمتر از یک دقیقه، به طور کامل در اسید حل می‌شود.

C **۵۰۲- گزینهٔ ۲** می‌دانیم نسبت سرعت متوسط دو ماده برابر با نسبت ضریب استوکیومتری آن‌ها در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش است:

$$\frac{\bar{R}_{N_2O_5}}{\bar{R}_{NO_2}}=\frac{\text{ضریب استوکیومتری } N_2O_5}{\text{ضریب استوکیومتری } NO_2}=\frac{2}{4}\Rightarrow \bar{R}_{NO_2}=2\bar{R}_{N_2O_5}$$

$$\bar{R}_{N_2O_5}+\bar{R}_{NO_2}=1/5\Rightarrow \bar{R}_{N_2O_5}+2\bar{R}_{N_2O_5}=1/5\Rightarrow 3\bar{R}_{N_2O_5}=1/5\Rightarrow \bar{R}_{N_2O_5}=\frac{1/5}{3}=0/5mol.min^{-1}$$

اکنون، $\bar{R}_{N_2O_5}$ را بر ضریب استوکیومتری این ترکیب تقسیم می‌کنیم تا سرعت واکنش به‌دست آید:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}}=\frac{\bar{R}_{N_2O_5}}{\text{ضریب استوکیومتری } N_2O_5}=\frac{0/5}{2}=0/25mol.min^{-1}$$

C **۵۰۳- گزینهٔ ۴** ابتدا با استفاده از سرعت متوسط مصرف A، تعداد مول مصرف شدهٔ A را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}_A=-\frac{\Delta n}{\Delta t}=\frac{\text{تعداد مول مصرف شدهٔ } A}{\text{زمان}}\Rightarrow 0/08=\frac{\text{تعداد مول مصرف شدهٔ } A}{30}\Rightarrow \text{مقدار مول مصرف شدهٔ } A=30\times 0/08=2/4mol$$

$$\underset{\substack{(a\\ \downarrow\\ \text{تعداد مول اولیه})}}{2A}-\underset{\substack{(2x)\\ \downarrow\\ \text{تعداد مول مصرفی}}}{} \rightarrow \underset{\substack{(x)\\ \downarrow\\ \text{تعداد مول تولیدی}}}{B}+\underset{\substack{(2x)\\ \downarrow\\ \text{تعداد مول تولیدی}}}{2C}$$

$$\text{تعداد مول مصرفی } A=2x=2/4\Rightarrow x=\frac{2/4}{2}=1/2mol$$

$$\text{کل مول گاز موجود در ظرف}=\text{تعداد مول } A \text{ باقی مانده}+\text{تعداد مول } B \text{ تولید شده}+\text{تعداد مول } C \text{ تولید شده}$$

$$4/2=(a-2x)+(x)+(2x)$$

$$\Rightarrow 4/2=a+x\Rightarrow a=4/2-x=4/2-1/2=3mol$$

C **۵۰۴- گزینهٔ ۳** عبارت $\frac{+\Delta[HF]/\Delta t}{3}$، نشان‌دهندهٔ $\frac{\bar{R}_{HF}}{3}$ یا همان $\bar{R}_{\text{واکنش}}$ است. با توجه به مقدار این عبارت، می‌توانیم تعداد مول تولید شدهٔ HF در ۵ دقیقهٔ ابتدای واکنش یا همان Δn_{HF} را به‌دست آوریم:

$$\frac{+\Delta[HF]/\Delta t}{3}=0/4\ mol.L^{-1}.min^{-1}\Rightarrow \frac{\Delta[HF]}{\Delta t}=0/4\times 3=1/2mol.L^{-1}.min^{-1}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta n_{HF}}{V\times\Delta t}=\frac{\Delta n_{HF}}{2\times 5}=1/2mol.L^{-1}.min^{-1}\Rightarrow \Delta n_{HF}=1/2\times 2\times 5=12mol$$

Δn_{HF}، در بازهٔ زمانی ۵ دقیقهٔ ابتدای واکنش، ۱۲ مول است، یعنی در این مدت، ۱۲ مول HF در اثر انجام واکنش تولید می‌شود. ضریب استوکیومتری F_2 با ضریب استوکیومتری HF برابر است، پس حین تولید ۱۲ مول HF، ۱۲ مول از F_2 مصرف شده و ۸/۵ مول از آن در ظرف باقی می‌ماند. به همین ترتیب، می‌توانیم بیان کنیم که پس از تولید ۱۲ مول HF در ظرف، $\frac{1}{3}$ تعداد مول آن، یعنی ۴ مول از NH_3 هم مصرف شده و بنابراین ۴/۵ مول از آن در ظرف باقی می‌ماند.

C **۵۰۵- گزینهٔ ۳** با داشتن سرعت متوسط تولید NO_2 در بازه‌های ۱۰ ثانیهٔ اول، دوم و سوم، می‌توانیم میزان **تغییر غلظت** NO_2 را در هر یک از این بازه‌ها مشخص کنیم. با جمع کردن این تغییر غلظت‌ها، می‌توانیم کل تغییر غلظت NO_2 را که نشان‌دهندهٔ میزان NO_2 **تولید شده** در ۳۰ ثانیهٔ اول واکنش است، تعیین کنیم.

$$(0-10)\ \text{۱۰ ثانیهٔ اول} \Rightarrow \bar{R}_{NO_2}=0/2\,mol.L^{-1}.s^{-1} \Rightarrow \Delta[NO_2]_1=0/2\times10=2\,mol.L^{-1}$$

$$(10-20)\ \text{۱۰ ثانیهٔ دوم} \Rightarrow \bar{R}_{NO_2}=0/15\,mol.L^{-1}.s^{-1} \Rightarrow \Delta[NO_2]_2=0/15\times10=1/5\,mol.L^{-1}$$

$$(20-30)\ \text{۱۰ ثانیهٔ سوم} \Rightarrow \bar{R}_{NO_2}=0/07\,mol.L^{-1}.s^{-1} \Rightarrow \Delta[NO_2]_3=0/07\times10=0/7\,mol.L^{-1}$$

$$\Delta[NO_2]_{\text{نهایی}}=\Delta[NO_2]_1+\Delta[NO_2]_2+\Delta[NO_2]_3=2+1/5+0/7=4/2\,mol.L^{-1}$$

اکنون، می‌توانیم با در دست داشتن $\Delta[NO_2]_{\text{نهایی}}$، سرعت متوسط مصرف NO_2 را در ۳۰ ثانیهٔ اول واکنش تعیین کنیم:

$$\bar{R}_{NO_2}=+\frac{\Delta[NO_2]_{\text{نهایی}}}{\Delta t}=\frac{4/2}{30}=0/14\,mol.L^{-1}.s^{-1} \Rightarrow \frac{\bar{R}_{N_2O_5}}{\bar{R}_{NO_2}}=\frac{2}{4} \Rightarrow \bar{R}_{N_2O_5}=\frac{2}{4}\times\bar{R}_{NO_2}=0/5\times0/14=0/07\,mol.L^{-1}.s^{-1}$$

C **۵۰۶- گزینهٔ ۱** اگر تعداد مول A به ۳/۵ مول برسد، باید ۷ مول از مادهٔ B تجزیه شود. در هر مرحله، ٪۲۵ از مادهٔ B تجزیه می‌شود و در مرحلهٔ بعدی از ٪۷۵ باقی‌مانده، $\frac{1}{4}$ آن تجزیه می‌گردد.

$$I)\ 10/24\times\frac{1}{4}=2/56\,mol \qquad II)\ 10/24-2/56=7/68\,mol \Rightarrow 7/68\times\frac{1}{4}=1/92\,mol$$

$$III)\ 7/68-1/92=5/76\,mol \Rightarrow 5/76\times\frac{1}{4}=1/44\,mol \qquad IV)\ 5/76-1/44=4/32\,mol \Rightarrow 4/32\times\frac{1}{4}=1/08\,mol$$

پس از چهار مرحله و بعد از ۸۰ ثانیه، ۷ مول مادهٔ B تجزیه می‌شود. $\Rightarrow 2/56+1/92+1/44+1/08=7\,mol$

راه‌حل دوم: در هر مرحله، مقدار مادهٔ B باقی‌مانده، $\frac{3}{4}$ مقدار مرحلهٔ قبلی است؛ در نتیجه مقدار مادهٔ B تجزیه شده در هر مرحله هم، $\frac{3}{4}$ مرحلهٔ قبلی می‌باشد. بنابراین، راه حل به‌صورت زیر می‌شود:

$$10/24\times\frac{1}{4}=2/56\,mol \quad , \quad 2/56\times\frac{3}{4}=1/92\,mol \quad , \quad 1/92\times\frac{3}{4}=1/44\,mol \quad , \quad 1/44\times\frac{3}{4}=1/08\,mol$$

$$2/56+1/92+1/44+1/08=7\,mol$$

C **۵۰۷- گزینهٔ ۱** از تقسیم سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد بر ضریب استوکیومتری آن‌ها در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش، **سرعت واکنش** به‌دست می‌آید. برای این‌که، رابطهٔ داده شده، به فرم سرعت واکنش تبدیل شود، طرفین تساوی را به عدد ۲ تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{-\Delta n_B}{\Delta t}=\frac{2\Delta n_C}{\Delta t}=\frac{\Delta n_A}{\Delta t} \xrightarrow{\text{تقسیم بر ۲}} \frac{-\Delta n_B}{2\Delta t}=\frac{\Delta n_C}{\Delta t}=\frac{\Delta n_A}{2\Delta t} \Rightarrow \frac{\bar{R}_B}{2}=\frac{\bar{R}_C}{1}=\frac{\bar{R}_A}{2}$$

Δn_B در یک **منفی** ضرب شده است، پس B، واکنش‌دهنده و دو مادهٔ A و C **فراورده** واکنش هستند. با توجه به نتیجهٔ به‌دست آمده، می‌توانیم معادلهٔ واکنش را به‌صورت $2B \rightarrow C+2A$ بنویسیم. معادلهٔ واکنشی که به‌دست آوردیم در گزینه‌ها وجود ندارد. اما اگر کمی دقت کنید، می‌بینید که می‌توانیم رابطهٔ داده شده در سؤال را در یک منفی ضرب کنیم که با این کار جای واکنش‌دهنده و فراورده‌ها عوض می‌شود و معادلهٔ واکنش به‌صورت $C+2A \rightarrow 2B$ خواهد بود. یعنی هر دو معادلهٔ واکنش $2B \rightarrow C+2A$ و $C+2A \rightarrow 2B$، می‌توانند قابل قبول و جواب سؤال باشند.

$$\frac{-\Delta n_B}{\Delta t}=\frac{2\Delta n_C}{\Delta t}=\frac{\Delta n_A}{\Delta t} \xrightarrow{\times(-1)} \frac{\Delta n_B}{\Delta t}=-\frac{2\Delta n_C}{\Delta t}=-\frac{\Delta n_A}{\Delta t} \xrightarrow{\text{تقسیم بر ۲}} \frac{\Delta n_B}{2\Delta t}=-\frac{\Delta n_C}{\Delta t}=-\frac{\Delta n_A}{2\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{\bar{R}_B}{2}=\frac{\bar{R}_C}{1}=\frac{\bar{R}_A}{2} \Rightarrow \text{معادلهٔ واکنش}: C+2A \rightarrow 2B$$

C **۵۰۸- گزینهٔ ۱** ابتدا با استفاده از جرم Al_2O_3 تولید شده، تعداد مول SO_3 تولید شده در واکنش (۱) را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,mol\,SO_3 = 15/3\,g\,Al_2O_3 \times \frac{1\,mol\,Al_2O_3}{102\,g\,Al_2O_3} \times \frac{3\,mol\,SO_3}{1\,mol\,Al_2O_3} = 0/45\,mol\,SO_3$$

سرعت متوسط مصرف CO_2 در واکنش (۲)، ۴ برابر سرعت متوسط تولید SO_3 در واکنش (۱) است، یعنی در یک بازهٔ زمانی معین، تعداد مول CO_2 مصرف شده در واکنش (۲)، ۴ برابر تعداد مول SO_3 تولید شده در واکنش (۱) می‌باشد، پس در این مدت ۱۵ ثانیه، ۱/۸ مول (۴×۰/۴۵) از گاز CO_2 در واکنش (۲) مصرف می‌شود. اکنون با استفاده از تعداد مول CO_2 مصرف شده، می‌توانیم تعداد مول و جرم Na_2O مصرف شده در واکنش (۱) را پس از گذشت ۱۵ ثانیه محاسبه کنیم.

