



خانه شیمی ایران

همایش جمع بندی

شیمی یازدهم

مؤلف

مهندس محمدرضا آقاجانی



www.khaneshimi.ir

فهرست مطالب

فصل ۱ شیمی یازدهم

- ۰ اصل آفبا « در بسته همایش جمع بندی شیمی دهم [فصل ۱] *
- ۰ استوکیومتری (درصد خلوص و بازده درصدی) « در بسته همایش جمع بندی شیمی دهم [فصل ۲] *
- ۰ ویژگی های فلزها، نافلزها و شبه فلزها ۴
- ۰ مقایسه شعاع اتمی ۶
- ۰ مقایسه واکنش پذیری ۷
- ۰ استخراج فلزها ۹
- ۰ شناسایی یون ها ۱۱
- ۰ هیدروکربن ها ۱۲
- ۰ گروه های عاملی ۱۴
- ۰ نام گذاری آلکان های شاخه دار ۱۸
- ۰ نام گذاری آلکن های شاخه دار ۱۹
- ۰ ایزومرها ۲۰
- ۰ واکنش های افزایشی در آلکن ها ۲۱
- ۰ مقایسه برخی ویژگی های آلکان های شاخه دار ۲۲
- ۰ نکات تئوری آلکان ها، آلکن ها و آلکین ها ۲۳
- ۰ نفت خام ۲۴
- ۰ زغال سنگ ۲۶

فصل ۲ شیمی یازدهم

- ۰ مفاهیم ترموشیمی (دما، انرژی گرمایی، گرما، ظرفیت گرمایی، گرمای ویژه، آنتالپی) ۲۸
- ۰ آنتالپی ۳۳
- ۰ آنتالپی پیوند ۳۷
- ۰ آنتالپی سوختن ۳۸
- ۰ ارزش سوختی ۳۹
- ۰ روش های تعیین آنتالپی واکنش ۴۱
- ۰ آنتالپی تصعید ۴۲
- ۰ واکنش های دو مرحله ای ۴۳
- ۰ مسائل سینتیک ۴۴
- ۰ عوامل موثر بر سرعت واکنش ۴۷
- ۰ ردپای غذا ۵۰

فصل ۳ شیمی یازدهم

- ۰ انواع الیاف | انواع مواد مولکولی ۵۲
- ۰ واکنش های پلیمری شدن ۵۴
- ۰ ویتامین ها ۵۶
- ۰ الکل ها ۵۷
- ۰ کربوکسیلیک اسیدها ۵۸
- ۰ استرها ۵۹
- ۰ آمیدها ۶۰
- ۰ پلی استرها ۶۱
- ۰ پلی آمیدها ۶۳
- ۰ ماندگاری پلیمرها ۶۵



قدر هدایای زمینی را بدانیم

فصل ۱

شیمی یازدهم

مطالب زیر را مطالعه کنید

ویژگی های فلزها، نافلزها و شبه فلزها:

گروه ۱۴: ○

C	نافلز	- سطح تیره دارد.
		- در واکنش با دیگر اتم ها، e^- به اشتراک می گذارد.
Si	شبه فلز	- رسانایی الکتریکی کم
		- در واکنش با دیگر اتم ها، e^- به اشتراک می گذارد.
Ge	شبه فلز	- رسانایی الکتریکی کم
		- در واکنش با دیگر اتم ها، e^- به اشتراک می گذارد.
Sn	فلز	- رسانایی گرمایی و الکتریکی بالا
		- در واکنش با دیگر اتم ها، e^- از دست می دهد.
Pb	فلز	- رسانایی گرمایی و الکتریکی خوب
		- در واکنش با دیگر اتم ها، e^- از دست می دهد.

دوره سوم: ○

فلز			شبه فلز	نافلز			
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
- رسانایی گرمایی و الکتریکی بالا				- رسانایی گرمایی و الکتریکی ندارند.			
- در واکنش با دیگر اتم ها، e^- از دست می دهند.				- در واکنش با دیگر اتم ها، e^- به اشتراک می گذارند یا می گیرند.			
- سطح درخشان دارند.				- در اثر ضربه خرد می شوند.			
- در اثر ضربه تغییر شکل می دهند و خرد نمی شوند.				- سطح کدر دارند.			

○ رفتارهای فیزیکی فلزها ← داشتن جلا - رسانایی الکتریکی و گرمایی - خاصیت چکش خواری -

شکل پذیری (قابلیت ورقه و مفتول شدن)

○ رفتار شیمیایی فلزها ← توانایی اتم فلز به از دست دادن الکترون

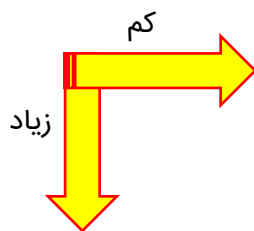


○ در یک نگاه:

شبه فلز	نافلز	فلز	
کم (نیمه رسانا)	* (استثنا: کربن - گرافیت)	✓	رسانایی الکتریکی
✓	* (استثنا: کربن - الماس)	✓	رسانایی گرمایی
✓	*	✓	سطح صیقلی و براق
*	*	✓	چکش خواری
اشتراک الکترون	گرفتن الکترون اشتراک الکترون	دادن الکترون	رفتار شیمیایی

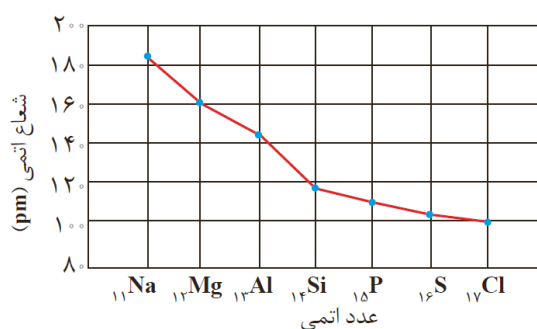
۴ خواص فیزیکی شبه فلزها بیشتر شبیه فلزها و رفتار شیمیایی آن ها همانند نافلزها است.

شعاع اتمی: 



- ☞ سمت چپ تر و پایین تر ← شعاع بیش تر (بیشترین شعاع: Cs)
- ☞ سمت راست تر و بالاتر ← شعاع کم تر (کمترین شعاع: H - پس از آن F)

مثال: تغییر شعاع اتمی در دوره سوم جدول دوره ای:



- ☞ با افزایش عدد اتمی، تفاوت بین شعاع عنصرهای متوالی، رفته رفته کم تر می شود.
- ☞ بیش ترین تفاوت شعاع دو عنصر متوالی ← Al و Si

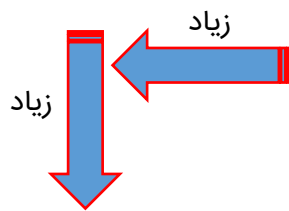
۱	۲
Li ۳	Be ۴
Na ۱۱	Mg ۱۲
K ۱۹	Ca ۲۰
	Sr ۳۸

۱۶	۱۷
O ۸	F ۹
S ۱۶	Cl ۱۷
	Br ۳۵

توجه: $1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$ 



مقایسه واکنش پذیری:



○ مقایسه خصلت فلزی و فعالیت شیمیایی (واکنش پذیری) فلزها:

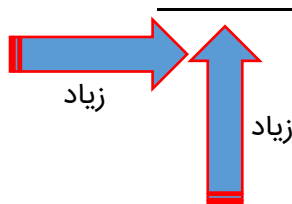
☞ مثال: مقایسه واکنش فلزهای قلیایی با گاز کلر: $\text{Li} < \text{Na} < \text{K}$

☞ سمت چپ تر و پایین تر — خصلت فلزی بیش تر (سزیم؛ Cs)

🔔 **توجه:** خصلت فلزی و واکنش پذیری فلزهای دسته از روند خاصی پیروی نمی کند.

☞ مثال: واکنش پذیری: $\text{Cu} < \text{Zn}$

☞ مثال: واکنش پذیری: $\text{Cu} > \text{Ag}$



○ مقایسه خصلت نافلزی و فعالیت شیمیایی (واکنش پذیری) نافلز:

☞ مثال: واکنش با گاز هیدروژن:

فلوئور	در دمای -200°C (سریع)
کلر	در دمای اتاق (کند)
برم	در دمای 200°C
ید	در دمای بالاتر از 400°C

☞ سمت راست تر و بالاتر — خصلت نافلزی بیش تر (فلوئور؛ F) (از نظر شیمیایی، هالوژن ها واکنش پذیرترین نافلزها هستند)

○ به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می شود، واکنش پذیری واکنش دهنده ها از فراورده ها بیشتر است.

○ هرچه واکنش پذیری اتم های عنصری بیشتر باشد، در شرایط یکسان تمایل آن برای تبدیل شدن به ترکیب بیشتر است.

☞ مثال:

$\text{FeO(s)} + 2\text{Na(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O(s)} + \text{Fe(s)}$	Na > Fe : واکنش پذیری
$\text{FeO(s)} + \text{Cu(s)} \xrightarrow{\Delta} \times$	Cu < Fe : واکنش پذیری

$\text{FeO(s)} + \text{C(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{CO(g)} + \text{Fe(s)}$	C > Fe : واکنش پذیری
$\text{Na}_2\text{O(s)} + \text{C(s)} \xrightarrow{\Delta} \times$	C < Na : واکنش پذیری

$\text{Al(s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)} + \text{Fe(l)}$ (واکنش ترمیت)	Al > Fe : واکنش پذیری
--	-----------------------

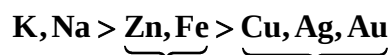
$\text{SiO}_2\text{(s)} + \text{C(s)} \xrightarrow{\Delta} \text{Si(l)} + \text{CO(g)}$	C > Si : واکنش پذیری
---	----------------------

$\text{TiCl}_4 + \text{Mg} \xrightarrow{\Delta} \text{Ti} + \text{MgCl}_2$	Mg > Ti : واکنش پذیری
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Ti} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe} + \text{TiO}_2$	Ti > Fe : واکنش پذیری



○ هرچه واکنش پذیری اتم های عنصری بیشتر باشد، در شرایط یکسان، تمایل آن برای تبدیل شدن به ترکیب بیشتر است.

○ مقایسه واکنش پذیری:

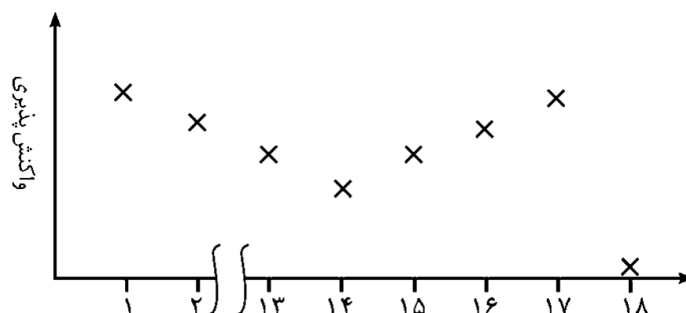


- ✎ واکنش پذیری هر فلز، تمایل آن را برای انجام واکنش شیمیایی نشان می دهد.
- ✎ هرچه فلز فعال تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و ترکیب هایش پایدارتر از خودش است.
- ✎ هرچه واکنش پذیری فلزی بیشتر باشد، استخراج آن فلز دشوارتر است.

○ مقایسه واکنش پذیری:

واسطه ها $C >$ فلز گروه ۱ و ۲ و Al

○ روند کلی تغییر واکنش پذیری عنصرهای دوره دوم جدول دوره ای:



○ جدول E° :

طلا
پلاتین
نقره
مس
هیدروژن
قلع
آهن
روی
منگنز
آلومینیم
منیزیم
سدیم
لیتیم

مطالب زیر را مطالعه کنید

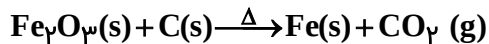
استخراج فلزها:

○ استخراج فلز Fe از Fe_2O_3 (سنگ معدن آهن؛ هماتیت)

① واکنش Fe_2O_3 با سدیم یا کربن (واکنش با عنصری که واکنش پذیری بیش تری دارد)

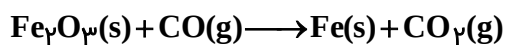
✎ دسترسی به کربن آسان تر است.

✎ صرفه اقتصادی بیش تری دارد.

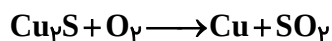


✎ آهن (III) اکسید به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می رود.

② واکنش Fe_2O_3 با CO



○ برای استخراج فلز مس از مس (I) سولفید، سنگ معدن را در هوا حرارت می دهند.



✎ این واکنش روی محیط زیست تاثیر زیان باری دارد.

○ گیاه پالایی:

✎ یکی از روش های بیرون کشیدن فلز از لایه خاک، استفاده از گیاهان است.

در این روش در معدن یا خاک دارای فلز، گیاهانی را می کارند که می توانند آن فلز را جذب کنند. سپس

گیاه را برداشت می کنند، می سوزانند و از خاکستر حاصل، فلز را جداسازی می کنند.

✎ این روش برای استخراج فلزهای طلا و مس، مقرون به صرفه است در حالی که برای استخراج روی و

نیکل مقرون به صرفه نیست.

○ بستر اقیانوس ها منبعی غنی از منابع فلزی گوناگون است.

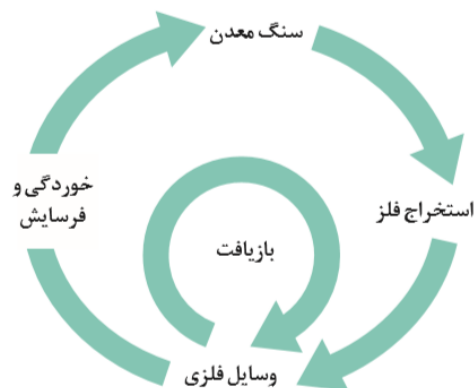
✎ این گنج در برخی مناطق محتوی سولفید چندین فلز واسطه و در برخی مناطق دیگر به صورت کلوخه

ها و پوسته هایی غنی از فلزهایی مانند منگنز، کبالت، آهن، نیکل، مس و ... یافت می شود.

✎ غلظت گونه های فلزی موجود در کف اقیانوس نسبت به ذخایر زمینی، بیش تر است.



○ فرایند استخراج فلز از طبیعت و بازگشت آن به طبیعت:



✎ فلزها منابعی تجدید ناپذیرند.

✎ آهنک مصرف و استخراج فلز با آهنک بازگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن یکسان نیست.

✎ در استخراج فلز تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می شود.

✎ در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم آهن، تقریباً ۲۰۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می شود.

✎ از بازگردانی هفت قوطی فولادی آنقدر انرژی ذخیره می شود که می توان یک لامپ ۶۰ وات را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

✎ پسماند سرانه سالانه فولاد ۴۰ کیلوگرم است.

✎ اثرات بازیافت فلزها (از جمله فلز آهن):

- کاهش ردپای کربن دی اکسید
- کاهش سرعت گرمایش جهانی
- گونه های زیستی کم تری از بین می رود.
- به توسعه پایدار کشور کمک می کند.



