

صفحه ۱۰۲ تا ۱۰۷ کتاب درسی

## بخش ۲ واکنش پلیمری شدن (بسیارش)

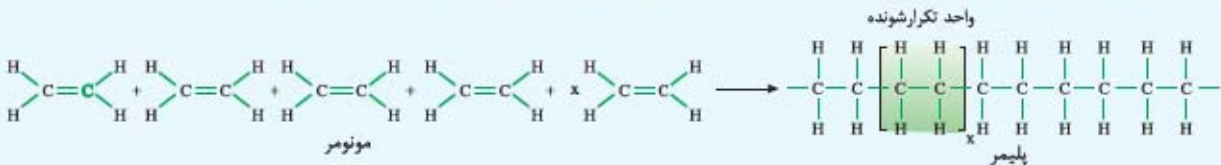
این بخش شامل قسمت‌های زیر است:

- پلیمری شدن اتن
- پلی‌اتن سبک و پلی‌اتن سنگین
- ویژگی‌های ساختاری چند پلیمر و کاربردهای آن‌ها
- پلیمری شدن افزایشی (کارگاه حل مسئله)

### پلیمری شدن اتن

■ واکنش پلیمری شدن (بسیارش)، واکنشی است که در آن تعداد زیادی مولکول‌های کوچک در شرایط مناسب به یکدیگر متصل شده و مولکول‌هایی با زنجیره‌های بلند و جرم مولی زیاد را می‌سازند. به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، مونومر (تک‌پار) می‌گویند.

■ در فصل اول دیدیم که اتن ساده‌ترین هیدروکربن سیرنشده با فرمول مولکولی  $C_2H_4$  است. هرگاه گاز اتن را در فشار بالا گرما دهیم، تعداد زیادی مولکول اتن با یکدیگر واکنش داده و پلیمری به نام پلی‌اتن ایجاد می‌شود که جامدی سفیدرنگ و یک هیدروکربن سیرشده است.



■ تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت‌کننده در یک واکنش پلیمری شدن ممکن نیست و تاکنون هیچ قاعده‌ای برای اتصال شمار مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است؛ به همین دلیل برای پلیمرها نمی‌توان فرمول مولکولی دقیقی نوشت و برای نمایش آن‌ها، واحد تکرارشونده را درون یک پرانتز (کمانک) یا کروشه نوشته و زیروند  $n$  را جلوی آن می‌نویسند. معادله نمادی واکنش تهیه پلی‌اتن را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$n \text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{گرما و فشار}} \text{-(CH}_2\text{CH}_2\text{)}_n \text{(s)}$$


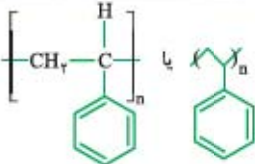
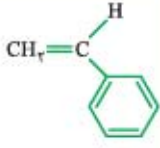

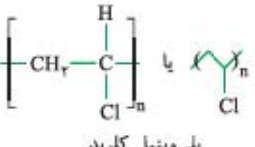
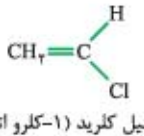

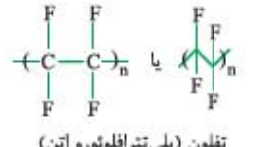

اتن  پلی‌اتن

■ به عبارت دیگر، در مولکول پلی‌اتن، هر واحد تکرارشونده یعنی  $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ -\text{C}-\text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$ ، بسته به شرایط واکنش می‌تواند  $n$  مرتبه تکرار شود؛ بنابراین پلی‌اتن را به صورت  $\left[ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ -\text{C}-\text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$  نشان می‌دهند. *مواظون باشه که مقدار n وابسته به شرایط واکنش و در نتیجه متغیر است؛ پس جرم مولی پلی‌اتن مقدار مشخصی ندارد!* و به فرموده کتاب درسی، اغلب ده‌ها هزار گرم بر مول است.

توجه هر ترکیب آلی که در ساختار خود پیوند دوگانه کربن - کربن  $(\text{C}=\text{C})$  در زنجیر کربنی داشته باشد، می‌تواند در این نوع واکنش پلیمری شدن شرکت کند.

### ویژگی‌های ساختاری چند پلیمر کاربردهای آن‌ها

کاربرد	نام و ساختار پلیمر	فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی مونومر	نام و ساختار مونومر
کیسه پلاستیک موجود در مغازه‌ها و فروشگاه‌ها، لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب و بطری کدر شیر	$\left[ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \right]_n$ یا  یا پلی‌اتن	$C_2H_4(g)$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ اتن
پتو	$\left[ \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CN} \end{array} \right]_n$ یا  یا پلی‌سیانو اتن	$C_3H_3N(g)$	$\text{CH}_2=\text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{C}\equiv\text{N} \end{array}$ سیانو اتن
سرنگ	$\left[ \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ یا  یا پلی‌پروپن	$C_3H_6(g)$	$\text{CH}_2=\text{C} \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ پروپن

کاربرد	نام و ساختار پلیمر	فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی مونومر	نام و ساختار مونومر
 ظروف یکبار مصرف	 پلی استیرن	$C_8H_8(g)$	 استیرن
 کیسه خون	 پلی وینیل کلرید	$C_2H_3Cl(g)$	 وینیل کلرید (۱-کلرو اتن)
 نخ دندان	 تفلون (پلی تترافلوئورو اتن)	$C_2F_4(g)$	 تترافلوئورو اتن

**توجه** پلیمرهای نشان داده شده در جدول بالا، در دمای اتاق به حالت جامد هستند.

**تفلون** نام تجاری پلیمری است که شانس شانس! توسط پلاتکت کشف شد. پلاتکت به همراه گروه پژوهشی اش، مشغول بررسی انواع سردکننده‌ها بود که متوجه شد پس از باز کردن شیر کیسول محتوی گاز تترافلوئورو اتن (یکی از گازهایی که در مطالعه خود مصرف می کردند)، گازی از آن خارج نمی شود. او پس از بررسی دقیق تر دریافت که گاز تترافلوئورو اتن به صورت لایه نازکی از یک ماده جامد (تفلون) ته کیسول تشکیل شده است. معادله نمادی این واکنش به صورت روبه‌رو است:

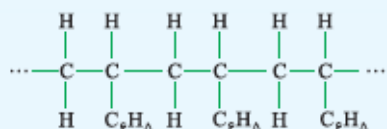
ویژگی‌های زیر دلیل کاربرد وسیع تفلون در صنعت و زندگی است:

۱) نقطه ذوب بالایی دارد. ۲) در برابر گرما مقاوم است. ۳) از نظر شیمیایی بی اثر است (با مواد شیمیایی واکنش نمی دهد).

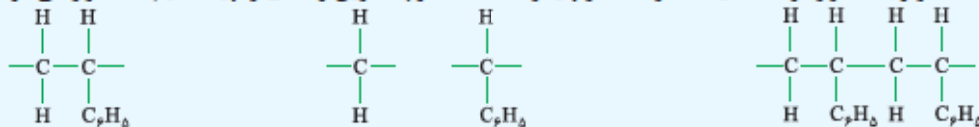


۴) در حلال‌های آلی حل نمی شود. ۵) نجسب است.

**مثال** با توجه به ساختار پلیمر داده شده، ساختار واحد تکرار شونده و مونومر آن را رسم کنید.



**پاسخ** برای رسم ساختار واحد تکرار شونده کافیست در ساختار پلیمر داده شده، کوچک ترین واحدی را پیدا کنیم که تکرار می شود:

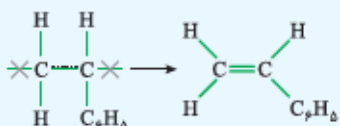


انتخاب درست

هر دو انتخاب نادرست (بخشی از کوچک ترین واحد هستند).

انتخاب نادرست (کوچک ترین واحد نیست).

برای رسم ساختار مونومر، کافیست دو پیوند کناری متصل به دو اتم کربن در واحد تکرار شونده را برداشته و پیوند یگانه بین این دو اتم را به پیوند دوگانه تبدیل کنیم:



## پلی اتن سبک و پلی اتن سنگین

اگر مونومرهای اتن در شرایط متفاوت، واکنش پلیمری شدن را انجام دهند، پلی اتن‌هایی با ساختار و ویژگی‌های متفاوت به دست می آید. دسته بندی پلی اتن‌ها بر مبنای چگالی آن‌ها صورت می گیرد:

• پلی اتن سبک چگالی کمتری داشته و شفاف است. این پلی اتن، شاخه دار است؛ زیرا در فرایند تهیه آن برخی مولکول‌های اتن از کناره‌ها به یکدیگر

افزافه شده و زنجیره‌های شاخه‌دار تولید می‌کنند:



پلی‌اتن شاخه‌دار



پلی‌اتن بدون شاخه



پلی‌اتن سنگین چگالی بیشتری داشته و کدر است. در فرایند تهیه پلی‌اتن سنگین، مولکول‌های اتن پشت سر هم به یکدیگر متصل شده و زنجیره‌های بلند و بدون شاخه ایجاد می‌کنند:

در جدول زیر شباهت‌ها و تفاوت‌های این دو نوع پلی‌اتن رو یک‌با براتون آوریم!