$$?\,g\,Na_2O = 1/8\,mol\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,Na_2O}{2\,mol\,CO_2} \times \frac{62\,g\,Na_2O}{1\,mol\,Na_2O} = 55/8\,g\,Na_2O \text{ (مصرف می‌شود)}$$

$$\text{جرم } Na_2O \text{ باقی‌مانده} = \text{جرم } Na_2O \text{ اولیه} - \text{جرم } Na_2O \text{ مصرفی} = 65/9 - 55/8 = 10/1\,g$$

C **۵۰۹- گزینهٔ ۴** نمودار «غلظت - زمان» داده شده، یک نمودار **نزولی** است، از این‌رو متعلق به یک **واکنش‌دهنده** می‌باشد. در واکنش داده شده، دو واکنش‌دهنده داریم، پس باید ابتدا مشخص کنیم که نمودار مربوط به کدام‌یک از آن‌ها می‌باشد. می‌توانیم با استفاده از سرعت واکنش در ۵ ثانیهٔ سوم، این کار را انجام دهیم، به این صورت که ابتدا با استفاده از نمودار، سرعت متوسط مصرف واکنش‌دهندهٔ مورد نظر را محاسبه می‌کنیم و سپس با مقایسهٔ آن با سرعت واکنش، ضریب استوکیومتری را تعیین می‌کنیم.

$$\Delta[x] = [x]_2 - [x]_1 = [x]_{t=15} - [x]_{t=10} = 8/3 - 8/8 = -0/5\,mol.L^{-1} \Rightarrow \bar{R}_x = -\frac{\Delta[x]}{\Delta t} = -\frac{(-0/5)}{5} = 0/1\,mol.L^{-1}.s^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_x}{\text{ضریب استوکیومتری } x} \Rightarrow 0/02 = \frac{0/1}{\text{ضریب استوکیومتری } x} \Rightarrow \text{ضریب استوکیومتری } x = 5 \Rightarrow x = O_2$$

ضریب استوکیومتری واکنش‌دهندهٔ مورد نظر برابر با ۵ به‌دست آمد، پس این واکنش‌دهنده، O_2 بوده و نمودار «غلظت - زمان» داده شده مربوط به این عنصر می‌باشد. با توجه به نمودار، غلظت O_2 در ثانیهٔ ۲۰ پس از شروع واکنش برابر با ۷/۹ مول بر لیتر است، از طرفی غلظت اولیهٔ O_2 موجود در ظرف هم ۱۰/۹ مول بر لیتر می‌باشد، پس در این ۲۰ ثانیه، به اندازهٔ ۳ مول بر لیتر از غلظت O_2 کم شده است.

$$\Delta[O_2] = 7/9 - 10/9 = -3\,mol.L^{-1} \text{ (مصرف می‌شود)}$$

$$?\,mol\,O_2 = 10\,L \times \frac{3\,mol}{L} = 30\,mol\,O_2 \text{ (مصرف می‌شود)} \Rightarrow \begin{cases} ?\,mol\,NO = 30\,mol\,O_2 \times \frac{4\,mol\,NO}{5\,mol\,O_2} = 24\,mol\,NO \text{ (تولید می‌شود)} \\ ?\,mol\,H_2O = 30\,mol\,O_2 \times \frac{6\,mol\,H_2O}{5\,mol\,O_2} = 36\,mol\,H_2O \text{ (تولید می‌شود)} \end{cases}$$

تعداد مول فراوردهٔ موجود در ظرف = تعداد مول NO تولید شده + تعداد مول H_2O تولید شده = ۲۴+۳۶=۶۰ mol

C **۵۱۰- گزینهٔ ۲** در صورت پرسش، معادلهٔ واکنش وجود ندارد، پس ابتدا باید معادلهٔ واکنش را با استفاده از داده‌های جدول پیدا کنیم. [A] با گذشت زمان **کاهش** و [B] و [C] با گذشت زمان **افزایش** یافته‌اند، بنابراین A واکنش‌دهنده و دو مادهٔ B و C، فراوردهٔ واکنش هستند.

برای مشخص شدن ضریب‌های استوکیومتری مواد، باید از نسبت تغییر غلظت آن‌ها در بازه‌های مختلف استفاده کنیم.

در بازهٔ ۵ تا ۱۰ ثانیه: $\frac{|\Delta[A]|}{\Delta[B]} = \frac{\text{ضریب استوکیومتری } A}{\text{ضریب استوکیومتری } B} \Rightarrow \frac{|5-7/5|}{3/25-2} = \frac{2/5}{1/25} = \frac{2}{1} = \frac{\text{ضریب استوکیومتری } A}{\text{ضریب استوکیومتری } B}$

در بازهٔ ۵ تا ۱۵ ثانیه: $\frac{|\Delta[A]|}{\Delta[C]} = \frac{\text{ضریب استوکیومتری } A}{\text{ضریب استوکیومتری } C} \Rightarrow \frac{|3-7/5|}{8-3/5} = \frac{4/5}{4/5} = \frac{1}{1} = \frac{\text{ضریب استوکیومتری } A}{\text{ضریب استوکیومتری } C}$

ضریب استوکیومتری A، دو برابر ضریب استوکیومتری B، می‌باشد. از طرف دیگر، ضریب استوکیومتری C با ضریب استوکیومتری A، برابر است، بنابراین می‌توانیم نتیجه بگیریم، معادلهٔ واکنش به‌صورت $2A \rightarrow B + 2C$ است. حال، برای پیدا کردن x و y از معادلهٔ واکنش استفاده می‌کنیم. در بازهٔ ۵ تا ۱۰ ثانیه، غلظت A به اندازهٔ ۲/۵M کاهش یافته است، با توجه به این‌که ضریب استوکیومتری C با ضریب استوکیومتری A برابر است، در این بازه، غلظت C، به اندازهٔ ۲/۵M افزایش می‌یابد، بنابراین مقدار x برابر (۳/۵+۲/۵)۶M است. در بازهٔ ۵ تا ۱۵ ثانیه، غلظت A به اندازهٔ ۴/۵M کاهش یافته است، با توجه به این‌که ضریب استوکیومتری B، نصف ضریب استوکیومتری A است، در این بازه، غلظت B به اندازهٔ $\frac{4/5}{2}$M یعنی ۲/۲۵M افزایش می‌یابد، پس مقدار y برابر (۲/۲۵+۲)۴/۲۵M می‌باشد.

C **۵۱۱- گزینهٔ ۲** برای نوشتن معادلهٔ واکنش، باید نسبت تغییرات غلظت مواد را داشته باشیم. ابتدا با توجه به جدول، نسبت تغییرات غلظت دو مادهٔ A و B تعیین می‌شود.

در بازهٔ ۵ تا ۱۰ ثانیه: $\frac{\Delta[A]}{\Delta[B]}=\frac{\text{ضریب استوکیومتری } A}{\text{ضریب استوکیومتری } B}\Rightarrow\frac{(۰/۳-۰/۴۵)}{(۰/۱۵-۰/۱)}=\frac{-۰/۱۵}{۰/۰۵}=\frac{-۳}{۱}=\frac{\text{ضریب استوکیومتری } A}{\text{ضریب استوکیومتری } B}$

تغییر غلظت A، منفی و تغییر غلظت B، مثبت است، پس A **واکنش‌دهنده** و B **فراورده** می‌باشد. همچنین با توجه به محاسبات انجام شده، ضریب استوکیومتری A، ۳ برابر ضریب استوکیومتری B است. با توجه به نمودار داده شده، علاوه بر B، فراوردهٔ دیگری به نام C هم داریم که تغییر غلظت آن در ۱۵ ثانیهٔ اول، دو برابر تغییر غلظت B است، پس ضریب استوکیومتری C، ۲ برابر ضریب استوکیومتری B می‌باشد. بنابراین می‌توانیم این نتیجه را بگیریم که معادلهٔ واکنش انجام شده به‌صورت $۳A\rightarrow B+۲C$ است. برای این‌که غلظت C را در ثانیهٔ ۲۰ به‌دست آوریم، باید ابتدا پارامتر a را محاسبه کنیم.

تغییر غلظت A در بازهٔ ۱۰ تا ۱۵ ثانیه، ۰/۰۶M است. با توجه به این‌که ضریب استوکیومتری B، $\frac{۱}{۳}$ ضریب استوکیومتری A است، پس تغییر غلظت B در این مدت، ۰/۰۲M خواهد بود، یعنی در این مدت به اندازهٔ ۰/۰۲M به غلظت B افزوده می‌شود. پس مقدار پارامتر a برابر با ۰/۱۷M (۰/۱۵+۰/۰۲) می‌باشد. با توجه به نمودار، غلظت C در ثانیهٔ ۱۵ پس از شروع واکنش برابر با ۲a یعنی ۰/۳۴M است. حال می‌توانیم برای محاسبه [C] در ثانیهٔ ۲۰، از تغییر غلظت A در بازهٔ ۱۵ تا ۲۰ ثانیه استفاده کنیم. با توجه به جدول در این بازهٔ زمانی، به اندازهٔ ۰/۰۳M از غلظت A کاسته می‌شود، از آن‌جا که ضریب استوکیومتری C، $\frac{۲}{۳}$ ضریب استوکیومتری A است، در این مدت به اندازهٔ $\frac{۲}{۳}\times۰/۰۳)۰/۰۲M$ به غلظت C افزوده می‌شود، پس می‌توانیم نتیجه بگیریم که غلظت C در ثانیهٔ ۲۰ پس از شروع واکنش برابر با ۰/۳۶M (۰/۳۴+۰/۰۲) است.

فصل سوم

سوالات سطح دوم

پاسخ‌های تشریحی

B **۲۷۴- گزینهٔ ۴** همهٔ موارد درست هستند.

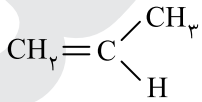
بررسی عبارت‌ها:

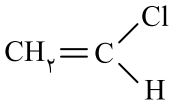
عبارت (الف): در سیانو اتن (C_3H_3N) و استیرن (C_8H_8) نسبت تعداد اتم‌های کربن به اتم‌های هیدروژن برابر با یک است.

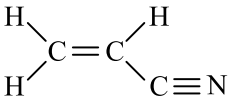
عبارت (ب): در ساختار سیانو اتن یک پیوند سه‌گانه $(C\equiv N)$ وجود دارد.

عبارت (پ): در ساختار هر مولکول استیرن، ۴ پیوند دوگانه وجود دارد و در ساختار هر مولکول تترافلوئورواتن هم ۴ اتم فلوئور وجود دارد.

عبارت (ت): ساختار پروپن و وینیل کلرید به شکل زیر است:

پروپن: 

وینیل کلرید: 

سیانو اتن: 

C **۲۷۵- گزینهٔ ۱** در ساختار هر یک از واحدهای تکرار شوندهٔ پلی استیرن $(C_8H_8)_n$، ۳ پیوند دوگانه وجود دارد پس در ساختار یک مولکول پلی استیرن با n واحد تکرارشونده، ۳n پیوند دوگانه وجود دارد:

$$\text{پیوند دوگانه } ?\,mol = \text{پلی استیرن } 8736g \times \frac{1mol \text{ پلی استیرن}}{104n\ g \text{ پلی استیرن}} \times \frac{3n\ mol \text{ پیوند دوگانه}}{1mol \text{ پلی استیرن}} = 252mol \text{ پیوند دوگانه}$$

واکنش تولید پلی وینیل کلرید به صورت زیر است:

$$n\ (H_2C = CHCl) \rightarrow (-CH_2-\overset{\overset{Cl}{|}}{CH}-)_n$$

به ازای مصرف شدن هر مول وینیل‌کلرید با جرم مولی ۶۲/۵ گرم بر مول، یک مول پیوند دوگانه شکسته می‌شود و ۶۲/۵ گرم پلیمر تولید می‌شود:

$$\text{پیوند دوگانه } ?\,mol = \text{پلی وینیل کلرید } 1750g \times \frac{1mol \text{ پلی وینیل کلرید}}{62/5n\ g \text{ پلی وینیل کلرید}} \times \frac{n\ mol \text{ وینیل کلرید}}{1mol \text{ پلی وینیل کلرید}} \times \frac{1mol \text{ پیوند دوگانه}}{1mol \text{ وینیل کلرید}} = 28mol$$

$$\frac{\text{تعداد پیوندهای دوگانهٔ موجود در ۸۷۳۶ گرم پلی استیرن}}{\text{تعداد پیوندهای دوگانهٔ شکسته شده برای تولید ۱۷۵۰ گرم پلی وینیل کلرید}} = \frac{252mol}{28mol} = 9$$

