

برای سال ششم طبیعی و ریاضی

توانا پوچس که دانا بود  
وزارت آموزش پرورش



بها در تمام کشور ۵۴ ریال

توانا بود هر که دانا بود

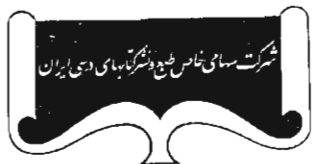
وزارت آموزش و پرورش

# شیمی

برای سال ششم طبیعی و ریاضی

حق چاپ محفوظ

چاپ و توزیع از :



۱۳۵۴



## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
	<b>بخش اول</b>
۲	فصل اول - تجزیه و تعیین فرمول مواد آلی
۵	روش تجزیه و تعیین فرمول ساده مواد آلی
۲۰	تعیین جرم مولکولی
۳۸	فصل دوم - مختصری درباره ساختمان اتمی و پیوندهای شیمیایی
	<b>بخش دوم</b>
۶۵	فصل اول - تقسیم بندی مواد آلی
۷۱	فصل دوم - ئیدروکربورهای سیر شده خطی
۷۵	متان
۸۶	فصل سوم - ئیدروکربورهای اتیلنی یا اولفینها (آلکنها یا آسنها) و نفت
۹۱	اتیلن
۹۹	نفت
۱۲۱	فصل چهارم - ئیدروکربورهای استیلنی
۱۲۴	استیلن
۱۳۰	کائوچو
۱۳۸	فصل پنجم - الکلها
۱۴۵	الکلهای یک ظرفیتی نوع اول و سیر شده
۱۶۱	فصل ششم - اتر اکسیدها

## بخش اول

صفحه	عنوان
۱۶۵	فصل هفتم - الئیدها
۱۷۷	فصل هشتم - ستنها
۱۸۳	فصل نهم - اسیدهای چرب
۱۹۵	فصل دهم - استری شدن وئیدرولیز
۲۱۴	فصل یازدهم - ایزومری فضایی واسیدالکلیها
۲۲۵	فصل دوازدهم - ئیدراتهای کربن
۲۴۴	فصل سیزدهم - ترکیبات آلی نیتروژن دار
۲۶۱	فصل چهاردهم - ترکیبات حلقوی
۲۷۸	فصل پانزدهم - فنلها
۲۸۶	فصل شانزدهم - امینهای معطره
۲۹۱	فصل هفدهم - نفتالین
۲۹۵	فصل هجدهم - مواد پروتئینی
۳۰۰	آنزیمها
۳۰۱	اورمونها
۳۰۳	ویتامینها
۳۰۶	آنتی بیوتیکها
۳۰۷	سولفونامیدها
۳۰۹	فصل نوزدهم - مختصری درباره رنگهای آلی و رنگرزی
۳۱۲	معرفهای رنگین
۳۱۳	عطرها
۳۱۷	فصل بیستم - مواد غذایی و کالری آنها، اهمیت پختن غذاها و نگهداری آنها
۳۲۵	مسائل متفرقه

مورد توجه واقع نشد، تا اینکه برتلو<sup>۱</sup> الکل متیلیک و الکل معمولی و مخصوصاً استیلن را در سال ۱۸۶۳ مصنوعاً ساخت و کارهایش عقیده مزبور را تغییر داد. از این تاریخ به بعد دانشمندان به کشف طرق تهیه مصنوعی (سنتز) مواد پرداختند و علم شیمی آلی را به پایه ای رسانیدند که نه تنها تهیه اغلب مواد طبیعی بطور مصنوعی میسر شد، بلکه موادی نیز تهیه شد که در طبیعت اصلاً سابقه نداشت، مانند: نایلون و مواد پلاستیک و غیره. بنابراین امروزه این مواد نیز جزو مواد آلی محسوب می شوند. اهمیت تهیه مصنوعی مواد آلی بسیار است، زیرا در تشکیل مواد طبیعی مثلاً مواد نباتی، آب و هوا و فصل و زارع و تخم و مدت و آفات دخالت می کند، در صورتی که در تهیه مصنوعی این عوامل دخالت ندارند. امروزه از راه سنتز بسیاری از مواد طبیعی ساخته می شود، مانند الکل اتیلیک و اسید استیک و غیره ولی هنوز موفق نشده اند که برخی از مواد مثلاً نشاسته را از راه سنتز تهیه کنند. تعداد مواد آلی که تاکنون شناخته شده است از یک میلیون تجاوز می کند و پیوسته تعداد زیادی نیز بر آنها افزوده می شود.

### اهمیت شیمی آلی - قسمت اعظم بدن موجودات زنده را

۱ - برتلو (۱۸۲۷ - ۱۹۰۷) یکی از دانشمندان بنام شیمی است، علاوه بر علوم متخصص تاریخ، زبان و فلسفه نیز بود، مواد آلی مختلفی را بطور مصنوعی تهیه کرد و هنگامی که استیلن را از ترکیب زغال و نئیدروژن به وسیله جرقه الکتریک بدست آورد و بخصوص موقعی که از استیلن، بنزن، نفتالین و اسیدهای چربی که سابقاً برای آنها وجود نیروی حیاتی را لازم می دانستند ساخت دیگر جایی برای قبول نیروی حیاتی باقی نماند و تولید مصنوعی مواد آلی حقیقتی غیر قابل انکار شد.

به نام خدا

## فصل اول

### تجزیه و تعیین فرمول مواد آلی

#### مقدمه

در اوایل قرن گذشته شیمی آلی قسمتی از شیمی بود که در آن از چگونگی استخراج و خواص مواد موجود در بدن حیوان یا نبات بحث می شد و دانشمندان عقیده داشتند که تهیه مصنوعی مواد آلی ممکن نیست. زیرا معتقد بودند که عاملی به نام **نیروی حیاتی** در تشکیل مواد آلی دخالت دارد و بدون تأثیر این عامل نمی توان آنها را از مواد معدنی و یا از ترکیب عناصر موجود در آنها بدست آورد. بنابراین ساختن آنها را در آزمایشگاه نامقدور می دانستند. تا اینکه **وولر** (Wohler) آلمانی در سال ۱۸۲۸ موفق شد اوره را که در ادرار جانوران موجود است مصنوعاً بسازد، ولی کارش به علت نزدیکی فرمول اوره  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  به فرمول مواد معدنی،

۱ - فردریک وولر (۱۸۸۲-۱۸۵۵) استاد دانشگاه گوتینگن در ۲۲ سالگی موفق به ساختن اسید سیانیک و شش سال بعد موفق به ساختن اوره شد و هنگامی که فقط ۲۷ سال داشت آلومینیم را کشف کرد.

۵- در نتیجه اتصال اتمهای کربن بایکدیگر مولکولهای بزرگی از ترکیبات آلی تشکیل می شود که عده اتمهای بعضی از مولکولهای آنها ممکن است از هزار و جرم مولکولی آنها نیز از ۱۵۰۰۰ تجاوز کند. مثلاً جرم مولکولی آلومین سفیده تخم مرغ در حدود ۳۴۰۰۰ و فرمول هماتین  $C_{34}H_{72}O_4N_4FeOH$  است. در صورتی که تعداد اتمهای مولکولهای مواد معدنی کم و محدود است.

۶- در ترکیبات آلی ممکن است که چند ماده دارای يك فرمول مولکولی و يك نسبت صدقسمتی باشند (اینگونه مواد رانسبت به هم ایزومر می نامند) در صورتی که در مواد معدنی ایزومر کمتر دیده می شود. تفاوت ساختمان مولکولی ایزومرها به وسیله فرمول گسترده مشخص می شود.

### روش تجزیه و تعیین فرمول ساده مواد آلی

#### الف - تهیه ماده خالص

ماده طبیعی اغلب ناخالص است و ابتدا باید با روشهای فیزیکی مانند تقطیر جزء بجزء ، تبلور نویتی ، انحلال و جذب ، ماده را خالص کنند. تشخیص خلوص يك ماده به وسیله اندازه گیری ثابتهای فیزیکی آن یعنی نقطه جوش ، نقطه انجماد ، ضریب شکست نور ، چگالی و غیره تعیین می گردد . زیرا خواص فیزیکی يك ماده شیمیایی خالص همیشه ثابت است .

#### ب - تجزیه عنصری کیفی

منظور از تجزیه عنصری کیفی تشخیص عناصری است که

مواد آلی تشکیل می دهند . غذایی که می خوریم بیشتر از مواد آلی است . لباس ما خواه پنبه باشد یا پشم یا ابریشم یا موادی مانند نایلون و غیره ، از مواد آلی متشکل است . داروها مانند پنی سیلین و آسپیرین و سولفامیدها و غیره همگی مواد آلی هستند . پس شیمی آلی که راه تهیه این مواد را تعلیم می دهد و خواص آنها را می شمرد تا به نحو بهتری آنها را مورد استفاده قرار دهیم ، فوق العاده اهمیت دارد .

### تفاوت مواد آلی و مواد معدنی

۱- تمام مواد آلی کربن دارند؛ بطوری که ماده آلی بی کربن وجود ندارد. پس می توان گفت که شیمی آلی شیمی ترکیبات کربن است . (جز انیدرید کربنیک و اکسید کربن و سیانورها و مشتقات آنها که معمولاً در شیمی معدنی ذکر می شوند). و تقریباً تمام آنها نیز ئیدروژن دارند .

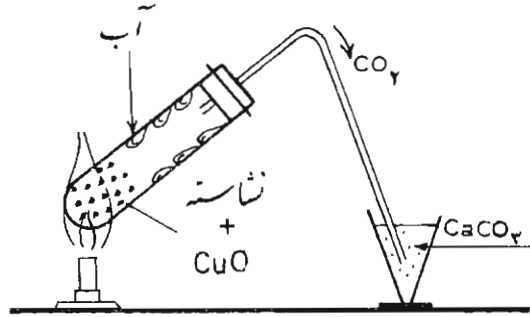
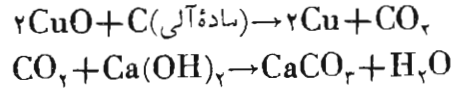
۲- مواد آلی در درجات حرارت بالا تجزیه می شوند، بطوری که کمتر ماده آلی می توان یافت که حرارت ۵۰۰ درجه را تحمل کند، در صورتی که برخی از ترکیبات معدنی مانند آهنک تا ۲۰۰۰ درجه حرارت را تحمل می کنند .

۳- واکنشهای ترکیبات آلی معمولاً کندتر از واکنشهای ترکیبات معدنی بوده و اغلب کامل نمی شوند. به همین جهت اهمیت کاتالیزورها در تسریع واکنشهای آنها بیش از مواد معدنی است .

۴- در ترکیبات آلی اتمهای کربن بطور کواوالانس بایکدیگر متصل می شوند و مواد بسیار زیاد و متنوعی را بوجود می آورند. این خاصیت در سایر عناصر کمتر دیده می شود .

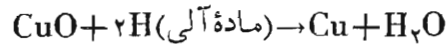
-۷-

(شکل ۳)



شکل ۳

۲- تشخیص نیدروژن - ماده آلی را با اکسید سیاه مس در لوله دیرگدازی که کاملاً خشک است می سوزانند. پدید آمدن قطرات آب در لوله و خروج بخار آب، دلیل بوجود نیدروژن در ساختمان مولکولی ماده آلی خواهد بود (شکل ۳).



بهبتر است در قسمت افقی لوله خروجی گاز کمی سولفات مس بی آب که گردی تقریباً سفید رنگ است بریزیم در این صورت هنگام خروج بخار آب سولفات مزبور نیدراته شده و آبی رنگ می شود.

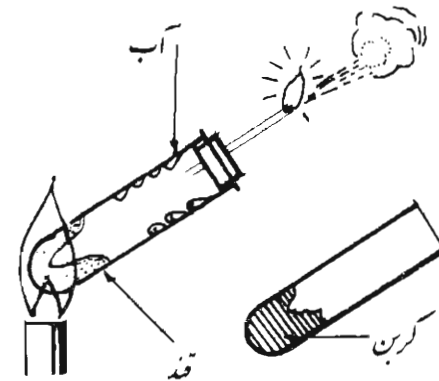
۳- تشخیص اکسیژن - تشخیص وجود اکسیژن در مواد آلی

پس از تجزیه چندی و تعیین مقدار سایر عناصر است، بدین ترتیب که اگر از جرم ماده آلی مورد تجزیه، جرم کل عناصر دیگر را کم کنیم، باقیمانده مساوی جرم اکسیژن خواهد بود. در ماده ای که این باقیمانده

-۶-

در یک ماده موجود است. مواد آلی همه دارای کربن و معمولاً همه دارای نیدروژن نیز می باشند. عناصری مانند اکسیژن، کلر، برم، ید، نیتروژن، گوگرد، فسفر و گاهی فلزات نیز ممکن است در آنها وجود داشته باشند.

۱- تشخیص کربن - اگر ماده آلی فرار نباشد، آن را تکلیس



شکل ۱

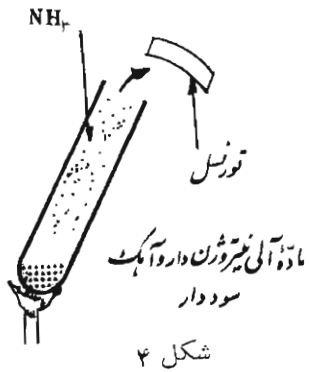


شکل ۲

می کنند، باقی ماندن توده سیاه رنگ زغال، دلیل بر وجود کربن است. پس چوب یا نشاسته یا قند که با تکلیس، توده سیاهی برجا می گذارند کربن دارند (شکل ۱).

اگر ماده ای بسوزد و از سوختنش دوده برخیزد (شکل ۲)، کربن دارد، مانند بنزن که از سوختنش دوده برمی خیزد.

در حالت کلی می توان ماده آلی را با اکسید سیاه مس مخلوط و گرم کرد. اگر گازی که در نتیجه سوختن آن از لوله برمی خیزد آب آهک را کدر کند دلیل بوجود کربن در آن ماده است. زیرا کربن ماده آلی در اثر حرارت، اکسید مس را احیا کرده و به گاز  $\text{CO}_2$  تبدیل شده و این گاز آب آهک را کدر کرده است (تشکیل  $\text{CaCO}_3$ ):



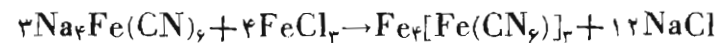
(Nessler) (محلول  $K_2[HgI_4]$ ) در محیط قلیایی که تولید رسوب به رنگ قهوه‌ای می‌کند، تشخیص داد. باید دانست که این طریقه برای تمام مواد نیتروژن دار قابل اجرا نیست بلکه موقعی اجرا می‌شود که ماده آلی مشتق از آمونیاک باشد (مانند امیدها).

**۵- تشخیص کلر، برم، ید - ماده آلی را مانند آزمایش قبل با سدیم تکلیس می‌کنند.** اگر در ماده آلی هالوژنی موجود باشد، به ملح سدیم تبدیل می‌شود که بعداً اگر آن را در آب حل کرده و چند قطره  $HNO_3$  و بعد نیترات نقره بر آن اضافه کنند، رسوبی حاصل می‌شود که اگر سفید رنگ باشد کلر، اگر زرد کم رنگ باشد برم، و اگر کاملاً زرد رنگ باشد وجود ید را در ترکیب مزبور نشان می‌دهد (اسید نیتريك برای این است که کربنات سدیم احتمالی را حل کند و مانع تشکیل کربنات نقره سفید و نامحلول شود. مخصوصاً اگر نیتروژن و گوگرد در ماده آلی موجود باشند باید پس از اضافه کردن اسید آن را جوشاند تا سیانور و سولفور در آن باقی نماند، زیرا در غیر این صورت سولفور نقره سیاه رنگ و سیانور نقره سفید رنگ هم رسوب می‌کنند).

**۶- تشخیص P و S - ماده آلی را با جوهر شوره غلیظ می‌جوشانیم.** ماده آلی تجزیه می‌شود و عناصر S و P موجود در آن بترتیب به  $H_2SO_4$  و  $H_3PO_4$  تبدیل می‌شوند که اولی را به وسیله تولید

صفر یا در حدود اشتباهات آزمایش باشد، اکسیژن وجود ندارد. معمولاً اگر ید در مایعی حل شود، رنگ قهوه‌ای دلیل بر وجود اکسیژن و رنگ بنفش دلیل بر نبودن اکسیژن در آن مایع می‌باشد. همچنین اگر بتوانیم ماده آلی را محفوظ از اکسیژن هوا حرارت دهیم و گاز  $CO_2$  یا بخار آب حاصل شود معلوم می‌شود که در ماده آلی اکسیژن وجود داشته است.

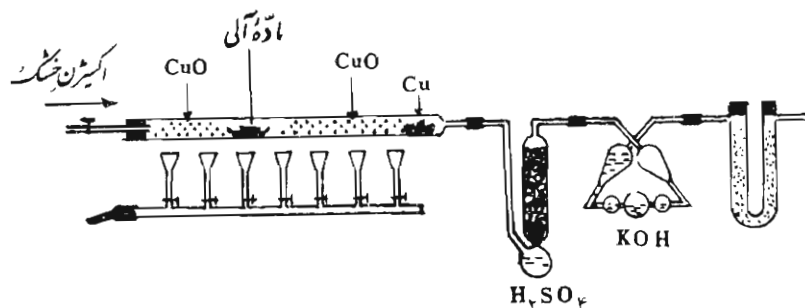
**۴- تشخیص نیتروژن - طریقه اول -** در حدود  $0.50$  گرم ماده آلی نیتروژن دار مثلاً اوره را با هموزن آن قطعات کوچک سدیم در لوله آزمایش ریخته آنقدر حرارت می‌دهیم که ته لوله کاملاً سرخ شود. در این صورت سدیم ذوب می‌شود و چون ماده آلی کربن دارد، اگر نیتروژن هم داشته باشد  $NaCN$  تولید خواهد شد. اگر در لوله مزبور آب بریزیم، زیادی سدیم به سود تبدیل شده و سیانور در آب حل می‌شود که چون محلول کلرور (یا سولفات) فرو و کلرور فریک بر آن اضافه کنیم و بعد کمی اسید کلریدریک بیفزاییم، آبی پروس یعنی  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  تولید می‌شود که دلیل بر وجود نیتروژن است:



طریقه دوم - ماده آلی را با آهک سوددار تکلیس می‌کنیم. اگر گاز آمونیاک خارج شود، دلیل بر وجود نیتروژن است. گاز آمونیاک را می‌توان به وسیله بو یا کاغذ تورنسل مرطوب (شکل ۴) یا تشکیل دود نوشادر در مجاورت  $HCl$ ، یا به کمک معرف نسلر



در لوله احتراق که لوله‌ای است دیرگداز به طول يك متر و به قطر ۱/۵ سانتیمتر (شکل ۵)، اول  $\text{CuO}$  می‌ریزند و بعد ماده مورد تجزیه را وزن کرده و در يك ظرف کوچک پلاتینی قرار داده داخل لوله احتراق می‌کنند و بقیه لوله را نیز از اکسید مس انباشته و بر روی



شکل ۵

اجاق می‌گذارند. ابتدا به وسیله اکسیژن خشک هوای داخل لوله‌ها را که ممکن است کمی  $\text{CO}_2$  و بخار آب داشته باشد بیرون می‌کنند و بعد شعله‌های اجاق را از دو طرف روشن می‌کنند و درجه حرارت وسط لوله را در حدود ( $800^\circ - 600^\circ$ ) نگاه می‌دارند. در این حالت ماده مزبور می‌سوزد و بخارات نتیجه احتراق را به وسیله اکسیژن خشک، که در تمام مدت آزمایش بملایمت جریان دارد، اول از لوله‌ای که دارای پشم شیشه آغشته به اسید سولفوریک غلیظ است (به جای اسید ممکن است کلرور کلسیم یا پرکلرات منیزیم ریخت) و بعد از لوله‌های بعدی که بترتیب دارای محلول پتاس غلیظ و آهک سوددار هستند، می‌گذرانند (اکسیژن قبلاً از يك ظرف شامل کلرور کلسیم می‌گذرد تا رطوبتش گرفته شود). بدیهی است وزن این

رسوب سفید با  $\text{BaCl}_2$  در محیط  $\text{HCl}$  تشخیص می‌دهیم. اسید فسفریک را نیز پس از خنثی کردن به وسیله سود، به وسیله مخلوطی از امونیاک و کلرور منیزیم و کلرور امونیم تشخیص می‌دهیم، زیرا تولید رسوب سفید بلوری شکل به فرمول  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  می‌کند.

**طریقه دیگر برای تشخیص گوگرد - ماده آلی راباسدیم**  
تکلیس می‌کنیم چنانچه گوگرد در ترکیب مزبور باشد به سولفورسیدیم تبدیل می‌شود. حال اگر بر محلول صاف شده اسید کلریدریک اضافه کرده و آن را بجوشانیم گاز  $\text{H}_2\text{S}$  حاصل می‌شود که برای شناختن آن کاغذ آغشته به محلول استات سرب به آن نزدیک می‌کنیم. ایجاد رنگ قهوه‌ای مایل به سیاه وجود گوگرد را در ماده آلی نشان می‌دهد.

**۷- تشخیص فلزات - ماده آلی را در تیزاب سلطانی می-جوشانند.** در نتیجه ماده آلی تجزیه شده و فلزات به صورت ترکیبات معدنی درمی‌آیند که می‌توان محلول حاصل را در کپسول چینی تبخیر کرد و در گرد حاصل، به طریق معمول در شیمی تجزیه، فلزات موجود را تشخیص داد. در برخی از موارد ماده را می‌سوزانند و در خاکستر آن فلزات را تشخیص می‌دهند.

### ج - تجزیه عنصری کمی

#### ۱- تعیین مقدار کربن و نیتروژن

**حالت اول - ماده آلی نیتروژن ندارد. طریقه Liebig -**

۱- Justus Liebig (۱۸۷۳-۱۸۵۳) دانشمند آلمانی که روش احتراق را در تجزیه مواد آلی تکمیل کرد و شیمی کشاورزی را پایه‌گذاری نمود.

لوله ، پراز جوش شیرین است (شکل ۶) وبقیه لوله مانند آزمایش پیش بترتیب از : اکسید مس ، ماده آلی ، اکسید مس ، و بالاخره مس ، پر شده است وچنانکه در شکل دیده می شود ، لوله خروج گاز وارد ظرف پر از محلول پتاس گردیده است . ظرف A و لوله متصل به آن برای همتراز کردن سطوح مایع در لوله مدرج و در ظرف A است تا فشارگاز محبوس در زیر لوله برابر فشار هوای خارج شود .

ابتدا قسمت جوش شیرین را حرارت می دهند تا  $CO_2$  تولید شده هوای موجود در لوله ها را خارج کند . پس از آنکه دیگر از ظرف محتوی پتاس حبایی برنخاست ، شیر بالای لوله را بسته ، شعله زیر جوش شیرین را خاموش و سایر شعله ها را روشن می کنند گازهایی که از لوله احتراق خارج می شوند همه جذب پتاس می - شوند و فقط نیتروژن و کمی بخار آب در زیر لوله مدرج جمع می گردد . اگر فشار گاز در لوله H و فشار حداکثر بخار آب در همان شرایط F باشد ، فشار نیتروژن H-F است . و اگر حجم گاز V و درجه حرارت آزمایشگاه نیز t باشد ، حجم نیتروژن در شرایط متعارفی از رابطه  $V_0 = \frac{V(H-F)}{P_0(1+at)}$  بدست می آید . بنابراین جرم نیتروژن از رابطه :

$$m_N = V_0 \cdot \frac{28}{22400} = \frac{V(H-F)}{76\left(1 + \frac{t}{273}\right)} \times \frac{14}{11200} \text{ گرم}$$

بدست خواهد آمد .