شباهت‌ها	تفاوت‌ها
<ul style="list-style-type: none"> <li>هر دو از یک نوع مونومر (اتن) تشکیل شده‌اند؛ در نتیجه درصد جرمی کربن و هیدروژن در این دو نوع پلی‌اتن با هم برابر است.</li> <li>هر دو نوع پلی‌اتن، تنها از اتم‌های کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند؛ بنابراین هر دو ناقصی بوده و نیروهای بین مولکولی آن‌ها از نوع وان‌دروالسی است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>شرایط تهیه این دو نوع پلی‌اتن با هم فرق دارد.</li> <li>پلی‌اتن سبک، شاخه‌دار و پلی‌اتن سنگین، بدون شاخه است.</li> <li>چگالی پلی‌اتن سبک، کم‌تر از پلی‌اتن سنگین است.</li> <li>پلی‌اتن سبک، شفاف و پلی‌اتن سنگین، کدر است.</li> <li>از آن‌جا که زنجیره‌های بدون شاخه پلی‌اتن سنگین بهتر از زنجیره‌های شاخه‌دار پلی‌اتن سبک می‌توانند کنار هم قرار بگیرند، نیروهای بین مولکولی در پلی‌اتن سنگین قوی‌تر است. این موضوع رو پیامه دره!</li> <li>پلی‌اتن سنگین ساختار منظم‌تری دارد و استحکام آن نسبت به پلی‌اتن سبک، بیشتر است؛ در نتیجه انعطاف‌پذیری پلی‌اتن سبک از پلی‌اتن سنگین، بیشتره!</li> <li>نقطه ذوب پلی‌اتن سنگین از پلی‌اتن سبک، بیشتر است.</li> </ul>

به علت شفاف بودن و انعطاف‌پذیری پلی‌اتن سبک (نسبت به پلی‌اتن سنگین)، از آن در تولید کیسه پلاستیک موجود در مغازه‌ها و فروشگاه‌ها استفاده می‌شود. در طرف مقابل به دلیل کدر بودن و استحکام بیشتر پلی‌اتن سنگین، از آن در ساخت لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب یا بطری کدر شیر بهره‌ها می‌برند!

### کارگاه حل مسئله



$n$ : تعداد واحد تکرارشونده؛ جرم مولی مونومر  $\times n =$  جرم مولی پلیمر

### پلیمری شدن افزایشی

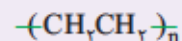
به واکنش‌های پلیمری شدن اتن، سیانواتن، پروپن و ... که در آن‌ها جرم مولی پلیمر حاصل برابر با مجموع جرم مولی مونومرهای سازنده است، واکنش‌های پلیمری شدن افزایشی می‌گویند.

توجه: در حل این مسائل، از واحدهای انتهایی (X و Y در ساختار زیر) و جرم آن‌ها صرف‌نظر می‌شود.



در ساختار هر مولکول از این پلیمرها،  $n$  واحد تکرارشونده وجود دارد و به کمک آن می‌توان تعداد اتم‌ها را در هر مولکول به دست آورد؛ برای مثال در ساختار تفلون  $(\text{—CF}_2\text{CF}_2\text{—})_n$ ،  $2n$  اتم کربن و  $4n$  اتم فلورین وجود دارد.

مثال: اگر در ساختار یک نوع پلی‌اتن،  $3500$  واحد تکرارشونده وجود داشته باشد، تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن در یک مولکول از این پلیمر و جرم مولی این پلی‌اتن را حساب کنید. ( $C = 12, H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ )



پاسخ: ابتدا ساختار پلی‌اتن را رسم می‌کنیم:

$n = 3500 \Rightarrow$  تعداد اتم‌های کربن  $= 2n = 2 \times 3500 = 7000$  ، تعداد اتم‌های هیدروژن  $= 4n = 4 \times 3500 = 14000$

جرم مولی این پلی‌اتن  $= n \times$  جرم مولی اتن  $= 3500 \times (2 \times 12 + 4 \times 1) = 98000 \text{ g.mol}^{-1}$



۱ در هر مورد، از بین دو واژه داده شده، واژه مناسب را انتخاب کنید.

(آ) به واکنش دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، (واحد تکرارشونده / مونومر) می‌گویند.

(ب) (نایلون / تفلون)، نام تجاری پلیمری است که پلانکت هنگام بررسی و مطالعه انواع سردکننده‌ها موفق به کشف آن شد.

(پ) شمار اتم‌های کربن و هیدروژن در ساختار مونومر (پلی پروپن / پلی استیرن)، یکسان است.

(ت) در ساختار پلیمر به کار رفته در ظروف یک‌بار مصرف، (پیوند دوگانه / اتم هالوژن) وجود ندارد.

۲ با توجه به واژه‌های داخل کادر، کلمه مناسب برای تکمیل هر عبارت را بنویسید. توجه کنید که ممکن است از برخی موارد، بیش از یک بار

استفاده شود و البته برخی از آن‌ها هم سیاهی‌لشکرند!

سنگین - پلی اتن - سرنگ - سبک - پروپن - شفاف - اتن - نخ دندان - کدر

(آ) در ساختار پلیمر به کار رفته در ..... اتم هالوژن وجود دارد.

(ب) وینیل کلرید از جایگزین کردن یکی از اتم‌های هیدروژن در مولکول ..... با یک اتم کلر به دست می‌آید.

(پ) پلی اتن شاخه‌دار، به پلی اتن ..... معروف است و کالای ساخته شده از آن ..... می‌باشد.

۳ درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست بودن، شکل درست آن را بنویسید.

(آ) هرگاه گاز اتان را در فشار بالا گرما دهیم، جامد سفیدرنگی به دست می‌آید.

(ب) در واکنش پلیمری شدن، با تغییر مونومر می‌توان پلیمری جدید، با ساختار و خواص متفاوت تهیه کرد.

(پ) تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت کننده در یک واکنش پلیمری شدن ممکن نیست و تاکنون هیچ قاعده‌ای برای اتصال شمار مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است.

(ت) شمار پیوندهای اشتراکی در واحد تکرارشونده پلی‌سیانو اتن و پلی پروپن، یکسان است.

(ث) اگر به جای گروه متیل در پروپن، حلقه بنزن قرار بگیرد، پلیمر حاصل از این مونومر، پلی استیرن نام دارد.

۴ هر یک از موارد زیر را تعریف کنید.

(آ) پلیمری شدن (بسپارش):

(ب) مونومر (تک‌پار):

۵ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

(آ) معادله نمادی واکنش شیمیایی تهیه پلی اتن از اتن را بنویسید.

(ب) حالت فیزیکی اتن و پلی اتن چیست؟

(پ) کدامیک از موارد روبه‌رو، جزء شرایط مناسب انجام این واکنش محسوب نمی‌شود؟

فشار بالا - دمای پایین

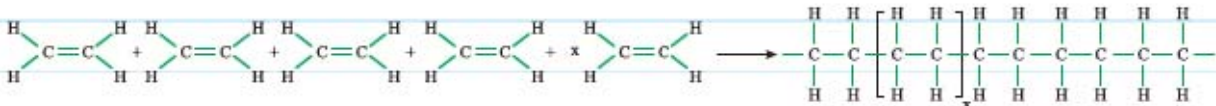
(ت) کدامیک از موارد زیر، جزء ویژگی‌های پلی اتن نیست؟

جرم مولی بالا - پلیمر طبیعی - درشت‌مولکول - دارای نیروی بین مولکولی قوی - دارای واحد تکرارشونده

۶ با اتنی تامل! در ساختار پلی اتن، به پرسش های زیر پاسخ دهید.  
 (آ) پلی اتن، چه نوع هیدروکربنی (سیرشده یا سیرنشده) است؟

(ب) در ساختار پلی اتن با فرمول  $-(CH_2CH_2)_n-$ ، چند اتم هیدروژن وجود دارد؟ (پاسخ خود را بر حسب n بنویسید).