مطالب زیر را مطالعه کنید

شناسایی یون ها: 

یون مورد شناسایی	اضافه می کنیم
$\text{Fe}^{2+} \longrightarrow$	OH^-
$\text{Fe}^{3+} \longrightarrow$	OH^-

- $\text{FeCl}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Fe(OH)}_2(\text{s}) + \text{NaCl}$
رسوب سبز رنگ
- $\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Fe(OH)}_3(\text{s}) + \text{NaCl}$
رسوب قهوه ای رنگ



هیدروکربن ها:

۴ هیدروکربن سیر شده ← هر اتم کربن به ۴ اتم دیگر متصل است. ← همه پیوندها از نوع یگانه (ساده) هستند.

۴ هیدروکربن سیر نشده ← اگر اتم کربنی وجود داشته باشد که به کمتر از ۴ اتم دیگر متصل باشد. ← اگر پیوند دوگانه یا سه گانه داشته باشیم.

○ در یک نگاه:

ضریب اکسیژن در سوختن کامل	پیوند کووالانسی	جرم مولی	فرمول عمومی		
$\frac{3n+1}{2}$	$3n+1$	$14n+2$	C_nH_{2n+2}	$C-C$	آلکان
$\frac{3n}{2}$	$3n$	$14n$	C_nH_{2n} ($n \geq 2$)	$C=C$	آلکن
$\frac{3n-1}{2}$	$3n-1$	$14n-2$	C_nH_{2n-2} ($n \geq 2$)	$C \equiv C$	آلکین
			C_nH_{2n} ($n \geq 3$)		سیکلوآلکان

🔔 توجه: در آلکان ها با n اتم کربن، $n-1$ پیوند $(C-C)$ داریم.

○ نفرات شاخص:

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

آلکنها	-	اتن (اتیلن)
		C_2H_4

آلکینها	-	اتین (استیلن)
		C_2H_2

سیکلو آلکانها	-	-	سیکلو پروپان	سیکلو بوتان	سیکلو پنتان	سیکلو هگزان
			C_3H_6	C_4H_8	C_5H_{10}	C_6H_{12}



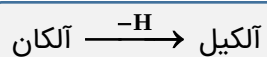
○ هیدروکربن های معروف:

بنزن	نفتالن (جامد سفیدرنگ)	پارازایلن	استیرن
C_6H_6	$C_{10}H_8$	C_8H_{10}	C_8H_8

✍ نفتالن مدت ها به عنوان ضد بید برای نگهدای فرش و لباس کاربرد داشته است.

✍ بنزن، سرگروه خانواده مهمی از هیدروکربن ها به نام آروماتیک است.

○ گروه آلکیل:



متیل : $-CH_3$ یا $\begin{array}{c} H \\ \\ -C-H \\ \\ H \end{array}$	CH_4 یا $\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$: متان
$-CH_2CH_3$ یا $-C_2H_5$ یا $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ -C & -C-H \\ & \\ H & H \end{array}$: اتیل	C_2H_6 یا $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-H \\ & \\ H & H \end{array}$: اتان
آلکیل : C_nH_{2n+1}	آلکان : C_nH_{2n+2}

🧪 فرمول پیوند - خط:

✍ پیوندهای کربن - کربن، با خط نشان داده می شوند.

✍ اتم های هیدروژن نشان داده نمی شوند.

🔔 توجه: در رسم فرمول پیوند - خط یک آلکان n کربنی، n-1 خط داریم.



گروه های عاملی: 

توجه:  R ← سیرشده و زنجیری ← C_nH_{2n+1}

دسته	گروه عاملی	نامگذاری	فرمول عمومی	ساده ترین
الکل	$R-OH$	آلکانول	$C_nH_{2n+1}OH$	
اتر	$R-O-R$	-	$C_nH_{2n+2}O$ ($n \geq 2$)	
کتون	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-R \end{array}$	آلکانون	$C_nH_{2n}O$ ($n \geq 3$)	
آلدهید	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-H \end{array}$	آلکانال	$C_nH_{2n}O$	
کربوکسیلیک اسید	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-OH \end{array}$	آلکانوئیک اسید	$C_nH_{2n}O_2$	
استر	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-O-R \end{array}$	آلکیل آلکانوات	$C_nH_{2n}O_2$ ($n \geq 2$)	
آمید	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-N-R \\ \\ R \end{array}$	-	$C_nH_{2n+1}NO$	
آمین	$\begin{array}{c} R-N-R \\ \\ R \end{array}$	-	$C_nH_{2n+3}N$	



○ نفقات معروف الکل ها:

متانول (متیل الکل) (الکل چوب)	اتانول (اتیل الکل)	۱ - پروپانول	۲ - پروپانول
CH_3OH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

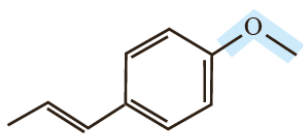
عامل الکلی در گشنیز		فرمول ساختار : $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$
---------------------	---	---

○ نفقات معروف الکل های چند عاملی:

اتیلن گلیکول (الکل ۲ عاملی) (دی الکل)	گلیسرین (گلیسرول) (الکل ۳ عاملی)
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{OH})_3$ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

○ نفقات معروف اترها:

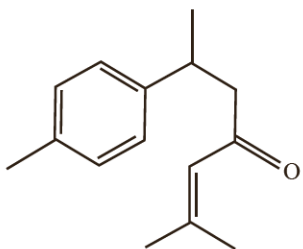
دی متیل اتر	دی اتیل اتر

عامل اتری در رازیانه		فرمول ساختار : $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}$
----------------------	---	---

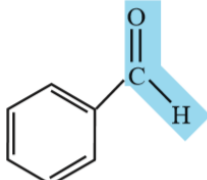


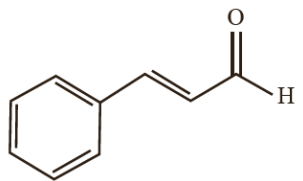
○ نفرات معروف کتون ها:

۲ - هپتانون (میخک)	پروپانون (استون)
$C_7H_{14}O$	C_3H_6O

عامل کتونی در زردچوبه		فرمول ساختار : $C_{15}H_{20}O$
-----------------------	---	--------------------------------

○ نفرات معروف آلدهیدها:

بنزالدهید (بادام)
C_7H_6O


عامل آلدهیدی در دارچین		فرمول ساختار : C_9H_8O
------------------------	---	--------------------------



○ نفرات معروف کربوکسیلیک اسیدها:

متانوئیک اسید (فورمیک اسید)	اتانوئیک اسید (استیک اسید) (آشناترین عضو کربوکسیلیک اسیدها)
HCOOH	CH ₃ COOH

○ نفرات معروف کربوکسیلیک اسیدها:

ترفتالیک اسید (اسید ۲ عاملی) (دی اسید)	بنزوئیک اسید
C ₈ H ₆ O ₄	C ₆ H ₅ COOH (C ₇ H ₆ O ₂)

نام گذاری آلکان های شاخه دار:

① انتخاب زنجیر اصلی

چنانچه دو زنجیر با بیشترین تعداد کربن داشتیم، زنجیری را انتخاب می کنیم که بر روی آن تعداد شاخه های فرعی، بیشتر باشد.

② شماره گذاری اتم های کربن زنجیر اصلی (از سمتی که زودتر به شاخه فرعی برسیم)

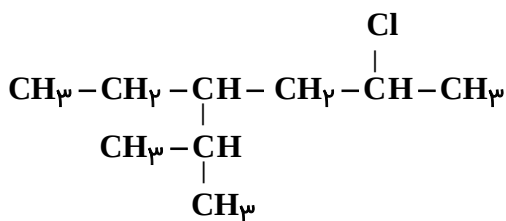
اگر فاصله نخستین شاخه فرعی از دو سر زنجیر یکسان بود، شماره گذاری را از سمتی انجام می دهیم که زودتر به دومین شاخه فرعی برسیم.

اگر شاخه های فرعی مختلف در موقعیت یکسانی قرار داشتند، جهت شماره گذاری براساس حرف اول لاتین انجام می دهیم.

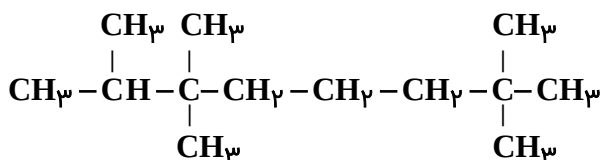
③ ذکر شماره و نام شاخه های فرعی (به ترتیب حروف الفبای لاتین)

④ نوشتن نام آلکان هم کربن با زنجیر اصلی

مثال:



مثال:



○ توجه: در نام گذاری آلکان ها؛

۴ روی کربن سر (اول یا آخر)، شاخه کربنی مثل متیل، اتیل و ... نداریم.

۱ - متیل آلکان

n - متیل آلکان

۴ روی کربن دوم یا ماقبل آخر، شاخه اتیل نداریم.

۲ - اتیل آلکان

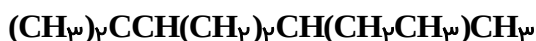
(n-1) - اتیل آلکان



🧪 نام گذاری آلکن های شاخه دار:

- ① انتخاب زنجیر اصلی (پیوند دوگانه باید حتماً در زنجیر اصلی باشد)
- ② شماره گذاری اتم های کربن زنجیر اصلی (از سمتی که زودتر به پیوند دوگانه برسیم)
- ③ ذکر شماره و نام شاخه های فرعی
- ④ ذکر شماره کوچکتر کربن دارای پیوند دوگانه
- ⑤ نوشتن نام آلکن هم کربن با زنجیر اصلی

✍️ مثال:



🔔 **توجه:** در نام آلکن ها، شماره محل پیوند دوگانه نمی تواند از نصف تعداد کربن زنجیر اصلی بزرگتر باشد.

✍️ مثال:

- ☒ ۱ - هگزن
- ☒ ۲ - هگزن
- ☒ ۳ - هگزن
- ☒ ۴ - هگزن

🔔 **توجه:** در آلکن ها، روی کربن شماره ۲ می توانیم شاخه اتیل داشته باشیم.

✍️ مثال: ۲ - اتیل - ۱ - پنتن



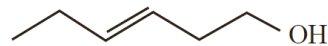
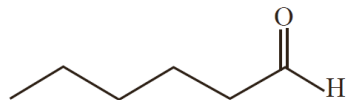
ایزومر (هم پار):

فرمول مولکولی یکسان، فرمول ساختاری متفاوت

الکل	$R-OH$	$C_nH_{2n+2}O$	کتون	$R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-R$	$C_nH_{2n}O$
اتر	$R-O-R$		آلدهید	$R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H$	
اسید	$R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH$	$C_nH_{2n}O_2$	آلکن		C_nH_{2n}
استر	$R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-R$		سیکلو آلکان		

توجه: $R \leftarrow$ زنجیر سیر شده

توجه:



خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت دارند.

محتوای انرژی متفاوت دارند. (به دلیل تفاوت در ساختار)

ایزومرهای بوتان:

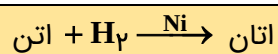
بوتان شاخه دار	بوتان راست زنجیر

سوخت فندک، گاز بوتان بوده که تحت فشار پر شده است. (بوتان راست زنجیر)

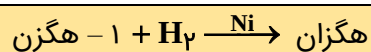
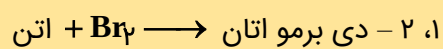
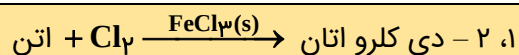
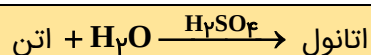
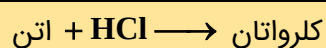
تعداد ایزومرها در آلکان های با ۴ تا ۷ اتم کربن:

$$2^{n-4} + 1$$

واکنش های افزایشی در آلکن ها: 



 **توجه:** در واکنش های هیدروژن دار شدن؛ برای تبدیل ترکیب سیرنشده به سیرشده، به ازای هر پیوند دوگانه $\text{C}=\text{C}$ به یک مول H_2 نیاز است.



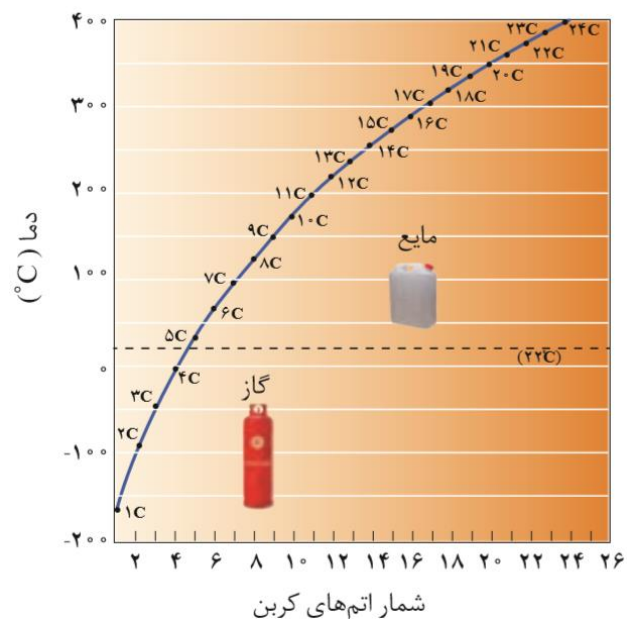
🧪 مقایسه برخی ویژگی های آلکان های شاخه دار:

$\uparrow$ نقطه جوش
 $\uparrow$ گرانروی
 $\uparrow$ چسبندگی
 $\downarrow$ فراریت

👉 مثال:

چسبندگی: وازلین (C_{25}) < گریس (C_{18})

○ مقایسه نقطه جوش آلکان های شاخه دار:



✍ دمای جوش ۴ آلکان اول $\leftarrow$ کم تر از 0°C

✍ در دمای 22°C $\leftarrow$ ۴ آلکان اول به حالت گازند.

✍ با افزایش تعداد کربن ها، اختلاف نقطه جوش دو آلکان متوالی رفته رفته کم تر می شود.

مطالب زیر را مطالعه کنید

مقایسه واکنش پذیری: آلکان > آلکین

گشتاور دوقطبی آلکان ها حدود صفر است. (مولکول های این مواد، ناقطبی هستند).

نیروی بین مولکولی در آلکان ها: وان دروالسی

آلکان ها به دلیل ناقطبی بودن در آب نامحلول اند.

این ویژگی سبب می شود تا بتوان از آنها برای حفاظت از فلزها استفاده کرد.

به طوری که قرار دادن فلزها در آلکان های مایع یا اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آنها، مانع از رسیدن آب به سطح فلز می شود و از خوردگی فلز جلوگیری می کند.

آلکان ها تمایل چندانی به انجام واکنش های شیمیایی ندارند. در ساختار آنها هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر متصل بوده و به اصطلاح سیرشده هستند.

این ویژگی سبب می شود تا میزان سمی بودن آنها کمتر شده و استنشاق آنها بر شش ها و بدن تأثیر چندانی نداشته باشد و تنها سبب کاهش مقدار اکسیژن در هوای دم می شوند.