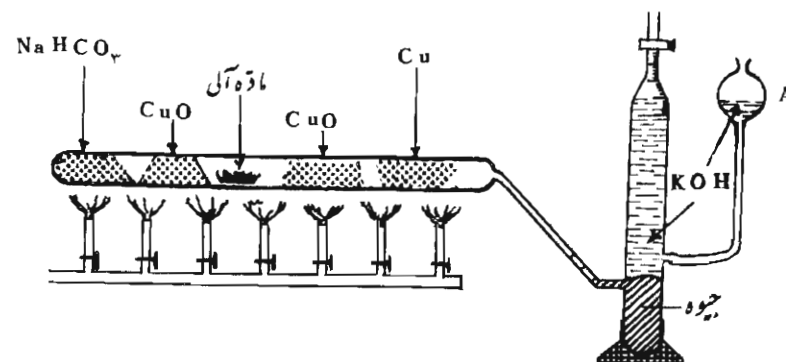
لوله ها قبل از آزمایش دقیقاً تعیین و بعد از آزمایش نیز معین می شود . افزایش وزن لوله های اسید جرم آب تولید شده و افزایش وزن ظروف پتاس و آهک سوددار ، جرم  $CO_2$  تشکیل شده از احتراق ماده آلی را تعیین می کند . جرم نیتروژن برابر  $\frac{2}{18}$  یا  $\frac{1}{9}$  جرم آب و جرم کربن  $\frac{12}{44}$  یا  $\frac{3}{11}$  جرم  $CO_2$  است .

$$m_C = \frac{3}{11} m_{CO_2} \quad \text{و} \quad m_H = \frac{1}{9} m_{H_2O}$$

**حالت دوم - ماده آلی نیتروژن نیز دارد -** در انتهای لوله احتراق ، مس خالص قرار می دهند تا ترکیبات اکسیژن دار نیتروژن ، اکسیژن خود را از دست بدهند و بدون جذب شدن در لوله های اسید و پتاس از آنها بگذرند و وارد هوا شوند .

## ۲ - تعیین مقدار نیتروژن

۱- اندازه گیری نیتروژن به روش دوم - انتهای مسدود



شکل ۶

۱ - Jean Babtiste André Dumas (۱۸۰۰-۱۸۸۴)

شیمیدان فرانسوی است . شهرت او بیشتر مربوط به روشهای تجزیه و عمل استخراج در مواد آلی است .

با نیترات نقره رسوب نمی‌دهند، ماده‌آلی را با سدیم، یا سود تکلیس می‌کنند تا هالوژنها به صورت ترکیبات معدنی درآیند. ترکیب حاصل را در آب حل می‌کنند و محلول حاصل را ابتدا با اسیدنیتريك می‌جوشانند تا سیانور و کربنات تشکیل شده تجزیه شوند. سپس یونهای هالوژن را با نیترات نقره، رسوب می‌دهند و از جرم رسوب یا از حجم نیترات نقره سنجیده‌ای که برای پایان واکنش لازم است، جرم هالوژن را حساب می‌کنند.

**د - تعیین مقدار S -** ماده‌آلی را با جوهرشوره غلیظ می‌جوشانند تا گوگرد موجود در آن به اسید سولفوریک تبدیل شود و اسید حاصل را می‌توان به سولفات باریم تبدیل کرد و از جرم این نمک جرم گوگرد را حساب کرد.

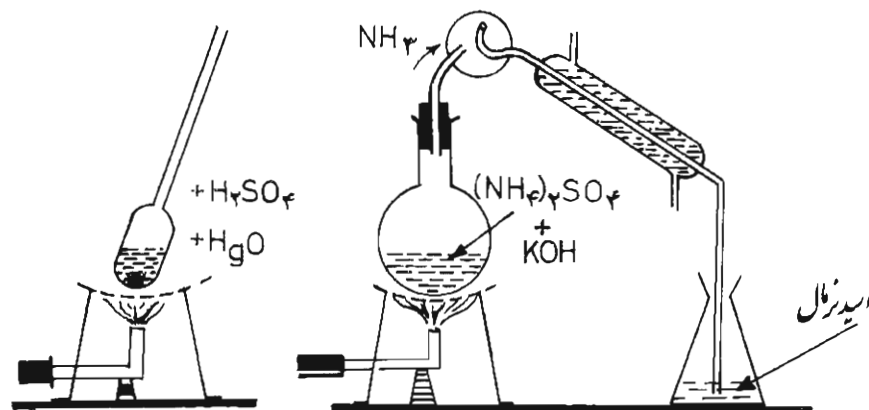
**ه - تعیین مقدار اکسیژن -** جرم کلیه عناصر موجود در  $m$  گرم ماده‌آلی را حساب کرده و مجموع را از  $m$  کم می‌کنیم. تفاضل اگر بیشتر از حدود اشتباهات آزمایش بود، دلیل بوجود اکسیژن در ماده‌آلی است و مقدار آن را بدست می‌دهد.

**پیدا کردن فرمول ساده و مولکولی ماده‌آلی -** به وسیله تجزیه کمی مقدار درصد هریک از عناصری که در ماده‌آلی موجود است تعیین می‌شود. حال می‌خواهیم نسبت ساده بین عددهای مختلف در یک ترکیب شیمیایی یعنی فرمول ساده آن را بدست آوریم. فرض کنید که از تجزیه یک ماده‌آلی شامل تیدروژن، کربن و اکسیژن نتایج زیر حاصل شده است:

کربن ۴۰٪، تیدروژن ۶٫۷٪ و در نتیجه مقدار اکسیژن آن

هرچند طریقه بالا در همه موارد قابل عمل است، ولی طولانی و کند است.

**۲ - اندازه گیری مقدار نیتروژن به روش کلدال -** ماده‌آلی مخصوصاً مواد پروتئینی را با اسید سولفوریک غلیظ و اکسید جیوه یا سولفات مس (به عنوان کاتالیزور) در ظرفی مطابق شکلهای ۷ و ۸ گرم می‌کنند. در این عمل نیتروژن ماده‌آلی به آمونیاک تبدیل شده و به وسیله اسید جذب می‌شود. وقتی این عمل تمام شد بر نتیجه آن پتاس افزوده گرم می‌کنند گاز آمونیاک حاصل می‌شود. گاز تولید شده را در مقداری محلول اسید به غلظت معین وارد می‌نمایند،



شکل ۷

شکل ۸

و با سنجش باقیمانده این اسید و بدست آوردن مقدار اسیدی که مصرف خنثی شدن آمونیاک شده، جرم نیتروژن ماده‌آلی را تعیین می‌کنند.

**ج - تعیین مقدار هالوژنها -** چون ترکیبات هالوژن دار آلی

آنها با هم برابر است. مثلاً  $C_6H_{12}O_6$ ،  $HCHO$  و  $CH_3COOH$  سه ماده متفاوت هستند که فرمول ساده آنها  $CH_2O$  است ولی عدد  $n$  در اولی ۶، در دومی ۱ و در سومی ۲ می باشد. برای آنکه عدد  $n$  در ماده مورد تجزیه مشخص شود و فرمول مولکولی آن بدست آید باید جرم مولکولی ماده را تعیین کنیم.

مثلاً اگر جرم مولکولی ماده مورد نظر برابر با ۱۵۰ باشد، در آن صورت:

$$(CH_2O)_n = 150$$

و در نتیجه  $n=5$  و فرمول مولکولی نیز  $C_5H_{10}O_5$  است.

با در دست داشتن جرم مولکولی ماده شیمیایی، بدون تعیین فرمول ساده آن، مستقیماً نیز می توان فرمول مولکولی آن را بدست آورد.

**مثال -** ماده شیمیایی از کربن، نیتروژن، اکسیژن و نیتروژن ساخته شده است و ترکیب درصد آن به قرار زیر است: کربن ۲۰٪، نیتروژن ۶۶٪، اکسیژن ۱۴٪، و نیتروژن ۱۶٪. در صورتی که بدانیم جرم مولکولی ماده شیمیایی برابر با ۶۰ است، فرمول مولکولی آن را معین کنید.

**حل -** فرمول مولکولی ماده شیمیایی را می توان به صورت  $C_xH_yO_zN_t$  نشان داد که در آن  $x$ ،  $y$ ،  $z$  و  $t$  بترتیب عدد اتمهای کربن، نیتروژن، اکسیژن و نیتروژن در یک مولکول ماده است. بنابراین جرم کربن، نیتروژن، اکسیژن و نیتروژن در هر مولکول

۳/۳٪ می باشد. واضح است که این اعداد نسبت مقادیر عناصر مذکور در صدگرم ماده آلی است. برای تعیین فرمول ساده، هر یک از مقادیر فوق را بر جرم اتمی عنصر مربوطه تقسیم می کنیم تا نسبت تعداد اتمهای آن عنصر بدست آید:

$$\begin{aligned} \text{تعداد نیتروژن} &= \frac{6/7}{1} = 6/7 \\ \text{تعداد اکسیژن} &= \frac{53/3}{16} = 3/33 \\ \text{تعداد کربن} &= \frac{40}{12} = 3/33 \end{aligned}$$

یعنی در مقابل ۳/۳۳ اتم کربن ۳/۳۳ اتم اکسیژن و ۶/۷ اتم نیتروژن در ماده آلی موجود است. اما می دانیم که تعداد اتمها نمی توانند اعداد کسری باشند و کمترین تعداد اتم عنصری که در ماده موجود است از یک کوچکتر نخواهد بود، پس اعداد مزبور را بر کوچکترین آنها تقسیم می کنیم، نزدیکترین عدد صحیح نماینده عدد اتمهای عنصر مربوطه خواهد بود:

$$\frac{3/33}{3/33} = 1 \quad \frac{6/7}{3/33} = 2 \quad \frac{3/33}{3/33} = 1$$

این نتیجه حاصل می شود که در مقابل هر اتم کربن یک اتم اکسیژن و ۲ اتم نیتروژن در ترکیب شیمیایی ماده مورد تجزیه وجود دارد و فرمول ساده آن  $CH_2O$  می باشد.

البته این اعداد بهیچ وجه تعداد اتمهای عناصر یک مولکول ماده مورد تجزیه را نشان نمی دهند زیرا تمام موادی که فرمول کلی آنها  $(CH_2O)_n$  است ترکیب درصد و همچنین نسبت تعداد عناصر

۳- ۵/۸۴ گرم از یک ماده آلی کلردار بر اثر احتراق ۵/۰۹ گرم آب و ۵/۴۴ گرم انیدرید کربنیک می‌دهد. از ۱ گرم این ماده نیز طبق دستور ۳/۴۲ گرم کلرور نقره بدست می‌آید. اولاً فرمول ساده این ماده را معین کنید. ثانیاً فرمول مولکولی آن را معین کنید در صورتی که بدانیم جرم مولکولی آن ۱۶۸ است. ج:  $CHCl_4$  و  $C_2H_4Cl_4$ .

۴- ترکیبی شامل کربن، نیتروژن و نیتروژن است. بر اثر احتراق آن ۳/۶۹۶ گرم  $CO_2$  و ۵/۸۸۲ گرم  $H_2O$  تولید می‌شود. برای تعیین نیتروژن این ماده به طریق دوما عمل می‌کنیم. از همان مقدار ماده ۱۵۷ سانتیمتر مکعب نیتروژن در شرایط متعارفی بدست می‌آید، فرمول ساده ماده را معین کنید. ج:  $C_6H_7N$ .

۵- ۵/۵۷۶ گرم از یک ماده آلی نیتروژن دارا می‌سوزانیم ۱/۲۹۲ گرم انیدرید کربنیک و ۵/۷۹۲ گرم آب بدست می‌آید. برای تعیین نیتروژن آن به طریق دوما عمل می‌کنیم از ۵/۴۶۲ گرم این ماده ۹۳/۷ سانتیمتر مکعب نیتروژن در فشار ۷۵۵ میلیمتر جیوه و دمای  $17^\circ C$  بدست می‌آید. فرمول ساده ماده را معین کنید. ج:  $C_2H_4N$ .

۶- برای تعیین نیتروژن یک ماده آلی به طریق کلدال عمل می‌کنیم و اسونیاک حاصل از ۵/۶۹۳ گرم آن ماده را در ۲۵ سانتیمتر مکعب اسیدسولفوریک نرمال وارد می‌کنیم. سپس حجم این محلول را با آب به ۲۵۰ سانتیمتر مکعب می‌رسانیم. ۲۵ سانتیمتر مکعب از این محلول با ۱۶/۴۴ سانتیمتر مکعب محلول سود دسی نرمال خنثی می‌شود. مقدار درصد نیتروژن این ماده را پیدا کنید.

ج: ۱۷/۳  
۷- ۱/۴۷۵ گرم از یک ترکیب شامل کربن، نیتروژن، اکسیژن و نیتروژن را می‌سوزانیم. ۲/۲ گرم انیدرید کربنیک و ۱/۱۲۵ گرم آب حاصل می‌شود. برای تعیین نیتروژن آن به طریق کلدال عمل می‌کنیم. اگر اسونیاک حاصل از ۵/۸۸۵ گرم این ماده را در ۲۰ سانتیمتر مکعب اسید سولفوریک نرمال وارد کنیم بقیه اسید با ۲۵ سانتیمتر مکعب محلول سود ۵/۲ نرمال

این ماده بترتیب  $12x$ ،  $y$ ،  $16z$  و  $14t$  است. در این صورت بین جرم ماده شیمیایی و جرمهای عناصر تشکیل دهنده آن این تناسب برقرار است:

گرم نیتروژن	گرم اکسیژن	گرم نیتروژن	گرم کربن	گرم ماده شیمیایی
۴۶/۶۶	۲۶/۶۸	۶/۶۶	۲۰	۱۰۰
۱۴t	۱۶z	y	۱۲x	۶۰
$t=2$	$z=1$	$y=4$	$x=1$	

در نتیجه فرمول مولکولی آن  $CH_4ON_4$  است.

در حالت کلی تناسب فوق را می‌توان به صورت زیر نمایش

داد:

$$\frac{m}{M} = \frac{m_C}{12x} = \frac{m_H}{y} = \frac{m_O}{16z} = \frac{m_N}{14t}$$

### مسئله

۱- فرمول ساده موادی را که از کربن، نیتروژن و اکسیژن تشکیل شده‌اند و ترکیب درصد کربن و نیتروژن آنها به قرار زیر است بدست آورید:

C	H
۵۴/۵۵%	۹/۰۲%
۶۲/۰۵%	۱۰/۳۴%
۶۶/۷۲%	۱۱/۰۵%
۶۹/۷۵%	۱۱/۶۲%

۴- ۵/۶۳۸ گرم از یک ترکیب آلی شامل کربن، نیتروژن و اکسیژن بر اثر احتراق کامل ۱/۴۵۲ گرم انیدرید کربنیک و ۵/۵۹۴ گرم آب تولید می‌کند. فرمول ساده این ماده را معین کنید. ج:  $C_3H_6O$

(M) مولکول گرم گاز اول و (M') مولکول گرم گاز دوم و d چگالی گاز اول به گاز دوم است).

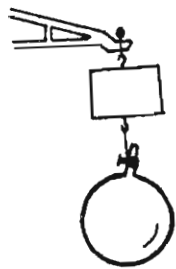
مثلاً چگالی گاز اکسیژن (O<sub>۲</sub>) به گاز هیدروژن (H<sub>۲</sub>) برابر با  $\frac{۳۲}{۲} = ۱۶$  است.

معمولاً چگالی گازها را نسبت به هیدروژن یا هوا معین می کنند. می دانیم که هوا مخلوطی از گازهای گوناگون است و جرم یک لیتر آن در شرایط متعارفی برابر با ۱/۲۹۳ گرم است. بنابراین چگالی هر گاز نسبت به هوا:

$$d = \frac{M}{۲۲,۴ \times ۱,۲۹۳} \approx \frac{M}{۲۹}$$

حال اگر چگالی یک گاز را نسبت به گاز دیگر، از جمله هوا، بدانیم، می توان جرم مولکولی آن گاز را بدست آورد. برای تعیین چگالی دو طریقه را ذکر می کنیم:

**طریقه ۱- طریقه دو ما -** این طریقه که برای مواد گازی شکل قابل اجراست، چنین است: یک بالون خالی از هوا را وزن می کنیم (شکل ۹) بعد آن را از هوا پر کرده افزایش جرم آن را به کمک ترازو معین می کنیم (m') و سپس هوای بالون را خالی کرده و آن را از گاز منظور، در همان شرایط از دما و فشار، پر کرده دوباره وزن و افزایش جرم را (m) معین می کنیم. خارج قسمت m به m'، چگالی گاز منظور نسبت به هوا خواهد



شکل ۹

$$d = \frac{m}{m'} \quad \text{بود. پس:}$$

خنثی می شود، فرمول ساده این ماده را معین کنید. ج:  $C_۷H_۵NO$   
**۸- ۵/۷۹** گرم از یک ترکیب آلی گوگرددار را طبق دستور به سولفات باریم تبدیل می کنیم، وزن سولفات باریم حاصل ۱/۱۶۵ گرم می شود، مقدار درصد گوگرد ماده آلی را حساب کنید. ج: ۲۵/۲۵

**۹- ۵/۳۹۵** گرم از ترکیبی شامل کربن، هیدروژن، اکسیژن و گوگرد بر اثر احتراق ۵/۶۶ گرم انیدرید کربنیک و ۵/۱۳۵ گرم آب می دهد. از ۱/۷۳۸ گرم این ماده طبق دستوری توان ۲/۵۶۳ گرم سولفات باریم بدست آورد. اولاً فرمول ساده ماده را معین کنید. ثانیاً فرمول مولکولی آن را معین کنید در صورتی که بدانیم جرم مولکولی آن ۱۵۸ است.

ج:  $C_۶H_۶SO_۳$

### تعیین جرم مولکولی راههای فیزیکی

**استفاده از چگالی یا دانسیته نسبی گازها -** می دانیم که نسبت جرم یک گاز به جرم همان حجم از گاز دیگر (در شرایط یکسان دما و فشار) چگالی گاز اول به گاز دوم است. از سوی دیگر طبق قانون آووگادرو<sup>۱</sup> حجم مولکولی گازها در شرایط یکسان دما و فشار باهم برابر است. بنابراین خواهیم داشت:

$$d = \frac{M}{M'}$$

۱- فرضیه Avogadro (۱۸۵۶ - ۱۷۷۶) دانشمند ایتالیایی که امروزه به صورت قانون بیان می شود عبارت از این است که حجمهای مساوی از گازهای مختلف در شرایط فشار و حرارت یکسان تعداد مولکولهایشان باهم برابر است.

در شرایط متعارفی ( $V_0$ ) از رابطه:

$$V_0 = \frac{V(H-F)}{76(1+\alpha t)}$$

بدست می‌آید و جرم آن:

$$m' = V \times \frac{1}{1000} \times \frac{H-F}{76} \times \frac{1}{(1+\alpha t)}$$

خواهد بود که  $1/293$  گرم يك لیتر هوا در دمای صفر و فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه و  $\alpha = \frac{1}{273}$  است. چون جرم همین حجم از ماده،  $m$  می‌باشد پس چگالی به حالت بخار ماده آلی نسبت به هوا از رابطه:  $d = \frac{m}{m'}$  محاسبه می‌شود.

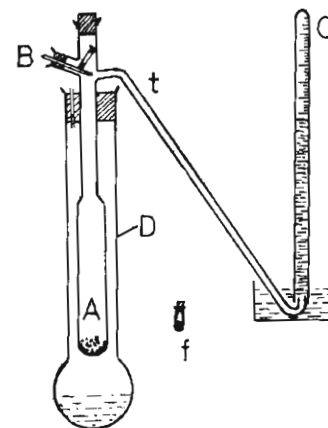
**تصوره -** برای آزمایش دقیق‌تر باید به جای پشتك از دستگاه گازسنج مانند شکل ۶ استفاده شود تا در پایان آزمایش بتوان فشار گاز داخل لوله و فشار هوای خارج را باهم کاملاً برابر کرد.

#### مسئله

- ۱- جرم يك لیتر گازی در شرایط متعارفی  $1/25$  گرم است. جرم مولکولی گاز را معین کنید.
- ج: ۲۸
- ۲- حجم  $0/1$  گرم بخار مایعی که به شرایط متعارفی برده شده است، ۳۲ سانتیمتر مکعب است. جرم مولکولی آن را معین کنید.
- ج: ۷۰
- ۳- چگالی گازی نسبت به هوا مساوی با ۲ است. جرم مولکولی این گاز را معین کنید.
- ج: ۵۸
- ۴- چگالی هریک از گازهای اکسیژن، هلیوم، امونیاک و متان رانست

طریقه ۲- طریقه مایو ۱- این طریقه برای تعیین چگالی به

حالت بخار مواد فرار قابل اجراست. مخزن طویل A که به لوله t متصل است (شکل ۱۰) به علت جوشیدن مایع ظرف D در دمای ثابت نگه‌داشته می‌شود. نقطه جوش مایع ظرف D باید بالاتر از نقطه جوش ماده مورد



شکل ۱۰

آزمایش باشد. هنگامی که از انتهای لوله خروج t در پشتك آب، حبابی برنخاست، لوله مدرج C را که پر از آب شده روی دهانه خروج گاز در پشتك قرار می‌دهیم و میله داخل چوب‌پنبه B را بیرون می‌کشیم در این صورت  $m$  گرم ماده آلی که در آمپول کوچک f قرار دارد، به پایین مخزن A می‌افتد. این ماده در مخزن به علت دمایی که از نقطه جوش آن بیشتر است، تبخیر می‌شود و حجمی از هوا را به داخل لوله C می‌راند. بدیهی است این حجم هوا مساوی حجم  $m$  گرم ماده آلی به حالت بخار می‌باشد. اگر حجم هوا در لوله مدرج،  $V_{cc}$  و دمای آزمایشگاه  $t^\circ$ ، فشار H هوا و  $F$  ماکزیمم فشار بخار آب در حرارت  $t^\circ$  باشد، حجم هوا

۱- Victor Meyer (۱۸۹۷-۱۸۴۸) دانشمند آلمانی که در مورد

ترکیبات نیترو و اکسیدها نیز کارهای زیادی انجام داده است.

باشد ، این تغییرات بیشتر است .