C **۲۷۶- گزینهٔ ۳** واکنش تولید پلی متیل متااکریلات به شکل زیر است:

$$n\underbrace{(C_5H_8O_2)}_{\text{متیل متااکریلات}} \rightarrow \underbrace{(C_5H_8O_2)_n}_{\text{پلی متیل متااکریلات}}$$

$$\text{مولکول متیل متااکریلات } ? = \text{پلی متیل متااکریلات } 4/5kg \times \frac{1000g \text{ پلی متیل متااکریلات}}{1kg \text{ پلی متیل متااکریلات}} \times \frac{1\ mol \text{ پلی متیل متااکریلات}}{100n\ g \text{ پلی متیل متااکریلات}} \times \frac{n\ mol \text{ متیل متااکریلات}}{1mol \text{ پلی متیل متااکریلات}}$$

$$\text{مولکول متیل متااکریلات } 4.5 \times 6/02 \times 10^{23} = \frac{\text{مولکول متیل متااکریلات } 6/02 \times 10^{23}}{1mol \text{ متیل متااکریلات}} \times$$

C **۲۷۷- گزینهٔ ۱** فرمول شیمیایی پلی‌پروپن به صورت $(C_3H_6)_n$ است. به ازای هر اتم کربن، ۲ اتم هیدروژن در ساختار این پلیمر وجود دارد:

$$?\,g\ C = 960gH \times \frac{1mol\ H}{1g\ H} \times \frac{1mol\ C}{2mol\ H} \times \frac{12g\ C}{1mol\ C} = 5760g\,C$$

فرمول شیمیایی پلی استیرن به صورت $(C_8H_8)_n$ است.

$$\text{پلی استیرن } ?\,g = 5760gC \times \frac{1mol\ C}{12g\ C} \times \frac{1mol \text{ پلی استیرن}}{8n\ mol\ C} \times \frac{104n\ g \text{ پلی استیرن}}{1mol \text{ پلی استیرن}} = 6240g \text{ پلی استیرن}$$

B **۲۷۸- گزینهٔ ۱** واکنش بوتانول با متانوئیک اسید، به شکل زیر است:

$$C_4H_9OH+HCOOH \rightarrow H_2O+HCOOC_4H_9$$

$$?\,g\,H_2O=44/4g\ \text{بوتانول} \times \frac{1mol\ \text{بوتانول}}{74g\ \text{بوتانول}} \times \frac{1mol\ H_2O}{1mol\ \text{بوتانول}} \times \frac{18g\ H_2O}{1mol\ H_2O}=10/8g\ H_2O$$

واکنش هگزانوئیک اسید با پروپانول به شکل زیر است:

$$C_5H_{11}COOH+C_3H_7OH \rightarrow H_2O+C_5H_{11}COOC_3H_7$$

در این مرحله باید جرم هگزانوئیک اسید مورد نیاز برای تولید $1/35g$ $(10/8\times\frac{1}{8})$ آب را به‌دست بیاوریم:

$$?\,g\ \text{هگزانوئیک اسید}=1/35g\ H_2O \times \frac{1mol\ H_2O}{18g\ H_2O} \times \frac{1mol\ \text{هگزانوئیک اسید}}{1mol\ H_2O} \times \frac{116g\ \text{هگزانوئیک اسید}}{1mol\ \text{هگزانوئیک اسید}}=8/7g\ \text{هگزانوئیک اسید}$$

C **۲۷۹- گزینهٔ ۳** فرمول شیمیایی استرها به صورت $(C_nH_{2n}O_2)$ است؛ پس محاسبهٔ درصد جرمی کربن در آن‌ها به کمک رابطهٔ زیر، امکان‌پذیر است:

$$\text{درصد جرمی کربن}=\frac{12n}{12n+2n+32}\times 100 \Rightarrow 66/67=\frac{12n}{14n+32} \Rightarrow n=8$$

واکنش تولید استر مورد نظر با فرمول $(C_8H_{16}O_2)$ به صورت روبه‌رو است:

$$C_5H_{11}OH+A\ \text{کربوکسیلیک اسید} \rightarrow H_2O+C_8H_{16}O_2$$

طبق قانون پایستگی جرم، تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف واکنش باید با هم برابر باشد. با توجه به این قانون، فرمول شیمیایی اسید A باید به صورت $(C_3H_6O_2)$ باشد. فرمول شیمیایی نشان داده شده مربوط به پروپانوئیک اسید است:

$$?\,g\ \text{کربوکسیلیک اسید}=1/5\ mol\ \text{کربوکسیلیک اسید} \times \frac{74g\ \text{کربوکسیلیک اسید}}{1\ mol\ \text{کربوکسیلیک اسید}}=111g\ \text{کربوکسیلیک اسید}$$

C **۲۸۰- گزینهٔ ۴** از میان استرهای داده شده، باید به دنبال استری باشیم که ۲ شرط را داشته باشد:

۱- تعداد اتم‌های کربن دو سمت گروه عاملی استری در آن با هم برابر باشد.

۲- طبق قانون پایستگی جرم، از ۰/۷ مول الکل و ۰/۷ مول اسید که مجموعاً ۱۳۳ گرم جرم دارند، ۰/۷ مول (۱۲/۶ گرم) آب و ۰/۷ مول استر که جرمی برابر با ۱۲۰/۴ گرم دارد تولید می‌شوند.

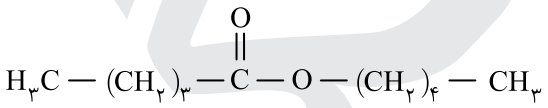
$$\text{جرم مولی استر}=\frac{\text{جرم نمونهٔ استر}}{\text{تعداد مول استر}}=\frac{120/4g}{0/7mol}=172\ g.mol^{-1}$$

پس جرم مولی استر مورد نظر، باید برابر با ۱۷۲ گرم بر مول باشد. از طرفی، فرمول شیمیایی استرها به صورت $C_nH_{2n}O_2$ است.

$$\text{جرم مولی استر}=172g.mol^{-1}=12n+2n+32 \Rightarrow n=10$$

پس فرمول شیمیایی باید به صورت $(C_{10}H_{20}O_2)$ باشد.

تنها استر راست زنجیری که این دو شرط را به طورهمزمان دارد، پنتیل پنتانوات $(C_4H_9COOC_5H_{11})$ است که ساختار آن به صورت زیر است:



C **۲۸۱- گزینهٔ ۲** عبارت‌های (الف) و (ب) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (الف): در ساختار ویتامین «آ» و «دی»، ساختارهای حلقوی از جنس اتم‌های کربن وجود دارد اما در ویتامین «ث»، حلقهٔ موجود از ۴ اتم کربن و یک اتم اکسیژن تشکیل شده است.

عبارت (ب): ویتامین «دی» در ساختار خود گروه عاملی استری ندارد.

B **۲۸۲- گزینهٔ ۱** فقط عبارت (ت) درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (الف): فرمول شیمیایی ویتامین «ث» به صورت $(C_6H_8O_6)$ است و در ساختار هر مولکول این ویتامین، ۶ اتم اکسیژن وجود دارد.

عبارت (ب): در ساختار ویتامین «ث»، ۴ گروه عاملی الکلی وجود دارد که مولکول‌های این ویتامین از ناحیهٔ هر یک از این گروه‌های الکلی می‌توانند پیوند هیدروژنی برقرار کنند.

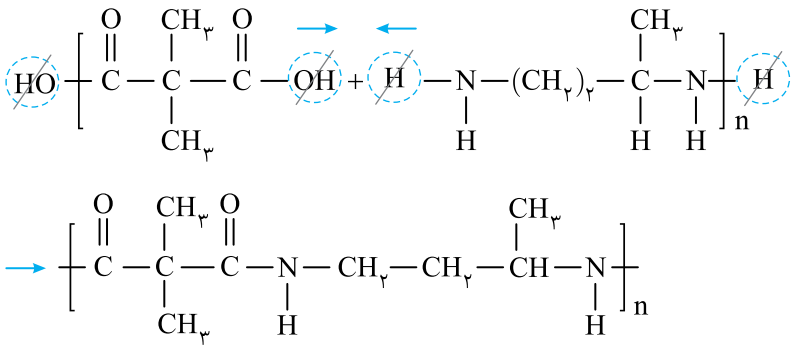
عبارت (پ): در مولکول‌های ویتامین «آ» یک گروه عاملی الکلی وجود دارد که از این ناحیه امکان برقراری پیوند هیدروژنی وجود دارد.

B **۲۸۳- گزینهٔ ۳** فراورده‌های اکسایش گلوکز، CO_2 و H_2O هستند. با توجه به فرمول شیمیایی ویتامین «ث»، این ماده طی واکنش زیر، می‌سوزد:

$$C_6H_8O_6(s)+5O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g)+4H_2O(g)$$

$$?\,L\ CO_2=66g\ \text{ویتامین ث} \times \frac{1mol\ \text{ویتامین ث}}{176g\ \text{ویتامین ث}} \times \frac{6mol\ CO_2}{1mol\ \text{ویتامین ث}} \times \frac{22/4\ L\ CO_2}{1mol\ CO_2}=50/4L\ CO_2$$

C **۲۸۴- گزینهٔ ۳** ابتدا فرمول ساختاری پلی آمید را رسم می‌کنیم:



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): فرمول شیمیایی واحد تکرارشونده در این پلیمر، به صورت $(C_9H_{16}N_2O_2)$ است.

گزینهٔ (۲): در فرمول ساختاری واحد تکرارشوندهٔ این پلیمر، ۲گروه (CH_2) میان دو اتم N وجود دارد.

گزینهٔ (۴): از آنجا که در این پلیمر اتم‌های هیدروژنی وجود دارند که به اتم‌های نیتروژن متصل هستند، امکان برقراری پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های این پلیمر وجود دارد.

C **۲۸۵- گزینهٔ ۲** فقط عبارت (الف) درست است.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت (الف): پلی سیانواتن از عناصر C، H و N تشکیل شده است که همهٔ این عناصر، در ساختار این پلی آمید وجود دارند.

عبارت (ب): این پلیمر از n واحد تکرارشونده تشکیل شده است که در هر یک از این واحدها، دو پیوند $(C=O)$ وجود دارد.

عبارت (پ): پلی آمیدها در اثر واکنش با مقدار کافی آب، به اسید دو عاملی و آمین دو عاملی سازنده خود تبدیل می‌شوند.

عبارت (ت): فرمول شیمیایی دی اسید حاصل به صورت $(C_4H_6O_4)$ است.

C **۲۸۶- گزینهٔ ۲** تعداد اتم‌های هیدروژن در الکل برابر با ۸ است. با توجه به فرمول عمومی الکل‌ها که به صورت $(C_nH_{2n+2}O)$ است، فرمول شیمیایی الکل مورد نظر به شکل (C_3H_8O) می‌شود. واکنش تولید استر مورد نظر به شکل زیر است:

اسید+الکل (پروپانول) → آب+استر

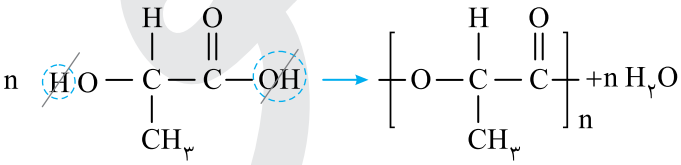
$$?\,g\ \text{پروپانول} = 32/4\,g\ H_2O \times \frac{1\,mol\ H_2O}{18\,g\ H_2O} \times \frac{1\,mol\ \text{پروپانول}}{1\,mol\ H_2O} \times \frac{60\,g\ \text{پروپانول}}{1\,mol\ \text{پروپانول}} = 108\,g\ \text{پروپانول}$$

طبق قانون پایستگی جرم، جرم مواد واکنش دهنده باید با مجموع جرم مواد فراورده برابر باشد.

جرم اسید − جرم استر = جرم آب−جرم پروپانول ⇒ جرم آب + جرم استر = جرم اسید + جرم پروپانول

⇒ جرم استر = جرم اسید − ۱۰۸g−۳۲/۴g=۷۵/۶g

C **۲۸۷- گزینهٔ ۳** لاکتیک اسید هم گروه عاملی هیدروکسیل $(-OH)$ دارد و هم گروه عاملی کربوکسیل $(-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH)$. هنگامی که تعداد زیادی لاکتیک اسید کنار هم قرار می‌گیرند، H موجود در هیدروکسیل با OH موجود در کربوکسیل واکنش داده و مولکول آب تولید می‌شود:



در ضمن فرمول مولکولی لاکتیک اسید به‌صورت $(C_3H_6O_3)$ و فرمول مولکولی پلی لاکتیک اسید به‌صورت $(C_3H_4O_2)_n$ می‌باشد.