با وجود این هیچ گاه برای برداشتن بنزین از باک خودرو یا بشکه نباید از مکیدن شیلنگ استفاده شود، زیرا بخارهای بنزین وارد شش ها شده و از انتقال گازهای تنفسی در شش ها جلوگیری می کند و نفس کشیدن دشوار می شود. اگر میزان بخارهای وارد شده به شش ها زیاد باشد، ممکن است سبب مرگ فرد شود.

گشتاور دو قطبی مولکول های سازنده چربی ها حدود صفر است. (چربی ها ناقطبی اند.) $\Rightarrow$ چربی ها را می توان در هیدروکربن ها (مثل آلکان ها) حل کرد.

افرادی که با گریس کار می کنند دستشان را با بنزین یا نفت (مخلوطی از هیدروکربن ها) می شویند.

پس از شستن دست با بنزین، پوست خشک می شود.

شستن پوست یا تماس آن با آلکان های مایع در دراز مدت به بافت های پوست آسیب می رساند.

اتن (اتیلن) در بیشتر گیاهان وجود دارد.

موز و گوجه فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می کنند.

اتن آزاد شده از یک موز یا گوجه فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن سریع تر میوه های نارس می شود. (در کشاورزی، از گاز اتن به عنوان «عمل آورنده» استفاده می شود).

گاز اتن سنگ بنای صنایع پتروشیمی است؛ زیرا در این صنایع با استفاده از اتن حجم انبوهی از مواد گوناگون تولید می شود.

صنعت پتروشیمی یکی از صنایع مهم جهان است. در این صنعت، ترکیب ها، مواد و وسایل گوناگون از نفت یا گاز طبیعی به دست می آیند که به فراورده های پتروشیمیایی معروف هستند.

در شرکت های پتروشیمی سالانه میلیون ها تن مواد شیمیایی مانند آمونیاک، پلی اتن، سولفوریک اسید و ... تولید می شود.

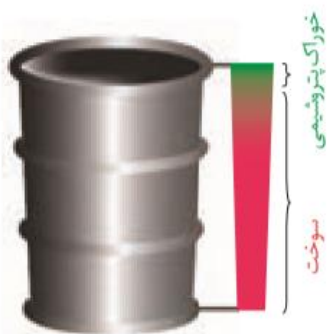
جوش کاربیدی $\leftarrow$ در این جوشکاری از سوختن گاز اتین، دمای لازم برای جوش دادن قطعه های فلزی تأمین می شود. (جوشکاری و برشکاری فلزها با سوزاندن گاز اتین)



نفت خام:

مطالب زیر را مطالعه کنید

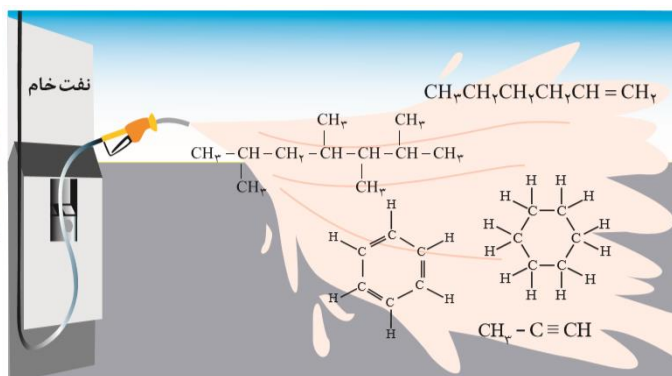
- ۴ نفت خام، مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمده آن را هیدروکربن های گوناگون تشکیل می دهند. (عنصر اصلی سازنده نفت خام، کربن است.)
- ۴ نفت خام مخلوطی از هیدروکربن های گوناگون، برخی نمک ها، اسیدها، آب و ... است. (مقدار نمک و اسید در نفت خام کم بوده و در نواحی گوناگون متغیر است.)
- ۴ آلکان ها بخش عمده هیدروکربن های موجود در نفت خام را تشکیل می دهند و به دلیل واکنش پذیری کم، اغلب به عنوان سوخت به کار می روند، به طوری که بیش از ۹۰٪ نفت خام صرف سوزاندن و تامین انرژی می شود و تنها مقدار کمی از آن به عنوان خوراک پتروشیمی در تولید مواد پتروشیمیایی به کار می رود.
- ۴ نسبت میزان سوخت و خوراک پتروشیمی در يك بشكه از نفت خام:



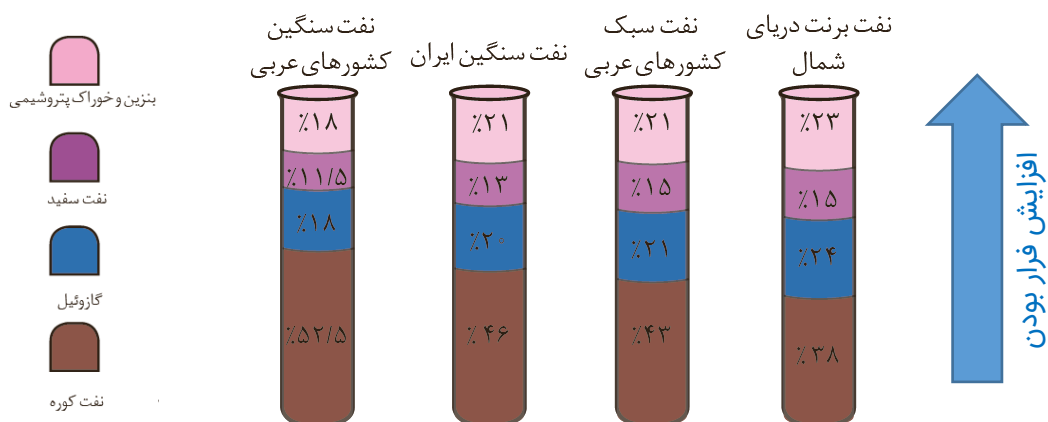
- ۴ پس از جدا کردن نمک ها، اسیدها و آب، نفت خام را پالایش می کنند.
- در واقع با استفاده از تقطیر جزء به جزء، هیدروکربن های آن را به صورت مخلوط هایی با نقطه جوش نزدیک به هم جدا می کنند.
- برای این کار، نفت خام را درون محفظه ای بزرگ گرما می دهند و آن را به برج تقطیر هدایت می کنند.
- برجی که در آن از پایین به بالا دما کاهش می یابد.
- هنگامی که نفت خام داغ به قسمت پایین برج وارد می شود، مولکول های سبک تر و فرارتر از جمله مواد پتروشیمیایی، از مایع بیرون آمده و به سوی بالای برج حرکت می کنند.
- به تدریج که این مولکول ها بالاتر می روند، سرد شده و به مایع تبدیل می شوند و در سینی هایی که در فاصله های گوناگون برج قرار دارند وارد شده و از برج خارج می شوند.
- به این ترتیب مخلوط هایی با نقطه جوش نزدیک به هم از نفت خام جداسازی می شوند.
- مولکول های سبک تر و فرارتر (با نقطه جوش پایین تر) ← به سمت بالای برج
- هیدروکربن های سنگین تر و غیرفرارتر (با نقطه جوش بالاتر) ← در طبقات پایین تر برج

۴ برخی هیدروکربن های سازنده نفت خام:

- ۱ - هگزن
- پروپین
- ۲، ۳، ۴، ۶ - تترا متیل هپتان
- سیکلو هگزان
- بنزن



○ مقایسه چهار نوع نفت خام بر اساس درصد اجزای سازنده:



- ✎ در نفت سنگین، سهم اجزای سازنده نفت خام با تعداد کربن بیش تر (هیدروکربن های سنگین تر) (مانند نفت کوره) بیشتر است.
- ✎ در نفت سبک، سهم اجزای سازنده نفت خام با تعداد کربن کم تر (هیدروکربن های سبک تر) بیشتر است.
- ✎ در میان اجزای سازنده نفت خام، بنزین از همه ارزشمند تر است و نفت کوره ارزش کم تری دارد.
- ✎ قیمت نفت برنت دریای شمال از دیگر نفت ها بیشتر (چون سهم بنزین بیش تری دارد) و قیمت نفت سنگین کشورهای عربی (چون سهم نفت کوره بیش تری دارد) از بقیه کمتر است.

مطالب زیر را مطالعه کنید

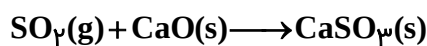
زغال سنگ:

- ❏ زغال سنگ یکی از سوخت های فسیلی است.
 - ❏ طول عمر ذخایر زغال سنگ به ۵۰۰ سال می رسد.
 - ❏ زغال سنگ می تواند به عنوان سوخت، جایگزین نفت شود.
- اما جایگزینی نفت با زغال سنگ سبب ورود مقدار بیشتری از انواع آلاینده ها به هوا کرده و موجب تشدید اثر گلخانه ای می شود.

نام سوخت	گرمای آزاد شده (kJ/g)	فراورده های سوختن	مقدار CO ₂ برحسب گرم به ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده
بنزین	۴۸	CO ₂ – CO – H ₂ O	۰/۰۶۵
زغال سنگ	۳۰	CO ₂ – CO – H ₂ O – SO ₂ – NO ₂	۰/۱۰۴

○ راه های بهبود کارایی زغال سنگ:

- شست و شوی زغال سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی های دیگر
- به دام انداختن گاز گوگرد دی اکسید خارج شده از نیروگاه ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم اکسید



- ❏ یکی از مشکلات زغال سنگ، شرایط دشوار استخراج آن است. (در سده اخیر بیش از ۵۰۰,۰۰۰ نفر در سطح جهان در اثر انفجار یا فرو ریختن معدن جان خود را از دست داده اند. این انفجارها اغلب به دلیل تجمع گاز متان آزاد شده از زغال سنگ در معدن رخ می دهد.)
 - ❏ متان گازی سبک، بی بو و بی رنگ است و هرگاه مقدار آن در هوای معدن به بیش از ۵ درصد برسد، احتمال انفجار وجود دارد. (بدیهی است هرچه درصد متان بالاتر برود، احتمال انفجار نیز بیشتر خواهد شد.)
- ضروری است استانداردها و اصول ایمنی در معدن به طور دقیق رعایت و مقدار گاز متان در هوای معدن پیوسته اندازه گیری و کنترل شود.
- یکی از راه های کاهش متان در هوای معدن استفاده از تهویه مناسب و قوی است.



در پی غذای سالم

فصل ۲

شیمی یازدهم

مطالب زیر را با دقت مطالعه کنید

مفاهیم ترموشیمی:

دما:

- کمیتی است که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می دهد.
- بیان دما، توصیف یک ویژگی از ماده است.
- هر چه دما بالاتر باشد، جنبش های نامنظم ذره های آن شدیدتر است.
- دمای یک ماده، معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده آن است.
- هر چه دمای ماده بالاتر باشد، میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده آن بیشتر است.
- یکای رایج دما، درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$)، در حالی که یکای دما در «SI»، کلوین (K) است.

$$T_{(K)} = \theta_{(^{\circ}\text{C})} + 273$$

توجه: $\Delta\theta = \Delta T$

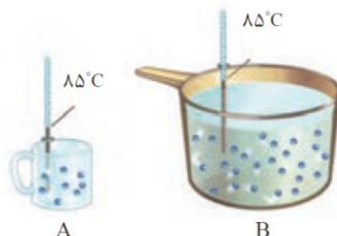
انرژی گرمایی:

- مجموع انرژی جنبشی ذره های سازنده یک نمونه ماده، هم ارز با انرژی گرمایی آن است.
- انرژی گرمایی یک نمونه ماده، کمیتی است که هم به دما و هم به جرم ماده بستگی دارد.
- اگر جرم دو نمونه از یک ماده برابر باشد، نمونه با دمای بیشتر، انرژی گرمایی بیشتری دارد.
- مثال: دو نمونه هوای صاف با جرم یکسان:



- جنبش ذره ها (تندی ذره ها) در B بیشتر است. — دما (میانگین انرژی جنبشی ذره ها) در B بیشتر است.
- با توجه به برابر بودن جرم — انرژی گرمایی در B بیشتر است.
- B می تواند نمونه ای از هوا در یک روز (تابستانی / زمستانی) باشد.
- A می تواند نمونه ای از هوا در (شب / ظهر) باشد.
- اگر دمای دو نمونه از یک ماده برابر باشد، نمونه با جرم بیشتر، انرژی گرمایی بیشتری دارد.

مثال: دو نمونه آب با دمای یکسان:



- شمار مولکول های آب در B بیشتر است. — با توجه به برابر بودن دما — انرژی گرمایی در B بیشتر است.

○ گرما:

- ✎ گرما را می توان هم ارز با آن مقدار انرژی گرمایی دانست که به دلیل تفاوت در دما جاری می شود.
- ✎ گرما از ویژگی های یک نمونه ماده نیست و نباید برای توصیف آن به کار رود.
- ✎ گرما را با نماد «Q» نشان می دهند و یکای اندازه گیری آن در «SI»، ژول «J» است.

$$1\text{J} = 1\text{kgm}^2\text{s}^{-2}$$

- ✎ هنوز در برخی موارد از یکای کالری برای بیان مقدار گرما استفاده می شود.

$$1\text{cal} = 4/18\text{J}$$

○ ظرفیت گرمایی (C):

- ✎ ظرفیت گرمایی ماده هم ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای آن به اندازه یک درجه سلسیوس است.

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

○ ظرفیت گرمایی ویژه (c):

- ✎ ظرفیت گرمایی یک گرم ماده، ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه آن ماده را نشان می دهد.

$$c = \frac{Q}{m\Delta\theta} \longrightarrow Q = mc\Delta\theta$$

- ✎ رابطه بین ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه یک ماده:

$$c = \frac{C}{m} \longrightarrow Q = C\Delta\theta$$

- ✎ ظرفیت گرمایی در دما و فشار اتاق، افزون بر نوع ماده به مقدار آن نیز بستگی دارد. در حالی که گرمای ویژه در این شرایط، تنها به نوع ماده وابسته است.

- ✎ گرمای ویژه برخی مواد خالص در 25°C و 1atm :

ماده	گرمای ویژه $(\text{Jg}^{-1}^\circ\text{C}^{-1})$
آب	4/184
اتانول	2/430
اکسیژن	0/920
آلومینیم	0/900
سدیم کلرید	0/850
کربن دی اکسید	0/840
نقره	0/236
طلا	0/128



مثال: دو ظرف فلزی یکسان در دمای اتاق (25°C) یکی محتوی 200 گرم آب و دیگری محتوی 200 گرم روغن زیتون را با گرما دادن به دمای 75°C می رسانیم.
تخم مرغ در این دما درون آب پخته می شود اما درون روغن زیتون تغییر محسوسی نمی کند.



$$200\text{ g روغن زیتون } (25^{\circ}\text{C}) \xrightarrow{19700\text{ J}} 200\text{ g روغن زیتون } (75^{\circ}\text{C})$$



$$200\text{ g آب } (25^{\circ}\text{C}) \xrightarrow{41800\text{ J}} 200\text{ g آب } (75^{\circ}\text{C})$$

آب به دلیل داشتن ظرفیت گرمایی بیشتر برای این میزان از تغییر دما، گرمای بیشتری جذب کرده است و همین گرمای بیشتر سبب پختن تخم مرغ شده است. (روغن زیتون با ظرفیت گرمایی کمتر توانایی پختن تخم مرغ را با این تغییر دما در همین زمان نخواهد داشت.)