رائول با تحقیق دربارهٔ رابطهٔ نزول نقطهٔ انجماد و صعود نقطهٔ جوش محلولها و غلظت آنها به این نتایج رسید :

هر گاه يك مولکول گرم از هر مادهٔ غیر الکترولیت و غیر فرار در مقداری معین از حلالی حل شده باشد ، نقطهٔ انجماد حلال به مقداری معین پایین می آید و نقطهٔ جوش آن نیز به مقداری معین بالا می رود . مثلاً حل يك مولکول گرم گلیکول ( $C_2H_6O_2$ ) یا يك مولکول گرم مادهٔ غیر الکترولیت دیگر در ۱۰۰۰ گرم آب ، نقطهٔ انجماد آب را  $1/186^\circ C$  پایین می آورد و نقطهٔ جوش آن را  $0/52^\circ C$  بالا می برد . همچنین اگر يك دهم مولکول گرم گلیکول یا يك دهم مولکول گرم گلیسرین ( $C_3H_8O_3$ ) را در همان مقدار آب (۱۰۰۰ گرم) حل کنیم ، نقطهٔ انجماد آب  $0/186^\circ C$  پایین می آید و نقطهٔ جوش آن  $0/52^\circ C$  بالا می رود . یعنی نزول نقطهٔ انجماد یا صعود نقطهٔ جوش حلال به غلظت مولکولی مادهٔ حل شده بستگی دارد . قوانین رائول را می توان به صورت این رابطه بیان کرد :

$$\Delta t = \frac{K}{m} \times \frac{m}{M}$$

که در آن  $\Delta t$  نزول نقطهٔ انجماد (یا صعود نقطهٔ جوش) حلال ،  $m$

- ۱- باید دانست که منظور از غلظت مولکولی در اینجا عدهٔ مولکول-گره های مادهٔ حل شده در ۱۰۰۰ گرم حلال است که آن را مولالیت می نامند . عدهٔ مولکول گرهای مادهٔ حل شده در ۱۰۰۰ سانتیمتر مکعب محلول مولالیت نامیده می شود .

به گاز ئیدروژن حساب کنید . ج :  $16, 2, 8/5$  و  $8$

۵- مخلوطی از ۴۰ درصد حجمی گازیترژن و ۶۰ درصد حجمی گاز اکسیژن تشکیل یافته است . چگالی این مخلوط را نسبت به گاز ئیدروژن حساب کنید . ج :  $15/2$

۶- چگالی مخلوط دوگاز متان و اکسیژن نسبت به ئیدروژن برابر با ۱۴ است . درصد حجمی اجزای مخلوط را حساب کنید .

ج :  $25\%$  و  $75\%$

۷- ۶۰۰ سانتیمتر مکعب بخار بنزن در دمای  $87^\circ C$  و فشار ۶۲۴ میلیمتر جیوه  $1/3$  گرم جرم دارد . جرم مولکولی بنزن را معین کنید . ج : ۷۸

۸- پنتاکلورور فسفر در دمای  $162^\circ C$  بخار می شود و در دمای بیشتر بتدریج به  $PCl_5$  و  $Cl_2$  تجزیه می شود . چگالی مخلوط گازی شکل در حال تعادل  $(PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2)$  در  $180^\circ C$  نسبت به هوا تقریباً ۵ است . درصد مولکولهای تجزیه شده پنتاکلورور فسفر را در این دما معین کنید . ج : تقریباً  $44\%$

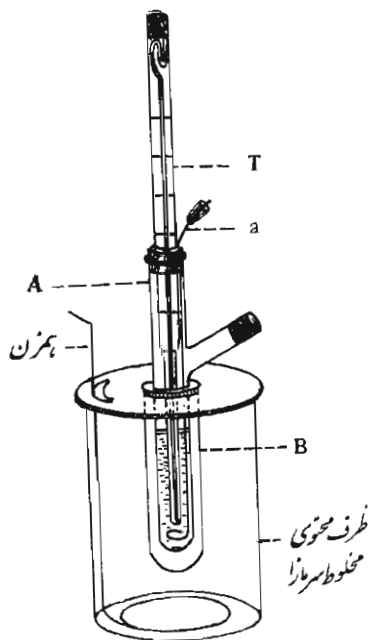
**قوانین رائول ۱-** می دانید که هر مادهٔ خالص دارای نقطهٔ

جوش و نقطهٔ انجماد ثابت است . مثلاً آب ، در فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه ، در دمای  $0^\circ C$  یخ می بندد و در  $100^\circ C$  بجوش می آید . از سوی دیگر دمای انجماد و جوش هر مادهٔ خالص مایع تا زمانی که تمام آن منجمد نشده و یا بخار نشده است ، همچنان ثابت می ماند . اما اگر ماده ای دیگر را در آن حل کنیم ، نقطهٔ جوش حلال بالا می رود و نقطهٔ انجماد آن پایین می آید . هر چه غلظت محلول بیشتر

۱- **Francois Marie Raoult** فیزیکدان و شیمیدان فرانسوی

(۱۸۳۰-۱۹۰۱) .





در ظرف محتوی مخلوط سرمازا (یخ و نمک یا یخ و نوشادر یا مایع فرار و غیره) قرار می دهند و در قسمت A دماسنج T و مفتول همزن a را وارد می کنند. از روی نقطه انجماد را می خوانند و از حرکت دادن a برای از بین بردن تأخیر در انجماد استفاده می کنند. گاهی حرکت دادن مایع با میله a کافی نیست، بلکه لازم است که بلورهایی از حلال به محیط اضافه کنند تا این تأخیر در انجماد از بین برود.

شکل ۱۱- تعیین نزول نقطه انجماد

در آزمایش اول نقطه انجماد حلال خالص را می خوانند ( $t_1$ ) و بعد لوله را گرم می کنند تا حلال ذوب شود. مایع حلال را خارج نموده و محلولی از  $20/0$  تا یک گرم ماده شیمیایی مورد آزمایش، درصد گرم حلال تهیه و در لوله می ریزند و مجدداً شروع نقطه انجماد را می خوانند ( $t_2$ ). بنابراین تفاوت دو نقطه انجماد در دو آزمایش را  $\Delta t = t_1 - t_2$  است.

باید دانست که میزان الحرارة T معمولاً تا  $\frac{1}{20}$  یا  $\frac{1}{50}$  درجه مدرج است و تفاوت های جزئی را بدست می دهد.

جرم ماده حل شده، M مولکول گرم ماده حل شده و  $m'$  جرم حلال است. ضریب ثابت است و فقط به نوع حلال بستگی دارد. توجه کنید که  $\frac{m}{M}$  عدد مولکول گرمهای ماده حل شده را نشان می دهد.

برای تعیین ضریب K یک حلال، مقداری معین (m گرم) از ماده ای را که جرم مولکولی (M) آن معلوم است، در مقداری معین از حلال ( $m'$  گرم) حل می کنیم،  $\Delta t$  را نیز به کمک آزمایش معین می کنیم و در رابطه بالا قرار می دهیم، K بدست می آید. حال با درست داشتن K، مقدار ماده حل شده، مقدار حلال و اندازه نزول نقطه انجماد (یا صعود نقطه جوش) حلال می توان جرم مولکولی ماده حل شده را محاسبه کرد.

**تبصره** - باید دانست که قوانین راول هم مانند قانون آوو-گادرو تقریبی است و بنابراین جرم مولکولی مواد که با این روشها معین می شود، ممکن است تا چند واحد با مقدار حقیقی تفاوت داشته باشد. ولی چنانکه خواهیم دید از همین مقادیر تقریبی نیز می توان نتایج درست بدست آورد.

قوانین راول برای تعیین جرم مولکولی مواد شیمیایی وقتی صادق است که: حلال و ماده حل شده اثر شیمیایی بر یکدیگر نداشته باشند، محلول حاصل یونیزه نباشد، محلول به اندازه کافی رقیق باشد و بعلاوه ماده حل شده فرار نباشد.

**تعیین نزول نقطه انجماد - روش کار** - مایع حلال را در ظرف A (شکل ۱۱) ریخته و آن را در لوله بزرگ B و همه آنها را

## جدول ضریب افزایش نقطه جوش

نقطه جوش	K	مایع
۱۰۰°C	۵۲۰	آب
۱۱۸	۳۰۰۰	اسید استیک
۵۶	۱۷۲۰	استن
۸۰	۲۵۷۰	بنزن
۳۴/۸	۲۱۲۰	اتر
۱۸۲	۳۶۰۰	فل

## مسئله

۱- از حل ۳۰ گرم گلوکز در هزار گرم آب، نقطه انجماد آب ۰/۳۱ درجه کاهش می‌یابد. جرم مولکولی گلوکز را حساب کنید. ( $K = 1860$ ) آب

ج: ۱۸۰

۲- محلول ۴۰ درصد الکل اتیلیک ( $C_2H_5OH$ ) در آب تقریباً در چه درجه منجمد می‌شود؟

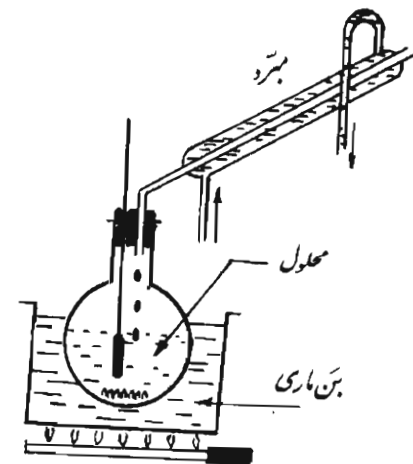
ج: تقریباً  $27^\circ C$  -  
 ۳- آب و الکل اتیلیک را به چه نسبت وزنی مخلوط کنیم تا مخلوط در حدود  $20^\circ C$  - یخ ببندد؟

ج: نسبت وزن آب به وزن الکل تقریباً مساوی  $\frac{2}{1}$  است.

۴- در رادیاتور اتومبیل ۹ لیتر آب ریخته‌اند و ۲ لیتر الکل متیلیک ( $CH_3OH$ ) ( $D = 0.8$ ) به آن افزوده‌اند. پایین‌ترین دمای ممکن که می‌توان اتومبیل را بدون ترس از یخ بستن آب رادیاتور در هوای آزاد قرار داد، کدام است؟

ج: در حدود  $10^\circ C$  -

تعیین صعود نقطه جوش - روش کار - از شکل ۱۲ می‌توان راه کار را دریافت. در این آزمایش مبرد برای جلوگیری از خروج حلال است، زیرا خروج حلال سبب تغییر عیار محلول می‌شود. ابتدا حلال خالص را در ظرف ریخته و نقطه جوش آن را اندازه می‌گیریم ( $t_1$ ) و سپس مقدار معینی از ماده مورد نظر را در مقدار معینی از حلال حل کرده و بار دیگر نقطه جوش آن را اندازه می‌گیریم ( $t_2$ ). تفاوت این دو مقدار با لافتن نقطه جوش



شکل ۱۲

حلال را نشان می‌دهد:

در قرع مقداری شن قرار داده‌اند تا حرکت آنها از بروز حالت غیرعادی و تأخیر در جوش جلوگیری کند.  
 جدول ضریب نزول نقطه انجماد

نقطه انجماد در فشار متعارفی	K	مایع
$0^\circ C$	۱۸۶۰	آب
$16/5^\circ C$	۳۹۰۰	اسید استیک
$5/5^\circ C$	۵۲۰۰	بنزن
$5/17^\circ C$	۶۹۰۰	نیترو بنزن
$176/4^\circ C$	۴۰۰۰۰	کافور

۵- محلولی دارای ۲/۷ گرم فنل معمولی ( $C_6H_5OH$ ) در ۷۵ گرم بنزن در دمای  $3/5^\circ C$  شروع به انجماد می‌کند. در صورتی که بنزن خالص در  $5/5^\circ C$  منجمد می‌شود. ضریب ثابت نزول نقطه انجماد بنزن را حساب کنید.

۶- نزول نقطه انجماد محلولی را که دارای ۰/۲ مولکول گرم ماده حل شده در هزار گرم بنزن است، حساب کنید. ج:  $1/04^\circ C$

۷- از حل ۱۵ گرم کلروفرم در ۴۰۰ گرم اتر متعارفی، نقطه جوش اتر  $5/665^\circ C$  درجه افزایش می‌یابد. جرم مولکولی کلروفرم را حساب کنید. ج:  $119/5$  (K=۲۱۲۰ اتر)

۸- از حل ۸/۹ گرم آنتراسن ( $C_{14}H_{10}$ ) در ۲۰۰ گرم الکل اتیلیک، نقطه جوش الکل  $0/29^\circ C$  بالا رفته است. ضریب ثابت صعود نقطه جوش الکل را معین کنید. ج: ۱۱۶۰

۹- از حل ۳/۲۴ گرم گوگرد در ۴۰ گرم بنزن، نقطه جوش بنزن  $0/81^\circ C$  بالا می‌رود. فرمول مولکولی گوگرد را مشخص کنید. ج:  $S_8$  (K=۲۵۷۰ بنزن)

۱۰- از حل ۵ گرم ماده شیمیایی در ۲۰۰ گرم آب، محلولی بدست آمده است که جریان برق را هدایت نمی‌کند و در دمای  $1/55^\circ C$  - یخ می‌بندد. جرم مولکولی این ماده را معین کنید. ج: ۳۰

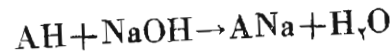
### راههای شیمیایی برای تعیین جرم مولکولی مواد آلی

از راههای شیمیایی هنگامی استفاده می‌شود که بتوان تعداد یکی از عوامل را در مولکول ماده آلی تعیین نمود. مثلاً چنانچه بدانیم که اسیدی دارای یک عامل اسیدی است کافی است مقدار معینی از آن را با محلول سود خنثی کنیم، واضح است که مقداری از

اسید که با یک مولکول گرم سود خنثی می‌شود مساوی با مولکول گرم آن می‌باشد.

مثال ۱- ۰/۶ گرم از اسیدی که یک عامل اسیدی در مولکول دارد با ۰/۴ گرم سود خنثی می‌شود، جرم مولکولی آن را حساب کنید.

حل: چون اسید یک عامل اسیدی دارد پس فرمول خنثی شدن آن را می‌توان به صورت زیر نوشت:



وچنین نتیجه می‌شود که یک مولکول اسید بایک مولکول سود خنثی می‌شود پس می‌نویسیم:

گرم اسید	گرم سود
۰/۶	۰/۴
x	۴۰
$x = 60$	

یعنی جرم مولکولی اسید ۶۰ می‌باشد.

مثال ۲- اسیدی است یک ظرفیتی و چون نمک نقره این اسید را تجزیه کنیم، می‌بینیم که نسبت جرم نقره به جرم نمک  $0/64$  است، جرم مولکولی اسید را تعیین کنید.

حل: اگر جرم مولکولی اسید M فرض شود، چون اسید یک عامل اسیدی دارد، رابطه زیر برقرار است:

$$\frac{108}{M-1+108} = 0/64$$

واز آنجا :

$$M \approx 60$$

## مسئله

- ۱- ۹/۹۶ گرم نمک نقره يك اسید دی بازیک آلی را سوزانده ایم ،  
۶/۴۸ گرم نقره به جا مانده است . جرم مولکولی اسید را حساب کنید .  
ج : ۱۱۸
- ۲- در مولکول يك اسید آلی فقط يك اتم ئیدروژن قابل استخلاف  
یافتل وجود دارد . ۱۴/۴۸ گرم از نمک نقره این اسید را می سوزانیم ،  
۸/۶۴ گرم نقره به جا می ماند . جرم مولکولی اسید را حساب کنید .  
ج : ۷۴
- ۳- فرمول مولکولی نمک نقره يك اسید آلی  $(CH_2)_x(COOAg)_y$   
است . از سوزاندن ۳۶/۵۲ گرم این نمک ۲۳/۷۶ گرم نقره باقی مانده است .  
مقدار x را معین کنید .  
ج : ۲
- ۴- يك باز آلی B با اسید کلروپلاتینیک ترکیبی به فرمول  
 $B_2 \cdot H_4 \cdot PtCl_6$  تولید می کند . از ۵/۵ گرم این ماده پس از سوزاندن ۱۹۵/۵  
گرم پلاتین به جا می ماند . جرم مولکولی B را معین کنید .  
ج : ۴۵
- ۵- ۲/۱۷ گرم يك اسید يك ظرفیتی با ۲۰ سانتیمتر مکعب محلول  
سود نرمال خنثی می شود . جرم مولکولی اسید را معین کنید .  
ج : ۱۰۸/۵
- ۶- نسبت جرم سدیم به جرم نمک سدیم يك اسید يك ظرفیتی ۲۸/۵  
است . جرم مولکولی اسید را معین کنید .  
ج : ۶۰
- ۷- برای خنثی کردن ۲/۲۵ گرم يك اسید دو ظرفیتی ۲۰ سانتیمتر -  
مکعب محلول ۲/۵ مولکول گرم در لیتر KOH بکار رفته است . جرم  
مولکولی اسید را معین کنید .  
ج : ۹۰

## مسئله های کلی

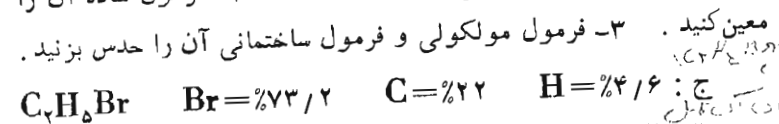
$$۱- ۰/۳۵۴ \text{ گرم از يك ماده آلی نیتروژن دار را می سوزانیم } ۰/۷۰۲$$

گرم انیدرید کربنیک و ۴۸۶/۵ گرم آب بدست می آید . نیتروژن همان مقدار  
ماده آلی در شرایط متعارفی ۶۷/۲ سانتیمتر مکعب حجم دارد . چگالی به  
حالت بخار این ماده نسبت به ئیدروژن ۲۹/۵ است . فرمول مولکولی این  
ماده را معین کنید .



۲- از يك گرم ماده آلی برم دار ۸۰۷/۵ گرم انیدرید کربنیک ، ۴۱۳/۵  
گرم آب و ۱/۷۲ گرم برمورنقره می توان تولید کرد . ۱- مقدار درصد کربن ،  
ئیدروژن و برم را در ماده آلی مزبور پیدا کنید . ۲- فرمول ساده آن را

معین کنید . ۳- فرمول مولکولی و فرمول ساختمانی آن را حدس بزنید .



۳- از احتراق ۱/۲۸ گرم از يك ماده آلی ۴/۴ گرم  $CO_2$  و ۰/۷۲  
گرم آب بدست آمده است . از طرف دیگر از حل کردن ۱/۲۸ گرم از ماده  
مزبور در ۲۵۷ گرم بنزن نقطه غلیان ۵/۱ درجه اضافه شده است . معین کنید :

اولاً وزن مولکولی ، ثانیاً فرمول مولکولی ماده آلی را ( برای بنزن  
 $K = 2570$  ) .



۴- به کمک اکسید سس ۱/۸ گرم ماده آلی را سوزاندیم . در نتیجه  
۲/۶۴ گرم  $CO_2$  و ۱/۰۸ گرم آب بدست آمده است . از طرف دیگر چگالی  
به حالت بخار ماده نسبت به هوا ۳/۱۲۵ است . فرمول مولکولی ماده و  
جرم اکسید سس بکار رفته را تعیین کنید .



۵- ۵/۴۵ گرم از يك ماده آلی را تجزیه نمودیم . اضافه وزن لوله  
پتاس ۵/۴۴ گرم و اضافه وزن لوله اسید سولفوریک ۵/۰۹ گرم است . از طرف  
دیگر می دانیم که این ماده اسیدی است دو ظرفیتی و ۱/۲۴ گرم ملح امونیم  
آن با پتاس ، ۵/۳۴ گرم اسونیاك می دهد . معین کنید : اولاً وزن مولکولی  
ماده مزبور ، ثانیاً فرمول مولکولی آن را .



۶- جرم مولکولی يك ترکیب آلی مساوی با ۶۵۰ است . تجزیه  
شیمیایی نشان می دهد که این ماده دارای ۲/۹۱ درصد گوگرد است . آیا

تجزیه بدرستی انجام گرفته است ؟

۷-  $0/314$  گرم از يك ماده آلی کلردار را می سوزانیم . در نتیجه  $0/229$   $CO_2$  و  $0/134$  بخار آب در شرایط متعارفی می دهد. از طرف دیگر  $0/785$  گرم از همین ماده را اختیار نموده مطابق دستور عمل می کنیم. جرم رسوب کلرور نقره  $1/435$  گرم می گردد .

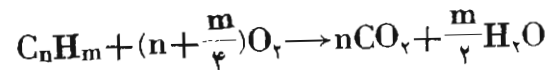
در صورتی که بدانیم مولکول ماده مزبور يك اتم کلر بیشتر ندارد ، معین کنید فرمول مولکولی آن را .  
ج :  $C_4H_3OCl$

۸- از احتراق  $0/0663$  گرم ماده آلی گوگرددار  $0/0621$  گرم انیدرید کربنیک و  $0/0381$  گرم آب حاصل شده است. از طرف دیگر از  $0/098$  گرم این ترکیب طبق دستور  $0/486$  گرم سولفات باریم بدست می آید. برای تعیین چگالی به حالت بخار این ماده  $0/205$  گرم از آن را در دستگاه ویکتور-مایر قرار می دهیم و طبق دستور عمل می کنیم بخار این ماده حجم هوایی برابر با  $52/6$  سانتیمتر مکعب را زیر سرپوش می راند . دما  $20^\circ C$  و فشار  $773$  میلیمتر جیوه و فشار ماکزیمم بخار آب در  $20^\circ C$  ،  $17$  میلیمتر جیوه است. فرمول مولکولی این ماده را معین کنید .  
ج :  $C_4H_6S_4$

طریقه اودیومتری برای تعیین فرمول ئیدروکربورهای گازی  
برای تعیین فرمول مولکولی ئیدروکربورهای گازی شکل از طریقه اودیومتری استفاده می کنند. برای این کار ،  $V$  حجم از ماده را با  $V_1$  حجم اکسیژن در اودیومتر وارد می کنند ( اودیومتر لوله مدرجی است که در آن دو مفتول پلاتینی قرار دارد و می توان هنگام مقتضی بین دو مفتول جرقه الکتریکی تولید کرد). پس از برقراری جرقه ئیدروکربور سوخته آب و  $CO_2$  حاصل می شود ولی پس از سرد شدن اودیومتر ، آب متکاثف می شود و  $CO_2$  و  $O_2$  زیادی باقی

می ماند .  $CO_2$  به وسیله پتاس جذب می شود و  $O_2$  باقیمانده هم به وسیله فسفر قابل جذب است . بنابراین با دو خاصیت اخیر حجم  $CO_2$  حاصل ( $V_2$ ) و حجم  $O_2$  باقیمانده ( $V_3$ ) را می توانیم حساب کنیم. بدیهی است که حجم اکسیژن مصرف شده  $V_1 - V_3$  خواهد بود .

فرض می کنیم که فرمول مولکولی ماده  $C_nH_m$  باشد پس فرمول معادله سوختن کامل آن



خواهد بود .

مطابق فرضیه آووگادرو : نسبت بین تعداد مولکولها مساوی است بانسبت بین حجمها . بنابراین :

$$\frac{1}{V} = \frac{n + \frac{m}{4}}{V_1 - V_3} = \frac{n}{V_2}$$

از حل دو معادله مزبور ،  $m$  و  $n$  بدست می آید .

چنانکه ملاحظه می شود در این طریقه لازم نیست که جرم مولکولی تقریبی ماده را داشته باشیم . بدیهی است که حل مزبور برای ماده دو عنصری است .

#### مسئله

۱-  $15$  سانتیمتر مکعب از يك ئیدروکربورگازی شکل برای احتراق کامل  $30$  سانتیمتر مکعب اکسیژن لازم دارد و  $15$  سانتیمتر مکعب انیدرید-

و ۴۰ سانتیمتر مکعب از حجم آنها کم شده است فرمول مولکولی ئیدروکربور را معین کنید .