توجه **پلی‌لاکتیک اسیدها** در دستهٔ **پلیمرهای سبز** قرار دارند و پس از رها شدن در طبیعت به مولکول‌های ساده‌تر تبدیل می‌شوند.

کنکور سراسری ۹۸

پاسخ‌های تشریحی

۱- گزینهٔ ۱ در گروه‌های جدول دوره‌ای (تناوبی)، از بالا به پایین، شعاع اتمی افزایش می‌یابد؛ زیرا شمار لایه‌های الکترونی اشغال شدهٔ اتم آن‌ها افزایش می‌یابد. با افزایش شمار لایه‌های الکترونی، دافعهٔ میان الکترون‌ها افزایش یافته و شعاع اتمی زیادتر می‌شود.

۲- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (پ): واکنش مورد نظر به‌صورت $2Na(s)+FeO(s)\rightarrow Na_2O(s)+Fe(s)$ است. این واکنش به‌طور طبیعی انجام می‌شود و در آن واکنش‌پذیری فراورده‌ها از واکنش‌دهنده‌ها کمتر است.

عبارت (ت): واکنش مورد نظر به‌صورت $2Na_2O(s)+C(s)\rightarrow 4Na(s)+CO_2(g)$ است. این واکنش به‌طور طبیعی انجام نمی‌شود و در آن واکنش‌پذیری واکنش‌دهنده‌ها از فراورده‌ها کمتر است.

۳- گزینهٔ ۲ در دورهٔ سوم جدول تناوبی، سه فلز سدیم، منیزیم و آلومینیم و سه نافلز فسفر، گوگرد و کلر وجود دارد.

۴- گزینهٔ ۴ در یک دوره از جدول دوره‌ای از چپ به راست از میزان خاصیت فلزی و تمایل برای از دست دادن الکترون (در اثر واکنش با گاز اکسیژن در این سؤال) کاسته می‌شود.

۵- گزینهٔ ۴ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت $LiAlH_4(s)+4H_2O(l)\rightarrow LiOH(aq)+Al(OH)_3(s)+4H_2(g)$ است.

روش اول (کسر تبدیل):

$$?L\ H_2=5g\ LiAlH_4\ \text{ناخالص}\times\frac{x\ g\ LiAlH_4\ \text{خالص}}{100g\ LiAlH_4\ \text{ناخالص}}\times\frac{1mol\ LiAlH_4}{38g\ LiAlH_4}\times\frac{4mol\ H_2}{1mol\ LiAlH_4}\times\frac{22/4L\ H_2}{1mol\ H_2}=11/2L\ H_2\Rightarrow x=\%95$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{درصد خلوص}\times\text{جرم}\ LiAlH_4}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{حجم}\ H_2}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}\Rightarrow\frac{5\frac{x}{100}}{38\times1}=\frac{11/2}{22/4\times4}\Rightarrow x=\%95$$

۶- گزینهٔ ۴ معادلهٔ موازنه شدهٔ این دو واکنش به‌صورت زیر است:

$$Fe_2O_3(s)+6HCl(aq)\rightarrow 2FeCl_3(aq)+3H_2O(l)$$

$$FeCl_3(aq)+3NaOH(aq)\rightarrow Fe(OH)_3(s)+3NaCl(aq)$$

ابتدا باید جرم آهن موجود در سنگ معدن را پیدا کنیم.

$$?g\ Fe=5/35g\ Fe(OH)_3\times\frac{1mol\ Fe(OH)_3}{107g\ Fe(OH)_3}\times\frac{1mol\ FeCl_3}{1mol\ Fe(OH)_3}\times\frac{1mol\ Fe_2O_3}{2mol\ FeCl_3}\times\frac{2mol\ Fe}{1mol\ Fe_2O_3}\times\frac{56g\ Fe}{1mol\ Fe}=2/8g\ Fe$$

درصد جرمی آهن در این نمونه از سنگ معدن برابر است با:

$$\text{درصد جرمی آهن}=\frac{\text{جرم آهن}}{\text{جرم سنگ معدن}}\times100=\frac{2/8}{20}\times100=\%14$$

۷- گزینهٔ ۳

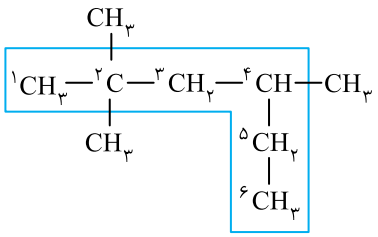
گزینهٔ (۱):
- بوتان: $C_4H_{10}\Rightarrow\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}=\frac{10}{4}=2/5$
- اتن: $C_2H_4\Rightarrow\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}=\frac{4}{2}=2$

گزینهٔ (۲):
- بنزن: $C_6H_6\Rightarrow\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}=\frac{6}{6}=1$
- نفتالن: $C_{10}H_8\Rightarrow\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}=\frac{8}{10}$

گزینهٔ (۳):
- اتین: $C_2H_2\Rightarrow\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}=\frac{2}{2}=1$
- هیدروژن سیانید: $HCN\Rightarrow\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}=\frac{1}{1}=1$

گزینهٔ (۴):
- بنزن: $C_6H_6\Rightarrow\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}=\frac{6}{6}=1$
- سیکلو هگزان: $C_6H_{12}\Rightarrow\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}=\frac{12}{6}=2$

۸- گزینهٔ ۲ در آلکان‌ها، نام ۲-اتیل، نادرست است. در این ترکیب‌ها، اتیل جزء زنجیر اصلی است و یک شاخهٔ فرعی محسوب نمی‌شود. نام آیوپاک ترکیب داده شده، «۲، ۲، ۴- تری‌متیل هگزان» است.



۹- گزینهٔ ۲ ابتدا معادلهٔ داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$(C_6H_{10}O_5)_n(s)\rightarrow 6nC(s)+5nH_2O(g)$$

حال باید با استفاده از جرم تنهٔ درخت جرم زغال را به‌دست آوریم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,kg\ C=81\,kg\times\frac{10^3\,g}{1\,kg}\times\frac{50\,g\ \text{سلولز}}{100\,g\ \text{درخت}}\times\frac{1\,mol\ \text{سلولز}}{162\,ng\ \text{سلولز}}\times\frac{6n\,mol\ C}{1\,mol\ \text{سلولز}}\times\frac{12\,g\ C}{1\,mol\ C}\times\frac{1\,kg}{10^3\,g}=18\,kg$$

بنابراین جرم زغال خالص ۱۸ کیلوگرم است. با توجه به اینکه درصد خلوص زغال برابر ۹۰ درصد است می‌توان مقدار ناخالص زغال را به‌دست آورد:

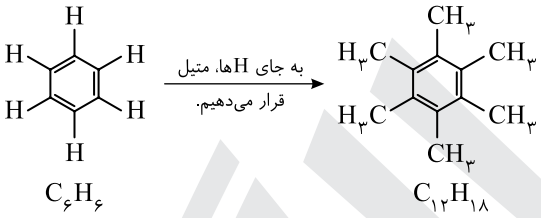
$$\text{درصد خلوص}=\frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم نمونه ناخالص}}\times 100\Rightarrow 90=\frac{18}{x}\times 100\Rightarrow x=\frac{18\times 100}{90}=20\,kg$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{جرم سلولز}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم زغال ناخالص}\times\frac{p}{100}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{81\times 10^3\times\frac{50}{100}}{162n\times 1}=\frac{x\times\frac{90}{100}}{12\times 6n}\Rightarrow x=20000\,g=20\,kg$$

۱۰- گزینهٔ ۱ اگر به جای همهٔ اتم‌های هیدروژن مولکول بنزن، گروه متیل ($-CH_3$) قرار گیرد ترکیب روبه‌رو حاصل می‌شود.

بررسی گزینه‌ها:



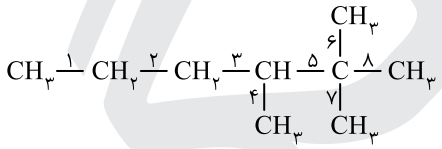
گزینهٔ (۱): جرم مولی ترکیب حاصل بیشتر از جرم مولی بنزن است، بنابراین فرّاریت آن کمتر است. در واقع در اثر این تغییر، فرّاریت کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۲): در ترکیب حاصل، حلقهٔ بنزن همچنان وجود دارد، در نتیجه، این ترکیب نیز مانند بنزن، آروماتیک است.

گزینهٔ (۳): فرمول مولکولی ترکیب حاصل $C_{12}H_{18}$ است، اما فرمول مولکولی نفتالن $C_{10}H_8$ می‌باشد.

گزینهٔ (۴): هر دو ترکیب ناقطبی هستند، بنابراین گشتاور دوقطبی بنزن و ترکیب حاصل برابر صفر است.

۱۱- گزینهٔ ۳ ساختار ۳،۲،۲-تری‌متیل هگزان به صورت روبه‌رو است. در این ساختار ۸ پیوند کووالانسی کربن - کربن وجود دارد که در شکل نشان داده شده‌اند.



۱۲- گزینهٔ ۴ وجود برخی ترکیب‌های فلزهای واسطه در سنگ‌ها و شیشه‌ها می‌تواند سبب ایجاد رنگ در آن‌ها شود. در میان عناصر نمایش داده شده در گزینه‌ها، تنها $_{26}X$ که همان عنصر آهن است، جزء عناصر واسطه بوده و وجود ترکیب‌های آن می‌تواند سبب ایجاد رنگ شود.

۱۳- گزینهٔ ۴ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به صورت $3BaCl_2(aq)+Al_2(SO_4)_3(aq)\rightarrow 3BaSO_4(s)+2AlCl_3(aq)$ است.

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,mol\ Al_2(SO_4)_3=79/06\,g\ BaSO_4\ \text{ناخالص}\times\frac{97\,g\ BaSO_4\ \text{خالص}}{100\,g\ BaSO_4\ \text{ناخالص}}\times\frac{1\,mol\ BaSO_4}{233\,g\ BaSO_4}\times\frac{1\,mol\ Al_2(SO_4)_3}{3\,mol\ BaSO_4}$$

$$\simeq 0/11\,mol\ Al_2(SO_4)_3$$

$$?\,mol\ BaCl_2=79/06\,g\ BaSO_4\ \text{ناخالص}\times\frac{97\,g\ BaSO_4\ \text{خالص}}{100\,g\ BaSO_4\ \text{ناخالص}}\times\frac{1\,mol\ BaSO_4}{233\,g\ BaSO_4}\times\frac{3\,mol\ BaCl_2}{3\,mol\ BaSO_4}\simeq 0/33\,mol\ BaCl_2$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{گرم باریم سولفات ناخالص}\times\frac{P}{100}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{مول آلومینیم سولفات}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{مول باریم کلرید}}{\text{ضریب}}$$

$$\Rightarrow\frac{79/06\times\frac{97}{100}}{233\times 3}=\frac{x}{1}=\frac{y}{3}\Rightarrow x\simeq 0/11\,mol\ Al_2(SO_4)_3\ \text{و}\ y\simeq 0/33\,mol\ BaCl_2$$

۱۴- گزینهٔ ۱ فرمول مولکولی نفتالن، $C_{10}H_8$ اســت. به ازای هر گروه متیل، یک اتم کربن و به ازای هر گروه اتیل، ۲ اتم کربن در فرمول مولکولی یک ترکیب وجود دارد. با استفاده از این روش می‌توانیم تعداد اتم‌های کربن ترکیب‌های موجود در گزینه‌ها را تعیین کنیم.

بررسی گزینه‌ها:

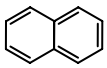
گزینهٔ (۱): ۳- اتیل-۳- متیل هپتان ⇐ ۱۰=۱+۱+۲+۷= تعداد کربن

گزینهٔ (۲): ۴- اتیل نونان ⇐ ۱۱=۲+۹= تعداد کربن

گزینهٔ (۳): ۲، ۳، ۳- تری‌متیل اوکتان ⇐ ۱۱=۱+۱+۱+۸= تعداد کربن

گزینهٔ (۴): ۳، ۳- دی‌متیل هپتان ⇐ ۹=۱+۱+۷= تعداد کربن

۱۵- گزینهٔ ۲ فرمول مولکولی نفتالن به صورت $C_{10}H_8$ و ساختار آن به صورت روبه‌رو است:



نفتالن با ۵ مول H_2 به‌طور کامل هیدروژن‌دار می‌شود:

$$C_{10}H_8+5H_2\rightarrow C_{10}H_{18}$$

از طرفی فرمول مولکولی دکان به صورت $C_{10}H_{22}$ است، بنابراین تفاوت شمار اتم‌های هیدروژن دو ترکیب $C_{10}H_{18}$ و $C_{10}H_{22}$ برابر ۴ است.