مثال: تکه ای نان و تکه ای سیب زمینی با جرم و سطح یکسان در دمای 6°C را هم زمان در محیطی با دمای 20°C قرار می دهیم.

سرعت هم دما شدن با محیط، به میزان آب موجود در آن ها بستگی دارد.

سیب زمینی < نان : آب موجود

سیب زمینی < نان : گرمای ویژه

دما کم تر تغییر می کند. (مقاومت در برابر تغییر دما بیشتر است) $c \uparrow \Rightarrow \Delta\theta \downarrow$

⇐ سیب زمینی دیرتر با محیط هم دما می شود.

⇐ نان داغ زودتر با محیط هم دما می شود.

○ جاری شدن انرژی گرمایی:

اگر دمای سامانه از محیط بیش تر باشد — انتقال گرما از سامانه به محیط — $Q < 0$ (فرایند گرماده) — دمای سامانه: کاهش ($\Delta\theta < 0$) (تا زمانی که سامانه و محیط هم دما شوند).

اگر دمای سامانه از محیط کم تر باشد — انتقال گرما از محیط به سامانه — $Q > 0$ (فرایند گرماگیر) — دمای سامانه: افزایش ($\Delta\theta > 0$) (تا زمانی که سامانه و محیط هم دما شوند).

فرایندهای گرماده و گرماگیری هم وجود دارند که در آن ها دما بدون تغییر است. ($\Delta\theta = 0$)
مانند: فرایند سوخت و ساز مواد غذایی در بدن



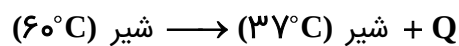
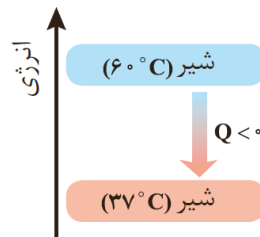
مثال ۱: خوردن شیر گرم (60°C)

مرحله ۱: فرایند هم دما شدن شیر در بدن

شیر (سامانه) پس از ورود به بدن، نخست مقداری انرژی به شکل گرما از دست می دهد تا با بدن

(محیط) هم دما شود. (37°C)

با جاری شدن انرژی از سامانه به محیط، دمای سامانه کاهش می یابد. $Q < 0 \Leftrightarrow (\Delta\theta < 0)$

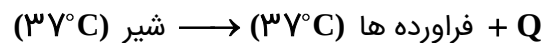
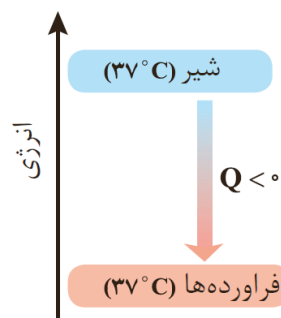


مرحله ۲: آزاد شدن انرژی در فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن

بخش عمده انرژی موجود در شیر، هنگام فرایند گوارش و سوخت و ساز به بدن می رسد. فرایندهایی

که با انجام واکنش های شیمیایی گوناگونی همراه است. انجام مجموعه این واکنش ها منجر به تولید

انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت و ساز یاخته ها می شود.

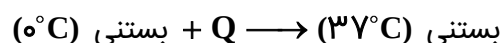


در این واکنش با اینکه دما ثابت است (37°C)، اما باز هم میان سامانه و محیط پیرامون، انرژی داد

و ستد می شود.

مثال ۲: خوردن بستنی (0°C)

مرحله ۱: فرایند هم دما شدن بستنی در بدن با جذب انرژی

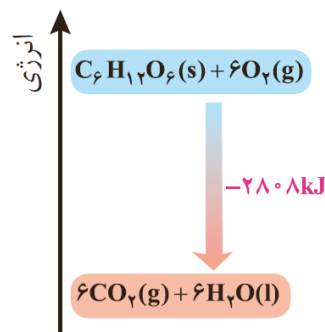


مرحله ۲: گوارش و سوخت و ساز آن با آزاد شدن انرژی



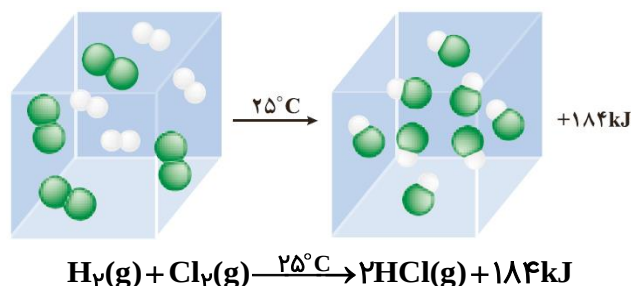
○ گرما در واکنش های شیمیایی:

مثال ۱: اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن:



- ✎ با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوسی نمی کند، زیرا دمای مواد واکنش دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای مواد فراورده پس از پایان واکنش برابر است ($\Delta\theta = 0$). (در واقع واکنش در دمای ثابت انجام می شود.) (با وجود داد و ستد گرما میان سامانه واکنش و محیط پیرامون، دما ثابت می ماند).
- ✎ این مقدار گرمای آزاد شده ناشی از تفاوت انرژی گرمایی (مجموع انرژی جنبشی ذره ها) در مواد واکنش دهنده و فراورده نیست! زیرا در دمای ثابت، تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی آنها وجود ندارد.
- ✎ شیمی دان ها گرمای جذب شده یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده و فراورده می دانند.
- با این توصیف، انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی نهفته شده در آن است، انرژی ای که ناشی از نیروهای نگه دارنده ذره های سازنده آن است.
- ✎ در برخی از منابع از انرژی پتانسیل موجود در یک نمونه ماده، با نام انرژی شیمیایی یاد می شود.

مثال ۲: نمونه ای دیگر از انجام یک واکنش گرماده در دمای ثابت:



- ✎ در هر مولکول از این مواد، تنها دو اتم با یک پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل اند، اما نوع اتم های متصل به هم در هر مولکول متفاوت از دیگری است؛ به دیگر سخن نیروهای نگهدارنده اتم در هر مولکول و در نتیجه استحکام پیوندها از یکدیگر متفاوت خواهد بود.
- این الگو نشان می دهد که با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوه اتصال اتم ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آنها ایجاد می شود؛ تفاوت انرژی ای که در واکنش ها به شکل گرما ظاهر می شود.

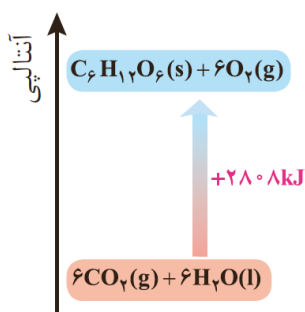


○ آنتالپی:

✎ آنتالپی، همان محتوای انرژی است.

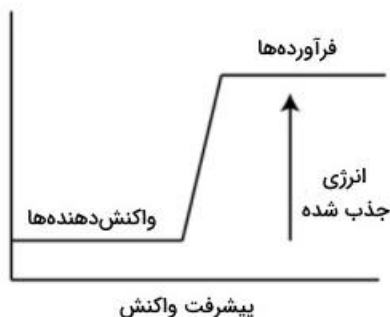
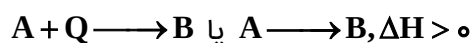
- ✎ هر نمونه ماده شامل مجموعه ای از شمار بسیار زیادی ذره های سازنده است. این ذره ها افزون بر جنبش های نامنظم، با یکدیگر بر هم کنش نیز دارند. در واقع، ذره های سازنده یک نمونه ماده افزون بر انرژی جنبشی، دارای انرژی پتانسیل نیز هستند.
 - ✎ یک نمونه ماده با مقدار آن در دما و فشار معین توصیف می شود، به طوری که ۲۰۰ گرم آب در دما و فشار اتاق را می توان یک نمونه ماده دانست. (چنین مجموعه ای یک سامانه به شمار می رود). شیمی دان ها انرژی کل چنین سامانه ای را هم ارز با محتوای انرژی یا آنتالپی آن می دانند. با این توصیف هر سامانه در دما و فشار ثابت، آنتالپی معینی دارد.
 - ✎ با انجام واکنش های شیمیایی، محتوای انرژی یا آنتالپی مواد تغییر می کند.
 - ✎ انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی منجر به تغییر محتوای انرژی مواد می شود، از این رو انجام هر یک از آنها با جذب یا از دست دادن گرما همراه است.
 - ✎ از آنجا که داد و ستد انرژی در واکنش ها به طور عمده به شکل گرما ظاهر می شود، شیمی دان ها تغییر آنتالپی هر واکنش را هم ارز با گرمایی می دانند که در فشار ثابت با محیط پیرامون دادوستد می کند و آن را با Q_p نشان می دهند.
 - ✎ برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش، واژه آنتالپی واکنش به کار می رود.
- $$Q_p = H(\text{مواد واکنش دهنده}) - H(\text{مواد فراورده}) = \Delta H (\text{واکنش})$$
- ✎ علامت مثبت و منفی ΔH ، تنها نشان دهنده گرماگیر یا گرماده بودن واکنش است.
 - ✎ با انجام واکنش شیمیایی گرماگیر در یک سامانه، مواد با محتوای انرژی (آنتالپی) کم تر به موادی با انرژی (آنتالپی) بیش تر تبدیل می شوند.

🔗 مثال: آنتالپی واکنش در فتوسنتز

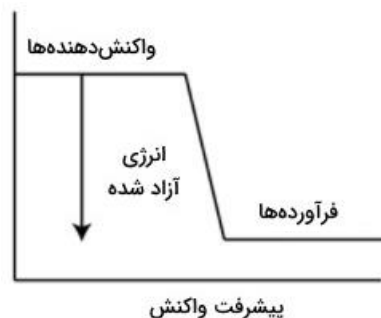
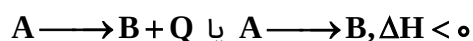


واکنش های گرماده و گرماگیر: 

○ واکنش های گرماگیر:

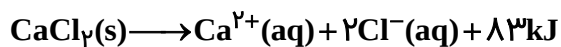


○ واکنش های گرماده:

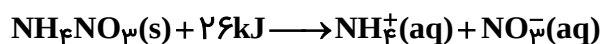


🔔 توجه: سطح انرژی با پایداری رابطه عکس دارد.

❧ انحلال کلسیم کلرید در آب گرماده است. — در اثر انحلال نمک کلسیم کلرید در آب، دمای محلول افزایش می یابد. — گرما به سرعت به بدن ورزشکار مصدوم منتقل می شود.

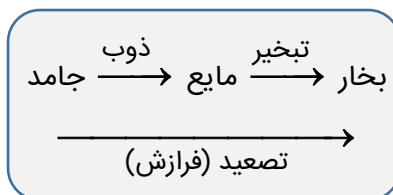


❧ انحلال آمونیوم نیترات در آب گرماگیر است. — در اثر انحلال نمک آمونیوم نیترات در آب، دمای محلول کاهش می یابد. — مناسب برای سرد کردن محل آسیب دیدگی



برخی واکنش های گرماده و گرماگیر مهم:

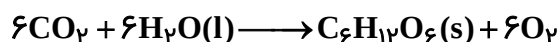
○ واکنش های گرماگیر:



• تبخیر آب



• فرایند فتوسنتز



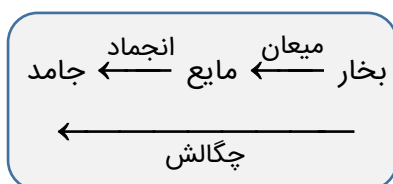
• انحلال آمونیوم نیترات در آب

• تجزیه N_2O_5



- $\text{N}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}$
- $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{s}) \longrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$
- $\text{N}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{N}_2\text{H}_4$

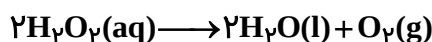
○ واکنش های گرماده:



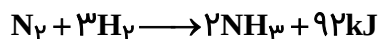
• همه واکنش های سوختن و اکسایش

• انحلال کلسیم کلرید در آب

• تجزیه محلول هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه)



• فرایند هابر



• واکنش ترمیت

- $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HCl}(\text{g}) + 184\text{kJ}$
- $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$
- $\text{Na}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NaCl}(\text{s})$
- $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$
- $\text{CO} + \text{NO} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2$

🔔 توجه: Q در سمت ماده پایدارتر

🔔 برخی از ناپایدارها: N_2H_4 (هیدرازین)، O_3 ، NO

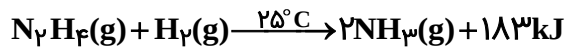
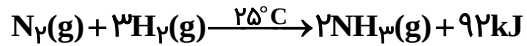




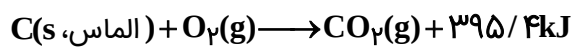
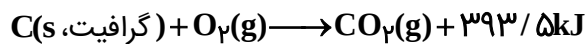
عوامل موثر بر آنتالپی واکنش (در دما و فشار ثابت):

○ نوع و مقدار واکنش دهنده ها

✍ مثال:



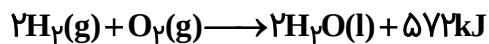
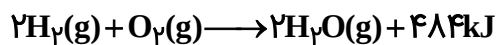
✍ مثال:



○ نوع فراورده ها

○ حالت فیزیکی واکنش دهنده ها و فراورده ها

✍ مثال:



آنتالپی پیوند:

انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند کووالانسی در حالت گازی و تبدیل آن به اتم های گازی جدا از هم

علامت: $\Delta H_{\text{پیوند}} > 0$

مثال:



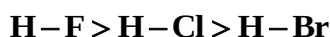
عوامل موثر بر انرژی پیوند:

① طول پیوند $\longleftarrow$ رابطه عکس

مثال:

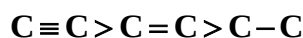


مثال:



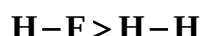
② مرتبه پیوند $\longleftarrow$ رابطه مستقیم

مثال:

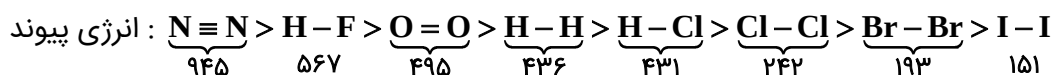


③ اختلاف الکترونگاتیوی $\longleftarrow$ رابطه مستقیم

مثال:

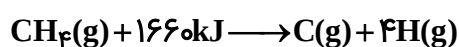


در یک نگاه:



میانگین آنتالپی پیوند:

توجه: اگر ۲ (یا بیشتر) پیوند در یک مولکول وجود داشته باشد، کلمه «میانگین آنتالپی پیوند» استفاده می شود.



$$\text{C}-\text{H} \text{ میانگین آنتالپی پیوند} = \frac{1660}{4} = 415 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

آنتالپی سوختن:

انرژی آزاد شده به ازای سوختن کامل یک مول ماده

علامت: $\Delta H_{\text{سوختن}} < 0$

یکی از فراورده های سوختن کامل مواد آلی در دمای اتاق، H_2O است که حالت مایع دارد.