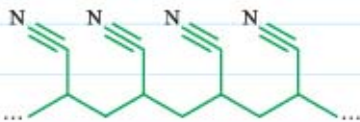
۷ با توجه به شکل زیر که فرایند تولید پلی اتن را نشان می دهد، به پرسش های داده شده پاسخ دهید.



(آ) واژه های «واحد تکرارشونده» و «مونومر» را در جاهای خالی مناسب بنویسید.  
 (ب) جدول زیر را کامل کنید.

	تعداد اتمها	تعداد پیوندهای اشتراکی
واحد تکرارشونده	.....	.....
مونومر	.....	.....

۸ با توجه به ساختار پلیمر نشان داده شده، به پرسش های داده شده پاسخ دهید.



(آ) نام این پلیمر چیست؟

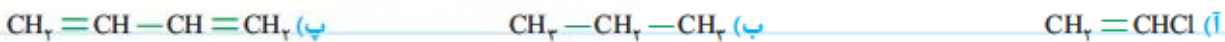
(ب) ساختار واحد تکرارشونده این پلیمر را رسم کنید.

(پ) نسبت شمار پیوندهای اشتراکی یگانه به پیوندهای اشتراکی چندگانه را در ساختار مونومر این پلیمر به سبب!

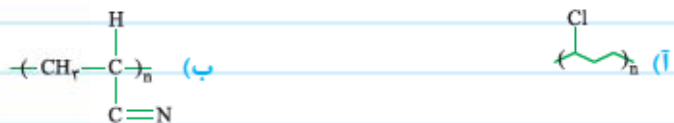
۹ به نظر شما آیا عبارت زیر همواره درست است؟ با پرچ زدن در اینترنت یا کمک گرفتن از معلمان! پاسخ خود را توضیح دهید.

«هر ترکیبی که در ساختار خود پیوند دوگانه داشته باشد، می تواند در واکنش پلیمری شدن شرکت کند.»

۱۰ کدام یک از ترکیب های زیر می توانند در شرایط مناسب، در واکنش پلیمری شدن شرکت کنند؟ چرا؟



۱۱ دانش آموزی ساختار پلی وینیل کلرید و پلی سیانو اتن را به صورت زیر رسم کرده است. در هر مورد چه اشتباه هایی وجود دارد؟ آن ها را اصلاح کنید.



نام پلیمر	نام و ساختار مونومر	ساختار واحد تکرارشونده	کاربرد
.....	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 = \text{C} \\   \\ \text{CH}_2 \\ \text{پروپن} \end{array}$		.....
پلی سیانو اتن	.....		.....
.....	.....	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C} - \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	.....
.....	.....		نخ دندان
پلی وینیل کلرید	.....		.....

۱۳ به پرسش‌های زیر درباره پلی تترافلورو اتن، پاسخ دهید.

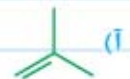
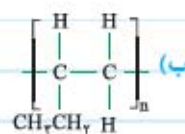
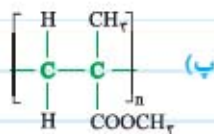
(آ) نام تجاری آن را بنویسید.

(ب) معادله واکنش تولید این پلیمر از مونومر سازنده‌اش را بنویسید.

(پ) کدامیک از موارد داخل کادر، جزء ویژگی‌های این پلیمر به شمار نمی‌رود؟

نجسب - مقاومت در برابر گرما - بی‌اثر بودن از نظر شیمیایی - محلول در حلال‌های آلی - نقطه ذوب پایین

۱۴ در هر یک از موارد زیر، ساختار پلیمر یا مونومر خواسته شده را مشخص کنید.



۱۵ در هر مورد از بین واژه‌های داخل پرانتز، واژه مناسب را انتخاب کنید.

(آ) تعداد اتم‌های مونومر کدام پلیمر، با تعداد اتم‌های مونومر سازنده تفلون یکسان است؟ (پلی پروپن - پلی استیرن - پلی وینیل کلرید)

(ب) در ساختار کدام پلیمر، اتم هیدروژن وجود ندارد؟ (پلی وینیل کلرید - پلی استیرن - تفلون)

(پ) در ساختار کدام پلیمر، پیوند چندگانه وجود ندارد؟ (پلی سیانو اتن - تفلون - پلی استیرن)

(ت) در ساختار کدام پلیمر، افزون بر اتم‌های کربن و هیدروژن، اتم دیگری وجود ندارد؟ (تفلون - پلی استیرن - پلی سیانو اتن)

(ث) در ساختار مونومر کدام پلیمر، هر سه پیوند یگانه، دوگانه و سه‌گانه وجود دارد؟ (پلی استیرن - پلی سیانو اتن - تفلون)

۱۶ هر یک از ویژگی‌های داده‌شده را برای پلیمرهای داخل کادر، مقایسه کنید.

پلی اتن - پلی پروین - پلی استیرن

<  <   
 <  <   
 <  <

آ) تعداد اتم‌های هیدروژن در واحد تکرارشونده پلیمر:

ب) تعداد پیوندهای اشتراکی یگانه در مونومر سازنده پلیمر:

پ) تعداد واحدهای تکرارشونده در یک کیلوگرم از پلیمر (کافی فرمول واحدهای تکرارشونده رو با هم مقایسه کنین!):

۱۷ به نظر شما آیا عبارت زیر درست است؟ با ذکر یک مثال *تقابل* پاسخ خود را توضیح دهید.

«موادی که از یک نوع پلیمر با مونومرهای یکسان تولید شوند، ممکن است ویژگی‌های متفاوت و گاهی متضاد داشته باشند.»

۱۸ با تقلب از شکل زیر بگیرین که ورقه‌های نازک پلاستیکی از جنس پلی اتن، چگونه ساخته می‌شوند؟



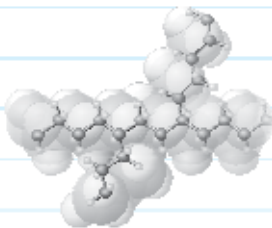
۱۹ با توجه به ساختارهای زیر که مربوط به دو نوع پلی اتن هستند، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



آ) در فرایند تولید هر یک از این دو نوع پلی اتن، مولکول‌های اتن چگونه به یکدیگر اضافه می‌شوند؟

پاسخ خود را توضیح دهید.

(۱)



ب) کدام ساختار به پلی اتن سبک و کدام یک به پلی اتن سنگین مربوط است؟

پ) نیروی بین مولکولی در این ساختارها از چه نوعی است؟

ت) هر یک از ویژگی‌های زیر را برای این دو نوع پلی اتن، با هم مقایسه کنید.

استحکام:  >  ، نیروی بین مولکولی:  >

چگالی:  >

(۲)

ث) با تقلب از پاسخ قسمت قبلی توضیح دهید که چرا نقطه ذوب پلی اتن سنگین از پلی اتن سبک، بیشتر است؟

۲۰ دو قطعه A و B از جنس پلی اتن هستند. با توجه به اطلاعات داده‌شده در جدول، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

	قطعه A	قطعه B
حجم (cm <sup>۳</sup> )	۶	۸
جرم (g)	۵/۸۲	۷/۳۶

آ) در ساخت کدام قطعه، از پلی اتن بدون شاخه استفاده شده است؟

ب) کدام قطعه، شفاف است؟

پ) از پلی اتن به کار رفته در قطعه A، در ساخت کدام یک از کالاهای زیر می‌توان استفاده کرد؟

لوله‌های پلاستیکی - کیسه پلاستیک موجود در مغازه‌ها و فروشگاه‌ها - بطری کدر شیر - دبه‌های آب

ت) کدام یک از موارد زیر، برای دو نوع پلی اتن به کار رفته در قطعه‌های A و B، یکسان است؟

شرایط انجام واکنش تهیه آن‌ها - مونومر سازنده - انعطاف‌پذیری

بریم سراغ پدیده مسئله از این بخش!

۲۱) درصد جرمی کربن را در هر یک از پلیمرهای زیر به دست آورید. ( $C = 12, H = 1, F = 19, Cl = 35.5$  g.mol<sup>-1</sup>)

آ) پلی استیرن:

ب) تفلون:

پ) پلی وینیل کلرید:

۲۲) برای تولید ۱/۱۰۰ کیلوگرم پلی اتن، چند لیتر گاز اتن در شرایط STP نیاز است؟ (تغلب ادر هل این مسئله نیازی به دوستنن تعداد واحد تکرار شونده ندارین!)