۱۶- گزینهٔ ۱ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به صورت زیر است:

$$C_5H_{12}(g)+8O_2(g)\rightarrow 5CO_2(g)+6H_2O(g)$$

$$?\,mol\ C_5H_{12}=400L\ \text{هوا}\times\frac{1/28g\ \text{هوا}}{1L\ \text{هوا}}\times\frac{21g\ O_2}{100g\ \text{هوا}}\times\frac{1mol\ O_2}{32g\ O_2}\times\frac{1mol\ C_5H_{12}}{8mol\ O_2}=0/42mol\ C_5H_{12}$$

۱۷- گزینهٔ ۱ ابتدا معادلهٔ واکنش داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$C_xH_y+(x+\frac{y}{2})O_2\rightarrow xCO_2+\frac{y}{2}H_2O$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{جرم آب تولید شده}: 18\times\frac{y}{2}=9y\\ \text{جرم مولی هیدروکربن}: 12x+y\end{array}\right\}\Rightarrow 12x+y=9y\Rightarrow 12x=8y\Rightarrow\frac{y}{x}=\frac{3}{2}$$

بنابراین نسبت شمار اتم‌های H به شمار اتم‌های C در فرمول شیمیایی ترکیب مورد نظر برابر $\frac{3}{2}$ است:

ترکیب	بوتین: C_4H_6	بوتان: C_4H_{10}	پروپن: C_3H_6	پروپان: C_3H_8
$\frac{\text{شمار اتم‌های H}}{\text{شمار اتم‌های C}}$	$\frac{6}{4}=\frac{3}{2}$	$\frac{10}{4}=\frac{5}{2}$	$\frac{6}{3}=2$	$\frac{8}{3}$

۱۸- گزینهٔ ۳ ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$2NaN_3(s)\rightarrow 2Na(s)+3N_2(g)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\ NaN_3=18L\ N_2\times\frac{1mol\ N_2}{30L\ N_2}\times\frac{2mol\ NaN_3}{3mol\ N_2}\times\frac{65g\ NaN_3}{1mol\ NaN_3}\times\frac{100g\ \text{ناخالص}}{80g\ \text{خالص}}=32/5g\ NaN_3$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{لیتر}\ N_2}{\text{حجم مولی}\times\text{ضریب}}=\frac{\text{درصد خلوص}\times\text{جرم}\ NaN_3}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{18}{3\times30}=\frac{x\times\frac{80}{100}}{2\times65}\Rightarrow x=32/5g$$

۱۹- گزینهٔ ۴

$$\left[\begin{array}{l}\text{۱ لامپ ۶۰ واتی به مدت ۲۵ ساعت}\Rightarrow\text{بازگردانی ۷ قوطی}\\ \text{x لامپ ۶۰ واتی به مدت ۲۵ ساعت}\Rightarrow\text{بازگردانی}\ 7\times10^5\ \text{قوطی}\end{array}\right]\Rightarrow x=10^5\ \text{لامپ}$$

$$\text{تعداد خانه‌ها}=\frac{10^5\times60\times25}{4\times60\times5}=\frac{5}{4}\times10^5=125000$$

۲۰- گزینهٔ ۳ ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$N_2O_5(g)+H_2O(l)\rightarrow 2HNO_3(aq)$$

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\,g\ N_2O_5=0/2\frac{mol}{L}\ HNO_3\times0/5L\ HNO_3\times\frac{1mol\ N_2O_5}{2mol\ HNO_3}\times\frac{108g\ N_2O_5}{1mol\ N_2O_5}=\underbrace{5/4g\ N_2O_5}_{\text{خالص}}$$

$$\text{درصد خلوص}=\frac{\text{جرم خالص}}{\text{جرم ناخالص}}\times100\Rightarrow\text{درصد خلوص}=\frac{5/4}{7/2}\times100=\%75$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{\text{درصد خلوص}\times\text{گرم}\ N_2O_5}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}\ N_2O_5}=\frac{\text{حجم}\times\text{مولاریته}\ HNO_3}{\text{ضریب}}=\frac{7/2\times\frac{P}{100}}{108\times1}=\frac{0/2\times0/5}{2}\Rightarrow P=\%75$$

۲۱- گزینهٔ ۲ عبارت‌های دوم و سوم درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: در واکنش‌های گرماده، انرژی از سامانه به محیط جریان می‌یابد.

عبارت دوم: گرمای مبادله شده بین دو ماده از رابطهٔ $Q=mc\Delta\theta$ به‌دست می‌آید که در این رابطه c، ظرفیت گرمایی ویژه، m جرم ماده و $\Delta\theta$ تغییر دمای ماده است.

عبارت سوم: در فرایند گوارش و سوخت‌وساز شیر در بدن، با وجود ثابت بودن دما، $Q<0$ است. به‌طور کلی فرایند گوارش سوخت‌وساز مواد غذایی از جمله شیر با آزادسازی انرژی همراه است. در واقع این فرایندها، همواره گرماده هستند.

عبارت چهارم: در فرایند گرماده، فراورده‌ها در سطح انرژی پایین‌تری نسبت به واکنش‌دهنده‌ها قرار می‌گیرند.

۲۲- گزینهٔ ۲ برای به‌دست آوردن ΔH واکنش $2CH_4(g)\rightarrow C_2H_6(g)+H_2(g)$، کافی است واکنش‌های (۱) و (۳) را معکوس کرده و در $\frac{1}{2}$ ضرب کنیم و واکنش (۲) را در ۲ ضرب کنیم:

$$\text{واکنش}(1)\ \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{\text{معکوس}} 2CO_2(g)+3H_2O(l)\rightarrow C_2H_6(g)+\frac{7}{2}O_2(g)\ ,\Delta H_1=-(-\frac{3120}{2})=1560kJ$$

$$\text{واکنش}(2)\ \xrightarrow{\times 2} 2CH_4(g)+4O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)+4H_2O(l)\ ,\Delta H_2=-890\times 2=-1780kJ$$

$$\text{واکنش}(3)\ \xrightarrow[\times\frac{1}{2}]{\text{معکوس}} H_2O(l)\rightarrow H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\ ,\Delta H_3=-(-\frac{572}{2})=286kJ$$

$$\text{واکنش نهایی}: 2CH_4(g)\rightarrow C_2H_6(g)+H_2(g)\ ,\Delta H=\Delta H_1+\Delta H_2+\Delta H_3=+66kJ$$

۲۳- گزینهٔ ۴ به ازای مصرف یک مول SO_3، یک مول آب مصرف و ۲۲۸kJ گرما آزاد می‌شود، بنابراین به‌ازای مصرف ۱۰ مول SO_3، ۱۰ مول آب که ۱۸۰ گرم جرم دارد، مصرف و 228×10^4 ژول گرما آزاد خواهد شد:

$$\text{گرمای آزادشده}=\frac{228\times10^3 J}{1 mol SO_3}\times 10 mol SO_3=228\times10^4 J$$

$$\text{جرم آب باقی‌مانده}=10/18\times10^3-180=10^4 g$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ $Q=mc\Delta\theta$، $\Delta\theta$ را محاسبه می‌کنیم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=\frac{Q}{mc}=\frac{228\times10^4}{10^4\times4/2}\simeq54/28^\circ C$$

بنابراین در ۵ دقیقه، افزایش دمایی معادل ۵۴/۲۸ درجهٔ سلسیوس رخ داده است. برای محاسبهٔ میانگین افزایش دمای مخزن در هر دقیقه کافی است این عدد را بر ۵ تقسیم کنیم:

$$\text{میانگین افزایش دما در هر دقیقه}=\frac{54/28}{5}\simeq10/86^\circ C$$

۲۴- گزینهٔ ۱ بر اساس واکنش داده شده، کاهش جرم مخلوط واکنش به دلیل خروج گاز NO از ظرف واکنش است. بنابراین با توجه به نمودار کاهش جرم مخلوط می‌توان گفت که در بازهٔ ۰ تا ۵ دقیقه، ۳ گرم جرم مخلوط کاهش یافته و در نتیجه ۳ گرم گاز NO تولید شده است:

$$\text{کاهش جرم مخلوط}=203-200=3g\Rightarrow\text{جرم NO تولیدی}=3g$$

حال باید از گرم NO، غلظت Bi^{3+} را به‌دست آوریم؛ بنابراین ابتدا واکنش داده شده را موازنه می‌کنیم:

$$Bi(s)+4HNO_3(aq)\rightarrow Bi(NO_3)_3(aq)+NO(g)+2H_2O(l)$$

$$?[Bi^{3+}]=3g\ NO\times\frac{1 mol\ NO}{30g\ NO}\times\frac{1 mol\ Bi(NO_3)_3}{1 mol\ NO}\times\frac{1 mol\ Bi^{3+}}{1 mol\ Bi(NO_3)_3}\times\frac{1}{0/2L}=0/5\frac{mol}{L}$$

بنابراین $[Bi^{3+}]$ در مدت ۵ دقیقه، $0/5mol.L^{-1}$ افزایش یافته است که نمودارهای مطرح شده در گزینهٔ (۱) و (۳) این موضوع را نشان می‌دهد، اما در گزینهٔ (۳)، واکنش در دقیقه ۲ به اتمام رسیده (یا به تعادل رسیده) که درست نیست، زیرا واکنش تا دقیقه پنجم ادامه دارد و هنوز به پایان نرسیده است.

۲۵- گزینهٔ ۳ کاهش جرم خورشید، تنها منبع حیات‌بخش انرژی در زمین است و تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند.

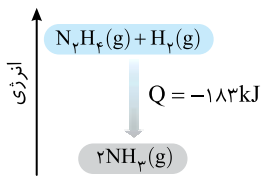
بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): تنها راه تأمین انرژی بدن، گوارش غذاهاست.

گزینهٔ (۲): مصرف کلسیم برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان بسیار مفید است.

گزینهٔ (۴): سرانهٔ مصرف مواد غذایی در کشورهای مختلف یکسان نیست و به فرهنگ، عادات غذایی و ... مردم یک کشور بستگی دارد.

۲۶- گزینهٔ ۱ نمودار سطح انرژی این واکنش به‌صورت مقابل است. با توجه به نمودار، سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر از واکنش‌دهنده‌هاست. این واکنش گرمازا است و با انجام آن در یک ظرف، گرما از سامانه به محیط منتقل شده و دمای ظرف بالا می‌رود. در این واکنش به ازای تولید هر مول آمونیاک $(\frac{183}{2})91/5kJ$ انرژی آزاد می‌شود.



۲۷- گزینهٔ ۳ ساختار ترکیب‌های شرکت‌کننده در این واکنش به‌صورت زیر است:

$$C\equiv O(g)+2H-H(g)\rightarrow H-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-O-H(g)$$

$\Delta H=$[مجموع انرژی پیوندهای مواد فراورده]−[مجموع انرژی پیوندهای مواد واکنش‌دهنده]

$\Rightarrow \Delta H=[\Delta H(C\equiv O)+2\Delta H(H-H)]-[3\Delta H(C-H)+\Delta H(C-O)+\Delta H(O-H)]$

$=[1075+2(436)]-[3(414)+351+464]=1947-2057=-110\,kJ$

۲۸- گزینهٔ ۲ بازدارنده ترکیبی شیمیایی است که با افزودن به ظرف واکنش، موجب کاهش سرعت یا توقف کامل واکنش می‌شود. در این واکنش آب در نقش بازدارنده، مانع از انجام واکنش میان فسفر سفید و اکسیژن می‌شود.

۲۹- گزینهٔ ۱ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت $PI_3(s)+3H_2O(l)\rightarrow H_3PO_3(aq)+3HI(aq)$ است.

PI_3 تغییرات جرم $=20/6-4/12=16/48\,g$

$?\,PI_3$ تغییرات مول $=16/48\,g\,PI_3\times\frac{1\,mol\,PI_3}{412\,g\,PI_3}=0/04\,mol\,PI_3$

$\Rightarrow \bar{R}_{PI_3}=\frac{\text{تعداد مول } PI_3 \text{ مصرف شده}}{\text{زمان}}=\frac{0/04\,mol}{120\,s}=3/3\times10^{-4}\,mol.s^{-1}$

با توجه به تعداد مول PI_3 مصرف شده، می‌توانیم تعداد مول HI تولید شده را به‌دست آوریم.