ج :  $C_4H_4$

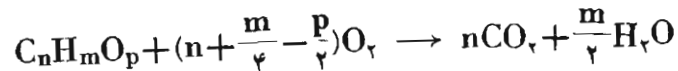
۷- ترکیبی است به فرمول  $C_xH_yO_z$  . یک حجم از بخار این ماده با سه حجم اکسیژن دو حجم انیدرید کربنیک و سه حجم بخار آب می دهد (در شرایط فشار و حجم یکسان). فرمول مولکولی آن را معین کنید .

ج :  $C_7H_6O$

۸- ۱۰ سانتیمتر مکعب ماده گازی شکلی که شامل کربن ، ئیدروژن و اکسیژن است با ۲۵ سانتیمتر مکعب اکسیژن در آب سنج ۲۰ سانتیمتر مکعب انیدرید کربنیک و ۲۰ سانتیمتر مکعب بخار آب بوجود آورده است. فرمول مولکولی آن چیست ؟

ج :  $C_7H_4O$

راهنمایی - برای حل مسئله های ۷ و ۸ می توانید معادله سوختن را به صورت زیر بنویسید :



و مانند قبل عدده اتمها در مولکول را معین کنید .

کربنیک تولید می کند . فرمول مولکولی ئیدروکربور را معین کنید .

ج :  $CH_4$

۲- از احتراق یک ئیدروکربور گازی شکل با مقدار کافی اکسیژن در یک آب سنج گازهایی بدست می آید که حجم آن ۹ برابر حجم ئیدروکربور است. دوسوم این گازها قابل جذب پتاس است و بقیه بر اثر سرد شدن متراکم شده به آب تبدیل می شود . فرمول مولکولی این ئیدروکربور را معین کنید .

ج :  $C_6H_6$

۳- ۲۲ سانتیمتر مکعب از ئیدروکربور گازی شکل را با ۷۰ سانتیمتر مکعب اکسیژن در آب سنجی محترق می کنیم. گازهای حاصل را سرد کرده به دمای اتاق می رسانیم . در این صورت حجم گازها ۴۸ سانتیمتر مکعب می شود که ۴۴ سانتیمتر مکعب آن قابل جذب پتاس و بقیه اکسیژن است . فرمول مولکولی این ئیدروکربور را معین کنید .

ج :  $C_4H_4$

۴- ۱۰ سانتیمتر مکعب ئیدروکربور گازی شکل را با ۵۰ سانتیمتر مکعب اکسیژن در آب سنج وارد کرده و محترق ساخته ایم . حجم گازهای موجود در ظرف پس از سرد شدن و رسیدن به دمای معمولی اتاق ۴۰ سانتیمتر مکعب شده است که ۱۰ سانتیمتر مکعب آن قابل جذب پتاس است و بقیه در محلول قلیایی پیروگالول حل می شود. فرمول مولکولی ئیدروکربور را معین کنید .

ج :  $CH_4$

۵- ۱۰ سانتیمتر مکعب ئیدروکربور گازی شکل را با ۴۷ سانتیمتر مکعب اکسیژن مخلوط کرده و در آب سنج منفجر ساخته ایم . ۳۰ سانتیمتر مکعب از گازهای حاصل قابل جذب پتاس و ۲ سانتیمتر مکعب آن اکسیژن است . فرمول مولکولی ئیدروکربور را معین کنید .

ج :  $C_3H_6$

۶- ۲۰ سانتیمتر مکعب از یک ئیدروکربور گازی شکل را با ۱۰۰ سانتیمتر مکعب اکسیژن در آب سنج منفجر ساخته ایم . حجم گازها در دمای اتاق ۸۰ سانتیمتر مکعب شده است . این گازها را از محلول پتاس عبور داده ایم

## فصل دوم

تعیین نشده ولی کمتر از  $1.3 \times 10^{-10}$  cm می باشد. الکترونهاى هراتم با سرعتی فوق العاده زیاد ( الکترون اتم ئیدروژن با سرعتی نزدیک به  $\frac{1}{100}$  سرعت سیرنور) برگرد هسته می گردند. الکترون ضمن گردش به دور هسته، مانند کره زمین، به دور محور خود نیز می چرخد.

تمام الکترونهاىی که در اطراف هسته يك اتم قرار گرفته اند آرایش معینی دارند که، گرچه مستقیماً مشاهده پذیر نیست ولی با آزمایشهای مختلف بخصوص با تحقیقات مربوط به طیف عناصر می توان اطلاعاتی از آن بدست آورد.

راتر فرد، دانشمند انگلیسی، در ضمن تحقیقاتی که درباره اتم می کرد به پدیدههایی برخورد که برای توجیه آنها لازم بود مدل ساختمانی خاصی برای اتم در نظر بگیرد. در مدل اتمی راتر فرد که به سال ۱۹۱۱ پیشنهاد شد، اتم از يك هسته مرکزی سنگین تشکیل یافته است که بار الکتریکی مثبت دارد و برگرد آن الکترونها، در فواصل نسبتاً دور از آن، با سرعت بسیار زیاد در گردشند. این مدل که به مدل منظومه شمسی شباهت داشت اساس تمام نظریه های جدید درباره ساختمان اتم قرار گرفت.

اشکال اساسی مدل راتر فرد این بود که از لحاظ دینامیک با قوانین مکانیک نیوتونی سازگاری پیدا نمی کرد. می دانید که حرکت سیارات منظومه شمسی بر اساس نیروی جاذبه و با قوانین مکانیک توضیح پذیر است، و سیارات می توانند بر هر مدار مستدیری برگرد خورشید دوران کنند و در این حرکت دورانی نیروی گریز از مرکز مانع «سقوط» آنها در خورشید می شود. اما در مورد اتم که دستگاهی است الکتریکی، الکترونی که در حال دوران است، چون در یک میدان الکتریکی (یا مغناطیسی) حرکت می کند، بنابراین قوانین الکتریسیته جاری (که در زمان راتر فرد شناخته شده بود) پیوسته باید انرژی از دست بدهد و ماریچ و ار

## مختصری درباره ساختمان اتمی و پیوندهای شیمیایی

**مقدمه** - در سال چهارم مختصری از ساختمان اتم را آموختیم. دانستیم که هراتم از اجزایی به نام پروتون، نوترون و الکترون تشکیل شده است که پروتونها و نوترونها در مرکز اتم قسمتی به نام هسته را تشکیل می دهند و الکترونها که تعدادشان مساوی پروتونهاست در اطراف هسته می گردند. همچنین دانستیم که خواص فیزیکی و شیمیایی عناصر با ساختمان اتمی آنها ارتباط مستقیم دارد، و به همین دلیل همه جا برای توضیح خواص مواد، بخصوص خواص شیمیایی آنها ابتدا به ساختمان اتمی عناصر توجه می شد. بدین ترتیب در سالهای چهارم و پنجم ارتباط خواص فلزی و غیر فلزی عناصر، تئوری الکترووالانس و کووالانس، یونیزاسیون، اکسیداسیون واحیا و خواص تناوبی عناصر را با ساختمان اتمی عناصر دیدیم. اکنون برای توضیح خواص مواد آلی باید درباره ساختمان اتمی عناصر و بخصوص **اتم کربن**، و اتصالهای آنها مطالعه بیشتری بکنیم. در شیمی البته الکترون برای ما مهمتر است، به همین جهت فقط به بحث در مورد وضع الکترونها می پردازیم.

## ساختمان الکترونی اتمها - الکترون ذره ای است که جرم آن

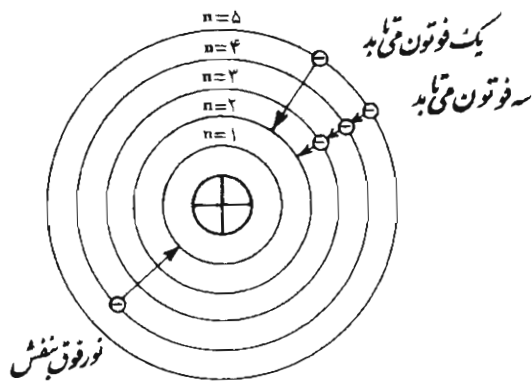
$\frac{1}{1837}$  جرم اتم ئیدروژن، یا  $9.107 \times 10^{-28}$  گرم می باشد. دارای بار الکتریکی منفی است که مقدار آن  $1.65 \times 10^{-19}$  کولن است. قطر آن

۱- بنا بر تئوری ماکسول وقتی که الکترونها در حرکت می باشند امواج

الکترومغناطیسی منتشر می کنند.

مجاز دیگر می‌رود. در این صورت می‌گویند الکترون «تحریک» شده است، ولی این حالت تحریک شدگی ناپایدار است و الکترون به مدار پایین‌تر (سطح انرژی پایین‌تر) باز می‌گردد. الکترون در این بازگشت مقداری انرژی از دست می‌دهد که به صورت نور منتشر می‌شود. بور استدلال کرد که اگر الکترونی از مدار بالاتر به مدار پایین‌تر بیفتد موجب تابش یک کوانتم انرژی می‌شود که درحقیقت یک فوتون انرژی نورانی است. بنابراین اگر  $E_n$  انرژی الکترون در مدار پایین‌تر و  $E_p$  همان الکترون در مدار بالاتر باشد، انرژی فوتون تابش  $E_p - E_n$  خواهد بود. طبق رابطه پلانک انرژی فوتون با تواتر امواج نور تابش متناسب است  $\nu = E_p - E_n / h$ . در این رابطه  $h$  عدد ثابتی است که به ثابت پلانک معروف است و  $\nu$  تواتر یا فرکانس نور می‌باشد.

سال گذشته در فیزیک خوانده‌اید که نور به صورت موج منتشر می‌شود و امسال در فیزیک می‌خوانید که هر حرکت موجی دارای تواتر معینی است و



شکل ۱۳

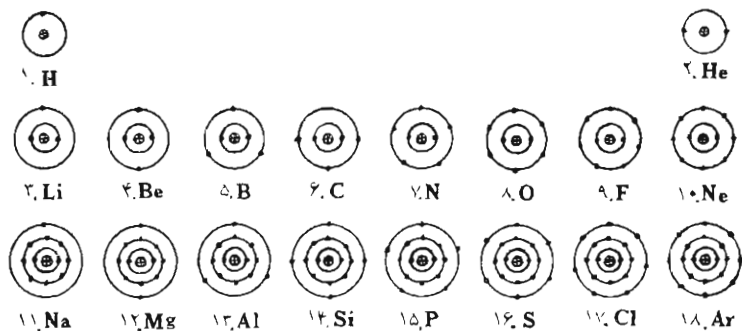
جنس نورهای مختلف به همین تواتر بستگی دارد. در رابطه پلانک نیز می‌بینید که انرژی فوتون نور با تواتر آن متناسب است، یعنی هرچه انرژی فوتون

درهسته اتم فروافتد، و حال آنکه چنین چیزی مشاهده نمی‌شود. این بود که نیلز بور (Niels Bohr)، فیزیکدان دانمارکی، به سال ۱۹۱۳ اصلاحاتی در مدل اتمی را تر فرد پیشنهاد کرد تا این ناسازگاری از میان برداشته شود. بنابر تئوری بور، الکترونها فقط «مجاز» هستند که بر مدارهای خاصی حرکت کنند. مادام که بزرگ مدار «مجاز» حرکت می‌کنند نه انرژی جذب می‌کنند و نه انرژی می‌دهند. الکترون بر هر مدار مجازی که حرکت می‌کند انرژی معینی دارد. چنانچه الکترونها بر اثر عواملی (مثلا گرم شدن) انرژی بدست آورند، از مسیر خود «می‌جهند» و بر مدار بالاتری (که مربوط به انرژی بیشتر است) قرار می‌گیرند. بالعکس چنانچه از مدار بالاتر به مدار پایین‌تر (که مربوط به انرژی کمتر است) بیفتند مقداری انرژی از دست می‌دهند.

واضح است که این مطالب با قوانین مکانیک نیوتونی قابل توضیح نمی‌باشد. درحقیقت «بور» برای بیان تئوری خود از تئوری کوانتمی تشعشع که به وسیله ماکس پلانک در سال ۱۹۰۱ مطرح شده بود استفاده کرد. نظرداهیانۀ پلانک این بود که انرژی تشعشعی ماده نمی‌تواند بطور پیوسته و اتصالی تغییر کند بلکه تغییرات آن فقط به صورت مضرب صحیحی است از یک کوانتم انرژی. به بیان دیگر، انرژی به صورت بسته‌های کوچک یا اجزا یا واحدهای بسیار خردی که کوانتمها نامیده می‌شوند انتقال می‌یابد. ایندشتین در سال ۱۹۰۵ همین نظر را در مورد نور بکار برد و گفت که تشعشع نور به صورت واحدها یا بسته‌های بسیار خردی صورت می‌گیرد که او آنها را فوتون نامید. مبنای مدل اتمی بور نیز همین اندیشه بود.

**مدل اتمی ئیدروژن «بور»** - مدلی که بور برای اتم ئیدروژن طرح کرد عبارت است از هسته‌ای شامل یک پروتون و مدارهای دایره‌ای شکل معین یا «مجازی» که در اطراف هسته برای تنها الکترون آن وجود دارد. در حالت عادی الکترون در نزدیکترین مدار به هسته که پایین‌ترین وضع انرژی را دارد می‌گردد (پایین‌ترین سطح انرژی). چنانکه دمای ئیدروژن بالا رود (مثلا در لوله‌ای که تخلیه الکتریکی در آن انجام شود) الکترون به مدارهای





شکل ۱۴

قدمی که بور برداشت فقط آغاز کار بود. مدل او برای تمام عناصر کامل نبود و با نتایج تجربی تطبیق نمی‌کرد. لذا، بر اثر تحقیقات بعدی خود او و دیگران مدل او بیش از پیش اصلاح شد.

### اصلاح تئوری بور- لایه‌های الکترونی - دانستیم که از طیف

نور عناصر می‌توان به آرایش الکترونی اتم آنها پی برد. واضح است که هر قدر بررسی و مطالعه ما در طیف عناصر کاملتر باشد آرایش الکترونی اتم آنها را بطور دقیق‌تری در می‌یابیم. مدل اتمی بور خطوط ساده طیف ئیدروژن را بخوبی توجیه می‌کند. طیف اتم ئیدروژن که با دستگاههای دقیق‌تر بدست می‌آید نشان می‌دهد که هر خط طیف، از مجموعه چند خط نازک نزدیک به هم تشکیل شده است. برای توجیه چنین کیفیتی فرض بر این است که هر مداری، با عدد کوانتمی اصلی معین، خود از چند مدار فرعی دیگر تشکیل شده است که انرژی مربوط به این مدارهای فرعی با هم متفاوت بوده، ولی به هم نزدیک می‌باشند.

بنا بر نظر **سامرفلد**، این مدارهای فرعی، بطور کلی بیضی‌هایی با قطر طول ثابت هستند که هسته در یکی از دو کانون آنها جای دارد. واضح است در حالت خاصی که دو قطر با هم مساوی باشند مدار دایره‌ای شکل می‌باشد.

بیشتر باشد تو اتر نور زیادتر خواهد بود. پس می‌توانید بفهمید که اگر نورهایی که از يك منبع نورانی خارج می‌شوند به وسیله منشور تجزیه شوند (در دستگاهی به نام طیفنما)، از مطالعه انواع نورهای مختلف (طیف) حاصل و تو اتر آنها می‌توانیم به سطوح انرژی و موقعیت الکترونها که موجب تابش نور مزبور شده‌اند پی ببریم. بور با استدلال و محاسبات ریاضی توانست به همین طریق شعاع مدارهای مجاز را برای ئیدروژن تعیین کند. او این مدارها را با شماره‌هایی که بطور کلی با علامت  $n$  نشان داده می‌شوند مشخص کرد که بعدها شماره کوانتم اصلی نامیده شد. مداری که کوچکترین شعاع را دارد و به هسته نزدیکتر است مداری است که شماره کوانتم اصلی آن  $n = 1$  است و چنانچه در مورد ئیدروژن، الکترون بر روی این مدار باشد در پایین‌ترین سطح انرژی قرار دارد و در نتیجه وضعیت عادی و ثابت است. مقدار  $n$  یعنی شماره کوانتم اصلی برای مدارهای مجاز بزرگتر و بالاتر بترتیب ۲، ۳، ۴، ..... می‌باشد.

هرگاه يك الکترون از مدار بالاتری به مدار  $n = 2$  بیفتد موجب تابش نور مرئی می‌شود. اگر به پایین‌ترین مدار یعنی  $n = 1$  بیفتد موجب تابش نور فوق بنفش می‌شود. اگر الکترون از مدار  $n = 5$  به مدار  $n = 2$  بیفتد يك فوتون واگر از مدار  $n = 5$  ابتدا به مدار  $n = 4$  و بعد به مدارهای  $n = 3$  و  $n = 2$  بیفتد سه فوتون نور منتشر می‌شود. واضح است که انرژی فوتون حاصل در وضع اول بزرگتر از انرژی فوتونهای حاصل در مراحل متوالی است. اگر تحریک يك الکترون خیلی شدید باشد از هسته خیلی دور شده، ارتباط آن با هسته قطع می‌شود، در این حالت است که اتم به صورت یون در می‌آید.

تئوری بور، طیف ساده ئیدروژن را بخوبی توجیه می‌کرد، لذا کوشش فراوان بعمل آمد تا آن را در مورد اتمهای دیگر نیز بکار برند. در شکل ۱۴ مدارهای الکترونی چند عنصر دیگر که در سال چهارم نیز آنها را دیده‌اید بر مبنای مدل بور دیده می‌شوند.

بنابراین اگر  $n=1$  باشد، کوانتم سمتی می‌تواند فقط عدد صفر را اختیار کند. اگر عدد کوانتمی اصلی  $n=2$  باشد، عدد کوانتمی سمتی ۰ و ۱ خواهد بود. به جای آنکه مدار را با عدد کوانتمی  $l$  نشان دهند، حروف  $s, p, d$  و  $f$  را که بترتیب مربوط به اعداد کوانتمی سمتی ۰، ۱، ۲ و ۳ است، بکار می‌برند.

**عدد کوانتمی مغناطیسی (m) -** این عدد وضع سطح مدار الکترون را نسبت به محور مغناطیسی اتم مشخص می‌کند. عدد کوانتمی مغناطیسی بردار است، یعنی نه تنها با مقدار عددی بلکه با علامتهای (+) و (-) نیز مشخص می‌شود. این عدد کوانتمی، که به حرف  $m$  نمایش داده می‌شود، تمام مقادیر صحیح مثبت و منفی از  $-l$  تا  $l$  از جمله صفر و روی هم رفته  $2l+1$  را اختیار می‌کند. مثلاً به ازای  $l=0$ ،  $m=0$  است و به ازای  $l=3$ ،  $m$  ممکن است یکی از مقادیر  $-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$  را داشته باشد.

**عدد کوانتمی اسپین<sup>۱</sup> -** در سال ۱۹۲۵ دو فیزیکدان هلندی به نام اولنبتک<sup>۲</sup> و گوداشمیت<sup>۳</sup> برای توجیه بعضی از خواص طیف نورانی فرض کردند که الکترون نه تنها برگرد هسته اتم بلکه برگرد محور خودش نیز می‌چرخد. این چرخش ممکن است در دو جهت مخالف هم صورت گیرد. به این دوران وضعی الکترون، عدد کوانتمی به نام اسپین نسبت داده می‌شود. اسپین در حقیقت گشتاوری است که اندازه آن برای تمام الکترونها یکی و برابر  $\frac{1}{2}$  است. اسپین الکترون می‌تواند فقط یکی از دو جهت مخالف هم را داشته باشد. این دو جهت مخالف اسپین مشخص کننده چرخش الکترون در دو جهت مخالف هم می‌باشد (شکل ۱۶).

**اصل پائولی<sup>۴</sup> -** پائولی فیزیکدان اتریشی با بررسی طیف عناصر

۱ - Spin    ۲ - G.E.Uhlenbeck    ۳ - S.A.Goudsmit  
۴ - Pauli exclusion principle.

از طرف دیگر این مدارها همه بر روی يك سطح نیستند، بلکه در فضا زوایایی با هم تشکیل می‌دهند.

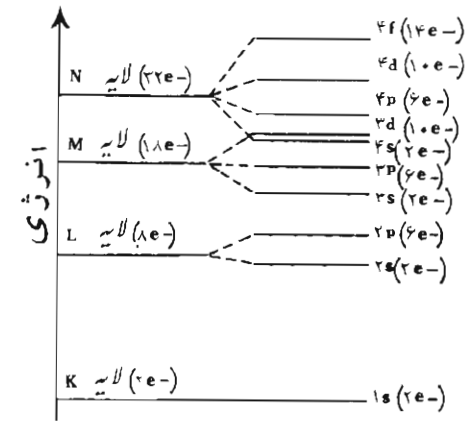
بدین ترتیب الکترونهايي که بر روی يك مدار هستند در واقع در يك لایه حرکت می‌کنند. هر لایه با عددی مشخص می‌شود که همان عدد کوانتمی اصلی (n) می‌باشد. این لایه ها را با حروف  $K, L, M, N, O, P$  و  $Q$  نشان می‌دهند که بترتیب متناظر با اعداد کوانتمی ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ می‌باشند.

تمام الکترونهايي يك لایه انرژی یکسان ندارند و عدد کوانتمی اصلی، انرژی متوسط گروه الکترونهايي يك لایه را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر يك سطح انرژی اصلی خود از چند سطح انرژی فرعی نزدیک به هم تشکیل شده است (شکل ۱۵).

برای مشخص کردن انرژی و شکل مدارها و وضع آنها نسبت به یکدیگر، اعداد کوانتمی دیگری در نظر گرفته می‌شود که عبارتند از:

**عدد کوانتمی سمتی (فرعی) (l) -** عدد

کوانتمی سمتی  $l$  گشتاور الکترون را نسبت به مرکز مدار مشخص می‌کند و



نمودار سطح انرژی لایه های اصلی و فرعی الکترونها

الکترون = e-

شکل ۱۵

شکل مدار را تعیین می‌کند. عدد کوانتمی سمتی  $l$  برای هر عدد کوانتمی اصلی معین  $n$  می‌تواند تمام اعداد صحیح از ۰ تا  $n-1$  را داشته باشد؛

و فرمول الکترونی هلیوم  $1s^2$  و لیتیم  $1s^2 2s^1$  و کربن  $1s^2 2s^2 2p^2$  است.