( $C = 12, H = 1$  g.mol<sup>-1</sup>)

۲۳) اگر در واکنش تهیه پلی پروپن،  $n = 1000$  باشد، فراورده حاصل، حداقل دارای چند پیوند اشتراکی خواهد بود؟

۲۴) اگر در ساختار یک مولکول پلی سیانو اتن، ۲۷۰۰ اتم کربن وجود داشته باشد، عدد n را در واکنش پلیمری شدن این پلیمر به دست آورید.

۲۵) اگر در ساختار یک درشت مولکول پلی استیرنی ۱۲۰۰ پیوند دوگانه وجود داشته باشد، تعداد واحدهای تکرار شونده و جرم مولی آن را حساب کنید.

( $C = 12, H = 1$  g.mol<sup>-1</sup>)

۲۶) اگر در ساختار پلیمر به کار رفته در نوعی کیسه خون، ۵۰۰۰ اتم کلر وجود داشته باشد، جرم مولی این پلیمر را برحسب g.mol<sup>-1</sup> حساب کنید.

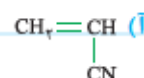
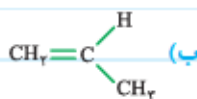
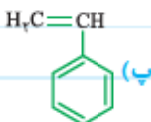
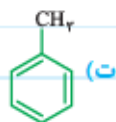
( $C = 12, H = 1, Cl = 35.5$  g.mol<sup>-1</sup>)

۲۷) در ساختار نوعی تفلون با جرم مولی  $10^5$  g.mol<sup>-1</sup>، چند واحد تکرار شونده وجود دارد؟ ( $F = 19, C = 12$  g.mol<sup>-1</sup>)

۲۸) در ساختار پلیمر به کار رفته در سرنگی به جرم ۸/۴ گرم، به طور تقریبی چند اتم هیدروژن وجود دارد؟ ( $C = 12, H = 1$  g.mol<sup>-1</sup>)

۲۹) در ساختار نوعی پلیمر ۵۰۰ واحد تکرار شونده وجود دارد. اگر جرم مولی این پلیمر ۵۲۰۰۰ باشد، کدام یک از موارد زیر ساختار مونومر سازنده

این پلیمر را به درستی نشان می‌دهد؟ ( $N = 14, C = 12, H = 1$  g.mol<sup>-1</sup>)





### بخش ۳: پلی استرها

این بخش شامل قسمت‌های زیر است:

- الکل‌ها
- استرها و واکنش استری شدن
- ویتامین‌های محلول در آب و چربی
- پلی استرها
- کربوکسیلیک اسیدها

صفحه ۱۰۷ تا ۱۱۴ کتاب درسی

### الکل‌ها

الکل‌ها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که یک یا چند گروه عاملی هیدروکسیل ( $\text{—OH}$ ) دارند که با پیوند اشتراکی به اتم‌های کربن متصل است. **مثال** | ساختارهای (۱) و (۲) به ترتیب یک الکل یک‌عاملی (اتانول) و یک الکل دوعاملی را نشان می‌دهند:



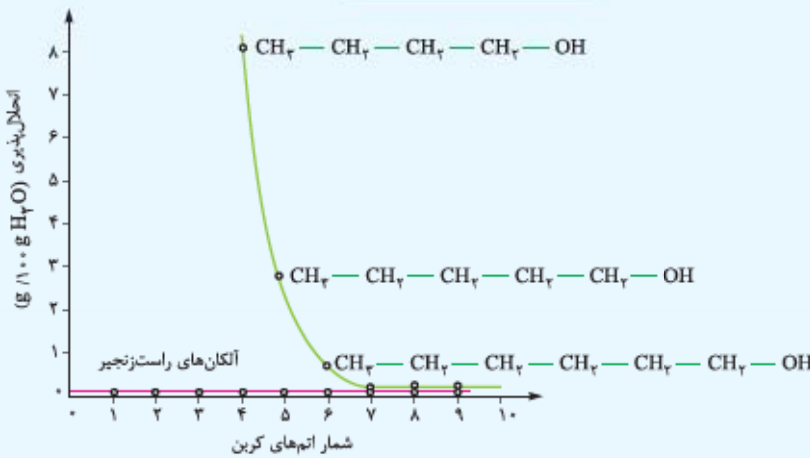
فرمول عمومی الکل‌های یک‌عاملی که در آن، R یک گروه هیدروکربنی است،  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$  (یا  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ ) می‌باشد. مولکول الکل‌ها از دو بخش قطبی (گروه عاملی هیدروکسیل) و ناقطبی (گروه هیدروکربنی) تشکیل شده است. در بین مولکول‌های الکل، به دلیل وجود گروه عاملی ( $\text{—OH}$ )، نیروی بین مولکولی هیدروژنی و به ندرت مفسر! گروه هیدروکربنی، نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی وجود دارد. هر چه طول زنجیر هیدروکربنی الکل‌ها بیشتر شود، بخش ناقطبی در مقایسه با بخش قطبی، قوی‌تر شده و در نتیجه میزان قطبیت مولکول کاهش می‌یابد.

در الکل‌های کوچک تا پنج اتم کربن (یعنی از متانول تا پنتانول)، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد و الکل در آب محلول است. به این ترتیب نیروی بین مولکولی غالب در این پنج الکل، از نوع هیدروژنی است؛ در نتیجه این

الکل‌ها به خوبی در آب حل می‌شوند، اما با افزایش شمار اتم‌های کربن، بخش ناقطبی مولکول بزرگ‌تر شده و میزان قطبیت مولکول کاهش می‌یابد. در واقع سهم نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی بر هیدروژنی می‌پزد! و این الکل‌ها در آب حل نمی‌شوند، اما در عوض! در چربی‌ها که ترکیب‌هایی ناقطبی هستند، به خوبی حل می‌شوند.

با توجه به نمودار روبه‌رو می‌توان کشف کرد! که سه عضو نخست خانواده الکل‌ها (یعنی متانول، اتانول و ۱- پروپانول) به هر نسبتی در آب حل می‌شوند:

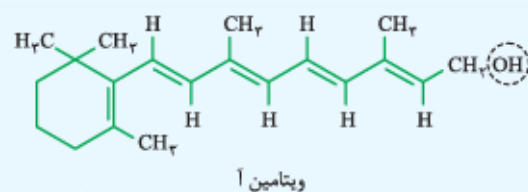
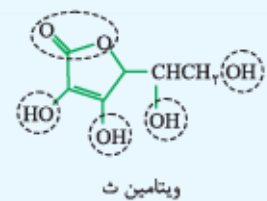
به همین خاطر قابل نمایش! نبودند.



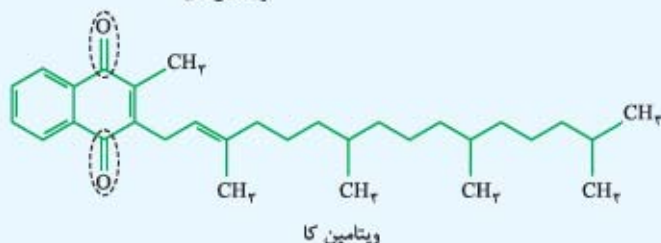
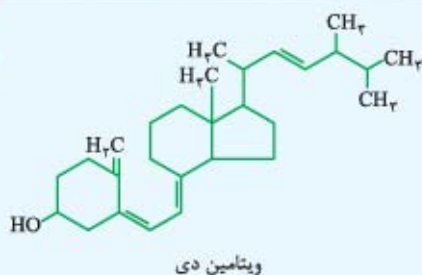
با ۳ اتم کربن در نمودار بالا در می‌یابیم که انحلال‌پذیری الکل‌هایی با ۷ اتم کربن یا بیشتر، در آب بسیار ناچیز بوده و تنها اندکی از انحلال‌پذیری آلکان‌های راست‌زنجیر هم کربن آن‌ها بیشتر است.

### ویتامین‌های محلول در آب و چربی

در ساختار ویتامین ث با فرمول مولکولی  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ، چهار گروه عاملی هیدروکسیل ( $\text{—OH}$ ) و یک گروه عاملی استری وجود دارد؛ بنابراین بخش زیادی از مولکول (قسمت‌های مشخص شده در شکل) قطبی است. پس بخش قطبی مولکول به راحتی هر چه تمام‌تر! بر بخش ناقطبی غلبه می‌کند؛ در نتیجه ویتامین ث در آب حل می‌شود، ولی در چربی‌ها نامحلول است.



در ساختار ویتامین آ با فرمول مولکولی  $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$  فقط گروه عاملی الکی ( $\text{—OH}$ ) قطبی بوده و بقیه مولکول ناقطبی است؛ در نتیجه در این مولکول نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی بر هیدروژنی غلبه دارد و این ویتامین در آب نامحلول بوده، ولی در چربی‌ها حل می‌شود.