$?\,mol\,HI=0/04\,mol\,PI_3\times\frac{3\,mol\,HI}{1\,mol\,PI_3}=0/12\,mol\,HI$

HI غلظت مولی $=\frac{\text{تعداد مول } HI}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}}=\frac{0/12\,mol}{1\,L}=0/12\,mol.L^{-1}$

۳۰- گزینهٔ ۴ ابتدا مقدار گرمای آزاد شده در اثر انحلال جامد یونی در آب را محاسبه می‌کنیم:

$Q=mc\Delta\theta=5\times4/2\times70=1470\,J=1/47\,kJ$

گرمای مولی انحلال این ترکیب برابر است با:

$?\,kJ=1\,mol$ جامد یونی $\times\frac{111\,g}{1\,mol}$ جامد یونی $\times\frac{1/47\,kJ}{5\,g}$ جامد یونی $=32/63\,kJ$

۳۱- گزینهٔ ۲ گرمای تشکیل، مقدار گرمای مبادله شده به ازای تولید یک مول از یک ترکیب است.

$?\,g\,NO=1\,mol\,O_3\times\frac{144\,kJ}{1\,mol\,O_3}\times\frac{1\,mol\,NO}{90\,kJ}\times\frac{30\,g\,NO}{1\,mol\,NO}=48\,g\,NO$

۳۲- گزینهٔ ۴ برای رسیدن به معادلهٔ واکنش سؤال، واکنش اول را بدون تغییر، واکنش دوم را ۲ برابر، واکنش سوم را معکوس و واکنش چهارم را معکوس و ۲ برابر می‌کنیم.

واکنش اول: $P_4(s)+6Cl_2(g)\rightarrow 4PCl_3(l)$ — $\Delta H_1'=\Delta H_1=-1228\,kJ$

واکنش دوم: $4PCl_3(l)+2O_2(g)\rightarrow 4POCl_3(l)$ — $\Delta H_2'=2\Delta H_2=-1300\,kJ$

واکنش سوم: $2Cl_2(g)+2H_2O(l)\rightarrow 4HCl(g)+O_2(g)$ — $\Delta H_3'=-\Delta H_3=202\,kJ$

واکنش چهارم: $2SO_2(g)+4HCl(g)\rightarrow 2SOCl_2(l)+2H_2O(l)$ — $\Delta H_4'=-2\Delta H_4=-206\,kJ$

واکنش نهایی: $O_2(g)+P_4(s)+2SO_2(g)+8Cl_2(g)\rightarrow 2SOCl_2(l)+4POCl_3(l)$ — $\Delta H_{\text{نهایی}}=-1228-1300-206+202=-2532\,kJ$

۳۳- گزینهٔ ۳ معادلهٔ موازنه شدهٔ این واکنش به صورت $2N_2O_5(g)\rightarrow 4NO_2(g)+O_2(g)$ است. در طی این مدت زمان ۲۰ دقیقه، غلظت N_2O_5 نصف شده است؛ یعنی ۰/۶ مول از این ماده مصرف شده است. ابتدا باید تعداد مول‌های NO_2 و O_2 را پیدا کنیم:

$?\,mol\,NO_2=0/6\,mol\,N_2O_5\times\frac{4\,mol\,NO_2}{2\,mol\,N_2O_5}=1/2\,mol\,NO_2$

$?\,mol\,O_2=0/6\,mol\,N_2O_5\times\frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,N_2O_5}=0/3\,mol\,O_2$

مجموع شمار مول‌های درون ظرف $=(1/2-0/6)+1/2+0/3=2/1\,mol$

NO_2 سرعت تولید $=\frac{\Delta[NO_2]}{\Delta t}=\frac{\Delta n(NO_2)}{\Delta V\times\Delta t}=\frac{1/2\,mol}{20\,L\times20\,min\times\frac{60\,s}{1\,min}}=5\times10^{-5}\,mol.L^{-1}.s^{-1}$

۳۴- گزینهٔ ۲ عبارت‌های اول و سوم درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: با سرد شدن هوا، شدت رنگ گاز آلایندهٔ NO_2 در شهرها، کاهش می‌یابد. گاز NO در دماهای بالا با اکسیژن هوا واکنش داده و گاز قهوه‌ای‌رنگ NO_2 را تولید می‌کند:

$$2NO(g)+O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g)$$

با سرد شدن هوا انرژی لازم برای انجام واکنش بالا تأمین نشده و شدت تولید NO_2 کاهش می‌یابد به همین دلیل شدت رنگ این گاز آلاینده در شهرها کاهش می‌یابد.

عبارت دوم: در تبدیل $CO_2(s)\rightarrow CO_2(g)$ میانگین تندی و انرژی جنبشی ذرات افزایش می‌یابد، زیرا فرایند تصعید، فرایندی گرماگیر است و مولکول‌های گاز تولید شده، جنبش و حرکت‌های گرمایی بیشتری دارند.

عبارت سوم: واکنش شیمیایی انجام شده در فتوسنتز (در گیاهان سبز) فرایندی گرماگیر بوده و علامت ΔH آن مثبت است.

عبارت چهارم: تغییر نوع آلوتروپ در واکنش‌هایی که عنصرهای خالص تولید یا مصرف می‌شوند بر ΔH واکنش تأثیرگذار است.

به طور کلی نوع واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها بر گرمای واکنش مؤثر است. به طور مثال، گرافیت از الماس پایدارتر بوده و اگر در یک واکنش گرماده، گرافیت به جای الماس تولید شود، گرمای بیشتری آزاد می‌شود.

۳۵- گزینهٔ ۴ ابتدا با استفاده از قانون هس ΔH واکنش مورد نظر را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{واکنش (۱)}: BaSO_4(s)\rightarrow BaO(s)+SO_3(g) \quad , \quad \Delta H_1=+213kJ$$

$$\text{واکنش (۲)}: SO_3(g)+H_2O(l)\rightarrow H_2SO_4(aq) \quad , \quad \Delta H_2=-78kJ$$

اگر واکنش‌های (۱) و (۲) را وارون کنیم و سپس با هم جمع کنیم به واکنش مورد نظر می‌رسیم، بنابراین:

$$BaO(s)+H_2SO_4(aq)\rightarrow BaSO_4(s)+H_2O(l) \qquad \Delta H=(-\Delta H_1)+(-\Delta H_2)=(-213)+(+78)=-135kJ$$

بنابراین گرمای مبادله شده در این واکنش به ازای مصرف یک مول $BaO(s)$ برابر ۱۳۵ کیلوژول است، در نتیجه، گرمای مبادله شده به ازای مصرف ۰/۱ مول $BaO(s)$ برابر ۱۳/۵ کیلوژول است:

$$\frac{135kJ}{1\,mol\,BaO}\times 0/1\,mol\,BaO=13/5kJ$$

اکنون باید محاسبه کنیم این مقدار گرما، دمای ۲۰۰ گرم آب با دمای $25^\circ C$ را به چند درجهٔ سلسیوس می‌رساند:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow 13/5\times 10^3=200\times 4/2\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=16^\circ C\Rightarrow\theta_2-25=16\Rightarrow\theta_2=41^\circ C$$

۳۶- گزینهٔ ۱ ابتدا ظرفیت گرمایی ویژهٔ آب و روغن زیتون را با توجه به داده‌های سؤال به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow 41800=200\times c_{\text{آب}}\times(75-25)\Rightarrow c_{\text{آب}}=\frac{41800}{200\times 50}=4/18J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$$

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow 985=50\times c_{\text{روغن زیتون}}\times(30-20)\Rightarrow c_{\text{روغن زیتون}}=\frac{985}{50\times 10}=1/97J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$$

اکنون می‌توانیم دمای یک کیلوگرم روغن زیتون و یک کیلوگرم آب که هر دو دمای $20^\circ C$ دارند را پس از دریافت ۵۰kJ گرما محاسبه کنیم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow\begin{cases}\text{آب}: 50\times 10^3=1\times 10^3\times 4/18\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=\theta_2-\theta_1=\theta_2-20=11/96\Rightarrow\theta_2=31/96^\circ C\\ \text{روغن زیتون}: 50\times 10^3=1\times 10^3\times 1/97\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=\theta_2-20=25/38\Rightarrow\theta_2=45/38^\circ C\end{cases}$$

بنابراین اختلاف دمای آب و روغن زیتون برابر $13/4^\circ C$ است.

$$45/38-31/96=13/42$$

۳۷- گزینهٔ ۱ ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$3Fe(s)+4H_2O(g)\rightarrow Fe_3O_4(s)+4H_2(g)$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در هر ثانیه ۰/۰۱۵ مول $Fe(s)$ مصرف می‌شود:

$$\bar{R}_{H_2}=2\times 10^{-2}mol.s^{-1}\Rightarrow\bar{R}_{Fe}=\frac{3}{4}\bar{R}_{H_2}=\frac{3}{4}\times 2\times 10^{-2}\frac{mol}{s}=\frac{3}{2}\times 10^{-2}\frac{mol}{s}$$

گزینهٔ (۲): در هر دقیقه ۰/۳ مول Fe_3O_4 تولید می‌شود:

$$\bar{R}_{Fe_3O_4}=\frac{1}{4}\bar{R}_{H_2}\Rightarrow\bar{R}_{Fe_3O_4}=\frac{1}{4}\times 2\times 10^{-2}\frac{mol}{s}\times\frac{60s}{1min}=0/3\frac{mol}{min}$$

گزینهٔ (۳): سرعت متوسط مصرف $H_2O(g)$، برابر سرعت تولید H_2 است، زیرا ضریب استوکیومتری این دو ماده برابر است:

$$\bar{R}_{H_2O}=\bar{R}_{H_2}\Rightarrow\bar{R}_{H_2O}=2\times 10^{-2}mol.s^{-1}$$

گزینهٔ (۴): سرعت متوسط واکنش، برابر سرعت متوسط تولید $Fe_3O_4(s)$ است، زیرا ضریب این ماده برابر یک است.

$$\bar{R}_{\text{واکنش}}=\frac{\bar{R}_{Fe}}{3}=\frac{\bar{R}_{H_2O}}{4}=\frac{\bar{R}_{Fe_3O_4}}{1}=\frac{\bar{R}_{H_2}}{4}$$

۳۸- گزینهٔ ۲ عبارت‌های اول و چهارم درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به روش مستقیم (روش تجربی) اندازه‌گیری کرد، زیرا برخی از آن‌ها مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند و برخی دیگر به آسانی انجام نمی‌شوند.

عبارت دوم: آزمایش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که تأمین شرایط بهینه برای انجام این واکنش بسیار دشوار و پرهزینه است.

عبارت سوم: اگر واکنش شیمیایی با ΔH وابسته به آن بیان شود، به آن واکنش گرما (ترمو) شیمیایی می‌گویند.

عبارت چهارم: گرمای واکنش‌هایی که در چند مرحله انجام می‌شوند یا واکنش‌هایی که به دشواری انجام می‌شوند و تأمین شرایط بهینه برای آن‌ها دشوار است، به کمک قانون هس و به روش غیرمستقیم محاسبه می‌شود.

۳۹- گزینهٔ ۱

$$Q=mc\Delta\theta=۳۰۰\times۴\times(۴۵-۳۷)=۹۶۰۰J=۹/۶kJ$$

۴۰- گزینهٔ ۳ برای مقایسهٔ میزان پایداری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها، باید ΔH واکنش را به‌دست آوریم:

پایداری واکنش‌دهنده<پایداری فراورده⇐سطح انرژی فراورده<سطح انرژی واکنش‌دهنده : اگر $\Delta H<۰$ باشد

پایداری فراورده<پایداری واکنش‌دهنده⇐سطح انرژی فراورده>سطح انرژی واکنش‌دهنده : اگر $\Delta H>۰$ باشد

$$\Delta H_{\text{واکنش}}=[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها}]-[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها}]$$

$$=[۵\Delta H(C-C)+۱۴\Delta H(C-H)]-[۶\Delta H(C-C)+۱۲\Delta H(H-C)+\Delta H(H-H)]$$

$$=۲\Delta H(C-H)-\Delta H(C-C)-\Delta H(H-H)=۲(۴۱۲)-۳۴۸-۴۳۶=+۴۰kJ$$

با توجه به اینکه $\Delta H>۰$ است، پایداری واکنش‌دهنده بیشتر است؛ در نتیجه هگزان پایدارتر می‌باشد.