در هیدروکربن ها و الکل ها؛

$\Delta H_{\text{سوختن}} \rightarrow$ جرم بیش تر

مثال:

اتان < متان

مثال:

اتین > اتن > اتان

مثال:

۵/۰ مول اتان > ۱ مول متان

مثال:

اتانول < متانول

بین الکل و آلکان هم کربن:

الکل > آلکان : $\Delta H_{\text{سوختن}}$

متان < متانول

مثال:

اتان < اتانول

مثال:

در یک نگاه: آنتالپی سوختن برخی ترکیب های آلی در دمای $25^\circ C$:



کمترین $\leftarrow$ متانول

توجه:

اتان < اتن < اتانول < اتین : $\Delta H_{\text{سوختن}}$

اختلاف آنتالپی سوختن دو عضو متوالی یک خانواده، تقریباً مقداری ثابت است.

مثال:

آلکان	$\Delta H_{\text{سوختن}}$
متان	-۸۹۰
اتان	-۱۵۶۰
پروپان	?



$$\text{آنتالپی سوختن} = \frac{\text{ارزش سوختی}}{\text{جرم مولی}}$$

$\frac{\text{kJ}}{\text{g}}$ $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
 $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$

ارزش سوختی: 

○ در هیدروکربن های هم خانواده؛

↑ ارزش سوختی → کربن کم تر

مثال: 

اتان > متان

بیشترین ارزش سوختی ← متان 

○ در هیدروکربن های هم کربن؛

آلکین > آلکن > آلکان

مثال: 

اتین > اتن > اتان

الکل ها ارزش سوختی کم تری دارند. 

○ بین الکل و آلکان هم کربن:

الکل > آلکان : ارزش سوختی

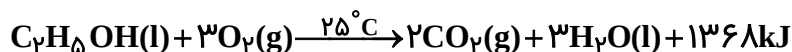
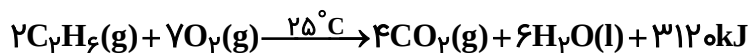
○ در الکل ها؛

↑ ارزش سوختی → کربن بیش تر

مثال: 

اتانول < متانول

مثال: اتانول بر خلاف اتان، سوخت سبز به شمار می رود. 



آنتالپی سوختن و ارزش سوختی اتانول از اتان کم تر است. 

جرم CO_2 حاصل از سوختن یک گرم اتانول از اتان کم تر است. 

سوخت های سبز در ساختار خود افزون بر هیدروژن و کربن، اکسیژن نیز دارند و از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه های روغنی استخراج می شوند. 



مطالب زیر را با دقت مطالعه کنید

ارزش سوختی مواد غذایی:

انرژی حاصل از اکسایش کامل یک گرم ماده غذایی علامت: بدون علامت منفی گزارش می شود.

بدن ما از غذا، مواد گوناگونی دریافت می کند.

این مواد شامل کربوهیدرات ها، چربی ها، پروتئین ها، آب، ویتامین ها و مواد معدنی بوده که سه ماده نخست، افزون بر تأمین مواد اولیه برای سوخت و ساز یاخته ها، منابعی برای تأمین انرژی آنها نیز هستند.

در این میان تنها کربوهیدرات ها هستند که در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل از آنها در خون حل می شود. خون این ماده را به یاخته ها می رساند (گلوکز، قندخون است) و این ماده هنگام اکسایش در یاخته ها، انرژی تولید می کند؛ این روند به آسانی انرژی مورد نیاز یاخته ها را تأمین می کند.

مثال: در صورت نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی ————— برگه زردآلو (چون کربوهیدرات بیشتری دارد) (کربوهیدرات ها خیلی سریع به گلوکز شکسته شده و به انرژی تبدیل می شوند)

بدن ما چربی را بیشتر ذخیره می کند. چربی ارزش سوختی بیشتری از کربوهیدرات ها و پروتئین ها دارد. (انرژی حاصل از اکسایش یک گرم چربی بیشتر از دو ماده غذایی دیگر است).

پروتئین ~ کربوهیدرات > چربی : ارزش سوختی

$$38 \frac{\text{kJ}}{\text{g}} \quad 17 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}$$

مثال: برای فعالیت های فیزیکی در مدت طولانی تر ————— بادام (چون چربی بیشتری دارد)



تعیین آنتالپی واکنش:

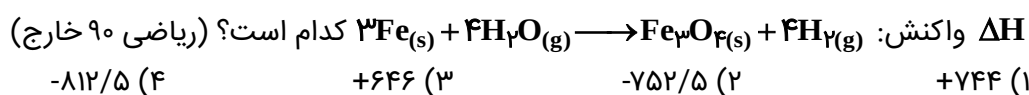
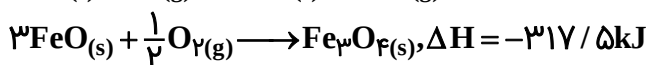
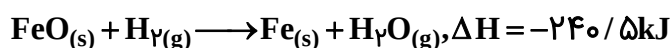
○ با استفاده از قانون هس

اگر معادله واکنشی از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آید، ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش ها به دست می آید.

توجه: چنانچه یک واکنش را به صورت معکوس بنویسیم، علامت ΔH قرینه می شود.

توجه: اگر واکنشی را در یک عدد ضرب یا بر یک عدد تقسیم کنیم، مقدار ΔH نیز به همان نسبت تغییر خواهد کرد.

مثال: با توجه به واکنش های زیر و مقدار ΔH آن ها:



○ با استفاده از آنتالپی پیوندها:

$$\Delta H_{\text{(واکنش رفت)}} = \sum \Delta H_{\text{شکستن پیوندها}} + \sum \Delta H_{\text{تشکیل پیوندها}}$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{(واکنش رفت)}} = \sum \Delta H_{\text{پیوند (واکنش دهنده ها)}} - \sum \Delta H_{\text{پیوند (فراورده ها)}}$$

توجه: همه مواد شرکت کننده در واکنش باید گازی شکل باشند.

توجه: هرچه مولکول های مواد شرکت کننده در واکنش ساده تر باشند، آنتالپی واکنش محاسبه شده با داده های تجربی همخوانی بیشتری خواهد داشت.

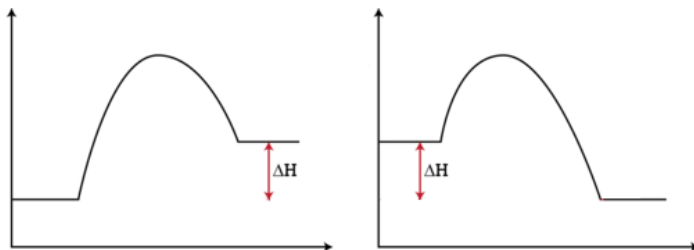
در حالی که به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند برای تعیین آنتالپی واکنش های گازی با مولکول های پیچیده تر اغلب در مقایسه با داده های تجربی، تفاوتی آشکار نشان می دهد.

○ با استفاده از آنتالپی های سوختن:

$$\Delta H_{\text{(واکنش رفت)}} = \sum \Delta H_{\text{سوختن (واکنش دهنده ها)}} - \sum \Delta H_{\text{سوختن (فراورده ها)}}$$

○ با استفاده از انرژی فعالسازی:

$$\Delta H_{\text{(واکنش رفت)}} = E_a \text{ (واکنش رفت)} - E_a \text{ (واکنش برگشت)}$$



توجه:

$$\Delta H_{\text{(واکنش برگشت)}} = - \Delta H_{\text{(واکنش رفت)}}$$

ترکیب استوکیومتری و ترموشیمی: 

$$\frac{\text{mol}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم گاز}}{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{M \times L}{\text{ضریب}} = \frac{M \times mL}{\text{ضریب} \times 1000} = \frac{Q}{\Delta H}$$

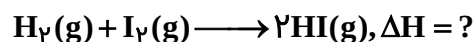
آنتالپی تصعید: 

انرژی لازم برای تبدیل یک مول ماده از حالت جامد به حالت بخار

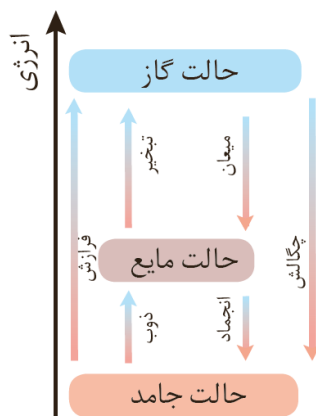
مثال: 



$\Delta H_{\text{آنتالپی تصعید}} = 62 / 5 \text{ kJ}$



توجه: 



تفاوت انرژی یک ماده در حالت های مایع و گاز، از تفاوت انرژی آن ماده در حالت های مایع و جامد بیش تر است. ← انرژی مورد نیاز برای تبخیر مقدار معینی از یک ماده به حالت مایع، از انرژی لازم برای ذوب همان مقدار ماده به حالت جامد، بیش تر است.

$$\Delta H_{\text{ذوب}} > \Delta H_{\text{تبخیر}}$$





واکنش های دو مرحله ای: 

- ① $N_2 + 2H_2 \longrightarrow N_2H_4, \Delta H = ?$
- ② $N_2H_4 + H_2 \longrightarrow 2NH_3, \Delta H = -183 \text{ kJ}$
- $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3, \Delta H = -92 \text{ kJ}$

-
- ① $C + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO, \Delta H = ?$
 - ② $CO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2, \Delta H = -283 \text{ kJ}$
 - $C + O_2 \longrightarrow CO_2, \Delta H = -393 / 5 \text{ kJ}$
-



مسائل سینتیک:

روابط سرعت: 

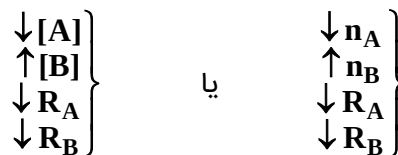
برای واکنش دهنده ← مصرفی
برای فراورده ← تولیدی

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \frac{\text{مول}}{\text{زمان}} = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} \\ R = \frac{\text{غلظت}}{\text{زمان}} = \frac{\Delta M}{\Delta t} = \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1} \end{array} \right. \text{ برای مواد جامد و مایع خالص، نه!}$$

$$R = \frac{\Delta n}{V \Delta t}$$

توجه: غلظت مواد جامد و مایع، همواره عدد ثابتی است. 

در واکنش شیمیایی $A \rightarrow B$ ؛ با گذشت زمان: 



در بازه های زمانی یکسان؛ با گذشت زمان: 



سرعت واکنش: 

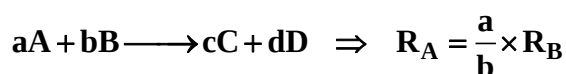
$$R_{\text{واکنش}} = \frac{R_X}{\text{ضریب } X}$$

مثال: در واکنش $aA + bB \rightarrow cC + dD$ 

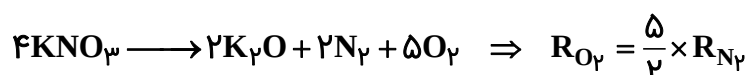
$$R_{\text{واکنش}} = \frac{R_A}{a} = \frac{R_B}{b} = \frac{R_C}{c} = \frac{R_D}{d}$$

تغییرات مقدار یا غلظت مواد در یک واکنش، با ضرایب استوکیومتری آن ها متناسب است. 

سرعت تولید یا مصرف مواد در یک واکنش، با ضرایب استوکیومتری آن ها متناسب است. 



مثال: 



○ در یک واکنش شیمیایی، ماده ای که کوچکترین ضریب استوکیومتری را دارد، کم ترین سرعت و ماده ای که بیشترین ضریب استوکیومتری را دارد، بیش ترین سرعت مصرف یا تولید را دارد.

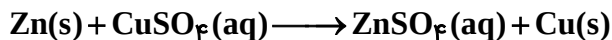
○ شیب نمودار مول - زمان (یا نمودار غلظت - زمان) $\leftarrow$ سرعت
○ در یک واکنش شیمیایی، هرچه ضریب استوکیومتری ماده ای بزرگتر باشد، شیب نمودار غلظت - زمان برای آن بیشتر است.

○ لحظه پایان واکنش در نمودارهای مول - زمان (یا غلظت - زمان) واکنش های کامل $\leftarrow$ زمانی که مقدار یا غلظت یکی از واکنش دهنده ها به صفر می رسد، یا نمودار یکی از فراورده ها به حالت افقی در می آید. (نخستین لحظه ای که مقدار یا غلظت فراورده بدون تغییر می ماند)



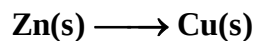
مطالب زیر را مطالعه کنید

واکنش تیغه روی با محلول مس (II) سولفات آبی رنگ:

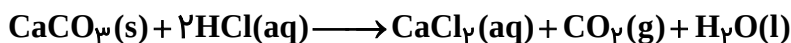


واکنش پذیری: $\text{Zn} > \text{Cu}$

- با گذشت زمان؛ با مصرف یون Cu^{2+} از شدت رنگ آبی محلول کاسته می شود.
- این واکنش تا جایی پیش می رود که مقدار واکنش دهنده ها (Cu^{2+} یا Zn) تقریباً به صفر میرسد.
- با گذشت زمان؛ جرم واکنش دهنده ها ($\text{Cu}^{2+}, \text{Zn}$) کم و جرم فراورده ها ($\text{Zn}^{2+}, \text{Cu}$) زیاد میشود.
- با گذشت زمان؛ جرم مواد جامد در ظرف واکنش کاهش می یابد.



واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید:



- کاهش جرم مخلوط واکنش ← خروج گاز CO_2
- لحظه پایان واکنش ← لحظه ای که جرم مخلوط واکنش ثابت بماند.



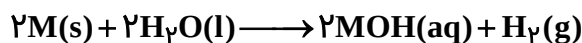
عوامل موثر بر سرعت:

دما

مثال: محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می دهد، اما با گرم شدن، محلول به سرعت بی رنگ می شود.

○ نوع مواد واکنش دهنده (ماهیت) (جنس) (واکنش پذیری)

مثال: فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می دهند، اما سرعت واکنش ها متفاوت است.



توجه: اگر واکنش دهنده ها همگی در یک فاز باشند (گاز یا محلول) ← سرعت واکنش بیشتر

○ سطح تماس

مثال: شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می کند، در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می شود.

○ غلظت

مثال: الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می سوزد.

مثال: بیمارانی که مشکلات تنفسی دارند در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند.

○ کاتالیزگر

مثال: محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می کند، در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می دهد.

مثال: واکنش سوختن قند آغشته به خاک باغچه سریع تر است زیرا در خاک باغچه کاتالیزگر مناسب برای این واکنش وجود دارد.