■ در ساختار ویتامین دی<sup>۱</sup> با فرمول مولکولی  $C_{28}H_{44}O$ ، مانند ویتامین آ، همه بخش‌ها به‌جز گروه هیدروکسیل ( $-OH$ ) ناقطبی هستند؛ بنابراین این ویتامین هم مشابه ویتامین آ در آب نامحلول بوده، ولی در چربی‌ها حل می‌گردد.

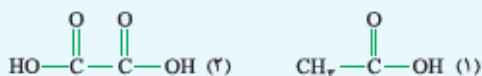
■ ویتامین کا با فرمول مولکولی  $C_{31}H_{46}O_2$ ، جزء ترکیبات آروماتیک است و همه بخش‌ها به‌جز دو گروه عاملی کتون، ناقطبی هستند؛ بنابراین این مولکول نیز در آب نامحلول بوده و در چربی‌ها حل می‌شود.

■ مصرف بیش از اندازه ویتامین‌های محلول در آب (مانند ویتامین ث) برای بدن مشکلی ایجاد نمی‌کند؛ زیرا این ویتامین‌ها به راحتی و بدون هیچ دردرسری! به همراه آب از بدن دفع می‌شوند، اما مقدار بیش از اندازه لازم از ویتامین‌های محلول در چربی (مانند ویتامین‌های آ، دی و کا)، در یافت‌های چربی بدن ذخیره شده و مشکل‌ساز می‌شود!

### کربوکسیلیک اسیدها

■ کربوکسیلیک اسیدها، دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که در ساختارشان یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل ( $-COOH$  یا  $-C(=O)OH$ ) وجود دارد. کربوکسیلیک اسیدها مزه ترش دارند و pH محلول آبی آن‌ها کم‌تر از ۷ است. متانوئیک (فورمیک) اسید با فرمول  $HCOOH$ ، اولین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است که سوزش و هارش مثل گزینگی مورچه سرخ ناشی از اونه!

مثال ساختارهای (۱) و (۲) به ترتیب یک کربوکسیلیک اسید یک‌عاملی (اتانوئیک اسید یا همون استیک اسید که در زندگی روزانه کلی کاربرد دارد) و یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی را نشان می‌دهند:

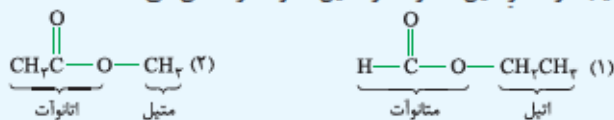


■ فرمول عمومی کربوکسیلیک اسیدهای یک‌عاملی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده،  $C_nH_{2n-1}COOH$  یا  $C_nH_{2n}O_2$  است.  
■ مشابه الکل‌ها، با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در کربوکسیلیک اسیدها، نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی بر هیدروژنی غلبه کرده و خلصت ناقطبی کربوکسیلیک اسیدها افزایش می‌یابد؛ در نتیجه انحلال‌پذیری کربوکسیلیک اسیدها در آب، با افزایش تعداد اتم‌های کربن زنجیر هیدروکربنی، کاهش پیدا می‌کند. (برعکس! ویژگی آب‌گریزی و چربی‌دوستی‌شون افزایش پیدا می‌کنند!)

### استرها و واکنش استری شدن

■ استرها دسته‌ای از مواد آلی هستند که در ساختار آن‌ها حداقل یک گروه عاملی استری ( $-C(=O)O-$ ) وجود دارد. در واقع! اگر به جای اتم هیدروژن گروه عاملی کربوکسیل در کربوکسیلیک اسیدها ( $RCOOH$ )، یک زنجیر هیدروکربنی ( $R'$ ) قرار گیرد، یک استر با ساختار کلی  $R-C(=O)O-R'$  به دست می‌آید. استرها منشأ بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها، عطرها و نیز بو و طعم میوه‌ها هستند.

مثال ساختارهای (۱) و (۲) به ترتیب دو استر اتیل متانوات و متیل اتانوات را نشان می‌دهند:



توجه! به یمن مفور هیدروژن متصل به اکسیژن در ساختار کربوکسیلیک اسیدها ( $RC(=O)OH$ )، علاوه بر نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی، نیروی بین مولکولی هیدروژنی نیز در این ترکیب‌ها وجود دارد، اما وضعیت در مورد استرها متفاوت! نیروی بین مولکولی استرها فقط از نوع وان‌دروالسی است؛ بنابراین نقطه جوش کربوکسیلیک اسیدها از نقطه جوش استرهایی با فرمول شیمیایی مشابه<sup>۲</sup> (با جرم یکسان) بیشتر است.

۱- هاستون باشه که ساختار ویتامین دی در صفحه ۱۱۱ کتاب درسی اشتباه!

۲- کربوکسیلیک اسیدها و استرها با فرمول شیمیایی یکسان، ایزومر یکدیگر می‌باشند.

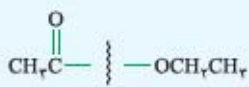
واکنش استری شدن



چند نکته درباره واکنش استری شدن

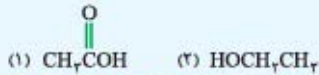
- واکنش استری شدن، یک واکنش برگشت پذیر است؛ به همین خاطر علاوه بر تبدیل واکنش دهنده ها (اسید و الکل) به فراورده ها (استر و آب)، فراورده ها نیز می توانند به واکنش دهنده ها تبدیل شوند.
- سرعت واکنش استری شدن کم است، اما این واکنش در محیط اسیدی، برای مثال در حضور سولفوریک اسید، به خوبی انجام می شود؛ در واقع  $H_2SO_4$  نقش کاتالیزگر را ایفا می کند.
- در واکنش استری شدن، برای تشکیل آب به عنوان فراورده، همواره  $OH$  از اسید و  $H$  از الکل جدا شده و مولکول آب ( $H_2O$ ) تولید می شود.

مثال استری با فرمول  $CH_3C(=O)OCH_2CH_3$  را از واکنش کدام اسید و الکل می توان تهیه کرد؟



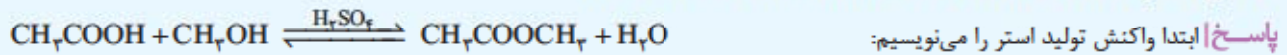
پاسخ ابتدا پیوند بین کربونیل و اکسیژن را می شکنیم:

علاقمه به عامل کربونیل ( $C=O$ )،  $OH$  اضافه کنیم تا کربوکسیلیک اسید اولیه (ساختار (۱)) به دست آید و به اکسیژن ( $O-$ )، یک  $H$  اضافه کنیم تا الکل اولیه (ساختار (۲)) حاصل شود:



بریم سراغ به مسئله از واکنش استری شدن!

مثال از واکنش ۱۵ گرم استیک اسید با درصد خلوص ۸۰٪ با مقدار کافی متانول در شرایط مناسب، چند گرم استر به دست می آید؟ (بازده درصدی واکنش را ۷۵٪ در نظر بگیرید.) ( $O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱: g.mol^{-1}$ )



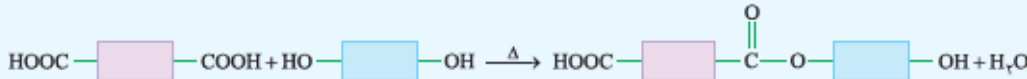
جرم مولی متیل استات =  $3(12) + 2(16) + 6(1) = 74 g.mol^{-1}$  ، جرم مولی استیک اسید خالص =  $2(12) + 2(16) + 4(1) = 60 g.mol^{-1}$

$$استر \frac{15}{100} = \frac{74}{100} \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{60} \times ۸۰ = ۱۱/۱۸ g$$