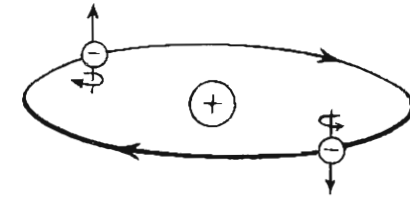
**هیئت الکترونی عناصر از نظر مکانیک کوانتمی (یامکانیک موجی) -** در تئوری بور یک الکترون چون ذره‌ای مادی در نظر گرفته

عدداًتمی	عنصر	K			L			M		
		s	s	p	s	p	d	s	p	d
۱	H	۱								
۲	He	۲								
۳	Li	۲	۱							
۴	Be	۲	۲							
۵	B	۲	۲	۱						
۶	C	۲	۲	۲						
۷	N	۲	۲	۳						
۸	O	۲	۲	۴						
۹	F	۲	۲	۵						
۱۰	Ne	۲	۲	۶						
۱۱	Na	۲	۲	۶	۱					
۱۲	Mg	۲	۲	۶	۲					
۱۳	Al	۲	۲	۶	۲	۱				
۱۴	Si	۲	۲	۶	۲	۲				
۱۵	P	۲	۲	۶	۲	۳				
۱۶	S	۲	۲	۶	۲	۴				
۱۷	Cl	۲	۲	۶	۲	۵				
۱۸	Ar	۲	۲	۶	۲	۶				

می‌شده که مانند یک گلوله بیلیارد، در مدار معینی حرکت می‌کند. با چنین فرضی، به کمک قوانین مکانیک (رسمی) (مکانیک نیوتونی)، می‌توان وضع و سرعت یک جسم متحرک را در هر لحظه تعیین کرد، همانطور که در مورد سیارات و اجرام منظومه شمسی محاسبه می‌شود. اما، با آنکه این قوانین وضع حرکت

و توجه به موقع آنها در جدول تناوبی قاعده‌ای بدست آورد که امروز به نام اصل پائولی معروف است. این اصل بدین ترتیب بیان می‌شود که دو الکترون یک اتم نمی‌توانند چهار عدد کوانتمی یکسان داشته باشند. بنابراین اگر در یک اتم دو الکترونی وجود داشته باشد که اعداد کوانتمی  $n$ ،  $l$  و  $m$  آنها با هم برابر باشد، یعنی این دو الکترون مدار معینی از یک لایه را اشغال کرده باشند حتماً اسپین آنها مخالف یکدیگر است (شکل ۱۶). با شناسایی اعداد کوانتمی فوق

و در نظر گرفتن اصل پائولی تعداد الکترونهاى هر لایه و بطور کلی ساختمان



شکل ۱۶

الکترونی اتمها معین و مشخص می‌شود. مثلاً برنخستین لایه،  $n=1$  که  $l=0$  و  $m=0$  است حداکثر فقط دو الکترون با اسپینهای مخالف هم می‌تواند وجود داشته باشد. بر دومین لایه که  $n=2$  است، بر مدار  $l=0$  و  $m=0$  حداکثر دو الکترون و بر هر یک از مدارهای  $l=1$  و  $l=1$  نیز حداکثر دو الکترون می‌تواند باشد، یعنی دومین لایه بروی هم می‌تواند دارای ۸ الکترون باشد. به همین ترتیب معلوم می‌شود که سومین لایه ( $n=3$ ) می‌تواند مجموعاً ۱۸ الکترون و چهارمین لایه ( $n=4$ ) مجموعاً ۳۲ الکترون داشته باشند. بطور کلی، حداکثر تعداد الکترونهاى که ممکن است در یک لایه  $n$  باشد، بنابر اصل پائولی، از رابطه  $N=2n^2$  بدست می‌آید.

هیئت الکترونی یک اتم را می‌توان با آسانی چنین نمایش داد: نخست عدد مربوط به عدد کوانتم اصلی و بعد به دنبال آن حرف مربوط به عدد کوانتم سمتی و سپس تعداد الکترونهاى که در این وضع هستند در گوشه راست بالای این حرف نوشته می‌شود. بنابراین فرمول الکترونی ئیدروژن  $1s^1$

دست می‌دهد، زیرا باید گفت که احتمال وجود الکترون در چنین فاصله‌ای از هسته اتم ئیدروژن زیاد است، اما بهیچ وجه نمی‌توان چنین نتیجه گرفت که الکترون درست در همین فاصله حرکت می‌کند، و گذشته از این، سرعت و جهت دقیقی را نیز نمی‌توان به آن نسبت داد. زیرا در یک سطح و در یک جهت حرکت نمی‌کند، بلکه حرکت آن در تمام جهات اطراف هسته صورت می‌گیرد. پس می‌توانیم تصور کنیم که الکترون با سرعت بسیار زیادی که برگردد هسته می‌گردد ابری الکترونی در اطراف هسته پدید می‌آورد که هر جا احتمال وجود الکترون بیشتر است این ابر متراکم‌تر است. بدین ترتیب مفهوم مدار الکترونی به صورت یک منحنی مشخص، از بین می‌رود. ناحیه‌ای را که احتمال وجود الکترون در آنجا زیاد است یا به گفته دیگر ابر الکترونی در آنجا متراکم است نمی‌توان مدار نامید؛ از این رو آن را ناحیه مداری یا بنابر قرارداد فقط «مداری» **Orbital** می‌نامند. مشخصات اربیتالها در حالات مختلف متفاوت است. شکل ۱۷ اربیتال ۱s را در اتم ئیدروژن نشان می‌دهد.

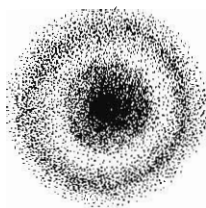
در نخستین لایه، یا نخستین سطح انرژی، که عدد کوانتومی اصلی آن  $n=1$  است، مثلاً در اتم ئیدروژن، احتمال وجود الکترون در داخل کره‌ای به شعاع  $0.529 \text{ \AA}$ ، که همان شعاع مدار بور است، از هر جای دیگر بیشتر است، یعنی الکترون در خارج از این حد هم ممکن است وجود داشته باشد، اما این احتمال کمتر است.

لایه‌ای که عدد کوانتومی اصلی آن  $n=2$  است اربیتالهای ۲s و اربیتالهای ۲p را تشکیل می‌دهد. کوانتم سمتی اربیتالهای ۲s، صفر و کوانتم سمتی اربیتالهای ۲p، یک است. چنانکه قبلاً دیدیم اربیتالهای ۲s می‌توانند شامل دو الکترون و اربیتالهای ۲p شامل ۶ الکترون باشند. الکترونهای ۲s مانند الکترونهای ۱s،



ابر الکترونی اتم ئیدروژن

شکل ۱۷



ابر الکترونی اتم لیتیم

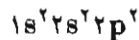
شکل ۱۸

اجسام مادی را مشخص می‌دارد، برای توجیه سیستمهای اتمی (الکترون، هسته) که با فواصل بسیار کم و انرژیهای بسیار خردی سروکار دارد، ناتوان است. به همین دلیل تئوری بور، با آنکه بسیاری از مسائل مربوط به طیف نور مواد، تشعشع و سازمان الکترونی مواد را تا حدی مشخص کرد، از عهده توضیح کامل مسائلی دیگر بخصوص مسائل مربوط به پیوندهای شیمیایی برنیامد، و احتیاج به تحولی اساسی پیدا کرد. در این تحول نقش اصلی به عهده مکانیک کوانتومی بود.

البته در اینجا منظور این نیست که بحث کاملی از مکانیک کوانتومی بمیان آید، اما دانستن اطلاعاتی سطحی از این مطالب، بخصوص از نظر درک پیوندهای شیمیایی، ضرورت دارد.

یکی از خصوصیات مکانیک نیوتونی این است که به وسیله آن همیشه می‌توان در هر لحظه مشخصات مکانیکی جسمی را، از قبیل موضع و سرعت و انرژی و غیره، بطور قاطع بیان کرد. مثلاً اگر جسمی با جرم معین تحت تأثیر نیروی معینی قرار گیرد، سرعت و محل و مسیر آن در هر لحظه، معین و قابل پیش‌بینی است. اما در مکانیک کوانتومی چنین نیست؛ مکانیک کوانتومی فقط با احتمالات سروکار دارد، یعنی از حل معادلات مربوط فقط میزان احتمال وجود نتیجه‌ای تعیین می‌شود. در سال ۱۹۲۷ دانشمند آلمانی **هایزنبرگ** این مطالب را به صورت یک اصل بیان کرده امروز اصل عدم قطعیت نامیده می‌شود. بنابراین اصل، ممکن نیست که در یک لحظه بتوان بطور دقیق هم موضع و هم سرعت و در نتیجه انرژی یک ذره (مثلاً الکترون) را مشخص کرد. بنابراین، اصولاً مفهوم مدار یک الکترون تغییر می‌کند. مدار یک الکترون، مثلاً مدار الکترون اتم ئیدروژن، بنابر مکانیک نیوتونی، دایره‌ای است به شعاع  $0.529 \text{ \AA}$  انگه‌ای که الکترون با سرعت حدود  $\frac{1}{100}$  سرعت نور آن را می‌پیماید. اما بنابر مکانیک موجی، چنین مداری مفهوم خود را از

**اتم کربن** - با آنچه گفته شد، هیئت الکترونی اتم کربن، که عدد اتمی آن ۶ و در نتیجه دارای ۶ الکترون است، با فرمول الکترونی زیر مشخص می‌شود.

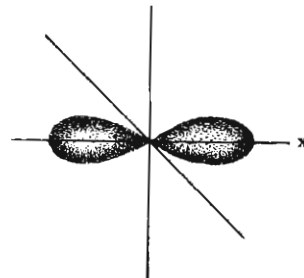


شکل ۲۰ اربیتالهای کربن را از نظر تفاوت مقدار انرژی نشان می‌دهد. مطابق این نمودار در اتم کربن دو الکترون «جفت نشده» وجود دارد. می‌دانیم که در هر اربیتال فقط دو الکترون، آن هم با اسپینهای مخالف هم می‌توانند وجود داشته باشند (اصل پائولی). وقتی که در یک اربیتال فقط یک الکترون وجود دارد، آن الکترون را «تنها» یا «جفت نشده» می‌نامیم. برطبق اصل Hund در یک لایه فرعی که انرژی اربیتالها باهم مساوی است (مثلا در کربن، اربیتالهای  $2p$ ) دو الکترون یک اربیتال را اشغال نمی‌کنند مگر آنکه هر یک از اربیتالها حداقل دارای یک الکترون باشد. پس دو الکترون  $2p$  در اتم کربن به جای آنکه هر دو یک اربیتال را اشغال کنند هر یک در یک اربیتال قرار می‌گیرد.

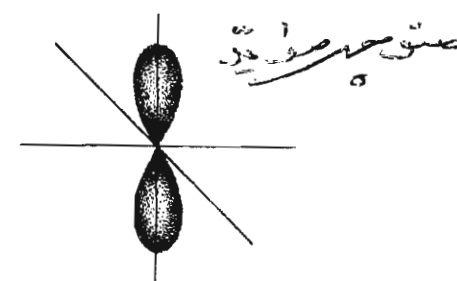
**انواع پیوندها** - در سال چهارم دیدیم که وقتی از ترکیب چند عنصر یک ماده مرکب حاصل می‌شود، در حقیقت اتمهای این عناصر به یکدیگر پیوسته و یک مولکول ماده مرکب را بوجود آورده‌اند، و دیدیم که این پیوندها به دو شکل متفاوت است:

پیوند بعضی ترکیبات به صورت الکترووالانس و از آن بعضی دیگر به صورت کووالانس است.

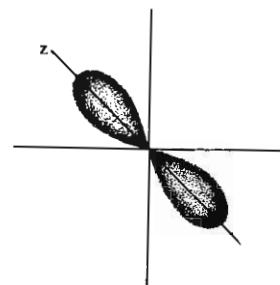
در پیوند الکترووالانسی، الکترونی از آخرین لایه الکترونی



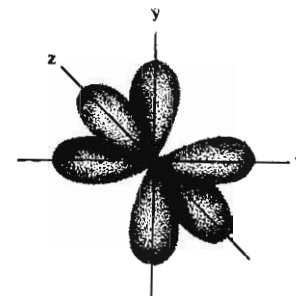
(الف) محور  $x$  با اشغال شده



(ب) محور  $y$  با اشغال شده



(ج) محور  $z$  با اشغال شده



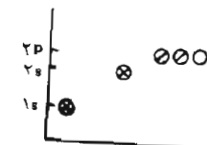
(د) تمام محور با اشغال شده

شکل ۱۹

ابری کروی شکل ایجاد می‌کنند که نسبت به الکترونها  $1s$ ، در جایی دورتر از هسته قرار گرفته است (شکل ۱۸).

اربیتالهای  $2p$ ، دارای تقارن کروی نیستند بلکه به شکل «دمبلی» منطبق بر سه محور  $x$ ،  $y$  و  $z$  هستند که سه عدد کوانتمی مغناطیسی مشخص کننده آنهاست. شکل ۱۹ اربیتالهای  $2p$  را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد.

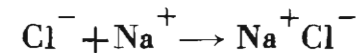
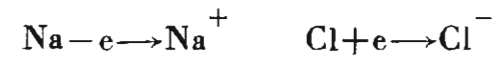
وضع اربیتالهای  $d$  و  $f$  پیچیده‌تر از آن است که بتوان آنها را در اینجا مورد بحث قرار داد.



الکترونها **اتم کربن**

شکل ۲۰ - علامت  $\circ$  اربیتال و  $\otimes$  الکترونی است که آن را اشغال کرده است. پس  $\otimes$  می‌رساند که بر این اربیتال دو الکترون قرار دارد.

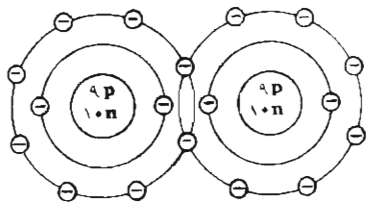
يك اتم بر روی آخرین لایه الکترونی اتم دیگر قرار می‌گیرند ، بطوری که آخرین لایه الکترونی هر اتم شامل ۸ الکترون (باستثنای H و Li) می‌شود . در نتیجه اتمی که الکترون از دست داده بار الکتریکی مثبت و اتمی که الکترون گرفته بار الکتریکی منفی پیدا می‌کند و این دو اتم تحت تأثیر قوای کولنی یکدیگر را جذب می‌کنند . این نوع پیوند را پیوند یونی نیز می‌نامند .



معمولاً پیوندهای ترکیبات معدنی بیشتر به صورت الکترووالانس می‌باشند و بطوری که در سالهای چهارم و پنجم دیدیم خصوصیات این نوع ترکیبات بطور کلی این است که نقطه ذوب و نقطه جوش آنها زیاد است . معمولاً اغلب در آب محلول و در حلالهای آلی نامحلولند . در حال محلول و مذاب هادی الکتریسیته می‌باشند و واکنشهای یونی سریع و آسان دارند .

در پیوند کووالانسی ، دو اتم ، چند الکترون به مشارکت می‌گذارند و بدین ترتیب به یکدیگر متصل شده و یک مولکول را بوجود می‌آورند . معمولاً برای نشان دادن چنین پیوندی الکترونیهای لایه نهایی اتمها را به صورت نقطه‌هایی در اطراف علامت اختصاری آنها می‌گذارند . مثلاً پیوند کووالانسی مولکول نیتروژن به صورت  $\text{H} \cdot \text{H} \rightarrow \text{H}:\text{H}$  و در مورد کلر به صورت  $:\ddot{\text{Cl}} \cdot \rightarrow \cdot \ddot{\text{Cl}}:$  نشان داده می‌شود . واضح است که یک زوج الکترون که در وسط دو اتم

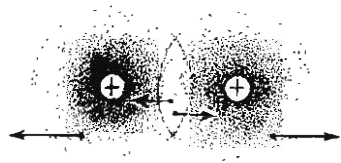
قرار گرفته تحت تأثیر هر دو هسته اتمها می‌باشند و در لایه الکترونی هر دو اتم شرکت دارند ، بطوری که برای هر اتم یک لایه ۸ الکترونی حاصل می‌شود . پس اگر بخواهیم شرکت یک زوج الکترونی دو اتم فلئوژور را در مدل بور نشان دهیم باید به صورت شکل ۲۱ باشد . در این شکل مدار دو الکترون برهم افتاده و الکترونیهای مشترک بر روی هر دو مدار قرار گرفته‌اند .



شکل ۲۱

ولی بطوری که ملاحظه می‌شود برای توضیح حرکت الکترونها در مدارهای مشترک مطابق این مدل بسختی جواب قانع کننده‌ای می‌توان یافت در حالی که باشکل

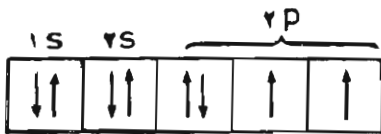
کوانتمی جدید اتمها این توضیح بهسولت امکان پذیر است .



شکل ۲۲

چنانکه دیدیم شکل کوانتمی نیتروژن (شکل ۱۷) عبارت از هسته‌ای است که الکترون به صورت ابری کروی شکل در اطراف آن قرار گرفته است . حال با چنین وضعی تصور کنید که دو اتم نیتروژن که الکترونیهای با اسپین مخالف هم دارند به هم نزدیک شوند تا قسمتی از ابر الکترونی آنها در هم رود . در این صورت الکترون هر اتم نیتروژن تحت تأثیر هسته اتم دیگر قرار گرفته و به طرف هم کشیده می‌شوند و هرچه به هم نزدیکتر شوند این نیروی

$2p_z$  هریک دارای يك الكترون جفت نشده می باشد (شکل ۲۴).



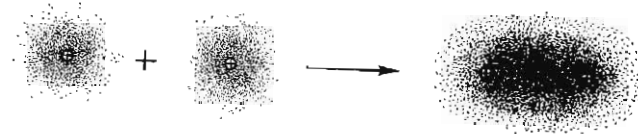
شکل ۲۴

در ترکیب آب همین دو اربیتال هستند که با دو اربیتال  $1s$  هیدروژن دو پیوند  $\sigma$  بوجود می آورند.

**پیوندهای قطبی و غیرقطبی** - اگر پیوند کووالانسی بین دو عنصر یکجور مانند دو اتم کلر یا دو اتم هیدروژن باشد، اربیتال مولکول نسبت به دو هسته اتمها متقارن است و در نتیجه مرکز اثر بار مثبت هسته ها و مرکز اثر بار منفی الکترونها برهم منطبق است، در این صورت پیوند وهمچنین مولکول حاصل را غیر قطبی می نامند. برای نوع مولکولها میدانهای الکتریکی اثر محسوسی ندارند ولی اگر پیوند بین دو اتم ناجور باشد، مراکز اثر مثبت و منفی آنها برهم منطبق نبوده و تراکم الکترونی در نزدیکی هسته اتمی که الکتروننگاتیف تر است بیشتر متمرکز می شود. این نوع پیوند را کووالانسی قطبی و مولکول را قطبی یا دو قطبی (دی پول) می نامند. در این صورت کمابیش يك سر مولکول منفی و سر دیگر آن مثبت می باشد. حال اگر عنصری شدیداً الکتروننگاتیف با عنصری شدیداً الکتروپوزیف ترکیب شود، الکترونهای یکی کلاً بر روی دیگری منتقل می شود و در این صورت دیگر پیوند به صورت کووالانس نبوده

کشش زیادتر می شود. اما در مقابل نیروهای دافعه هسته ها نیز زیاد می شوند تا جایی که تعادلی بین آنها برقرار می گردد و هر دو در فاصله معینی نسبت به یکدیگر قرار می گیرند. در این صورت اربیتالهای اتمی جای خود را به يك اربیتال مولکولی یا اربیتال پیوندی می دهند (شکل ۲۳).

این اربیتال جدید شبیه يك اربیتال  $s$  طویل شده می باشد و آن

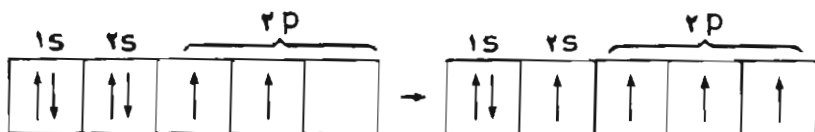


شکل ۲۳

را اربیتال  $\sigma$  (سیگما) و چنین پیوندی را پیوند  $\sigma$  می نامند. این اربیتال نسبت به محوری که دو هسته را به هم وصل می کند تقارن دارد و بیشتر تراکم یا دانسیته الکترون بین دو هسته اتم می باشد. چنین پیوندی بین اتمهای گوناگون و در اربیتالهای متفاوت نیز بوجود می آید ولی در آنها شکل اربیتال حاصل و فاصله آنها باهم فرق می کند. باید دانست که همیشه چنین پیوندی بین الکترونهای تنها یا جفت نشده ای که اسپین مخالف هم دارند يك اربیتال پیوندی بوجود جفت نشده ای که اسپین مخالف هم دارند يك اربیتال پیوندی بوجود می آورند. به همین دلیل است که تمام الکترونهای والانسی يك اتم همیشه در پیوندها دخالت نمی کنند. مثلاً در مورد اکسیژن که فرمول الکترونی آن  $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$  می باشد، اربیتالهای  $2p_y$  و

شکسته شود درحالی که پیوندهای دیگر به حال خود باشند، انرژی لازم برای شکستن آن پیوند را قدرت پیوند می‌نامند. مثلاً برای شکستن پیوند C-C در اتان (CH<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>) در حدود ۸۱ kcal برای هر مولکول گرم لازم است و این قدرت پیوند C-C می‌باشد. قدرت پیوند C-H و H-H بترتیب در حدود ۹۸/۶ و ۱۰۳/۴ kcal برای هر مولکول گرم می‌باشد.

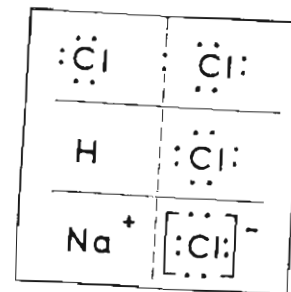
**فرض چهار وجهی کربن - کربن دارای فرمول الکترونی**  
 ۱s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sub>x</sub><sup>1</sup> 2p<sub>y</sub><sup>1</sup> می‌باشد و چون فقط دو اربیتال نیمه پر دارد یعنی بر روی اربیتالهای 2p<sub>x</sub> و 2p<sub>y</sub> هر یک، یک الکترون جفت نشده می‌باشد، لذا باید همیشه دو پیوند کووالانسی داشته باشد، درحالی که غالب ترکیبات کربن با چهار پیوند کووالانسی می‌باشد. درحقیقت در این ترکیبها با تبادل مقدار کمی انرژی یک الکترون اربیتال 2s به اربیتال 2p<sub>z</sub> می‌رود و در نتیجه چهار اربیتال نیمه پر یا چهار الکترون جفت نشده حاصل می‌شود (شکل ۲۵) که چهار پیوند کووالانسی ایجاد می‌کنند.



شکل ۲۵

از طرف دیگر سه اربیتال 2p<sub>y</sub>، 2p<sub>x</sub> و 2p<sub>z</sub> برهم عمودند (شکل ۱۹) و انرژی بیشتری نسبت به 2s دارند؛ پس اولاً باید در ترکیب CH<sub>4</sub> سه پیوند آن باهم زاویه ۹۰° داشته باشند و ثانیاً وضع

بلکه يك پیوند یونی (الکترووالانسی) بوجود می‌آید. پس پیوند مولکولهای قطبی نوعی پیوند کووالانسی است که کم یا بیش خاصه-های پیوند الکترووالانسی را نیز دارا می‌باشد. مقایسه سه ترکیب زیر مطلب فوق را روشن تر می‌کند:



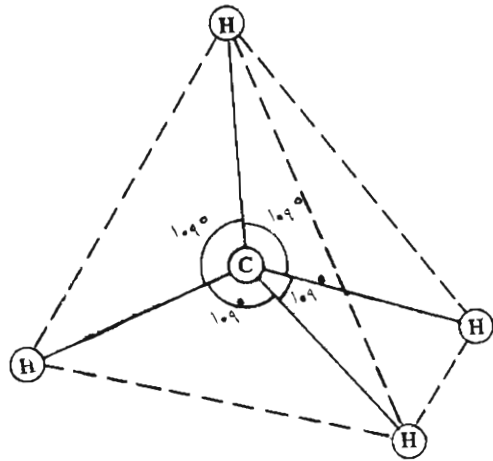
ممکن است مولکولی از چند عنصر ناجور تشکیل شده باشد و در نتیجه دارای پیوندهای قطبی باشد، ولی خود مولکول بطور کلی غیر قطبی باشد، در این حالت وضع پیوندها طوری است که اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند، مانند: CH<sub>4</sub> و CCl<sub>4</sub>.