مثال: برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار نفخ می شوند زیرا فاقد آنزیمی هستند که آن ها را کامل و سریع هضم کند. (آنزیم ها در بدن به عنوان کاتالیزگر، به هضم آسان تر و سریع تر مواد غذایی کمک می کنند).

توجه: استفاده از کاتالیزگر ← افزایش شیب نمودار مول - زمان (غلظت - زمان)

← کوتاه شدن زمان پایان واکنش



○ فشار

🔔 **توجه:** تغییر فشار یا حجم، روی سرعت واکنش هایی موثر است که حداقل یکی از مواد واکنش دهنده، در حالت گازی باشند.

🔔 **توجه:** افزایش فشار ← افزایش تعداد برخوردها ← افزایش سرعت

○ عوامل محیطی مانند رطوبت، اکسیژن، نور و دما در چگونگی و زمان نگهداری غذا مؤثرند.

✎ در محیط مرطوب، میکروب ها شروع به رشد و تکثیر نموده تا جایی که ماده غذایی کپک زده و سرانجام فاسد می شود.

اما در محیط خشک امکان رشد این جانداران ذره بینی وجود ندارد، از این رو می توان خشکبار را آسان تر و به مدت طولانی تری در این محیط نگهداری کرد.
نیاکان ما نیز بر همین اساس بسیاری از میوه ها را در فصل برداشت خشک می کردند تا آنها را برای مصرف در فصل های دیگر ذخیره کنند.

✎ محیط سرد، خشک و تاریک برای نگهداری انواع مواد غذایی مناسب تر از محیط گرم، روشن و مرطوب است. (نگهداری اغلب مواد غذایی در سرد خانه ها تأییدی بر این تجربه است.)

✎ اکسیژن گازی واکنش پذیر است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد.
بر اساس این ویژگی، مواد غذایی در هوای آزاد و در معرض اکسیژن، سریع تر فاسد می شوند.
وجود پوست و پوشش میوه ها و خشکبار یک عامل طبیعی برای افزایش زمان ماندگاری است زیرا مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره بینی به درون آنها می شود.
این ویژگی نشان می دهد که حذف اکسیژن از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی ها سبب افزایش زمان ماندگاری و بهبود کیفیت آنها خواهد شد.

✎ برای نگهداری طولانی مدت فراورده های گوشتی و پروتئینی، آنها را به حالت منجمد ذخیره می کنند. (اثر دما) (با کاهش دما سرعت فاسد شدن مواد غذایی کاهش می یابد.)

✎ روغن های مایع که در ظرف مات و کدر بسته بندی شده اند، زمان ماندگاری بیشتری دارند.

✎ قاووت گردی مغذی و تهیه شده از مغز آفتاب گردان، پسته و ... است. این سوغات کرمان زودتر از مغز این خوراکی ها فاسد می شود. (اثر سطح تماس)

✎ برای نگهداری سالم برخی خوراکی ها، آنها را با خالی کردن هوای درون ظرف بسته بندی می کنند. (اثر غلظت) (با کاهش غلظت اکسیژن سرعت فاسد شدن مواد غذایی کاهش می یابد.)

✎ برخی روش های افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی:

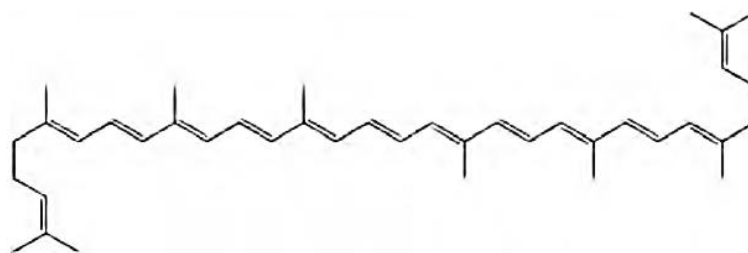
- خشک کردن میوه ها
- تهیه ترشی
- نمک سود کردن



مطالب زیر را مطالعه کنید

بازدارنده ها و رادیکال ها:

- یافته ها و شواهد تجربی نشان می دهد که برنامه غذایی محتوی سبزیجات و میوه های گوناگون، نقش بازدارندگی موثری در برابر سرطان ها و پیری زودرس دارند.
- این خوراکی ها محتوی ترکیب های آلی سیرنشده ای به نام ریز مغذی ها هستند؛ ترکیب هایی که در حفظ سلامت بافت ها و اندام ها دخالت دارند، هر چند نقش کامل این مواد هنوز به طور دقیق مشخص نشده است اما برخی از آن ها به عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته به دلیل حضور رادیکال ها جلوگیری می کنند. (بازدارنده هایی مانند فلاوونوئید، آنتوسیانین، بتاکاروتن و ... در میوه ها و سبزیجات محتوی آن ها)
- هندوانه و گوجه فرنگی محتوی لیکوپن بوده که فعالیت رادیکال ها را کاهش می دهد.



فرمول ساختار: $C_{40}H_{56}$

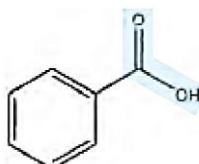
تعداد پیوند دوگانه: ۱۳

طولانی ترین زنجیر کربنی: شامل ۳۲ اتم کربن و ۸ شاخه فرعی متیل

- رادیکال، گونه فعال و ناپایداری است که در ساختار خود، الکترون جفت نشده دارد، در واقع محتوی اتم هایی است که از قاعده هشت تایی پیروی نمی کنند. بدیهی است که رادیکال ها واکنش پذیری بالایی دارند.
- رادیکال ها نه تنها در بدن بلکه در محیط زندگی نیز وجود دارند. برای مثال هوای آلوده دارای رادیکال های NO و NO_2 با ساختارهای لوویس $\dot{N}=O$ و $\ddot{O}-\dot{N}=\ddot{O}$ است.
- در بدن ما به دلیل انجام واکنش های متنوع و پیچیده، رادیکال هایی به وجود می آیند که اگر به وسیله بازدارنده ها جذب نشوند، می توانند با انجام واکنش های سریع به بافت های بدن آسیب برسانند.
- با این توصیف مصرف خوراکی های محتوی بازدارنده ها سبب می شود که رادیکال ها به دام بیفتند تا با کاهش مقدار آن ها از سرعت واکنش های ناخواسته کاسته شود.

نگهدارنده ها:

- افزودنی ها، مواد شیمیایی مانند نگهدارنده، رنگ دهنده، طعم دهنده و ... هستند که به صورت هدفمند به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می شوند.
- برای نمونه، نگهدارنده ها، سرعت واکنش های شیمیایی که منجر به فساد ماده غذایی می شود را کاهش می دهند.
- یکی از این مواد، بنزوئیک اسید است که در تمشک و توت فرنگی وجود دارد.



ردپای غذا:

مطالب زیر را مطالعه کنید

۴ سالانه حدود ۳۰٪ غذایی که در جهان فراهم می شود به مصرف نمی رسد و به زباله تبدیل می شود و یا از بین می رود. (چهره آشکار)

۴ به ازای هر هفت نفر در جهان، یک نفر گرسنه است.

۴ چهره پنهان ردپای غذا، همه منابعی است که در تهیه غذا از آغاز تا سر سفره سهم داشته اند. مانند: مدیریت منابع، نیروی انسانی برای تولید و تامین مواد اولیه و انرژی، فراوری، ابزار و دستگاه های مورد نیاز، بسته بندی، حمل و نقل، آب و انرژی مصرفی، زمین های بایر و ...

۴ چهره پنهان دیگر ردپای غذا، تولید گازهای گلخانه ای به ویژه کربن دی اکسید است. (سهم تولید گاز کربن دی اکسید در ردپای غذا به مراتب بیش از سوختن سوخت ها در خودروها، کارخانه ها و ... است.)

۴ ۴ الگو برای کاهش ردپای غذا:

الگوی کاهش ردپای غذا	بیانی از اصل شیمی سبز
خرید به اندازه نیاز	کاهش تولید زباله و پسماند
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست
استفاده از غذاهای بومی و فصلی	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف غذاهای فراوری شده	طراحی مواد و فرآورده های شیمیایی سالم تر



پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

فصل ۳

شیمی یازدهم

انواع الیاف:

مطالب زیر را مطالعه کنید

☞ پنبه، یکی از الیاف طبیعی است که در تولید پوشاک سهم قابل توجهی دارد. ☞ حدود نیمی از لباس های تولیدی در جهان از پنبه تهیه می شود. ☞ از پنبه، افزون بر تولید پوشاک، در تولید رویه مبل، پرده، تور ماهی گیری، گاز استریل و ... استفاده می شود. ☞ پنبه، از الیاف (مولکول های) سلولز تشکیل شده است. ☞ سلولز، زنجیره ای بسیار بلند است که از اتصال شمار بسیار زیادی مولکول گلوکز به یکدیگر ساخته شده است.	الیاف طبیعی
☞ الیافی که جایگزین الیاف طبیعی شد و امروزه بخش عمده پوشاک را تشکیل می دهد. ☞ الیافی است که در طبیعت یافت نمی شود. ☞ از واکنش بین مواد شیمیایی در شرکت های پتروشیمی تولید می شود. ☞ اغلب فراورده های پتروشیمیایی برای تولید انواع گوناگون الیاف ساختگی مانند پلی استر، نایلون و ... به کار می روند. ☞ از الیاف ساختگی افزون بر تهیه پارچه و پوشاک، به طور گسترده ای در تهیه انواع پوشش ها، ظروف نجسب، یکبار مصرف و پلاستیکی، فرش، پرده و ... استفاده می شود.	الیاف ساختگی (بر پایه نفت)

انواع مواد مولکولی:

☞ ماده مولکولی، ماده ای است که ذره های سازنده آن مولکول ها هستند.

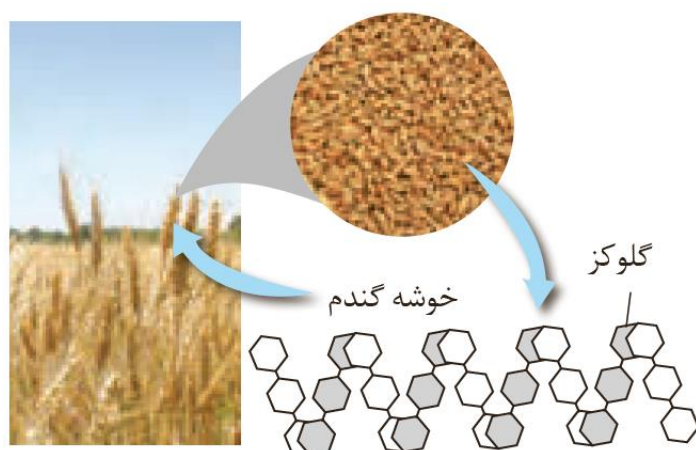
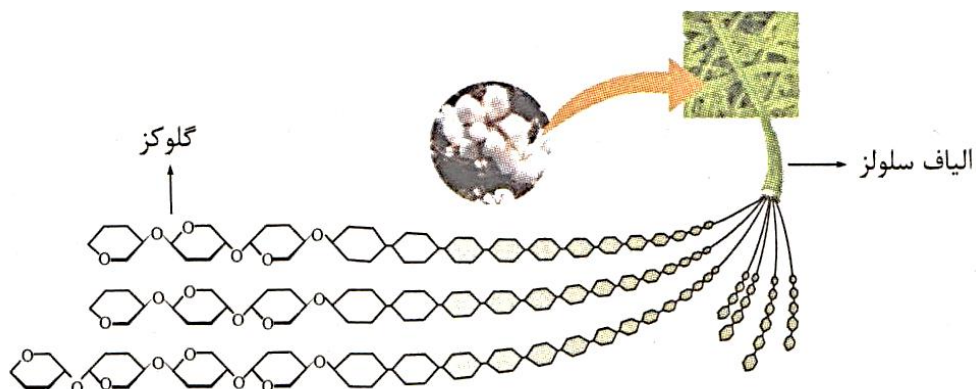
☞ شمار اتم های سازنده: کم یا متوسط ☞ جرم مولی: کم تا متوسط ☞ مثال: آب، پروپان، CO_2، Br_2، CH_4، H_2O، NH_3، SO_2، هیدروکربن ها	مواد مولکولی با مولکول های کوچک یا متوسط
☞ شمار اتم های سازنده: بسیار زیاد ☞ جرم مولی: بسیار زیاد (ده ها هزار گرم بر مول) ☞ انواع درشت مولکول ها: - طبیعی ← مانند: سلولز، نشاسته گندم، پروتئین موجود در پشم، ابریشم، انسولین، روغن زیتون - ساختگی ← مانند: پلی اتن، نایلون، تفلون ☞ نیروی بین مولکولی: از نوع واندروالسی ☞ نیروی واندروالسی قوی تر (به دلیل جرم و حجم زیاد) آب > پلی اتن : نقطه ذوب و جوش: مثال	مواد مولکولی با مولکول های بسیار بزرگ (درشت مولکولها)



○ سلولز و نشاسته، پلیمرند.

✎ مونومرهای سازنده: مولکول های گلوکز

✎ نحوه اتصال مولکول های گلوکز در آن ها متفاوت است.





واکنش های پلیمری شدن (پلیمرهای با مونومرهای آلکنی): 

پلی اتن → اتن

○ مکانیسم:

پلی پروپن → پروپن

پلی سیانو اتن → سیانو اتن

پلی وینیل کلرید → وینیل کلرید (کلرو اتن)

پلی تترا فلوئورو اتن (تفلون) → تترا فلوئورو اتن

پلی استیرن → استیرن



- چگالی بیشتر
 - سخت تر و محکم تر
 - ساختار منظم تر
 - استحکام بیشتر
 - نیروی بین مولکولی قوی تر
 - کدر
- مولکول های اتن پشت سر هم به هم متصل می شوند.

پلی اتن بدون شاخه
(پلی اتن سنگین)

- کاربرد:
- لوله های پلاستیکی
 - دبه های آب
 - بطری کدر شیر
 - اسباب بازی ها

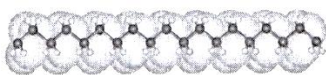
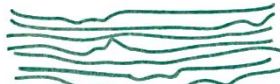
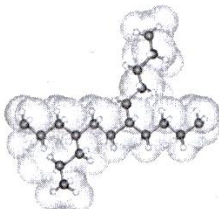
پلی اتن

- چگالی کمتر
 - انعطاف بیشتر
 - شفاف
- مولکول های اتن از کناره ها به هم اضافه می شوند.

پلی اتن شاخه دار
(پلی اتن سبک)

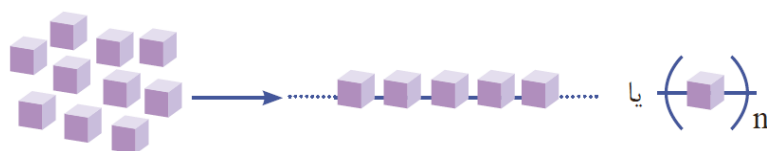
کاربرد:

- کیسه های پلاستیکی موجود در مغازه ها و فروشگاه ها

پلی اتن بدون شاخه (پلی اتن سنگین)		
پلی اتن شاخه دار (پلی اتن سبک)		

۴ در صنعت، پلی اتن مذاب را در دستگاهی با عمل دمیدن هوا به ورقه نازک پلاستیکی تبدیل می کنند.