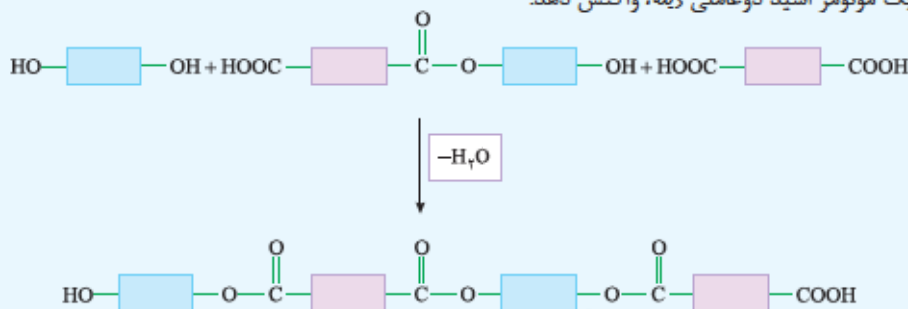
بازده درصدی واکنش

پلی استرها

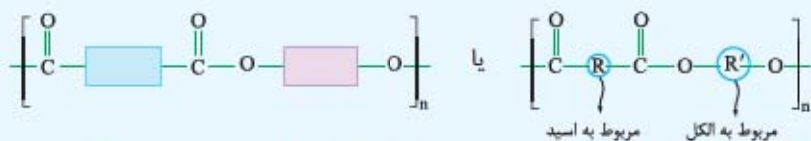
پلی استرها دسته ای از پلیمرها هستند که از دو نوع مونومر سازنده متفاوت شامل کربوکسیلیک اسید دو عاملی (دی اسید) و الکل دو عاملی (دی الکل) تهیه می شوند و از آن ها می توان الیاف، نخ و در نهایت پارچه های پلی استری تولید کرد. مطابق شکل زیر، از واکنش یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی با یک الکل دو عاملی، یک گروه عاملی استری تشکیل می شود:



در ساختار فراورده بالا، هم چنان یک گروه عاملی هیدروکسیل و یک گروه عاملی کربوکسیل وجود دارد؛ بنابراین واکنش استری شدن می تواند ادامه پیدا کند. فراورده واکنش، از سمتی که گروه ( $-COOH$ ) قرار دارد، می تواند با یک مونومر الکل دو عاملی دیگر و از سمتی که گروه ( $-OH$ ) قرار دارد، می تواند با یک مونومر اسید دو عاملی دیگر واکنش دهد:



• با ادامه این روند، مولکول‌های بیشتر و بیشتری با یکدیگر واکنش می‌دهند و سرانجام مولکول‌هایی با زنجیر بلند که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی استری است، تشکیل می‌شود. فرآورده این واکنش پلی‌استر نام دارد و فرمول عمومی آن را به صورت‌های زیر نمایش می‌دهند:

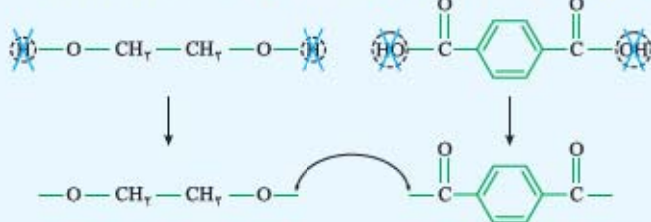


■ با استفاده از اسیدها و الکل‌های دو عاملی گوناگون (با تغییر زنجیرهای کربنی R و R') می‌توان پلی‌استرهایی با ویژگی‌های متفاوت تهیه کرد.

**مثال** فرمول کلی پلی‌استر تهیه‌شده از دو مونومر روبه‌رو را بنویسید.



**پاسخ** ابتدا H موجود در گروه‌های عاملی الکلی و (OH) موجود در گروه عاملی اسیدی را برمی‌داریم:



حالا کافیست با اتصال دو بخش به دست آمده، گروه عاملی استری ایجاد کنیم:



مواستون باشه که دو ساختار بالا یکی اند!

**توجه** در واکنش تهیه پلی‌استرها، پس از واکنش مونومرها با یکدیگر، مولکول‌های آب (H<sub>2</sub>O) خارج می‌گردد؛ بنابراین جرم مولی پلیمر، از مجموع جرم مولی مونومرهای سازنده آنها کمتر است.

بیشتر به کم طولانی‌تر!

## پرسش‌نامه

۱ در هر مورد، از بین دو واژه داده‌شده، واژه مناسب را انتخاب کنید.

- ا) گشتاور دوقطبی الکل‌ها از آلکان‌های هم‌کربن خود (بیشتر / کمتر) است.
- ب) ویژگی چربی‌دوستی الکل‌ها، با افزایش شمار اتم‌های کربن، (افزایش / کاهش) می‌یابد.
- پ) تعداد اتم‌های هیدروژن در مولکول (پروپانول / اتانول)، سه برابر تعداد اتم‌های کربن در این مولکول است.
- ت) نیروی بین مولکولی الکل‌ها تا (چهار / پنج) کربن از نوع (وان‌دروالسی / هیدروژنی) بوده؛ به همین دلیل (به خوبی / به هر نسبتی) در آب حل می‌شوند.
- ث) ویتامین (دی / کا)، جزء ترکیب‌های آروماتیک به شمار می‌رود.
- ج) از واکنش اتانول با استیک اسید در محیط (بازی / اسیدی)، استری با (سه / چهار) اتم کربن به دست می‌آید.

۲ با توجه به واژه‌های داخل کادر، کلمه مناسب برای تکمیل هر عبارت را بنویسید. توجه کنید که ممکن است از برخی موارد، بیش از یک بار استفاده شود و البته برخی از آنها هم سیاهی‌لشکرند!

فورمیک اسید - دو - هیدروژنی - نامحلول - قطبی - اتانول - اتیل متانوات - استیک اسید - ناقطبی - محلول - متانول - متیل اتانوات - ث - یک - وان‌دروالسی - دی

(آ) ..... سبک‌ترین عضو خانواده الکل‌ها است.

(ب) با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل‌ها، نیروی ..... بر ..... غلبه می‌کند و ویژگی ..... الکل افزایش می‌یابد.

(پ) ویتامین ..... در آب و ویتامین ..... در چربی انحلال‌پذیر است.

(ت) ..... یک کربوکسیلیک اسید ..... کربنی است و یکی از پرکاربردترین اسیدهای آلی در زندگی روزانه می‌باشد.

(ث) نام استر حاصل از استیک اسید و متانول ..... است.

۳ درستی یا نادرستی هر یک از عبارات‌های زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست بودن، شکل درست آن را بنویسید.

(آ) انحلال‌پذیری ۱- اکتانول در آب، کم‌تر از یک گرم در ۱۰۰ آب است.

(ب) با افزایش طول زنجیر هیدروکربن‌های راست‌زنجیر، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب، به طور تقریبی ثابت باقی می‌ماند.

(پ) برخلاف گروه عاملی اسیدی، به گروه استری دو بخش یا دو زنجیر هیدروکربنی می‌تواند متصل شود.

(ت) در ویتامین آ برخلاف ویتامین کا، نیروهای جاذبه بین مولکولی از نوع وان‌دروالسی است.

(ث) از محصول واکنش اتانول با استیک اسید، برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده می‌شود.

۴ هر یک از عبارات‌های داده شده در ستون A با یک مورد از ستون B ارتباط دارد. آن را پیدا کرده و حرف مربوطه را داخل کادر بنویسید. (برخی

از موارد ستون B بلفوری هستند!)

B	A
(a) الکل‌ها	(آ) این الکل، به هر نسبتی در آب حل می‌شود. <input type="checkbox"/>
(b) ۱- پروپانول	(ب) بدن انسان نمی‌تواند مقدار بیش از اندازه لازم از این ویتامین را دفع کند. <input type="checkbox"/>
(c) اتیل بوتانوات	(پ) دسته‌ای از مواد هستند که بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها و عطرها به دلیل وجود این مواد در آن‌هاست. <input type="checkbox"/>
(d) ویتامین ث	(ت) ترکیب‌های دارای این گروه عاملی، مزه ترش دارند. <input type="checkbox"/>
(e) هیدروکسیل	(ث) از این مواد می‌توان الیاف و نخ تهیه نمود و از آن در تولید پارچه استفاده کرد. <input type="checkbox"/>
(f) پلی‌استرها	(ج) استری با ۶ اتم کربن که به اتم اکسیژن گروه استری آن، چهار اتم کربن متصل است. <input type="checkbox"/>
(g) کربوکسیل	
(h) ویتامین کا	
(i) استرها	
(j) بوتیل اتانوات	
(k) ۱- پنتانول	

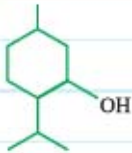
۵ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. ( $O = 16, C = 12, H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ )

(آ) ساختار اتانول و بوتانول را رسم کنید.

(ب) تفاوت جرم مولی اتانول را با نخستین عضو خانواده الکل‌ها به دست آورید.

(پ) شمار پیوندهای «C—H» و «C—C» را در بوتانول به دست آورید.

(ت) چند درصد از جرم اتانول را اکسیژن تشکیل داده است؟



۶ با توجه به شکل روبه‌رو که ساختار منتول را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.

آ) فرمول مولکولی این الکل را بنویسید.