**طول پیوند -** وقتی که دو اتم با پیوند کووالانسی به یکدیگر وصل می‌شوند، فاصله بین مراکز هسته دو اتم را طول پیوند می‌نامند. اندازه گیری طول پیوندها به راههای مختلف امکان پذیر است؛ واحد طولی که برای این اندازه گیری بکار می‌رود انگسترم (Å = ۱۰<sup>-۸</sup>cm) است. در تئیدروکربورهای سیر شده طول پیوند C-H، ۱/۰۹ Å و طول پیوند C-C، ۱/۵۴ Å است.

**قدرت پیوند -** یکی از خاصه‌های مهم هر پیوند شیمیایی انرژی لازم برای شکستن آن است. هرگاه در مولکولی فقط یک پیوند



تقریباً  $109/5^\circ$  و طول هر چهار خط باهم برابر می‌شوند. زوایای این خطوط با زوایای پیوندهای کربن در مولکول متان برابر هستند. بطوری که در شکل ۲۸ ملاحظه می‌شود C در وسط یک چهار وجهی قرار گرفته و چهار اتم H در چهار رأس این چهار وجهی قرار گرفته‌اند.

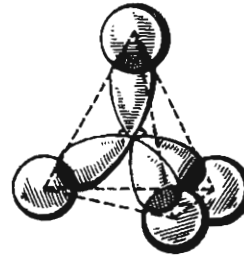


شکل ۲۸

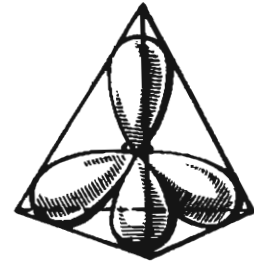
مطالعه ساختمان چهار وجهی از این لحاظ اهمیت دارد که در باره غالب ترکیبات کربن بکار می‌رود.

**فرمول گسترده یا فرمول ساختمان** - وقتی که فرمول مولکولی یک ماده را بدست می‌آوریم بهیچ وجه وضع و آرایش معینی که اتمها در داخل مولکول دارند مشخص نمی‌شود. مثلاً در ترکیبی به فرمول  $C_4H_8O$  معلوم نیست که اتمهای عناصر این ماده به چه وضعی قرار دارند و چگونه به هم متصل شده‌اند. اولین بار به منظور تسهیل در امر مطالعه ترکیبات شیمیایی،

تیدروژنها در داخل مولکول باهم متفاوت باشند، یعنی قدرت پیوند و همچنین فاصله آنها یکی نباشد؛ درحالی که تجربه نشان می‌دهد که هر چهار اتم تیدروژن در مولکول متان وضع مشابهی دارند. مکانیک موجی ثابت می‌کند که در حقیقت چهار اربیتال  $2s$  و  $2p$  در ساختمان متان باهم ممزوج شده و چهار اربیتال تازه از آنها حاصل می‌شود که وضع همه آنها یکسان است و زوایای بین آنها در حدود  $109^\circ$  می‌باشد. اربیتالهای جدید را هیبرید  $sp^3$  می‌نامند (شکل ۲۶).

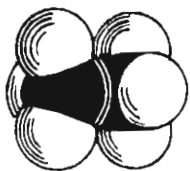


شکل ۲۷ - ساختمان الکترونی مولکول متان

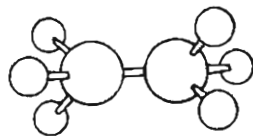
شکل ۲۶ - شکل ابرالکترونی هیبرید  $sp^3$  اتم کربن

شکل ۲۷ اربیتالهای جدید کربن را در ساختمان متان نشان می‌دهد. از مقایسه آن و شکل اربیتالهای  $p$  و  $s$  (شکلهای ۱۷ و ۱۹) تغییر وضع آنها مشخص می‌شود.

شکل چهار وجهی نیز که قبلاً بطور تجربی به وسیله لوبل و وانتهف برای نشان دادن پیوندهای کربن پیشنهاد شده است بخوبی مبین این خواص می‌باشد. یک چهار وجهی شکلی است فضایی که به چهار سه بر متساوی الاضلاع محدود شده و اگر از مرکز چهار وجهی خطوطی به چهار رأس آن بکشیم زوایای بین آن خطوط



شکل ۳۰



شکل ۲۹

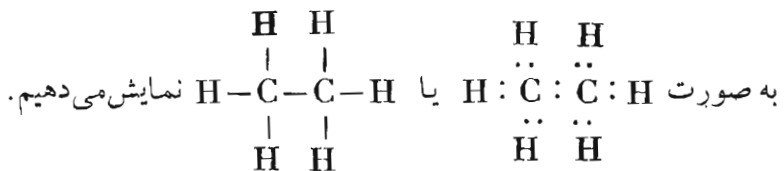
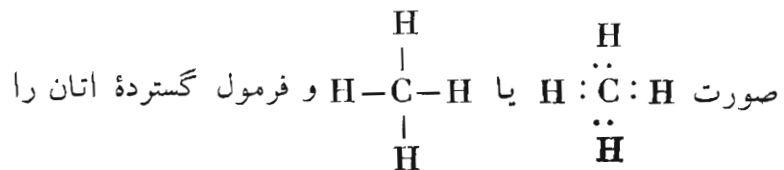
پیوند به یکدیگر پیوسته و هر کربن با سه پیوند به سه اتم هیدروژن متصل شده است، در مدل دیگر (شکل ۳۰) همین پیوندها با اندازه‌هایی متناسب با اندازه‌های واقعی درست شده است. بطوری که ملاحظه می‌شود در این نوع مدلها اندازه نسبی پیوندها که معمولاً از مجموع دو شعاع اتمها کوچکتر می‌باشد بخوبی مشخص می‌شود.

استفاده از فرمول گسترده مطالعه خواص و بخصوص انواع ایزومرهای مواد آلی را آسان می‌کند.

**ایزومری -** در ترکیبات آلی همیشه یک فرمول مولکولی فقط مربوط به یک ماده نیست، بلکه ممکن است چند ماده با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت دارای یک فرمول مولکولی باشند. برزیلیوس در ۱۸۳۰ اینگونه مواد را که خواص متفاوت دارند ولی فرمول مولکولی آنها یکسان است، نسبت به هم ایزومر نامید. مثلاً الکل اتیلیک و اتر اکسیددی متیل با هم ایزومر هستند؛ فرمول مولکولی هر دو  $C_2H_6O$  است ولی خواص متفاوتی دارند؛ اولی مایع است، در آب بخوبی حل می‌شود و در واکنش با سدیم هیدروژن می‌دهد. در صورتی که دومی گاز است، در آب خوب حل

۱- از لغت یونانی **meros** (به معنی جزء یا قسمت) و پیشوند **iso** به معنی «ترکیب شده از اجزای یکسان».

ککوله دانشمند آلمانی بدون آنکه از ماهیت الکتریکی ماده اطلاعی داشته باشد برای نشان دادن پیوند دو اتم بین علامت اختصاری آنها خط کوچکی (-) گذاشت. این خط در واقع نشان دهنده یک زوج الکترونی مشترک است که امروز ما برای نشان دادن یک پیوند کووالانسی بکار می‌بریم. بعدها که فرض چهار وجهی بودن کربن مطرح شد و حتی امروز که شکل فضایی مولکول ترکیبات کربن معلوم شده باز هم برای نوشتن فرمولها از همان علامت استفاده می‌شود و فرمولی را که بدین صورت نوشته می‌شود فرمول گسترده یا فرمول ساختمانی ماده می‌نامیم. مثلاً فرمول گسترده متان را به



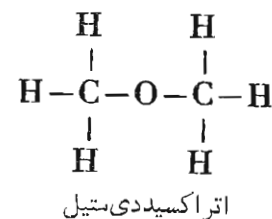
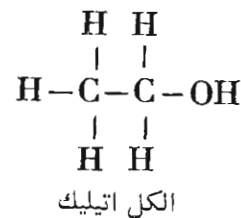
واضح است که اگر بخواهیم شکل واقعی ترکیبات کربن را نشان دهیم باید مدلی بسازیم که سه بعدی بودن آنها را مشخص کند و خطوطی که در یک صفحه کشیده می‌شود برای این منظور کافی نیست. به همین دلیل مدل‌هایی ساخته شده که نمونه‌هایی از آنها را در شکل‌های ۲۹ و ۳۰ می‌بینید.

در شکل ۲۹ مدل مولکول اتان را می‌بینید که دو کربن با یک

نمی‌شود و در واکنش با سدیم شرکت نمی‌کند.

تفاوت خواص دوماده ایزومر مربوط به تفاوت فرمول گسترده (فرمول ساختمانی) یعنی مربوط به وضع و آرایش اتمها در داخل مولکول آنها می‌باشد.

مثلا در مورد دوماده فوق با آنکه فرمول مولکولی هر دو یکسان است، فرمولهای گسترده متفاوتی دارند:



پس هرچه امکان تغییر وضع اتمها در داخل مولکولی بیشتر باشد، ایزومرهای بیشتری بوجود می‌آید. مثلا برای فرمول مولکولی  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ، هجده ایزومر امکان‌پذیر است.

### تمرین

- ۱- ساختمان الکترونی اتم عنصری  $1s^2 2s^2 2p^5$  است. این عنصر در چه دوره و گروه جدول تناوبی عناصر قرار گرفته است؟ ظرفیت آن را در حالت عادی و در حالت تحریک شده مشخص کنید.
- ۲- ساختمان الکترونی عنصر شماره ۱۴ را مشخص کنید و معین کنید که در حالت عادی و در حالت تحریک شده چه ظرفیتهایی را می‌تواند اختیار کند؟
- ۳- هریک از فرمولهای  $1s^2 2s^2 2p^2$  و  $1s^2 2s^2 2p^4$  ساختمان الکترونی اتم چه عنصری را نشان می‌دهد؟ هریک از اتمهای این دو عنصر در پیوند با

تیدروژن چند الکترون شرکت می‌دهد؟ اربیتالهای شرکت کننده در پیوند با تیدروژن را نام ببرید.

۴- فرمول الکترونی اتم کربن را به کمک اعداد کوانتمی اصلی و فرعی بنویسید. اتم کربن در حالت عادی چند الکترون جفت نشده دارد و در ترکیب با تیدروژن و تشکیل متان چند الکترون جفت نشده پیدا می‌کند؟

۵- اعداد کوانتمی الکترونهای لایه خارجی کربن را بنویسید و تفاوت الکترونها را از نظر سطوح انرژی در حالت عادی مشخص کنید و سپس توضیح دهید که این سطوح انرژی پس از واکنش با تیدروژن چه تغییری پیدا می‌کند.

۶- تئوری الکترونی چگونه ساختمان چهار وجهی مولکول متان را توضیح می‌دهد؟

## فصل اول

### تقسیم بندی مواد آلی

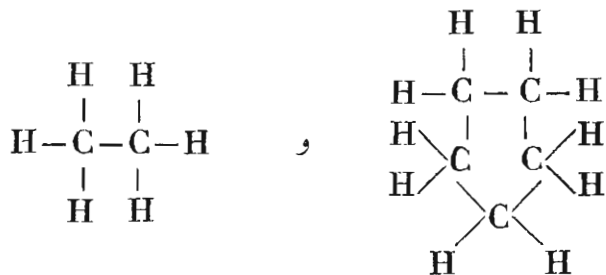
دانستیم که عده مواد آلی بسیار زیاد است و نیز دانستیم که همه این مواد از عده ای عناصر محدود تشکیل یافته است. کربن و تقریباً نیتروژن در تمام این مواد وجود دارد؛ اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و فسفر نیز در این مواد نسبتاً زیاد یافت می شود، ولی فلزات و دیگر عناصر در مواد آلی کمیاب است.

آنچه موجب ایجاد این همه مواد گوناگون از عده ای عناصر معدود می شود بیشتر مربوط به این خاصیت اتمهای کربن است که می توانند با یکدیگر پیوند پایداری تشکیل دهند و رشته های طولی بوجود آورند.

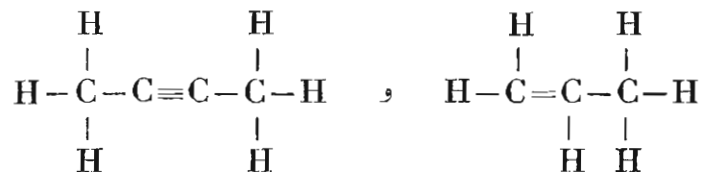
اتمهای يك مولکول ماده آلی ممکن است :

**الف -** یا مانند دانه های زنجیر به یکدیگر متصل باشند ، در این حال این دسته مواد را غیر حلقوی یا خطی یا زنجیری<sup>۱</sup> یا چرب<sup>۲</sup> گویند ، زیرا جزء اعظم تشکیل دهنده مواد چرب بدین صورتند :

## بخش دوم



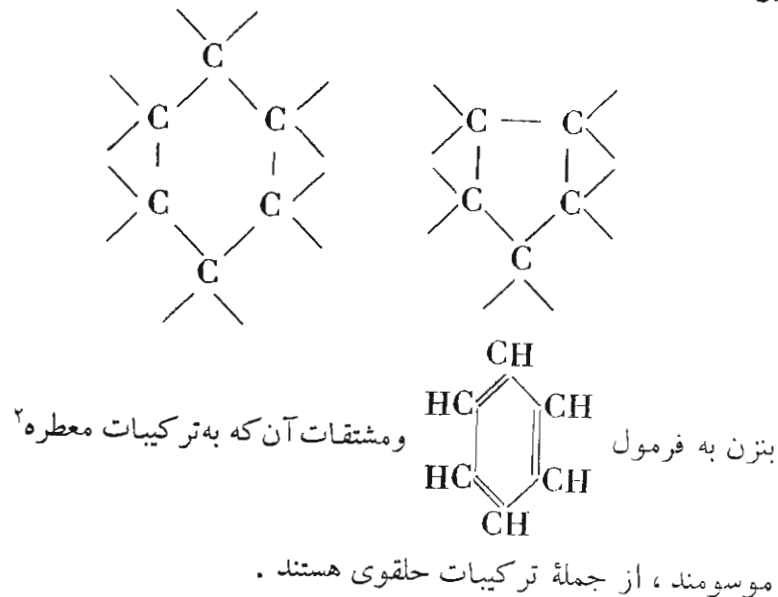
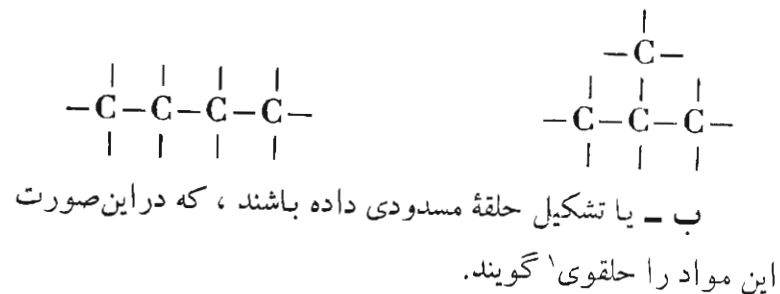
اگر در يك مولكول ئيدروكربور دو يا چند اتم كربن به وسيله يك يا چند پيوند دو گانه و سه گانه به هم پيوسته باشند آن را ئيدروكربور سير نشده مي نامند ، مانند:



مواد آلي ديگر را مي توان مشتق از ئيدروكربورها دانست كه به جاي يك يا چند ئيدروژن آنها عوامل مختلفي قرار گرفته است. منظور از عامل، اجتماعي است از عناصر معين كه اگر به وضعي خاص در مولكول ماده اي پيدا شود خواص معينی در آن پديد مي آورد. در شيمي آلي مواد را بر حسب عوامل تقسيم بندي مي كنند تا مطالعه آنها آسان باشد.

خلاصه اي از اين تقسيم بندي به قرار زير است:

۱- الكهيا - اگر از فرمول ئيدروكربوري يك يا چند H برداريم و به جاي آن يك يا چند OH (عامل الكلي) قرار دهيم، فرمول الكل بدست مي آيد، مانند  $\text{CH}_3\text{OH}$  و  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ . فرمول الكلهايي را كه داراي يك عامل الكلي هستند مي توان



ساده ترين مواد آلي ئيدروكربورها مي باشند. يك ئيدروكربور شامل دو عنصر كربن و ئيدروژن است و بنا بر آنچه كه گفته شد ممكن است زنجيري يا حلقوي باشد. اگر اتمهاي كربن يك ئيدروكربور فقط با يك پيوند به يكديگر پيوسته باشند آنها را ئيدروكربورهاي سير شده مي نامند، مانند:

۱ - Cyclique

۲ - Aromatique

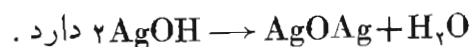
O

پس استرها دارای عامل  $\text{—C—O—}$  می باشند .

۶- **اتراکسیدها** - اگر از دو مولکول الکل يك مولکول آب

اخذ شود اتراکسید بدست می آید که فرمولش شبیه فرمول اکسیدهای

فلزی است :  $\text{ROR} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{ROH}$  که شباهت به فرمول :



۷- **امینها** - هرگاه يك یا دو یا سه تیروژن آمونیاك با يك

یا دو یا سه بنیان يك ظرفیتی تعویض شود ، امین بدست می آید که

بترتیب آنها را امین نوع اول ( $\text{RNH}_2$ ) و امین نوع دوم ( $\text{R}_2\text{NH}$ )

و امین نوع سوم ( $\text{R}_3\text{N}$ ) می نامند . البته ممکن است بنیانها یکسان

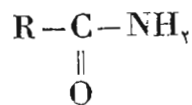
نباشند .

۸- **امیدها** - اگر به جای تیروژنهای آمونیاك مجموعه

قرار گیرد امید بدست می آید . فرمول عمومی امیدهای



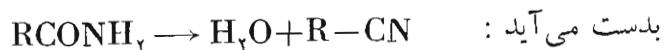
نوع اول چنین است :



امید هم ممکن است نوع دوم  $(\text{RCO})_2\text{NH}$  یا نوع سوم

$(\text{RCO})_3\text{N}$  باشد .

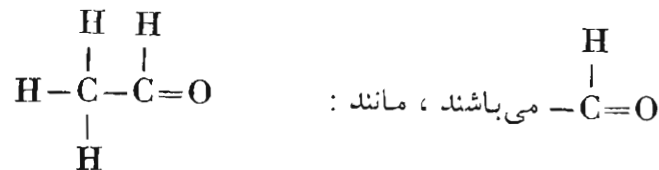
۹- **نیتریلها** -  $\text{RCN}$  اگر از امیدی آب گرفته شود نیتریل



بدست می آید :

به صورت  $\text{ROH}$  نوشت که در آن  $\text{R}$  را دیکال یا بنیان يك تیروکربور است .

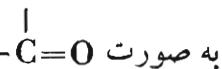
۲- **الدئیدها** - الدئیدها ترکیباتی هستند که دارای عامل



می باشند ، مانند :

فرمول الدئیدهایی را که دارای يك عامل الدئیدی هستند می توان

H



به صورت نوشت .

۳- **ستنها** - ستنها ترکیباتی هستند که دارای عامل  $\text{>C=O}$

می باشند .

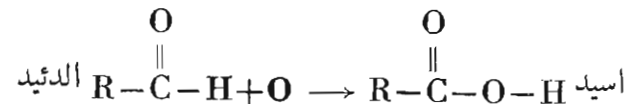
O

پس فرمول عمومی ستنها  $\text{R—C—R'}$  می باشد .

OH

۴- **اسیدها** - اسیدها ترکیباتی هستند که دارای عامل  $\text{—C=O}$

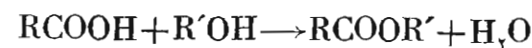
می باشند . اسیدها را از اکسیداسیون الدئیدها می توان بدست آورد :



اسید

۵- **استرها** - در واکنش يك اسید با يك الکل ، يك مولکول

آب و يك مولکول ماده ای به نام استر تولید می شود .



استر

نیتریلها دارای عامل  $C \equiv N$  - می باشند .

ردیفهای همانند (Séries homologues)

(ردیفهای متشابه ترکیب)

همانندها موادی هستند که فرمول هر یک از آنها فقط به واسطه

یک یا چند  $CH_2$  از دیگری متمایز است .

مثلا مواد همانند با الکل متیلک (  $CH_2OH$  ) فرمول عمومی

$CH_2(CH_2)_nOH$  را دارند .

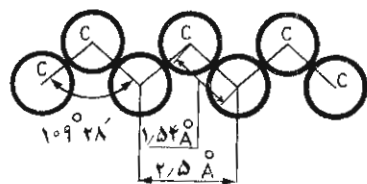
البته خواص شیمیایی مواد همانند با هم شبیه هستند .

## فصل دوم

تیدروکربورهای سیر شده خطی

(آلکانها)

در مولکول این ترکیبات اتمهای کربن مانند دانه‌های یک زنجیر باز با یک اتصال به هم پیوسته‌اند و ظرفیتهای دیگر هر کربن با  $H$  پر شده است . در این ترکیبات پیوند اتمهای کربن بایکدیگر و نیز پیوند اتمهای کربن و تیدروژن به صورت کووالانس و از نوع  $\sigma$  می باشد . زاویه بین پیوندهای کووالانسی که اتمهای کربن را به هم پیوند می دهد،  $109^\circ 28'$  است . قدرت پیوند  $C-C$  حدود  $81 \text{ kcal}$



شکل ۳۱

و طول پیوند بین آنها  $1.54 \text{ \AA}$  است . چون این تیدروکربورها نمی توانند  $H$  جذب کنند و با سایر عناصر نیز ترکیب اضافی تولید نمی کنند ، به تیدروکربورهای سیر شده موسوم شده‌اند . تیدرو-

نیتریلها دارای عامل  $C \equiv N$  - می باشند .

ردیفهای همانند (Séries homologues)

(ردیفهای متشابه ترکیب)

همانندها موادی هستند که فرمول هر یک از آنها فقط به واسطه

یک یا چند  $CH_2$  از دیگری متمایز است.

مثلا مواد همانند با الکل متیلک (  $CH_2OH$  ) فرمول عمومی

$CH_2(CH_2)_nOH$  را دارند .

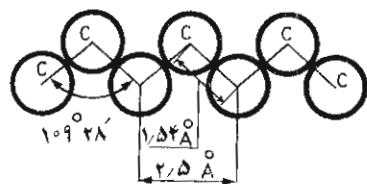
البته خواص شیمیایی مواد همانند با هم شبیه هستند .