۴ تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت کننده در یک واکنش پلیمری شدن ممکن نیست و تاکنون هیچ قاعده ای برای اتصال شمار مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است. ————— برای پلیمرها نمی توان فرمول مولکولی دقیقی نوشت و برای نمایش آن ها، واحد تکرار شونده را درون پرانتز نوشته و زیروند n را جلوی آن می نویسند.



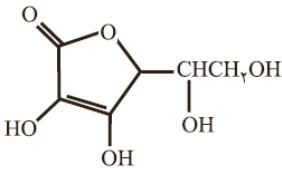
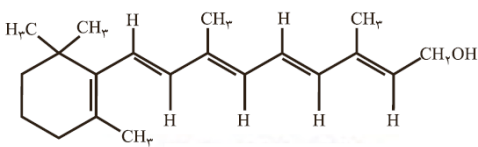
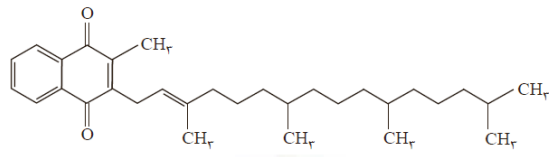
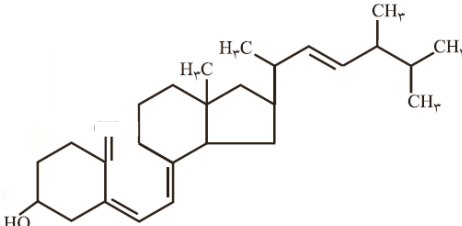
۴ هر ترکیب آلی که در ساختار خود، پیوند دوگانه $C=C$ در زنجیر کربنی داشته باشد، می تواند در واکنش پلیمری شدن شرکت کند.

توجه: 

جرم مولی مونومر $\times n$ = جرم مولی پلیمر

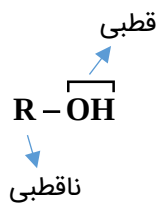


ویتامین ها و گروه های عاملی:

ویتامین C	ویتامین A
	
فرمول: $C_6H_8O_6$ ✎ دارای ۴ گروه عاملی هیدروکسیل و ۱ عامل استری ✎ دارای ۱ پیوند دوگانه $C=C$ و ۱ پیوند دوگانه $C=O$ ✎ محلول در آب (مصرف بیش از اندازه ویتامین C برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی کند). ✎ در مرکبات (مثل پرتقال) ✎	فرمول: $C_{20}H_{30}O$ ✎ دارای ۱ گروه عاملی هیدروکسیل ✎ دارای ۵ پیوند دوگانه $C=C$ ✎ در هویج ✎
ویتامین K	ویتامین D
	
فرمول: $C_{31}H_{46}O_2$ ✎ دارای ۲ گروه عاملی کربونیل ✎ دارای حلقه بنزنی ✎ دارای ۵ پیوند دوگانه $C=C$ و ۲ پیوند دوگانه $C=O$ ✎ در کاهو، کلم، کرفس ✎	فرمول: $C_{28}H_{44}O$ ✎ دارای ۱ گروه عاملی هیدروکسیل ✎ دارای ۴ پیوند دوگانه $C=C$ ✎ در شیر ✎

✎ ویتامین های DAKE ← محلول در چربی

الکل ها: 

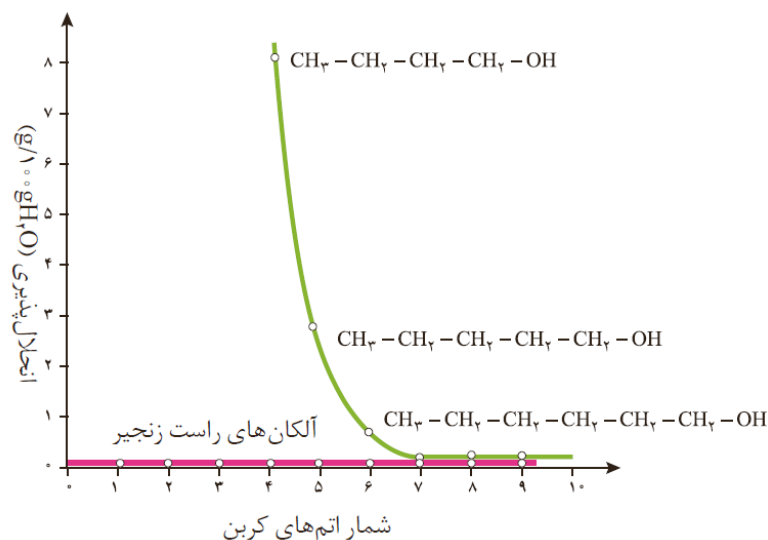


❧ نیروی بین مولکولی در الکل ها:

- هیدروژنی
- واندروالسی

❧ با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل ها، نیروی وان دروالس بر هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی ناقطبی الکل (آب گریزی) (چربی دوستی) افزایش می یابد.

○ مقایسه انحلال پذیری الکل ها:



❧ با افزایش تعداد اتم های کربن در الکل ها ($R-OH$) ← کاهش انحلال پذیری

❧ الکل های ۳ تا ۵ اتم کربن ← به هر نسبت در آب حل می شوند.

❧ الکل های ۵ تا ۷ اتم کربن ← به خوبی در آب حل می شوند. (در آب محلول اند) ← غلبه بخش قطبی بر ناقطبی ← نیروی بین مولکولی غالب: هیدروژنی

❧ ۱- هگزانول ($C_6H_{13}OH$) ← کم محلول

❧ الکل های ۷ کربنه و به بعد ← انحلال پذیری نزدیک به آلکان هم کربن دارند.

❧ با افزایش تعداد اتم های کربن ← شیب منحنی در حال کاهش است.

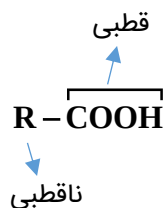
پنتانول و هگزانول > بوتانول و پنتانول : تفاوت انحلال پذیری ⇒

توجه: 

فرمول الکل	انحلال پذیری ($g/100gH_2O$)
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$	۰/۰۴۶

❧ ۱- اوکتانول ← کم محلول

کربوکسیلیک اسیدها: 



۴ در ترکیب های آلی مانند الکل ها و کربوکسیلیک اسیدها که دو بخش قطبی و ناقطبی دارند، با افزایش طول زنجیر کربنی، بخش ناقطبی بزرگتر می شود، قطبیت مولکول کاهش می یابد و انحلال پذیری در آب کمتر می شود.

۴ نقطه جوش کربوکسیلیک اسیدها نسبت به استر هم کربن بالاتر است. (به دلیل توانایی برقراری پیوند هیدروژنی در کربوکسیلیک اسیدها)

مثال: 

نقطه جوش: متیل متانوات > اتانویک اسید (استیک اسید)

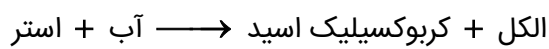


استرها: 

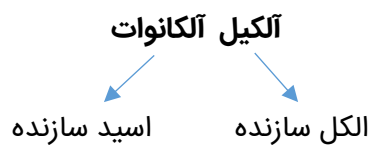
↗ نیروی بین مولکولی ← واندوالسی
○ واکنش استری شدن:



○ واکنش آبکافت استر:



○ تشخیص اسید و الکل سازنده یک استر از روی نام استر:



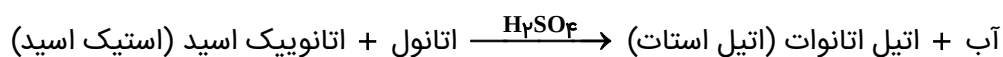
○ تشخیص سریع فرمول استر:



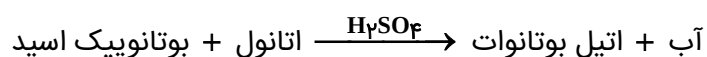
مثال: 

انگور	موز	سیب	آناناس
اتیل هپتانوات	پنتیل اتانوات	متیل بوتانوات	اتیل بوتانوات

مثال: 



مثال: 



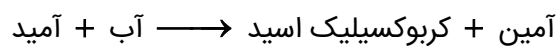


آمیدها: 

○ واکنش آمیدی شدن:



○ واکنش آبکافت آمید:



پلی استرها:

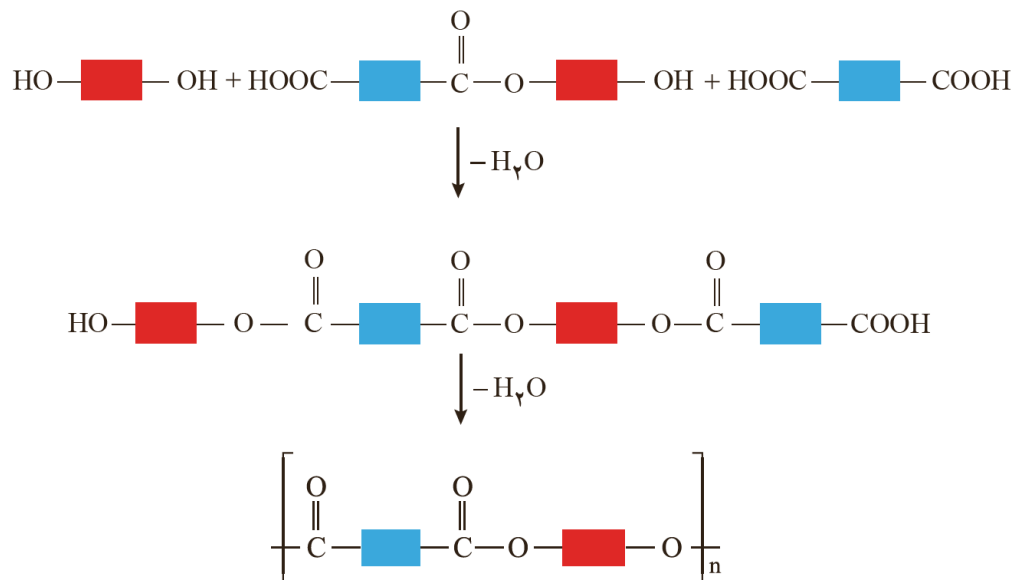
از واکنش یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی با یک الکل دو عاملی در شرایط مناسب، یک پلی استر تولید می شود.

مرحله نخست:



استر به دست آمده، همچنان یک گروه عاملی کربوکسیل و یک گروه عاملی هیدروکسیل دارد. (از سمت اسیدی می تواند با یک مونومر دی الکل دیگر و از سمت الکی با یک مونومر دی اسید دیگر واکنش دهد).

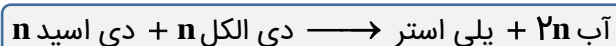
با ادامه این روند مولکول های بیشتر و بیشتری با یکدیگر واکنش می دهند و سرانجام مولکول هایی با زنجیر بلند و شمار زیادی عامل استری تشکیل می شود.



برای تشکیل پلی استر، باید دی اسید یا دی الکل یا ترکیبی که هر دو گروه عاملی اسیدی و الکی را داشته باشد، استفاده شود.

از واکنش n مولکول دی اسید با n مولکول دی الکل، $(2n-1)$ مولکول آب و استری با $(2n-1)$ عامل استری تولید می شود.

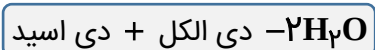
از واکنش n مولکول دی اسید با n مولکول دی الکل، یک پلی استر و $2n$ مولکول آب تولید می شود.



مثال:

○ تشخیص دی اسید و دی الکل سازنده یک پلی استر:

○ تشخیص سریع فرمول واحد تکرار شونده یک پلی استر:



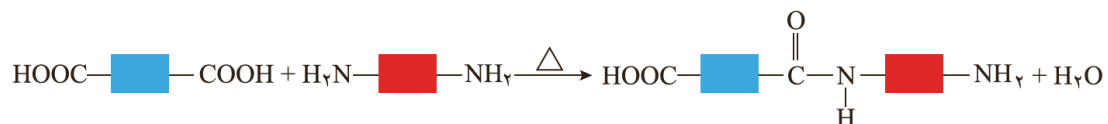
پلی آمیدها:

- طبیعی ← مثال: مو، ناخن، پوست بدن، شاخ حیوانات، پشم گوسفند
- ساختگی ← مثال: کولار

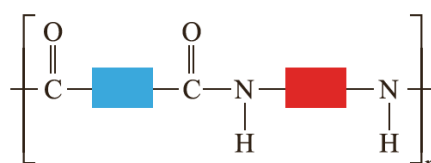
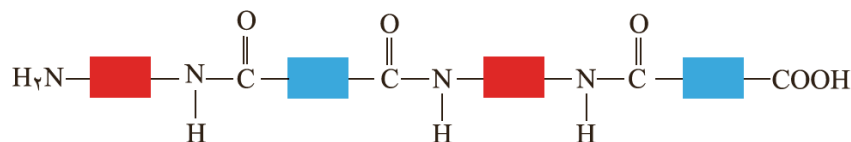
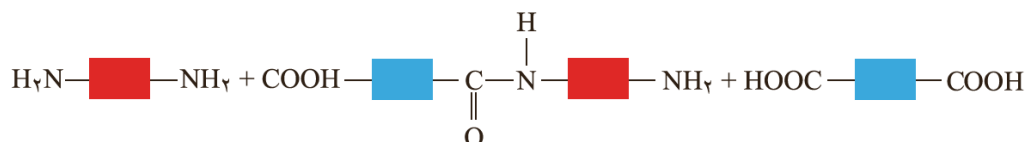
کولار:

- از معروف ترین پلی آمیدهای ساختگی
- از فولاد هم جرم خود، ۵ برابر مقاوم تر است.
- کاربردها: تایر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس های مخصوص موتورسواری، جلیقه های ضد گلوله
- پوشاک دوخته شده از کولار، سبک و بسیار محکم بوده و در برابر ضربه، خراش و بریدگی مقاوم است.
- این پلیمر تاکنون جان میلیون ها انسان را در حوادث گوناگون نجات داده است.

- از واکنش یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی با یک آمین دو عاملی در شرایط مناسب، یک پلی آمید تولید می شود.
- مرحله نخست:



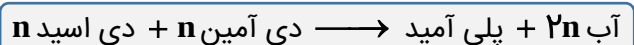
- فراورده حاصل، همچنان یک گروه عاملی اسیدی و یک گروه عاملی آمینی دارد. (از سمت اسیدی می تواند با یک مونومر دی آمین دیگر و از سمت آمینی با یک مونومر دی اسید دیگر واکنش دهد).
- با ادامه این روند مولکول های بیشتر و بیشتری با یکدیگر واکنش می دهند و سرانجام مولکول هایی با زنجیر بلند و شمار زیادی عامل آمیدی تشکیل می شود.