ب) این الکل جزء کدامیک از ترکیب‌های آلی سیرشده یا سیرنشده دسته‌بندی می‌شود؟

پ) اگر به جای گروه متیل در این مولکول، یک گروه عاملی هیدروکسیل قرار بگیرد، ساختار الکل دوامالی حاصل را رسم کرده و فرمول مولکولی آن را بنویسید.

۷ به پرسش‌های زیر درباره الکل‌ها، پاسخ دهید.

آ) دو نوع نیروی بین مولکولی در الکل‌ها را نام ببرید.

ب) در هر یک از الکل‌های زیر، نیروی بین مولکولی غالب از چه نوعی است؟

الکل	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
نیروی بین مولکولی غالب			

پ) چرا ویژگی چربی‌دوستی الکل‌ها با افزایش شمار اتم‌های کربن، افزایش می‌یابد؟

۸ به پرسش‌های زیر درباره دو مولکول اتانول و ۱- اوکتانول، پاسخ دهید.

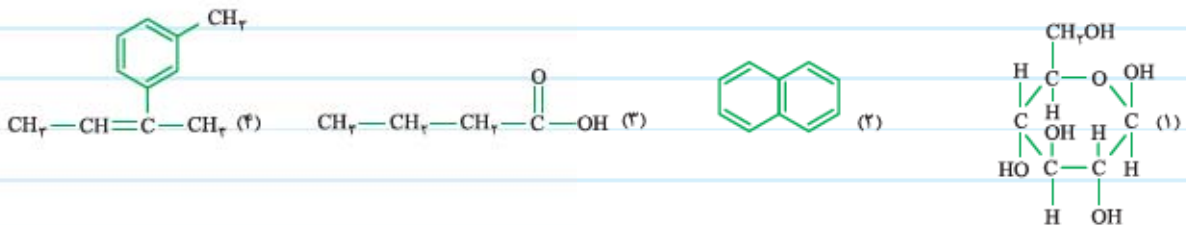
آ) با رسم ساختار این الکل‌ها، بخش‌های قطبی و ناقطبی را در هر یک از این دو مولکول مشخص کنید.

ب) هر یک از ویژگی‌های زیر را برای این دو الکل با هم مقایسه کنید.

ویژگی آب‌گریزی:  >  ، ویژگی چربی‌دوستی:  >  ، گشتاور دوقطبی:  >

پ) تفاوت جرم مولی این دو الکل را بسایید. ( $\text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$ )

۹ با توجه به ساختارهای داده‌شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) مولکول‌های دویخشی (دارای بخش قطبی و بخش ناقطبی) را مشخص کرده و قسمت‌های قطبی این مولکول‌ها را روی شکل نشان دهید.

ب) به کمک فاکتور اتون از شیمی دهم و ملال‌های قطبی و ناقطبی، پیش‌بینی کنید که کدامیک از ترکیب‌های نشان داده شده، در هگزان حل می‌شوند؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

۱۰ به پرسش‌های زیر در مورد الکل‌های روبه‌رو، پاسخ دهید.

بوتانول - اتانول - ۱- اوکتانول

آ) در شرایط یکسان، انحلال‌پذیری این الکل‌ها را در آب با هم مقایسه کنید.

انحلال‌پذیری در آب:  >  >

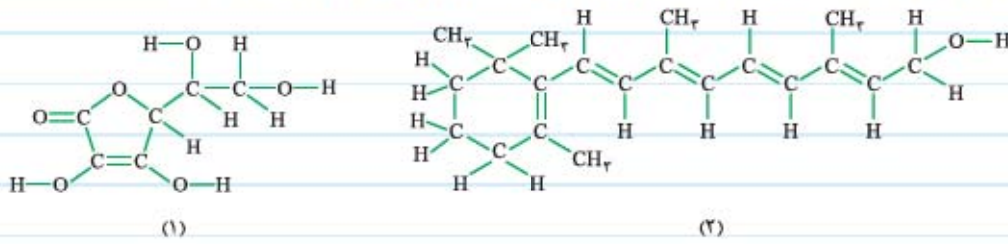
ب) در کدامیک از این الکل‌ها، نیروی بین مولکولی غالب، از نوع هیدروژنی است؟

پ) میزان اختلاف انحلال‌پذیری کدامیک از این الکل‌ها در آب، با انحلال‌پذیری آلکان هم‌کربنش، کم‌تر است؟

۱۱ در بین الکل‌های یک‌عاملی با فرمول عمومی  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ ، انحلال‌پذیری چند الکل در آب، از یک گرم در ۱۰۰ گرم آب، بیشتر است؟

۱۲ اگر ساختارهای نشان داده شده مربوط به ویتامین آ و ویتامین ث باشند، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱۳ اگر ساختارهای نشان داده شده مربوط به ویتامین آ و ویتامین ث باشند، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) کدام ساختار مربوط به ویتامین آ و کدام یک مربوط به ویتامین ث است؟

ب) قسمت‌های قطبی هر مولکول را روی شکل نشان دهید.

پ) کدام ویتامین در آب و کدام یک در چربی حل می‌شود؟ چرا؟

ت) گروه‌های عاملی موجود در هر ویتامین را مشخص کرده و نام آن‌ها را بنویسید.

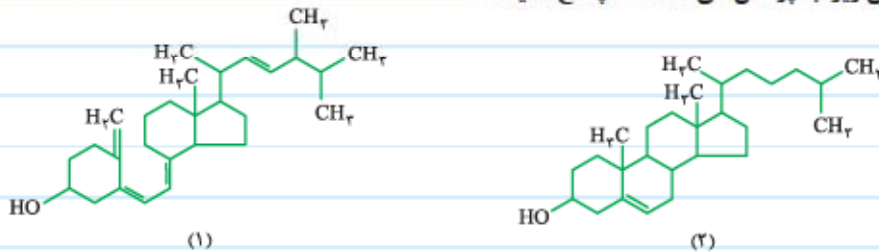
ث) با توجه به ساختارهای داده شده، فرمول مولکولی این دو ویتامین را بنویسید.

ج) بدون اتم‌های هیدروژن! درصد جرمی کربن را در این دو ویتامین با هم مقایسه کنید.

چ) با توجه به ساختارهای داده شده، در هر یک از دو ویتامین چند پیوند اشتراکی یگانه و چند پیوند اشتراکی دوگانه وجود دارد؟

ح) مصرف بیش از اندازه لازم از کدام ویتامین، برای بدن مشکل ایجاد می‌کند؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

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



آ) کدام ساختار مربوط به ویتامین دی است؟ فرمول مولکولی آن را بنویسید.

ب) قسمت‌های ناقطبی هر مولکول را روی شکل مربوطه نشان دهید.

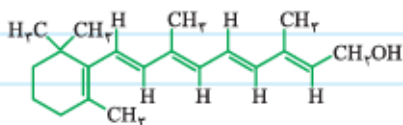
پ) نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن را در هر یک از این دو مولکول به دست آورید.

(۱)  $\frac{\text{تعداد اتم‌های هیدروژن}}{\text{تعداد اتم‌های کربن}} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$

(۲)  $\frac{\text{تعداد اتم‌های هیدروژن}}{\text{تعداد اتم‌های کربن}} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$

۱۴ با توجه به ساختار نشان داده شده در شکل زیر، حساب کنید در ۷۱/۵ گرم ویتامین آ، چند اتم هیدروژن وجود دارد؟

$(O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱: g.mol^{-1})$



۱۵ به پرسش‌های زیر دربارهٔ کربوکسیلیک اسیدها، پاسخ دهید.

آ) فرمول شیمیایی ساده‌ترین کربوکسیلیک اسید را بنویسید.

ب) چه نوع نیروهای بین مولکولی در هر یک از کربوکسیلیک اسیدهای زیر، وجود دارد؟



پ) عبارت زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

«در ترکیب‌های آلی مانند کربوکسیلیک اسیدها که دو بخش قطبی و ناقطبی دارند، با افزایش طول زنجیر کربنی، بخش (قطبی / ناقطبی) بزرگ‌تر شده، قطبیت مولکول (کاهش / افزایش) می‌یابد و ویژگی آب‌گریزی این ترکیب‌ها (کم‌تر / بیشتر) می‌شود.»

۱۶ هر یک از ویژگی‌های داده‌شده را برای دو ساختار زیر مقایسه کنید.