## فصل دوم

تیدروکربورهای سیر شده خطی

(آلکانها)

در مولکول این ترکیبات اتمهای کربن مانند دانه‌های یک زنجیر باز با یک اتصال به هم پیوسته‌اند و ظرفیتهای دیگر هر کربن با  $H$  پر شده است . در این ترکیبات پیوند اتمهای کربن بایکدیگر و نیز پیوند اتمهای کربن و تیدروژن به صورت کووالانس و از نوع  $\sigma$  می باشد . زاویه بین پیوندهای کووالانسی که اتمهای کربن را به هم پیوند می دهد،  $109^\circ 28'$  است . قدرت پیوند  $C-C$  حدود  $81 \text{ kcal}$

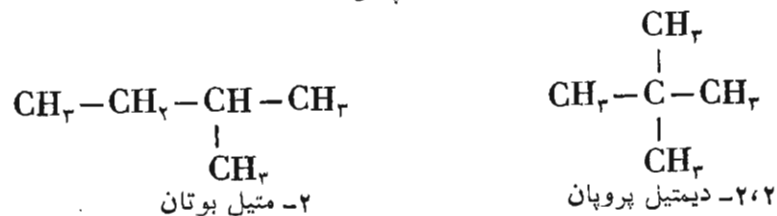


شکل ۳۱

و طول پیوند بین آنها  $1.54 \text{ \AA}$  است . چون این تیدروکربورها نمی توانند  $H$  جذب کنند و با سایر عناصر نیز ترکیب اضافی تولید نمی کنند ، به تیدروکربورهای سیر شده موسوم شده‌اند . تیدرو-



است که بزرگترین رشته را مطابق قاعده‌ای که قبلاً گفته شد نام برده و پیش از آن نام بنیانهایی را که در شاخه قرار دارند متذکر شوند. معمولاً برای تشخیص محل شاخه باید کربنها را شماره گذاری کرد و عدد کربنی را که بنیانها به آن وصلند قبل از اسم هر بنیان ذکر کرد. شماره گذاری کربنها از طرفی شروع می‌شود که به شاخه نزدیکتر است. مثلاً فرمولهای گسترده و نام سه ایزومر پنتان چنین است:



**ایزومری -** چنانچه در فرض چهار وجهی کربن ملاحظه شد، متان ایزومر ندارد، برای اتان و پروپان هم با رسم فرمول گسترده نمی‌توان ایزومر نوشت. ایزومری در تئیدروکربورهای سیر شده از بوتان شروع می‌شود و هر قدر عدد کربنها بیشتر شود بر عدد ایزومرها افزوده می‌گردد. مثلاً تئیدروکربوری که ۴ کربن دارد، دو ایزومر و تئیدروکربوری که پنج کربن دارد، سه ایزومر و تئیدروکربوری که ۱۰ کربن دارد، ۷۵ ایزومر و بالاخره تئیدروکربوری که ۱۳ کربن دارد، ۸۰۳ ایزومر ممکن است داشته باشد.

**خواص فیزیکی -** در شرایط متعارفی چهار کربور اول گازی شکلند و آنها که ۵ تا ۱۵ کربن دارند، مایع و بقیه جامدند. همه

کربورهای سیر شده ردیف همانند را تشکیل می‌دهند. یعنی هر تئیدروکربور در یک یا چند مجموعه  $\text{CH}_2$  از سایر تئیدروکربورهای سیر شده متمایز است و در نتیجه فرمول عمومی آنها را می‌توان به صورت  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  نشان داد.

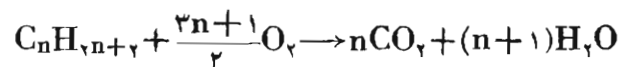
**وجود در طبیعت -** در منابع نفتی و گازهای طبیعی یافت می‌شوند.

**نامگذاری -** چهار تئیدروکربور اول نامهای قدیمی دارند: متان  $\text{CH}_4$  و اتان  $\text{C}_2\text{H}_6$  و پروپان  $\text{C}_3\text{H}_8$  و بوتان  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . نام بقیه را از نام یونانی اعداد که نماینده عدد اتمهای کربن است، می‌گیرند و به پسوند «آن» ختم می‌کنند. مثلاً  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  را پنتان و  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  را hexane و  $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$  را duodécane می‌گویند.

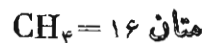
اگر از فرمول هر مولکول تئیدروکربور سیر شده یک اتم H برداریم، باقیمانده بنیان یا رادیکال یک ظرفیتی R به فرمول  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  است. اسم این بنیان (آلکیل) از نام تئیدروکربور به وسیله تبدیل «آن» به «ایل» بدست می‌آید. مثلاً  $\text{CH}_3-$  (از متان  $\text{CH}_4$ ) متیل،  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$  (از اتان  $\text{C}_2\text{H}_6$ ) اتیل،  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$  (از پروپان  $\text{C}_3\text{H}_8$ ) بترتیب پروپیل و ایزوپروپیل و  $\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$  (از پروپان  $\text{C}_3\text{H}_8$ ) بترتیب پروپیل و ایزوپروپیل نام دارند. در نامگذاری تئیدروکربورهای شاخه دار، قاعده چنین

۱- پس بترتیب پیشوند pent و hex و hept و oct و غیره را جلو ane قرار می‌دهند تا اسم تئیدروکربور سیر شده بدست آید.

سوختن کامل ئیدروکربورهای سیر شده چنین است : khosro ۱۸۵۲



این ئیدروکربورها در اثر حرارت، یا ئیدروژن از دست داده به ئیدروکربورهای سیر نشده تبدیل می‌شوند و یا مولکول آنها شکسته می‌شود و ئیدروکربورهای ساده‌تری از آنها تشکیل می‌شود.



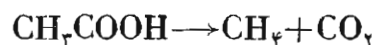
**وجود در طبیعت** - متان که گاز مرداب هم نامیده می‌شود در گازهای بالای چاههای نفت و در معادن زغال سنگ موجود است. از فساد گیاهان در مردابها نیز تشکیل می‌شود. اما بیش از همه در گازهای طبیعی یافت می‌شود.

تولید سالانه متان در امریکا ۶۰ میلیارد متر مکعب است که برای سوختن و مصارف شیمیایی و تهیه ئیدروژن مصرف می‌شود.

**خواص فیزیکی** - از هوا سبکتر است ( $\frac{1}{16}$ ). بی‌بو و بیرنگ و قابل نفوذتر از هواست و بسختی مایع می‌شود (نقطه جوش آن  $162^\circ -$ ). در آب بسیار کم محلول است.

**راههای تهیه** - در صنعت از گازهای طبیعی استفاده می‌کنند. ولی در آزمایشگاه می‌توان آن را به راههای زیر بدست آورد:

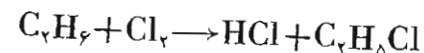
۱- تجزیه جوهر سرکه در حرارت  $250^\circ$  و در مجاورت اکسید توریم



ئیدروکربورها عملاً در آب نامحلولند و وزن مخصوص آنها کمتر از آب است.

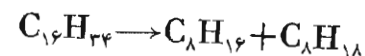
**خواص شیمیایی** - این ئیدروکربورها دارای میل ترکیبی شیمیایی زیاد نیستند و بنابراین به آنها **paraffine** (کم اثر) نیز می‌گویند. اسید سولفوریک، اسید نیتریک، بازها و اکسیدکننده‌ها در دما و فشار عادی بر آنها اثر محسوسی ندارند.

هالوژنها با ئیدروکربورهای سیر شده ترکیبات استخلافی یا جانشینی می‌دهند، بدین معنی که ئیدروژن خارج می‌شود و جای خود را به هالوژن می‌دهد:

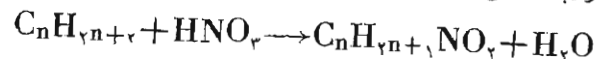


و عمل استخلاف ادامه پیدا می‌کند.

این ئیدروکربورها بر اثر گرما تجزیه می‌شوند و به مولکولهای سبکتر تبدیل می‌شوند. این واکنش که به کراکینگ موسوم است در صنعت نفت اهمیت فراوان کسب کرده است. مثال:



اگر پارافینها را با اسید نیتریک تحت فشار گرم کنند، ترکیباتی به نام نیتروپارافین از آنها بدست می‌آید:

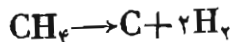


اسید سولفوریک دودکننده نیز اثر مشابهی بر پارافینهای سنگین و شاخه‌دار دارد.

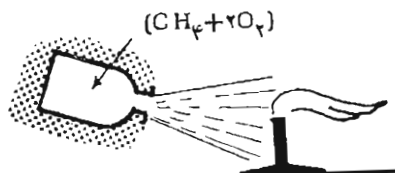
ئیدروکربورهای سیر شده مانند تمام مواد آلی سوخته تولید  $H_2O$  و  $CO_2$  می‌کنند و گرما هم تولید می‌شود. فرمول عمومی

خواص شیمیایی - ۱- اثر حرارت - تا ۱۰۰۰° حرارت را

تحمل می کند ولی در ۱۲۰۰° تجزیه می شود



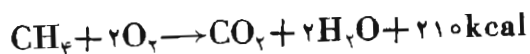
۲- اثر اکسیژن - متان



شکل ۳۴

در اکسیژن به کمک شعله می سوزد و مخلوط دو حجم اکسیژن و یک حجم متان

منفجر می شود. برای انجام دادن این آزمایش، بالون محتوی مخلوط را در حوله مرطوبی پیچیده و ظرف را بدست می گیرند و بعد به شعله نزدیک می کنند (شکل ۳۴). متان در هوا با شعله بیرنگ می سوزد.



در معادن زغال سنگ مخلوط متان و هوا و گرد زغال اغلب

انفجارهایی تولید می کند و تلفاتی وارد می سازد. برای رفع خطر انفجار معدنها لازم است که معدن را تهویه کنند.

گرمای زیادی که از احتراق متان حاصل می شود (در حدود

۹۵۰۰ کیلوکالری از هر متر مکعب)، متان را در زمره مواد سوختنی قابل مصرف در آورده است و از این حیث بیشتر از تیدروژن و اکسید

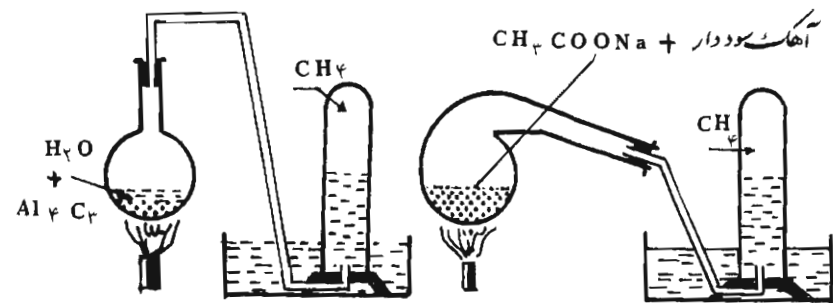
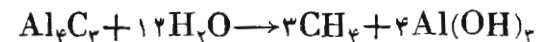
کربن ارزش دارد. گاز چراغ (حاصل از تقطیر زغال سنگ) و نیز گازهای حاصل از چاههای نفت، به علت داشتن متان، در شهرها

لوله کشی می شوند و به مصرف تولید گرما می رسند.

۲- تکلیس استات سدیم خشک با آهک سود دار (شکل ۳۲)



۳- ریختن آب یا اسید رقیق بر کربور آلومینیم (شکل ۳۳)

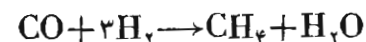


شکل ۳۳

شکل ۳۲

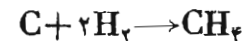
متان را می توان به راه سنتز نیز بدست آورد. بهترین طریقه

سنتز آن واکنش تیدروژن و CO در ۲۵۰° و در مجاورت نیکل احیا شده است.



در حدود ۵۰۰°C و در مجاورت نیکل نیز توانسته اند سنتز کامل

آن را عمل کنند.



۱- تشکیل یک ماده شیمیایی از ترکیب دو یا چند ماده شیمیایی ساده تر

به سنتز موسوم است. در صنعت، اغلب گازهای ساده تر را به کمک کربن

۲- نیکل را از احیای اکسید نیکل به کمک H<sub>2</sub> بدست می آورند. در

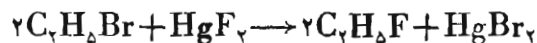
محیط خشک کاتالیزور است. نیکل به صورت دیگری (به نام Raney) که

سیاه رنگ است نیز در محیط مرطوب و در حرارت متعارفی تا ۶۰° به

صورت کاتالیزور مصرف می شود.

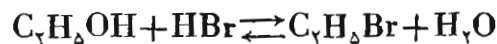
-۷۹-

همین جهت مشتق فلوئوردار تیدرو کربورها بطور غیر مستقیم تولید می‌شود. معمولاً از تأثیر مشتق کلردار یا برم‌دار تیدرو کربورها و یک فلوئورورومعدنی مانند  $HgF_4$ ، مشتق فلوئوردار تیدرو کربورها بدست می‌آید:

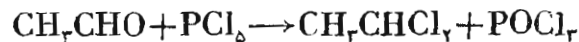


مشتقات هالوژن‌دار، علاوه بر اثر مستقیم هالوژن بر تیدرو-

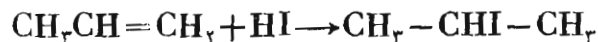
کربور، از اثر تیدراسیدها بر الکلها در مقابل اسیدسولفوریک:



و همچنین از اثر  $PCl_5$  بر الئیدها و ستنها:



و نیز از اثر تیدراسیدها بر کربورهای سیر نشده:



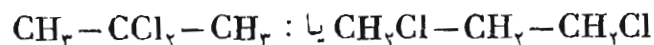
بدست می‌آیند.

۱- نامگذاری و ایزومری - تمام کربنهای تیدرو کربورهای

رشته‌ای می‌توانند هالوژن داشته باشند. پس  $CH_3-CHCl_2$  می‌تواند

به صورت  $CH_3Cl-CH_2Cl$  نیز در آید و نیز  $CH_3-CH_2-CHCl_2$

ممکن است به صورتهای:

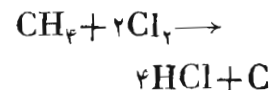


یا:  $CH_3Cl-CHCl-CH_3$  باشد که هر چهار با هم ایزومر

می‌باشند.

### ۳- تأثیر هالوژنها -

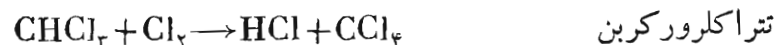
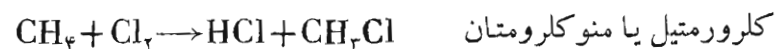
کلر در نور مستقیم متان را تجزیه می‌کند (شکل ۳۵).



و در نور غیر مستقیم (سایه)

مواد مختلفی بوجود

می‌آید:



بدیهی است که واکنشهای اخیر یکی پس از دیگری انجام گرفته و بنابراین تدریجی هستند.

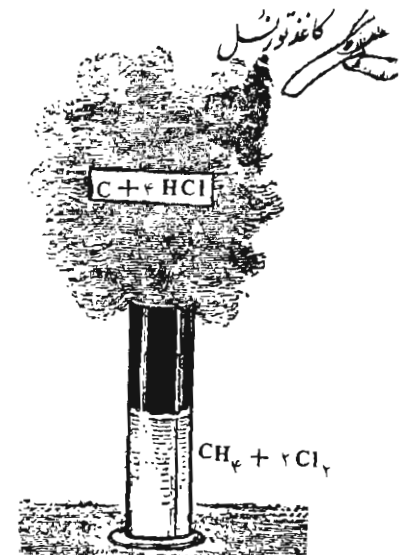
برم تأثیرش کمتر از کلر، وید تقریباً بی‌اثر است.

مشتقات هالوژن‌دار تیدرو کربورهای سیر شده - اگر

فلوئور یا کلر یا برم یا ید جای تیدروژن تیدرو کربوری را بگیرند،

مشتق هالوژن‌دار تیدرو کربور بدست می‌آید. فلوئور که اثر بسیار

شدید دارد سبب از هم پاشیدن مولکول تیدرو کربور می‌شود و به

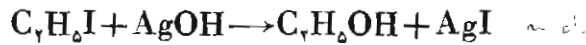


شکل ۳۵

بنابراین از نظر سنتز ترکیبات آلی اهمیت زیادی دارند. این ترکیبات چون یونیزه نمی‌شوند واکنشهای آنها غالباً کند و ناتمام است و هالوژن آنها با نیترات نقره مشخص نمی‌شود.

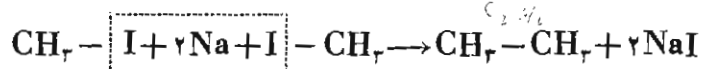
با محلول پتاس (در آب) و یابائیدروکسید نقره به الکل تبدیل

می‌شوند:

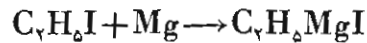


در واکنش با فلز سدیم تیدروکربورهای با عدد کربنهای

بیشتر، از آنها بدست می‌آید (واکنش وورتز):

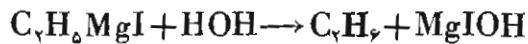


بامنیزیم در محلول اتری، ترکیبات آلی فلزی بدست می‌آید:



یدور اتیل منیزیم

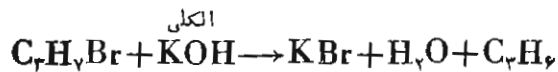
یکی از خواص این ترکیب واکنش آن با آب است:



با سیانور پتاسیم، نیتریل:



و با محلول الکل پتاس به تیدروکربور اتیلنی تبدیل می‌شوند.



۱- ویکتور گرینیارد (Grignard) (۱۸۷۱ - ۱۹۳۵) شیمیدان

فرانسوی در سال ۱۹۰۱ واکنش تهیه ترکیبات آلی فلزی (متالوآرگانیک) را کشف کرد. ترکیبات آلی فلزی سپس چنان اهمیتی درستتزی آلی پیدا کردند که گرینیارد در سال ۱۹۱۲ به دریافت جایزه نوبل نایل شد.

برای نامیدن مشتقات هالوژن دار دو طریقه موجود است:

در طریقه اول پس از ذکر نام هالوژن و افزودن «اور» به آخر آن، نام بنیان تیدروکربور را ذکر می‌کنند. مانند  $CH_3Cl$  که کلرور متیل نامیده می‌شود.

در طریقه دوم نام هالوژن را به کمک لفظ «ا» به نام تیدرو-کربور مربوط می‌کنند. پس نام  $CH_3Cl$  کلرومتان است.

ذکر شماره کربنی که هالوژن بدان متصل می‌باشد، برای تعیین محل هالوژن نیز لازم است، مانند:  $CH_2Cl - CH_2 - CH_3$  که

۱- کلرو پروپان نام دارد، در صورتی که  $CH_3 - CHCl - CH_3$ ،

۲- کلرو پروپان نامیده می‌شود. منظور از عدد ۱ در ماده اول این است که کلر روی کربن شماره یک و منظور از عدد ۲ در ماده دوم این است که کلر روی کربن شماره ۲ قرار گرفته است.

۲- خواص فیزیکی - مشتقات هالوژن دار از تیدرو-

کربور مربوط دیرتر می‌جوشند و هر قدر هالوژن در مولکول بیشتر وارد شود، این اختلاف در درجه جوشیدن بیشتر است. معمولاً ترکیبات کلردار از برم دار زودتر می‌جوشند. این ترکیبات از آب سنگین ترند و در آن حل نمی‌شوند. هر قدر تراکم هالوژن بیشتر باشد، ماده سنگین تر خواهد بود.

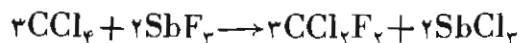
۳- خواص شیمیایی - مشتقات هالوژن دار تیدروکربورها

بسیار فعال بوده، اتم هالوژن آنها با آسانی با عوامل گوناگون جابجا می‌شود و عدد زیادی ترکیبات مختلف از آنها بدست می‌آید.

تتراکلور کربن ، مایعی است که در  $۷۶/۵^{\circ}$  می جوشد .  
وزن مخصوص آن  $۱/۵۸$  است . بخار آن آتشگیر نیست و چون  
از هوا هم سنگین تر است برای آتش نشانی بکار می رود . تتراکلور-  
کربن برای حل چربیها ، کائوچو و بسیاری مواد دیگر مصرف زیاد  
دارد . برای تهیه تتراکلور کربن ، کلر را بر سولفور کربن اثر  
می دهند :



فرئون - یکی از ترکیبات متان  $CCl_2F_2$  به نام Fréon یا  
دیکلرودیفلوئورو متان است که از اثر  $SbF_3$  بر  $CCl_4$  بدست می آید:



فرئون گازی است بی بو و بیرنگ ( نقطه جوش آن  $۳۰^{\circ}-$   
است ) ، آتشگیر نیست و سمیت هم ندارد . در یخچالها به جای  
امونیاک و انیدرید سولفور و بکار می رود .

### تمرین و مسئله

- ۱- چگونه می توان به روش شیمیایی گاز متان و گاز ئیدروژن را از  
یکدیگر تمیز داد ؟
- ۲- چرا متان در برابر گرما از ئیدروکربورهای سیر شده دیگر پایدارتر  
است ؟
- ۳- جرم مخصوص یکی از همولوگهای گازی شکل متان با جرم مخصوص  
هوا تقریباً برابر است . فرمول این ئیدروکربور را معین کنید .

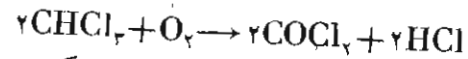
ج :  $C_4H_{10}$

در فصول آینده خواهیم دید که برای تهیه الکلها ، استرها ،  
امینها و بسیاری ترکیبات دیگر از آنها استفاده می شود .

بعضی ازمشتقات هالوژن دار مهم ئیدروکربورهای سیر شده  
کلروراتیل - این ترکیب در فشار کم مایع می شود و در  
 $۱۳/۱^{\circ}$  می جوشد . اگر مقدار کمی از آن بر روی پوست بدن ریخته  
شود سرعت تبخیر شده ، سرمای شدیدی ایجاد می کند . به همین دلیل  
در جراحی برای بیحسی موضعی از آن استفاده می شود .

کلروفرم ، مایعی است سمی و بیرنگ و سریع الحركه . وزن  
مخصوص آن  $۱/۵$  و تقریباً در آب نامحلول است . در  $۶۱^{\circ}$  می جوشد  
و تنفس بخار آن موجب بیهوشی می شود و بنابراین در جراحی بکار  
می رود . کلروفرم حلال خوبی نیز می باشد . برای تهیه کلروفرم ،  
کلروردوشو یا محلولهای قلیایی کلردار را بر الکل یا استون اثر  
می دهند .

کلروفرم را باید دور از هوا و نور نگهداری کرد ، زیرا سرعت  
اکسید شده ، ترکیب سمی خطرناکی به نام فسژن از آن تولید  
می شود :



یدوفرم ، ماده جامد متبلوری است به رنگ زرد لیمویی که  
در  $۱۱۹^{\circ}$  ذوب می شود و بوی نافذی شبیه به زعفران دارد . یدوفرم با  
واکنشهایی شبیه به کلروفرم از اثر ید ویک قلیا بر الکل یا استون بدست  
می آید . در آب تقریباً نامحلول است ولی در الکل بخوبی حل  
می شود . یدوفرم برای ضد عفونی زخمها بکار می رود .

۱۴- چگونه با سنتز وورتز از متان می‌توان پروپان ساخت و از ۲ لیتر متان چند گرم پروپان بدست می‌آید؟ فرض می‌کنیم راندمان کلی عمل ۵۰٪ باشد.

۱۵- چگالی به‌حالت بخار یک ئیدروکربور سیر شده نسبت به ئیدروژن ۳۶ است. اولاً فرمول مولکولی آن را معین کنید. ثانیاً در صورتی که بدانیم این ئیدروکربور بر اثر کلر فقط یک مشتق یک استخلافی کلردار تولید می‌کند، گسترده آن را رسم کنید.