۴۱- گزینهٔ ۳ معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش به‌صورت $۴NH_۳(g)+۳Cl_۲(g)\rightarrow ۳NH_۴Cl(s)+NCl_۳(g)$ است. با توجه به این معادله، باید محاسبه کنیم که منحنی داده شده، مربوط به کدام فراورده است.

$$\frac{\text{تغییرات مول آمونیاک}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{تغییرات مول فراورده}}{\text{ضریب}}\Rightarrow\frac{۰/۱۴}{۴}=\frac{۰/۰۳۵}{\text{ضریب}}\Rightarrow \text{ضریب}=۱$$

بنابراین فراوردهٔ نشان داده شده در منحنی، $NCl_۳(g)$ است، چون ضریب استوکیومتری آن در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش برابر ۱ است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۲): نمودار مصرف واکنش‌دهنده‌ها سیر نزولی دارد، در حالی که نمودار نشان داده شده دارای سیر صعودی است.

گزینهٔ (۳):

$$\bar{R}_{Cl_۲}=۳\bar{R}_{NCl_۳}=۳\times\frac{\Delta n(NCl_۳)}{\Delta t}=۳\times\frac{(۰/۰۲۵-۰/۰۱۵)}{۲۰-۱۰}=۳\times۱۰^{-۳}\,mol.s^{-۱}$$

گزینهٔ (۴):

$$\bar{R}_{NH_۴Cl}=۳\bar{R}_{NCl_۳}=۳\times\frac{\Delta n(NCl_۳)}{\Delta t}=۳\times\frac{(۰/۰۳-۰)}{۳۰-۰}=۳\times۱۰^{-۳}\,mol.s^{-۱}$$

۴۲- گزینهٔ ۱

$$\bar{R}(\text{مصرف آهن})=\frac{\text{تن آهن}\ ۲۱۹۰۰۰\times\frac{\text{تن آهن مصرفی}\ ۰/۰۵}{\text{تن آهن}\ ۱}}{\text{سال}\ ۱\times\frac{\text{روز}\ ۳۶۵}{\text{سال}\ ۱}}=۳۰\frac{ton}{day}$$

۴۳- گزینهٔ ۱ ابتدا با استفاده از قانون هس، ΔH واکنش داده شده را به‌دست می‌آوریم:

$$(a)\ \text{واکنش}\xrightarrow{\times\frac{۱}{۲}}۲NH_۳(g)+\frac{۳}{۲}O_۲(g)\rightarrow N_۲(g)+۳H_۲O(l)\quad,\quad \Delta H_۱=-\frac{۱۵۳۱}{۲}kJ=-۷۶۵/۵kJ$$

$$(b)\ \text{واکنش}\xrightarrow{\times۳}۳N_۲O(g)+۳H_۲(g)\rightarrow ۳N_۲(g)+۳H_۲O(l)\quad,\quad \Delta H_۲=۳\times(-۳۶۷/۴)kJ=-۱۱۰۲/۲kJ$$

$$(c)\ \text{واکنش}\xrightarrow[\text{معکوس}]{\times\frac{۳}{۲}}۳H_۲O(l)\rightarrow ۳H_۲(g)+\frac{۳}{۲}O_۲(g)\quad,\quad \Delta H_۳=-\frac{۳}{۲}\times(-۵۷۱/۸)kJ=+۸۵۷/۷kJ$$

$$۲NH_۳(g)+۳N_۲O(g)\rightarrow ۴N_۲(g)+۳H_۲O(l)$$

$$\Delta H=\Delta H_۱+\Delta H_۲+\Delta H_۳\Rightarrow\Delta H=(-۷۶۵/۵kJ)+(-۱۱۰۲/۲kJ)+(+۸۵۷/۷kJ)=-۱۰۱۰kJ$$

اکنون می‌توانیم جرم $H_۲$ را به‌دست آوریم:

$$?\,g\,H_۲=۱۰۱۰kJ\times\frac{۲mol\,H_۲}{۵۷۱/۸kJ}\times\frac{۲g\,H_۲}{۱\,mol\,H_۲}\simeq ۷g\,H_۲$$

۴۴- گزینهٔ ۳

$$?\,MJ=۲۸۰\times۱۰^{۶}g\,CO\times\frac{۱\,mol\,CO}{۲۸g\,CO}\times\frac{۱۷۵\times۱۰^{۳}J}{۱\,mol\,CO}\times\frac{۱\,MJ}{۱۰^{۶}J}=۱۷۵\times۱۰^{+۴}MJ$$

$$\text{بازده درصدی}=\frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}}\times۱۰۰\Rightarrow ۷۰=\frac{۱۷۵\times۱۰^{۴}}{\text{مقدار نظری}}\times۱۰۰\Rightarrow\text{مقدار نظری}=\frac{۱۷۵\times۱۰^{۶}}{۷۰}=۲/۵\times۱۰^{۶}MJ$$

۴۵- گزینهٔ ۳ ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$۱)\ C_{۱۰}H_{۸}(s)+۱۲O_{۲}(g)\rightarrow ۱۰CO_{۲}(g)+۴H_{۲}O(l)\quad ,\quad \Delta H=a\ kJ$$

معادله‌های مربوط به تصعید نفتالن و تبخیر آب به صورت روبه‌رو است:

$$۲)\ C_{۱۰}H_{۸}(s)\rightarrow C_{۱۰}H_{۸}(g)\quad ,\quad \Delta H=b\ kJ$$

$$۳)\ H_{۲}O(l)\rightarrow H_{۲}O(g)\quad ,\quad \Delta H=c\ kJ$$

در واکنش (۱) حالت فیزیکی $C_{۱۰}H_{۸}$ جامد و حالت فیزیکی $H_{۲}O$، مایع است. حال باید ۳ واکنش بالا را طوری با هم جمع کنیم که در واکنش (۱) حالت فیزیکی همهٔ مواد، گازی شکل باشد. برای این کار کافی است واکنش اول بدون تغییر باشد، اما واکنش دوم را باید معکوس کرده (ΔH آن را قرینه کنیم) و واکنش سوم را در عدد ۴ ضرب کنیم (ΔH آن را در ۴ ضرب کنیم):

$$\Delta H_{\text{نهایی}}=\Delta H_{۱}-\Delta H_{۲}+۴\Delta H_{۳}=a-b+۴c$$

۴۶- گزینهٔ ۳ ابتدا گرمای مبادله شده به هنگام تبدیل آب $۲۵^{\circ}C$ به آب با دمای $۰^{\circ}C$ را محاسبه می‌کنیم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q=۲۵۰g\times ۴/۲\times(۰-۲۵)=۲۶۲۵۰J=۲۶/۲۵kJ$$

در انتها کافی است جرم $CO_{۲}(s)$ مورد نیاز را محاسبه کنیم:

$$?\ g\ CO_{۲}=۲۶/۲۵kJ\times\frac{۱\ mol\ CO_{۲}}{۲۵kJ}\times\frac{۴۴g\ CO_{۲}}{۱\ mol\ CO_{۲}}=۴۶/۲g\ CO_{۲}$$

۴۷- گزینهٔ ۱ با توجه به اینکه بازده درصدی واکنش ۸۰ درصد است، می‌توان نتیجه گرفت که فقط ۸۰ درصد واکنش‌دهنده‌ها در واکنش شرکت می‌کنند، بنابراین داریم:

روش اول (کسر تبدیل):

$$?\ g\ C_{۷}H_{۱۴}O_{۲}=۱\ mol\ CH_{۳}COOH\times\frac{۸۰}{۱۰۰}\times\frac{۱\ mol\ C_{۷}H_{۱۴}O_{۲}}{۱\ mol\ CH_{۳}COOH}\times\frac{۱۳۰g\ C_{۷}H_{۱۴}O_{۲}}{۱\ mol\ C_{۷}H_{۱۴}O_{۲}}=۱۰۴g\ C_{۷}H_{۱۴}O_{۲}$$

روش دوم (تناسب):

$$\frac{CH_{۳}COOH\text{مول}\times\frac{R}{۱۰۰}}{\text{ضریب}}=\frac{C_{۷}H_{۱۴}O_{۲}\text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{۱\times\frac{۸۰}{۱۰۰}}{۱}=\frac{x}{۱۳۰\times۱}\Rightarrow x=۱۰۴g$$

۴۸- گزینهٔ ۲ در $C_{۳}H_{۷}OH$ و به‌طور کلی الکل‌های کوچک و تا پنج اتم کربن، بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد و نیروی بین مولکولی غالب در آن‌ها از نوع هیدروژنی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): در الکل‌ها هر چه طول زنجیر هیدروکربنی بلندتر باشد (تعداد کربن بیشتری داشته باشد)، بخش ناقطبی قوی‌تر از بخش قطبی بوده و آب‌گریزی (چربی‌دوستی) افزایش می‌یابد. بنابراین آب‌گریزی $C_{۶}H_{۱۳}OH$ بیشتر از متانول $(CH_{۳}OH)$ است.

گزینهٔ (۳): در الکل‌های کوچک و تا پنج اتم کربن، بخش قطبی الکل بر بخش ناقطبی آن غلبه دارد.

گزینهٔ (۴): هر چه تعداد کربن در الکل‌ها بیشتر باشد، انحلال‌پذیری آن در چربی بیشتر است.

۴۹- گزینهٔ ۳

$$\Delta H=[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش‌دهنده‌ها}]-[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها}]$$

$$\Delta H=[\Delta H(C=C)+۴\Delta H(C-H)]-[\Delta H(C-C)+۴\Delta H(C-H)]+۲\frac{\Delta H(C-C)}{۲}]$$

$$\Rightarrow\Delta H=[\Delta H(C=C)]-[۲\Delta H(C-C)]=۶۱۲-۲\times۳۴۸=-۸۴kJ$$

توجه در واکنش پلیمری شدن کامل یک مول اتیلن، یک پیوند دو گانه $(C=C)$ شکسته شده و دو پیوند یگانه $(C-C)$ تشکیل می‌شود، بنابراین ΔH واکنش برابر است با:

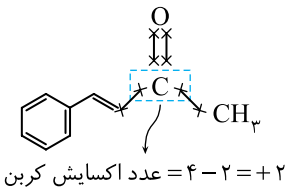
$$\Delta H=[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته شده}]-[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده}]=۶۱۲-(۲\times(+۳۴۸))=-۸۴kJ$$

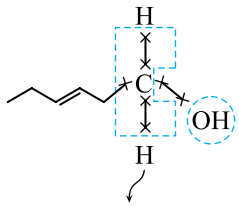
۵۰- گزینهٔ ۱ ترکیب (آ) یک الکل یک عاملی و ترکیب (ب) یک کتون است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): ترکیب (آ) دارای H متصل به اکسیژن است، بنابراین می‌تواند با مولکول‌های خود و مولکول‌های آب، پیوند هیدروژنی تشکیل دهد.

گزینهٔ (۲): با توجه به ساختار روبه‌رو، عدد اکسایش کربن متصل به اکسیژن در ساختار (آ) برابر (-۱) و در ساختار (ب) برابر $(+۲)$ است.





عدد اکسایش کربن $= ۴ - ۵ = -۱$

گزینهٔ (۳): مونومرهای استفاده شده در تهیهٔ پلی‌استر، الکل دو عاملی (دی‌الکل) و اسیدهای دو عاملی (دی‌اسید) هستند. بنابراین از ترکیب (آ) که یک الکل یک عاملی است نمی‌توان برای تهیهٔ پلی‌استرها استفاده کرد.

گزینهٔ (۴): فرمول مولکولی ترکیب (آ) به صورت $C_۶H_{۱۱}OH$ است که دارای ۶ اتم کربن است و با تعداد اتم‌های کربن در حلقهٔ آروماتیک مولکول (ب) (که همان حلقهٔ بنزن است) برابر است.

۵۱- گزینهٔ ۴ ویتامین «آ» یک الکل یک عاملی بوده و در اثر واکنش با اتانوئیک اسید، به استر و آب تبدیل می‌شود:

$$\underbrace{C_{۲۰}H_{۳۰}O}_{\text{الکل (ویتامین آ)}} + \underbrace{C_۲H_۴O_۲}_{\text{اسید (اتانوییک اسید)}} \rightarrow \underbrace{C_{۲۲}H_{۳۲}O_۲}_{\text{استر}} + \underbrace{H_۲O}_{\text{آب}}$$

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): فراورده واکنش یک استر است. پلی استر از واکنش دی‌الکل با دی‌اسید تشکیل می‌شود.