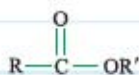


آ) ویژگی چربی‌دوستی: (۲)  (۱)  ب) گشتاور دو قطبی: (۲)  (۱)

پ) جاذبه بین هر یک از این مولکول‌ها با مولکول‌های آب: (۲)  (۱)  ت) انحلال‌پذیری در آب: (۲)  (۱)

۱۷ اگر در ساختار استیک اسید و بوتانوئیک اسید، به جای هیدروژن متصل به اکسیژن، گروه اتیل ( $\text{CH}_2\text{CH}_3$ ) قرار دهیم، ساختار استرهای حاصل را رسم کرده و آن‌ها را نام‌گذاری کنید.

۱۸ با توجه به شکل زیر که ساختار کلی استرها را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



آ) کدام یک از گروه‌های R و R' می‌توانند هیدروژن باشند؟

ب) ساختار استری را که تنها دو اتم کربن دارد، رسم کرده و نام آن را بنویسید.

پ) اگر به جای گروه‌های R و R' به ترتیب گروه‌های اتیل و پروپیل قرار بگیرند، نام استر حاصل را بنویسید.

ت) در ساختار اتیل استات، تعداد اتم‌های هیدروژن گروه R' چند برابر تعداد اتم‌های هیدروژن گروه R است؟

۱۹ به نظر شما آیا عبارت زیر درست است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

«نقطه جوش استری با فرمول  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ، از نقطه جوش اتانوئیک اسید، بیشتر است.»

۲۰ در هر مورد، محصول واکنش استری شدن را بنویسید.

آ) اتانوئیک اسید + بوتانول: .....

ب) پروپانوئیک اسید + پروپانول: .....

۲۱ به نظر شما آیا عبارت زیر درست است؟ با کمک گرفتن از مطمئنان! پاسخ خود را توضیح دهید.

«در واکنش استری شدن، از واکنش OH الکل با H کربوکسیلیک اسید، آب تولید می‌شود.»

۲۲ با توجه به شکل روبه‌رو که مربوط به استری است که بو و طعم آناناس ناشی از آن می‌باشد، به

پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.

آ) فرمول ساختاری این استر را رسم کنید.



ب) نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن را در این ترکیب به دست آورید.

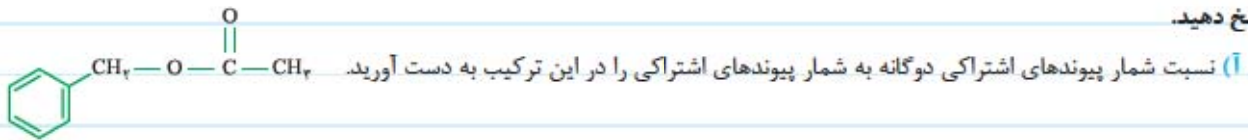


پ) بدون انهام مناسبه بگین که درصد جرمی کربن در این استر، با درصد جرمی کربن در کدامیک از ترکیب‌های زیر برابر نیست؟

بوتیل اتانوات - هگزانوئیک اسید - هگزانول

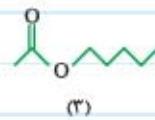
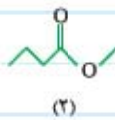
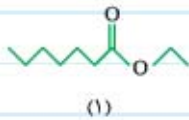
ت) در صنعت، این استر را از واکنش کدام الکل و اسید تهیه می‌کنند؟ معادله واکنش مربوطه را بنویسید.

۳۲) بوی گل یاسمن به دلیل وجود بنزیل استات است. با توجه به شکل زیر که ساختار گسترده این استر را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



ب) این استر را از واکنش کدام الکل و اسید می‌توان تهیه کرد؟ معادله واکنش مربوطه را بنویسید.

۳۳) با توجه به ساختار استرهای زیر، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



آ) هر یک از این استرها در کدامیک از میوه‌های زیر یافت می‌شود؟

موز: استر شماره .....

انگور: استر شماره .....

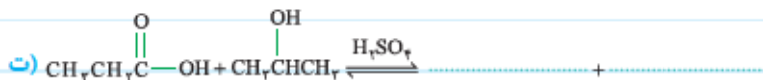
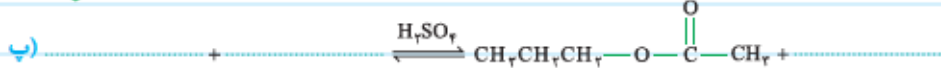
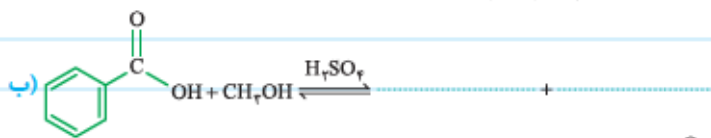
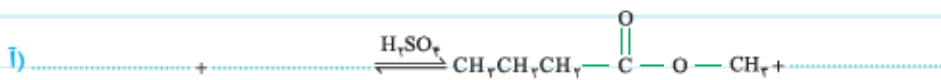
سیب: استر شماره .....

ب) ویژگی آب‌گریزی اسید سازنده کدام استر بیشتر است؟

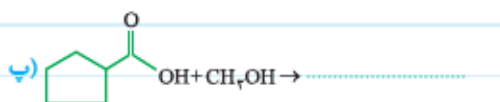
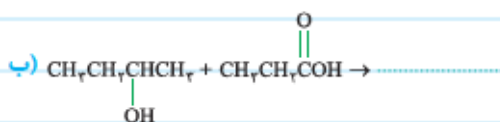
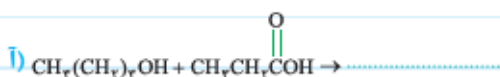
پ) الکل سازنده کدام استر(ها) به هر نسبتی در آب حل می‌شود(ند)؟

ت) بدون انهام مناسبه بگین که درصد جرمی کربن در مولکول کدام استر بیشتر است؟

۳۵) در واکنش‌های استری شدن زیر، جاهای خالی را با ساختار مناسب پر کنید.



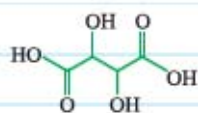
۳۶) استری با فرمول مولکول  $C_7H_{14}O_2$  را به کمک کدامیک از واکنش‌های زیر نمی‌توان تهیه کرد؟



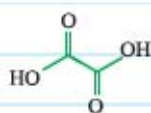
۲۷ A یک الکل راست‌زنجیر سیر شده است. اگر بر اثر واکنش این الکل با استیک اسید در شرایط مناسب، استری با جرم مولی  $158 \text{ g.mol}^{-1}$  تولید شود، تعداد اتم‌های کربن را در زنجیره هیدروکربنی این الکل به دست آورید. ( $O = 16, C = 12, H = 1; \text{g.mol}^{-1}$ )

۲۸ بر اثر واکنش  $250$  گرم بوتانویک اسید با درصد خلوص  $88\%$  با مقدار کافی اتانول،  $36$  میلی‌لیتر آب با چگالی  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  به دست می‌آید. بازده درصدی این واکنش را حساب کنید. ( $O = 16, C = 12, H = 1; \text{g.mol}^{-1}$ )

۲۹ با توجه به ساختار تارتاریک اسید و اگزالیک اسید که به ترتیب اسیدهای موجود در انگور و ریواس هستند، درستی یا نادرستی هر یک از عبارات زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست بودن، شکل درست آن را بنویسید. ( $O = 16, C = 12, H = 1; \text{g.mol}^{-1}$ )



تارتاریک اسید



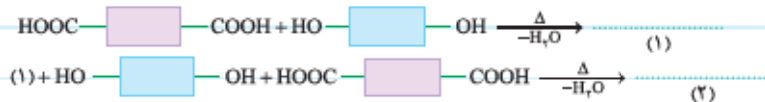
اگزالیک اسید

آ) تارتاریک اسید یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی است که دو گروه عاملی الکی دارد.

ب) درصد جرمی کربن در مولکول اگزالیک اسید، از مولکول تارتاریک اسید بیشتر است.

پ) برخلاف اگزالیک اسید، از تارتاریک اسید نمی‌توان در تهیه پلی‌استرها استفاده کرد.

۳۰ با توجه به شکل زیر که الگوی برای واکنش استری شدن بین یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی و یک الکل دوعاملی را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.



آ) ساختار ترکیب‌های (۱) و (۲) را رسم کنید.

ب) به نظر شما آیا عبارت زیر درست است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

«در ساختار فرآورده هر مرحله از واکنش تولید پلی‌استر، هم‌چنان یک گروه عاملی الکی و یک گروه عاملی کربوکسیل وجود دارد.»

پ) برای تولید یک مول از ترکیب (۲)، در مجموع چند مول آب آزاد می‌شود؟

۳۱ کدام یک از شکل‌های زیر، ساختار پلی‌استر تولید شده از یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی با یک الکل دوعاملی را می‌تواند به درستی نشان دهد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