○ برای تشکیل پلی آمید، باید دی اسید یا دی آمین یا ترکیبی که هر دو گروه عاملی اسیدی و آمینی (مانند آمینواسیدها) را داشته باشد، استفاده شود.

○ از واکنش n مولکول دی اسید با n مولکول دی آمین، $(2n-1)$ مولکول آب و آمیدی با $(2n-1)$ عامل آمیدی تولید می شود.

○ از واکنش n مولکول دی اسید با n مولکول دی آمین، یک پلی آمید و $2n$ مولکول آب تولید می شود.



✍ مثال:

○ تشخیص دی اسید و دی آمین سازنده یک پلی آمید:

○ تشخیص سریع فرمول واحد تکرار شونده یک پلی آمید:



مطالب زیر را مطالعه کنید

🧪 پلیمرها، ماندگار یا زیست تخریب پذیر

○ مواد زیست تخریب پذیر: موادی هستند که در طبیعت توسط جانداران ذره بینی به مولکول های ساده و کوچک مانند CO_2 ، CH_4 ، H_2O و ... تبدیل می شوند.

🔔 **توجه:** پلیمرهای طبیعی، زیست تخریب پذیرند.

🔗 مثال - نشاسته: (گندم، نان و سیب زمینی، از نشاسته غنی هستند.)

🔗 نشاسته، پلی ساکاریدی است که از اتصال مولکول های گلوکز به یکدیگر تشکیل شده است.

↓
مونو ساکارید (کربوهیدرات ساده)

↓
کربوهیدرات از نوع پلیمر

🔗 تجزیه نشاسته:

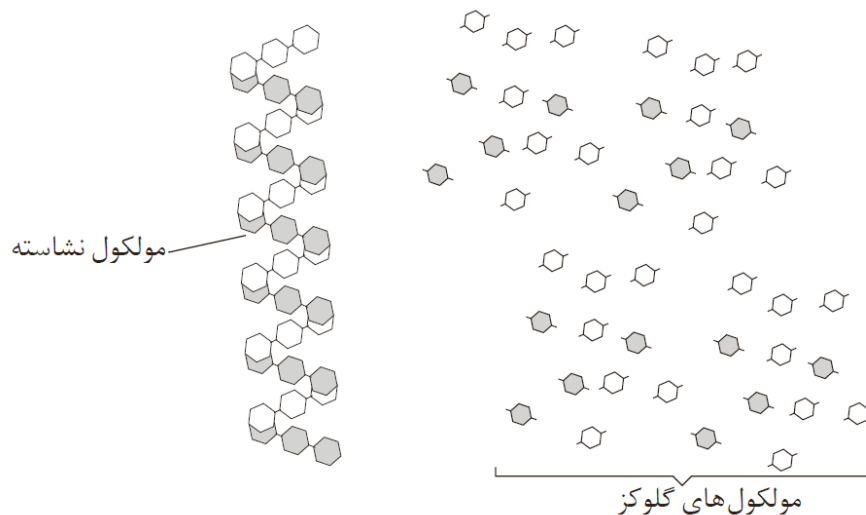
- مولکول های نشاسته، در شرایط مناسب مانند محیط مرطوب با کاتالیزگر یا محیط گرم و مرطوب، به آرامی، به مونومرهای سازنده (گلوکز) تجزیه می شوند و مزه شیرین ایجاد می کنند.

سیب زمینی پخته اندکی مزه شیرین دارد.

اگر نان را برای مدت طولانی تری در دهان بجوید، مزه ای شیرین احساس می کنید.

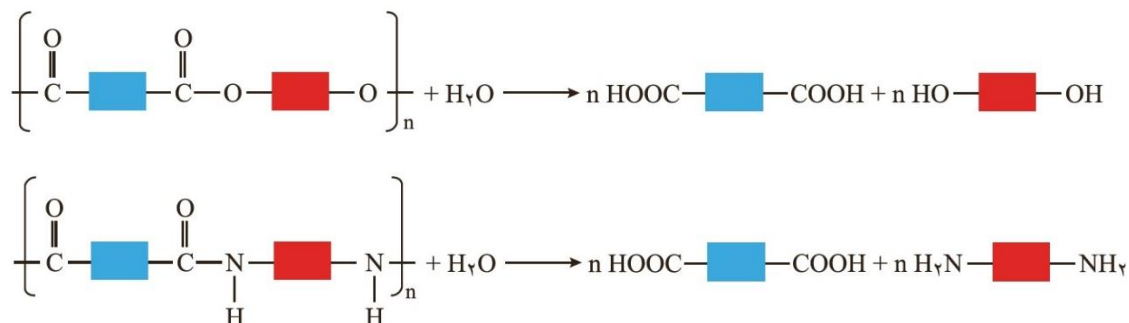
(در واقع نشاسته هنگام گوارش به گلوکز تبدیل می شود.)

(گوارش نشاسته، شامل واکنش شیمیایی تجزیه آن است که به کمک آنزیم ها تسریع می شود.)



○ تجزیه پلی استرها و پلی آمیدها:

❧ پلی استرها و پلی آمیدها در شرایط مناسب با آب واکنش می دهند و به مونومرهای سازنده تبدیل می شوند. آبکافت پلی استرها و پلی آمیدهای ساختگی، آن قدر کند است که این مواد، جزو پلیمرهای زیست تخریب ناپذیر محسوب می شوند.



❧ هرچند پلی استرها و پلی آمیدها تجزیه می شوند، اما آهنگ تجزیه آنها به ساختار مونومرهای سازنده بستگی دارد.

بنابراین بسته به جنس لباس، زمان استفاده از لباس ها متفاوت است.

❧ تجربه نشان می دهد که به طور کلی واکنش تجزیه پلی استرها و پلی آمیدها بسیار کند است. (به همین دلیل لباس های تهیه شده از این نوع پارچه ها برای مدت های طولانی قابل استفاده است زیرا استحکام خود را حفظ می کنند).

❧ با توجه به اینکه هر نوع پوشاک تاریخ مصرفی دارد پس از مدتی تار و پود آنها سست و پوسیده می شوند؛ زیرا مولکول های پلیمر سازنده آنها با مولکول های موجود در محیط پیرامون واکنش می دهند و برخی از پیوندهای موجود در ساختار آنها مانند پیوند استری یا آمیدی شکسته می شوند.

با شکستن این پیوندها، استحکام الیاف پارچه کم شده و تار و پود آن به سادگی گسسته می شود. هرچه آهنگ شکستن این پیوندها سریع تر باشد، فرایند پوسیده شدن پارچه سریع تر رخ می دهد. ❧ پلیمرهای حاصل از هیدروکربن های سیرنشده (مانند: پلی اتن، پلی پروپن و ...)، به دلیل اینکه ساختاری شبیه به آلکان ها دارند و سیر شده هستند، به انجام واکنش تمایلی ندارند.

⇐ پوشاک و پوشش های تهیه شده از این مواد در طبیعت تجزیه نمی شوند و برای سالیان طولانی دست نخورده باقی می مانند. (پلیمرهای ماندگارند).

❧ هر چند استفاده از این پلیمرها صرفه اقتصادی دارد، اما از نگاه پیشرفت پایدار، تولید و استفاده از این پلیمرها الگوی مصرف مطلوبی نیست (زیرا ماندگاری دراز مدت این مواد در طبیعت سبب ایجاد مشکلات فراوانی می شود که هزینه های تحمیل شده به اقتصاد يك جامعه را خیلی بالا می برد). راهکار:

① بازیافت

② جایگزینی پلیمرهای ساختگی با پایه نفتی با پلیمرهای زیست تخریب پذیر

❧ به منظور آسان سازی و افزایش کارایی بازیافت و افزایش کیفیت فرآورده های حاصل از بازیافت، برای هر پلیمر نشانه ای در نظر می گیرند که بر روی کالاها حک می شود. (این نشانه شامل عددی است که درون يك مثلث قرار دارد).



مطالب زیر را مطالعه کنید

- لباس های پلی استری در اثر عوامل محیطی در طول زمان پوسیده می شوند. این پوسیده شدن به معنی شکستن پیوندهای استری و سست شدن تار و پود لباس است.
- لباس های نخی در محیط گرم و مرطوب زودتر پوسیده می شوند. (دلیل: افزایش سرعت واکنش آبکافت بر اثر افزایش دما)
- مولکول های سازنده لباس های نخی از جنس پلی استر یا پلی آمید هستند.
- استفاده بی رویه از شوینده ها در شستن لباس ها سبب پوسیده شدن سریع تر آن ها می شود. (دلیل: شوینده ها خاصیت اسیدی H^+ یا بازی OH^- دارند، باعث کاتالیز واکنش آبکافت می شوند)
- اگر لباس ها را برای مدت طولانی در محلول آب و شوینده قرار دهیم، بوی بد و نافذی پیدا می کنند. (دلیل: آبکافت و تبدیل شدن به مونومرهای سازنده)
- برای شستن تمیزتر لباس ها از شوینده ها و سفیدکننده ها استفاده می کنند.
- اگر سفید کننده ها را به طور مستقیم روی لباس بریزند، رنگ لباس در محل تماس به سرعت از بین می رود.
- اما اگر سفیدکننده را در آب بریزیم سپس لباس را درون محلول فرو ببریم، تغییر محسوسی در رنگ لباس ایجاد نمی شود. (دلیل: کاهش غلظت)



رنگ ها: 

زرد رنگ	گوگرد جامد
زرد رنگ	گاز کلر
یاقوت ← سرخ زمرد ← سبز فیروزه ← آبی	سنگ های قیمتی
به عنوان رنگ قرمز در نقاشی	Fe_2O_3
قرمز	برم مایع
جامد سفید رنگ	نفتالن
سبز رنگ	رسوب $\text{Fe}(\text{OH})_2$
قهوه ای رنگ	رسوب $\text{Fe}(\text{OH})_3$
مایع بی رنگ	اتانول
گاز سبک، بی بو و بی رنگ	متان
مایع بی رنگ	هگزان
مایع بی رنگ	۱ - هگزن
رسوب سفید رنگ	نقره کلرید
بنفش رنگ	محلول پتاسیم پرمنگنات
بنفش رنگ	بخار ید
آبی رنگ	محلول مس (II) سولفات

کاربردها:

تولید لامپ چراغ های جلوی خودروها	هالوژن ها
ساخت در و پنجره های فلزی	آهن
در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه ها	اسکاندیم
سوخت فندک	بوتان
حفاظت از فلزها	آلکان ها
عمل آورنده در کشاورزی اتن آزاد شده از یک موز و گوجه فرنگی رسیده موجب رسیدن سریع تر میوه های نارس می شود.	اتن
سنگ بنای صنایع پتروشیمی	اتن
از مهم ترین حلال های صنعتی در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی در بیمارستان ها به عنوان ضد عفونی کننده	اتانول
جوش کاری و برش کاری فلزات با سوزاندن گاز اتین (جوش کاربیدی)	اتین
به عنوان ضد بید برای نگهداری فرش و لباس	نفتالن
عنصر اصلی سازنده سلول های خورشیدی	سیلیسیم
استفاده در بدنه دوچرخه	تیتانیم
واکنش دهنده ای رایج در استخراج آهن و تامین کننده انرژی لازم برای انجام واکنش	زغال کک
در میخک	۲ - هپتانول
در بادام	بنزآلدهید
دارای عامل الکلی	گشنیز
دارای عامل اتری	رازپانه
دارای عامل کتونی	زردچوبه
دارای عامل آلدهیدی	دارچین
سوخت سبز	اتانول
بخش عمده گاز طبیعی گاز مرداب	متان
در تمشک و توت فرنگی به عنوان نگهدارنده	بنزوئیک اسید
در هندوانه و گوجه فرنگی به عنوان بازدارنده	لیکوپن
دارای مالتوز	سمنو
تولید پوشاک، در تولید رویه مبلی، پرده، تور ماهیگیری، گاز استریل و ...	پنبه

پلی اتن سبک	کیسه پلاستیک موجود در فروشگاه ها
پلی اتن سنگین	لوله های پلاستیکی، دبه های آب، بطری کدر شیر
پلی پروپن	سرنگ
پلی سیانواتن	پتو
پلی وینیل کلرید	کیسه خون
تفلون	نخ دندان
پلی استیرن	ظروف یکبار مصرف
استرها	منشا بوی خوش گل ها و عطرها و بو و طعم میوه ها
اتیل بوتانوات	بو و طعم خوش آناناس
کربوکسیلیک اسیدها	مزه ترش میوه های انگور، لیموترش، کیوی، گوجه فرنگی، گوجه سبز
ویتامین آ	هویج
ویتامین سی	مرکبات
ویتامین دی	شیر
ویتامین کا	کاهو، کلم، کرفس
متیل آمین	بوی ماهی
کولار	تایر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس های مخصوص مسابقه موتورسواری، جلیقه های ضد گلوله

واکنش ها:

$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{C} \longrightarrow \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \longrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$	استخراج آهن
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$	واکنش بی هوازی تخمیر گلوکز موجود در پسماندهای گیاهی مانند نیشکر، سیب زمینی و ذرت
$\text{Fe} + \text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$	واکنش Fe با هیدروکلریک اسید
$\text{Al}(\text{s}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{l}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$	واکنش ترمیت (در صنعت جوشکاری)
$\text{C}_2\text{H}_5\text{F}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_2\text{H}_5\text{O}(\text{l})$	اتانول $\longrightarrow$ آب + اتن
$\text{C}_2\text{H}_5 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{FeCl}_3} \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}_2$	۱، ۲ - دی کلرواتان $\longrightarrow$ Cl_2 + اتن
$\text{C}_2\text{H}_5\text{F}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{l}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Br}_2(\text{l})$	۱، ۲ - دی برمواتان $\longrightarrow$ Br_2 + اتن
$\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{l}) + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{C}_6\text{H}_{14}(\text{l})$	هگزان $\longrightarrow$ H_2 + ۱ - هگزن
$\text{SO}_2(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s}) \longrightarrow \text{CaSO}_3(\text{s})$	به دام انداختن SO_2 خروجی از نیروگاه ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم اکسید
$\text{SiO}_2 + \text{C} \longrightarrow \text{Si}(\text{l}) + \text{CO}(\text{g})$	تهیه سیلیسیم
$\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Cu} + \text{SO}_2$	تهیه مس خام از سنگ معدن آن
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	اکسایش گلوکز
$\text{CO} + \text{NO} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2$	تبدیل آلاینده های CO و NO به گازهایی پایدارتر و با آلاینده گی کم تر
$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{I}^-} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$	تجزیه هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه)
$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3$	تولید رسوب نقره کلرید
$\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	واکنش کلسیم کربنات با هیدروکلریک اسید
$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_3$	واکنش تولید گاز SO_3 (یکی از آلاینده های هوا که باعث تولید باران اسیدی می شود)
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$	تبدیل قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) به گلوکز
$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) + \text{Q} \longrightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$	انحلال آمونیوم نیترات در آب
$\text{CaCl}_2(\text{s}) \longrightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Q}$	انحلال کلسیم کلرید در آب