گزینه‌های (۲) و (۳): ویتامین «آ» به دلیل داشتن H متصل به اکسیژن، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را دارد، در حالی که استر حاصل، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب را ندارد؛ به همین دلیل، انحلال‌پذیری ویتامین «آ» از استر تولید شده بیشتر است. البته می‌توان این گونه نیز گفت که تعداد کربن در استر حاصل بیشتر از تعداد کربن در ویتامین «آ» است، بنابراین خاصیت آب‌گریزی استر، بیشتر از ویتامین «آ» است.

گزینهٔ (۴): جرم فراوردهٔ آلی (استر) به دلیل خروج مولکول آب، کمتر از مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها است. در واقع جرم استر حاصل به اندازهٔ جرم مولی آب $(۱۸g.mol^{-۱})$ از مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها کمتر است.

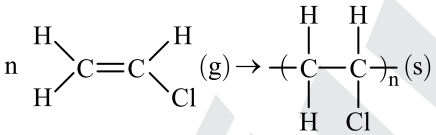
۵۲- گزینهٔ ۱ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (آ): به‌طور معمول، بیشتر پلاستیک‌ها زیست‌تخریب‌پذیر نیستند.

عبارت (ت): چگالی کم، نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب، ارزان بودن و مقاومت در برابر خوردگی، از ویژگی‌های پلاستیک‌ها است.

۵۳- گزینهٔ ۳ کلرواتان ترکیبی با ساختار $CH_۳-CH_۲(Cl)$ است که فاقد پیوند دوگانه کربن - کربن $(C=C)$ است، به همین دلیل نمی‌توان از آن به عنوان مونومر در ساخت پلی وینیل کلرید استفاده کرد. در واقع، مونومر پلی وینیل کلرید، کلرواتن است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): فرمول مولکولی سیانواتن، به صورت $C_۳H_۳N$ و فرمول مولکولی پروپن، به صورت $C_۳H_۶$ است. تفاوت جرم مولی این دو ترکیب برابر ۱۱ گرم است.

$$\begin{cases} C_۳H_۳N: ۳\times۱۲+۳\times۱+۱۴=۵۳g.mol^{-۱} \\ C_۳H_۶: ۳\times۱۲+۶\times۱=۴۲g.mol^{-۱} \end{cases}$$

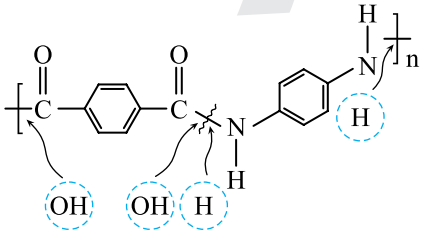
گزینهٔ (۲): آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌های هم‌کربن، ایزومر یکدیگر هستند و فرمول مولکولی یکسانی $(C_nH_{۲n})$ دارند. بنابراین ۲- هگزن و سیکلوهگزان ایزومر بوده و فرمول مولکولی آن‌ها $C_۶H_{۱۲}$ است.

گزینهٔ (۴): فرمول مولکولی، فرمولی است که تعداد دقیق اتم‌ها و نوع اتم‌ها را مشخص می‌کند و فرمول ساده نشده است. اما اگر زیروندها به عددی ساده شوند، فرمول تجربی به‌دست می‌آید.

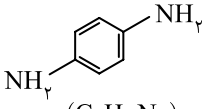
$$\text{گلوکز} \begin{cases} \text{فرمول مولکولی} = C_۶H_{۱۲}O_۶ \\ \text{فرمول تجربی} = CH_۲O \end{cases}$$

فرمول مولکولی ۲،۱- دی‌برمو اتان به‌صورت $C_۲H_۴Br_۲$ بوده و فرمول تجربی آن به صورت $CH_۲Br$ است.

۵۴- گزینهٔ ۲ برای تشخیص دی‌آمین و دی‌اسید سازنده این پلیمر باید پیوند $C-N$ را جدا کنیم:

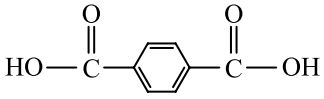


آمین دوعاملی (دی‌آمین):



$(C_۶H_۸N_۲)$ $\rightarrow$ جرم مولی $= ۱۰۸g.mol^{-۱}$

اسید دوعاملی (دی‌اسید):



$(C_۸H_۶O_۴)$ $\rightarrow$ جرم مولی $= ۱۶۶g.mol^{-۱}$

بنابراین اختلاف جرم مولی این دو ترکیب برابر ۵۸ گرم است.

۵۵- گزینهٔ ۴ به عنوان مثال، می‌توان به سلولز اشاره کرد. مونومر سازندهٔ سلولز، گلوکز است و در ساختار آن پیوند دوگانه C=C دیده نمی‌شود.

۵۶- گزینهٔ ۲ ساختار لوویس فرمیک‌اسید به‌صورت $(H-\overset{:O:}{\overset{\|}{C}}-\ddot{O}H)$ است. این ترکیب ۴ جفت الکترون ناپیوندی دارد. به علت حضور عامل (OH) قادر به برقراری پیوند هیدروژنی با مولکول‌های آب است و در طبیعت در بدن مورچه یافت می‌شود. پرکاربردترین کربوکسیلیک‌اسید، استیک‌اسید (CH_3COOH) است.

۵۷- گزینهٔ ۲ از واکنش n مول دی‌اسید و n مول دی‌آمین، یک مول پلی‌آمید و ۲n مول آب تولید می‌شود. اگر در این واکنش n=۱۰ باشد، مقدار مول آب تشکیل شده برابر ۲۰ می‌شود.

۵۸- گزینهٔ ۱ ابتدا مقدار نظری جرم آب تولید شده را به‌دست می‌آوریم:

$$?g\ H_2O = 5mol\ C_2H_5OH \times \frac{1\ mol\ H_2O}{1\ mol\ C_2H_5OH} \times \frac{18g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O} = 90g\ H_2O \text{ مقدار نظری}$$

اکنون می‌توانیم بازده درصدی واکنش را محاسبه کنیم:

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100 = \frac{72}{90} \times 100 = \%80$$

برای محاسبهٔ بازده درصدی واکنش می‌توان از روش تناسب نیز استفاده کرد:

$$\frac{C_2H_5OH \text{ مول} \times \frac{R}{100}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم آب}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{5 \times \frac{R}{100}}{1} = \frac{72}{18 \times 1} \Rightarrow R = \frac{72 \times 20}{18} = \%80$$

در ادامه به محاسبهٔ جرم استر تولید شده می‌پردازیم:

$$?g\ C_4H_8O_2 = 72g\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18g\ H_2O} \times \frac{1\ mol\ C_4H_8O_2}{1\ mol\ H_2O} \times \frac{88g\ C_4H_8O_2}{1\ mol\ C_4H_8O_2} = 352g$$

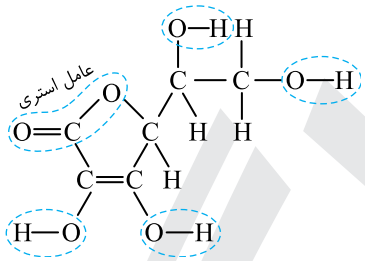
۵۹- گزینهٔ ۳ **بررسی گزینه‌ها:**

گزینهٔ (۱): ویتامین C یک استر حلقوی است، زیرا گروه عاملی استر در آن مشاهده می‌شود.

گزینهٔ (۲): در ویتامین C به دلیل داشتن چهار گروه عاملی هیدروکسیل و یک گروه عاملی استر، بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد، به همین دلیل در آب، به خوبی حل می‌شود.

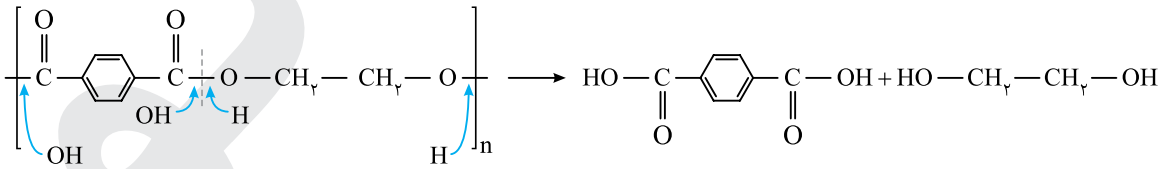
گزینهٔ (۳): در ساختار این ویتامین شمار پیوندهای یگانه برابر ۱۸ و شمار پیوندهای دوگانه برابر ۲ است؛ بنابراین نسبت شمار پیوندهای یگانه به شمار پیوندهای دوگانه برابر ۹ است.

گزینهٔ (۴): شمار گروه‌های عاملی هیدروکسیل در مولکول ویتامین C برابر ۴ است؛ این در حالی است که شمار این گروه در مولکول اتیلن گلیکول برابر ۲ است.



اتیلن گلیکول : $H_2C(OH)-CH_2(OH)$

۶۰- گزینهٔ ۳ برای تجزیه و یا آبکافت پلی‌استرها به مونومرهای سازنده، پیوند یگانه کربن - اکسیژن (C—O) در گروه عاملی استر شکسته می‌شود.



۶۱- گزینهٔ ۲ عبارت‌های اول و چهارم درست هستند.

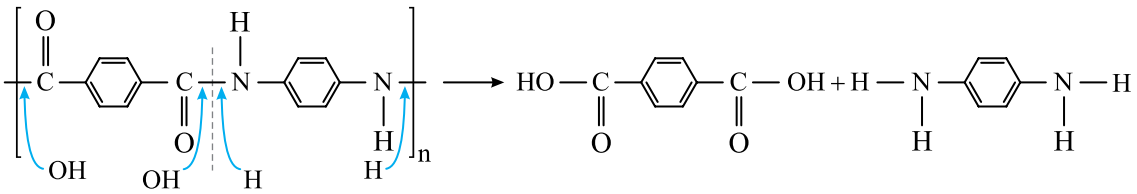
بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: ساختار داده شده یک پلی‌آمید است، زیرا در ساختار آن گروه عاملی آمیدی وجود دارد.

عبارت دوم: این پلیمر زیست‌تخریب‌ناپذیر است. زیرا برخلاف پلیمرهای طبیعی، در طبیعت توسط جانداران ذره‌بینی به مولکول‌های ساده و کوچک تبدیل نمی‌شود.

عبارت سوم: فرمول این پلیمر به صورت $+C_{14}H_{10}N_2O_2+_n$ است.

عبارت چهارم: آمین و اسید سازندهٔ این پلی‌آمید، هر دو آروماتیک هستند زیرا حلقهٔ بنزن دارند.



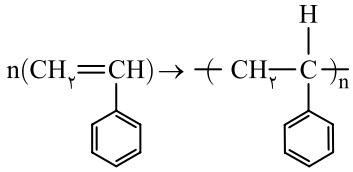
۶۲- گزینهٔ ۳ عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

عبارت (الف): پلی‌اتن سبک در برابر نور شفاف است.

عبارت (ت): بطری شیر از جنس پلی‌اتن سنگین است و در برابر نور کدر است.

۶۳- گزینهٔ ۱ معادلهٔ واکنش تولید پلی استیرن به‌صورت روبه‌رو است:

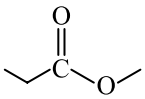


این ترکیب در ساخت ظرف‌های یکبار مصرف کاربرد دارد و یک ترکیب سیرنشده است؛ زیرا در ساختار هر واحد تکرارشوندهٔ آن، سه پیوند دوگانه $(C=C)$ در حلقهٔ بنزن وجود دارد.

۶۴- گزینهٔ ۲ پلی‌آمیدها را در صنعت، یا از واکنش دی اسیدها با دی‌آمین‌ها تولید می‌کنند و یا از واکنش میان ترکیب‌هایی که هر دو گروه عاملی آمینی و اسیدی را داشته باشند. در واقع ترکیب‌هایی که برای تولید پلی‌آمیدها به‌کار می‌روند، باید از دو جهت بتوانند وارد واکنش شوند و گروه عاملی آمیدی را تولید کنند. بنابراین ترکیب‌های اول و سوم می‌توانند وارد واکنش تولید پلی‌آمید شوند.

H_2N-CH_2-COOH و $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$

۶۵- گزینهٔ ۳ فقط ساختار ترکیب سوم نادرست است. نام صحیح ترکیب سوم، متیل بوتانوات است. فرمول نقطه-خط متیل پروپانوات به صورت روبه‌رو است.



۶۶- گزینهٔ ۴ پلی‌اتن، پروپان و نفتالن، هر سه هیدروکربن هستند و نیروهای بین مولکولی آن‌ها از نوع وان‌درواالسی است، در حالی‌که ویتامین C در ساختار خود ۴ گروه هیدروکسیل دارد و نیروهای بین مولکولی در آن از نوع پیوند هیدروژنی است.