۴- فرمول مولکولی ئیدروکربور سیر شده‌ای را بنویسید که جرم مولکولی آن نصف جرم مولکولی اکسیژن است. ج:  $\text{CH}_4$

۵- چگالی یک ئیدروکربور سیر شده گازی شکل نسبت به هوا تقریباً ۲ است. فرمول مولکولی آن را معین کنید. ج:  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

۶- چند مترمکعب اکسیژن برای سوختن یک مترمکعب مخلوط گازی دارای ۷۵ درصد حجمی متان، ۱۵ درصد اتان، ۵ درصد ئیدروژن و ۵ درصد نیتروژن لازم است؟ ج:  $2/05$  مترمکعب

۷- فرمول مولکولی ئیدروکربور متشابه ترکیب با متان را که ۲۸ اتم ئیدروژن دارد، بنویسید.

۸- فرمول تجزیه سلولز در مردابها به وسیله باکتریها به صورت زیر است. آن را موازنه کنید:



۹- از سوختن ۵/۳۳ گرم از یک ئیدروکربور سیر شده ۵/۵۰۴ لیتر در شرایط متعارفی گاز کربنیک تولید شده است. فرمول مولکولی ئیدروکربور را مشخص کنید. ج:  $\text{C}_3\text{H}_8$

۱۰- برای احتراق ۵/۴۳ گرم ئیدروکربور سیر شده‌ای ۵/۳۲ لیتر هوا لازم است. فرمول مولکولی آن را معین کنید و فرمولهای گسترده تمام ایزومرهای آن را بنویسید. ج:  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

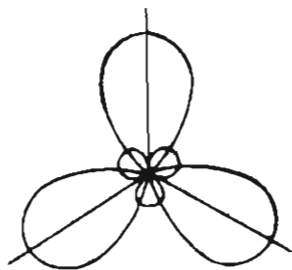
۱۱- از سوختن یک گرم از یک ئیدروکربور سیر شده ۱/۸ گرم آب بدست آمده است. فرمول مولکولی آن را معین کنید. ج:  $\text{C}_4\text{H}_6$

۱۲- چگالی به حالت بخار یکی از مشتقات کلردار متان نسبت به هوا ۵/۳۲ است. فرمول مولکولی آن را معین کنید. ج:  $\text{CCl}_4$

۱۳- به کمک سنتز و ورتز الف - از مخلوط یدورمتیل و یدوراتیل، ب - از مخلوط برموراتیل و برمور ایزو پروپیل چه ئیدروکربورهایی تولید می‌شود؟

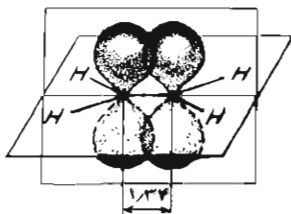
واضح است که يك اربیتال  $2p$  شامل يك الكترون جفت نشده نیز باقی

می ماند . در ساختمان اتیلن یکی از اربیتالهای  $sp^2$  در يك کربن با اربیتال  $sp^2$  کربن دیگر يك پیوند  $\sigma$  بوجود می آورد و چهار اربیتال  $sp^2$  دیگر که از دو اتم کربن باقی می ماند با چهار اتم نیدروژن چهار پیوند بوجود می آورند که همه آنها در يك سطح می باشند. دو الكترون جفت نشده ای که در اربیتال  $p$  دو اتم

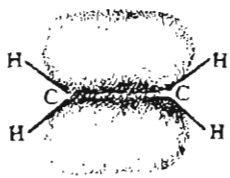


هیبرید  $sp^2$   
شکل ۳۶

کربن قرار دارند پیوندی به نام پیوند  $\pi$  بوجود می آورند. پیوند  $\pi$  در صفحه ای تشکیل می شود که بر صفحه پیوند  $\sigma$  عمود است. ابرهای الكترونی حاصل از این پیوند همانطور که در شکل ۳۸ دیده می شود به شکل دو متکا بر روی هم قرار دارند . پس پیوند



شکل ۳۷- طرح تشکیل پیوند  $\pi$  در مولکول اتیلن



شکل ۳۸

دوگانه اتیلن در حقیقت يك پیوند  $(\sigma + \pi)$  می باشد . طول این پیوند  $134/1$  Å است و قدرت آن  $145$  kcal می باشد . يك پیوند  $\pi$  قدرتی در حدود  $64$  kcal دارد . بنابراین نسبت به پیوند  $\sigma$  که قدرتی در حدود  $80$  kcal دارد سست تر می باشد .

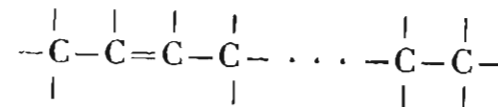
نامگذاری - همان اصول ذکر شده در بخش نیدروکربورهای

## فصل سوم

### نیدروکربورهای اتیلنی یا اولفینها (آلکنها با آنها)

#### و نفت

در این نیدروکربورها دو اتم کربن با پیوند دوگانه به یکدیگر وصلند و بنا بر این دو اتم نیدروژن کمتر از نیدروکربورهای سیر شده نظیر خود دارند . این نیدروکربورها نیز ردیف متشابه ترکیب تشکیل می دهند که فرمول عمومی آنها  $C_nH_{2n}$  است .



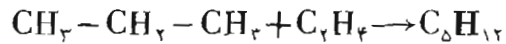
**پیوند دوگانه در نیدروکربورهای اتیلنی -** قبلا در ساختمان متان دیدیم که سه اربیتال  $2p$  و يك اربیتال  $2s$  ممزوج شده و هیبرید می شود . دو اتم کربن با هم هیبرید می شوند . چون اتم زاجی به نسبت های دیگر نیز میسر است. در نیدروکربورهای اتیلنی مثلا در  $C_2H_4$  دو اربیتال  $2p$  و يك اربیتال  $2s$  با هم ممزوج شده و هیبرید جدیدی بوجود می آورند که عبارت از سه اربیتال  $sp^2$  می باشد. این سه اربیتال در يك صفحه بوده و با هم زاویه  $120^\circ$  می سازند (شکل ۳۶) .

۱- Alkenes یا Alcènes .





شده مجتمع شوند و موادی سنگین تر تولید کنند .

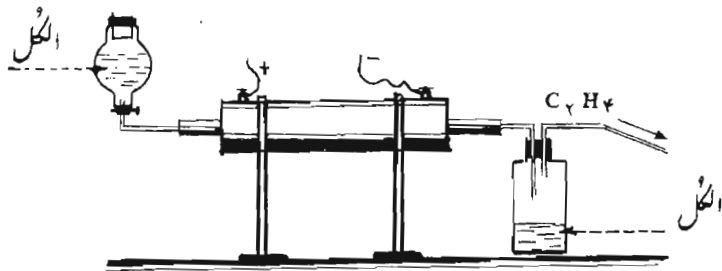
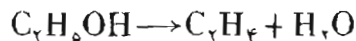


این عمل که تقریباً عکس عمل کراکینگ است الکیلاسیون نامیده می شود و برای تهیه مواد قابل استفاده و گران از مواد سبک بی مصرف یا کم مصرف گازهای نفت بکار می رود .

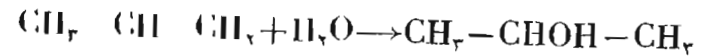
### اتیلن $\text{C}_2\text{H}_4$

ساده ترین ئیدروکربور گروه اولفینها اتیلن است .

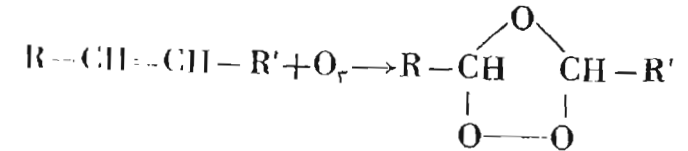
طرز تهیه - اولفینها در گاز چراغ و محصول کراکینگ نفت وجود دارند و بطور کلی آنها را از حرارت دادن الکلها توأم با مواد دیگر مانند اسید سولفوریک ، اسید فسفریک و یا اکسید آلومینیم بدست می آورند . برای تهیه اتیلن بخار الکل را از روی آلومین در  $400^\circ$  عبور می دهند . قسمت تجزیه نشده الکل در ظرف دوم باقی می ماند و گاز اتیلن از لوله خارج می شود (شکل ۳۹) .



شکل ۳۹

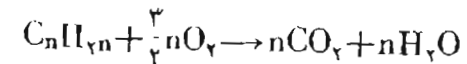


از ترکیب ازون با اولفینها ازونید بدست می آید :

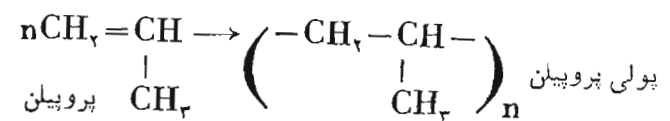


ماده حاصل ترکیب ناپایداری است و بر اثر آب مولکول آن به دو قسمت و هر قسمت به یک مولکول الدئید تبدیل می شود . به کمک این واکنش می توان محل پیوند دوگانه را بر روی اولفینها تعیین کرد .

۲- مانند تمام ترکیبات آلی می سوزند و نتیجه احتراق  $\text{CO}_2$  و آب است .



۳- یک مولکول ئیدروکربور اتیلنی می تواند با مولکولهای نظیر خود ترکیب شود و مولکولهای بزرگی بوجود آورد که وزن مولکولی ماده حاصل چندین برابر مولکول ماده اولیه باشد . این عمل را پولیمریزه شدن می نامند :



۴- ئیدروکربورهای اتیلنی عموماً و خود اتیلن خصوصاً در حرارت  $500^\circ$  و به کمک فشار زیاد می توانند با کربورهای سبک

در دوظرف متوالی شست و شو داد که یکی محتوی پتاس برای جذب انیدریدها و دیگری دارای اسیدسولفوریک برای نگه داشتن اتراکسید است .

**خواص فیزیکی** - گازی است بی بو ، تقریباً در آب حل

نمی شود و چگالی آن  $\frac{28}{29}$  است و در  $103^{\circ}$  - مایع می شود .

**خواص شیمیایی** - وجود پیوند دوگانه (=) سبب شده است

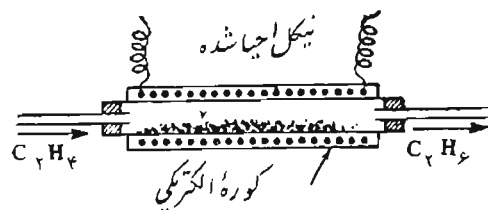
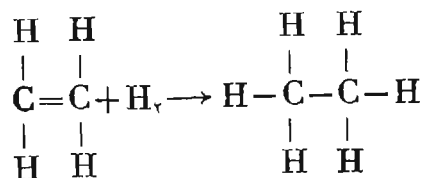
که اتیلن مستعد تولید ترکیبات اضافی باشد .

این استعداد در خواص زیر مشخص می شود :

۱- اگر مخلوطی به حجم متساوی از  $C_2H_4$  و  $H_2$  را از روی

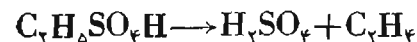
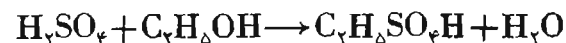
نیکل احیا شده که  $200^{\circ}$  گرم شده عبور دهند ، اتان تولید می شود

(تیدروژناسیون) (شکل ۴۱) .



شکل ۴۱

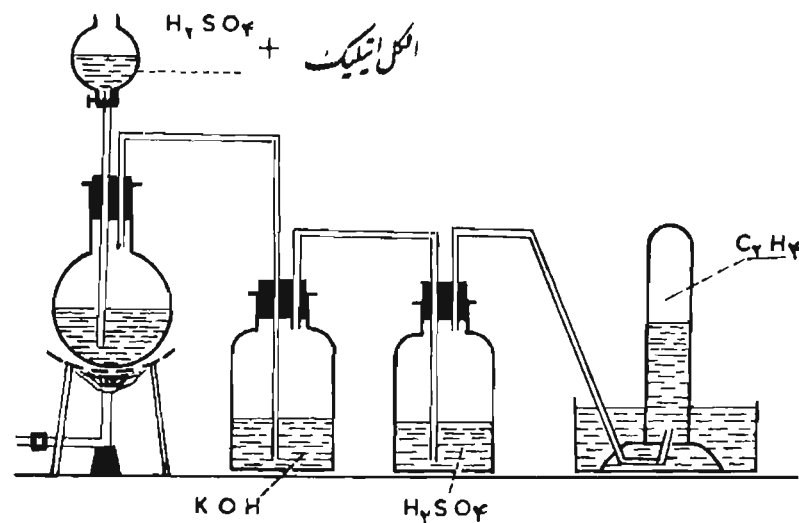
همین عمل آبگیری (دئیدراتاسیون) را ممکن است به وسیله اسید سولفوریک انجام داد . برای این کار باید الکل اتیلیک را با اسیدسولفوریک غلیظ تا  $170^{\circ}$  دربالونی گرم کرد. واکنشهای انجام یافته را می توان به صورت زیر نشان داد :



در آزمایش معمولاً مقداری  $\text{SO}_4$  از تجزیه اسید و  $\text{CO}_2$  از

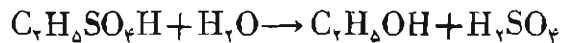
سوختن الکل و  $(C_2H_5)_2O$  (اتراکسید) از تجزیه ناقص الکل ، بدست

می آید که برای جدا کردن آنها از اتیلن باید گازها را مطابق شکل ۴۰



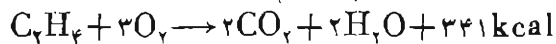
شکل ۴۰

اتیلن در مجاورت اسید سولفوریک می‌تواند با آب ترکیب شود و الکل تولید کند، زیرا ابتدا سولفات اسید اتیل تولید می‌شود و این ماده با یک مولکول آب الکل می‌دهد.



**خواص دیگر اتیلن - اتیلن در اکسیژن می‌سوزد و مخلوطش**

با آن به کمک شعله منفجر می‌شود. اتیلن در هوا با شعله زرد رنگ می‌سوزد.



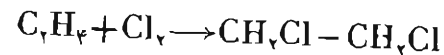
گرمای حاصل از سوختن اتیلن بیش از گرمای حاصل از سوختن مخلوط ۲۴ گرم کربن و ۴ گرم H است، زیرا تولید اتیلن از مواد اولیه آن با صرف انرژی توأم است و همین انرژی را هنگام تجزیه و سوختن پس می‌دهد.

اتیلن پولیمریزه می‌شود و عمل پولیمریزه شدن آن در گرما و فشار و در مجاورت کاتالیزورهایی مانند پراکسیدها و کلرور آلومینیم انجام می‌شود:

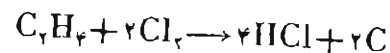


بطور کلی محصول پولیمریزه شدن یک ماده آلی را پولیمر می‌نامند. هر پولیمر از منومرها یا واحد های مشابه هم که با پیوند کووالانسی به شکل زنجیره دنبال هم پیوسته اند تشکیل شده است. پولیمرهای سنگین ممکن است به صورت مولکولهای بزرگی در آیند که بیش از ده هزار اتم داشته باشند. طول رشته های پولیمری که از

۲- مخلوطی از اتیلن و کلر در سایه مایع چرب مانندی که از آب سبکتر است تولید می‌کند. این ماده روغن هلندی نام دارد و اسم شیمیایی آن کلرور اتیلن یا ۱، ۲ - دی کلرواتان است.



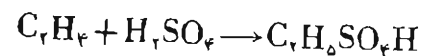
ولی مخلوط آنها در مقابل شعله دوده تولید می‌کند.



اتیلن با برم نیز به صورت محلول ترکیب می‌شود و برموراتیلن  $CH_2Br - CH_2Br$  تولید می‌کند.

۳- با سایر مواد نیز ترکیبات اضافی می‌دهد و اشباع می‌شود.

مانند:



اضافه شدن HI و HBr آسانتر از HCl انجام می‌گیرد. ترکیب اضافی آن با اکسیژن اکسید اتیلن می‌دهد. اکسید اتیلن  $CH_2 - CH_2$  در دمای  $200^\circ$  و در مجاورت پودر نقره تولید می‌شود.

این ماده که مایع است با H الکل و با آب گلیکول  $CH_2OH - CH_2OH$  می‌دهد.

اتیلن به وسیله محلول قلیایی پرمنگنات پتاسیم اکسید می‌شود و به گلیکول تبدیل می‌گردد.

مشابه هم یا منومر هایی تشکیل یافته اند که به صورت زنجیری طولی به دنبال هم تکرار می شوند. گاهی هم این رشته های طولی به وسیله رشته های جانبی به هم می پیوندند و به شکل شبکه بزرگی در می آیند. در فصول آینده ساختمان شیمیایی بعضی از پلاستیکهای دیگر نیز بیان می شود. از نظر خواص فیزیکی، پلاستیکها معمولاً محکم هستند، عایق الکتریسته می باشند و خاصیت کشسانی دارند. امروز پلاستیکها در موارد بسیاری به جای فلزات، چوب، چرم و مانند آنها بکار می روند. غالباً برای تهیه اشیا گوناگون از پلاستیک، موادی مانند مواد رنگی، مواد پرکننده و موادی که سختی و دیگر خواص لازم برای تهیه شیء مورد نظر را فراهم می کنند به آن اضافه می کنند. پلاستیکها را بطور کلی به دو دسته تقسیم می کنند: یک دسته پلاستیکهایی که بر اثر حرارت نرم می شود و چون سرد شود سخت می گردد، بدون آنکه تغییر شیمیایی و فیزیکی حاصل کند. این نوع پلاستیکها را با گرم کردن مجدد می توان تغییر شکل داد. دسته دیگر پلاستیکهایی است که بر اثر حرارت خواص شیمیایی و فیزیکی آن تغییر می کند و با گرم کردن مجدد نمی توان آنها را تغییر شکل داد.

### تمرین و مسئله

- ۱- پیوندهای  $\sigma$  و  $\pi$  در مولکول اتیلن چه تفاوتی دارند؟
- ۲- چرا اتیلن جزء ئیدروکربورهای سیر نشده است؟

پولیمریزه شدن يك ماده آلی بدست می آید، و بنابراین وزن مولکولی آنها، همه با هم یکی نیستند و همیشه حد متوسطی از وزن مولکولی آنها مورد نظر می باشد و آن هم با شرایط عمل تغییر می کند.

پولیمری که از پولیمریزه شدن اتیلن حاصل می شود، پلی اتیلن نامیده می شود. جرم مولکولی پلی اتیلن ممکن است به ۳۰۰۰۰۰ برسد. این نوع پلی اتیلن ارزش صنعتی زیادی دارد و آن را پولیتن گویند. پولیتن ماده پلاستیکی سفید رنگی است که بازها و اسیدها و از جمله اسید فلوئوریدریک بر آن بی اثر است و عایق خوبی نیز می باشد. بنابراین در صنایع شیمیایی برای ساختن لوله و در تلویزیون و رادیو برای عایق کردن سیمها بکار می رود.

**مختصری درباره پلاستیک - پلاستیک** به معنی وسیع آن به تمام مواد طبیعی و مصنوعی گفته می شود که وقتی نرم هستند قالب پذیر بوده به اشکال مختلف در می آیند و پس از سخت شدن شکل خود را حفظ می کنند. با این تعریف بسیاری از مواد غیر آلی مانند گل رس، شیشه و فولاد هم جزو پلاستیکها محسوب می شوند. ولی امروز کلمه پلاستیک معنی محدودتری دارد و معمولاً به مواد آلی مصنوعی که خواص مزبور را داشته باشند اطلاق می شود.

از نظر شیمیایی، پلاستیکها موادی هستند بی اثر با وزن مولکولی بسیار زیاد و از نظر ساختمان مولکولی جزو ماکرومولکولها و پولیمرها می باشند، یعنی مانند پلی اتیلن از واحدهایی

راحساب کنید (چند مولکول اتیلن در تشکیل یک مولکول پولی اتیلن شرکت کرده است؟).

۱۵- از عبور مخلوط گازهای اتیلن و متان از داخل ظرف دارای برم، ۷ گرم بروزن ظرف اضافه شده است. چند لیتر گاز به وسیله برم جذب شده است؟

۱۶- محصول ترکیب اضافی کربن با نیدروکربور اتیلنی  $56/5$  بار سنگین تر از نیدروژن است. فرمول مولکولی نیدروکربور را معین کنید.

۱۷-  $100$  گرم الکل معمولی را از لوله محتوی اکسید آلومینیم گرم عبور دادیم و  $33/6$  لیتر در شرایط متعارفی نیدروکربورگازی شکل بدست آوردیم. راندمان عمل را حساب کنید.

۱۸- مخلوطی از متان و اتیلن و  $30 \text{ cm}^3$  اکسیژن را در آبسنجی منفجر کرده ایم. پس از سرد شدن  $20 \text{ cm}^3$  گاز باقی مانده که  $16 \text{ cm}^3$  آن قابل جذب پتاس است و بقیه جذب فسفر می شود. از این آزمایش حجم متان و اتیلن را حساب کنید.

۱۹- در لوله محتوی اکسید مس که تا حرارت قرمز گرم شده مخلوطی از متان و اتیلن عبور می دهند. این دو گاز می سوزند. اگر نتیجه سوختن آنها را از ظرف اسید سولفوریک و سپس پتاس عبور دهیم، بروزن ظرفها بترتیب  $1/58$  گرم و  $2/2$  گرم افزوده می شود. نسبت حجمی دو گاز را در مخلوط و چگالی تئوری مخلوط را نسبت به نیدروژن حساب کنید.

### وقت

نفت مخلوطی از نیدروکربورهای مختلف است و ترکیب شیمیایی ثابت و معینی ندارد. این مخلوط در خلل و فرج بعضی از لایه های زمین که اطرافش را قشر غیر قابل نفوذی احاطه کرده است

۳- چگونه می توان متان را از ناخالصی اتیلن جدا کرد؟  
۴- دوره تهیه کلرور اتیل را ذکر کنید و معادله های واکنش مربوط را بنویسید.

۵- نیدروکربوری است به فرمول  $C_6H_{10}$ . آیا فقط بر این اساس می توان گفت که این نیدروکربور به ردیف متشابه ترکیب اتیلن تعلق دارد؟

۶- مخلوط متان و پروپیلن با شعله زرد رنگ می سوزد، اما پس از عبور مخلوط از آب برم درخشندگی شعله کمتر می شود. چرا؟

۷- فرمول ساختمانی ماده ای را که از ترکیب اضافی برم با ایزوبوتیلن بدست می آید، بنویسید.

۸- کدام نیدروکربوری است که از ترکیب اضافی آن با برم ۲، ۳-دی بر بوتان تشکیل می شود؟

۹- معادله واکنش بین بوتن - ۱ و برمورنیدروژن و نام ترکیب حاصل را بنویسید.

۱۰- از پولیمریزاسیون تترافلور اتیلن  $(CF_2=CF_2)$  ماده ای بدست می آید به نام تفلون که در مقابل اسید سولفوریک در حال جوش و سدیم فلزی مقاومت می کند. تترافلور اتیلن گازی بیرنگ و بی بوست و از پیرولیز دی فلور کربن  $(CHClF_2)$  بدست می آید. معادله واکنش تهیه این ماده را بنویسید.

۱۱- چگالی نیدروکربور اتیلنی گازی شکل نسبت به نیدروژن مساوی با ۲۸ است. فرمول ساختمانی ایزومرهای آن را بنویسید.

۱۲-  $5/21$  گرم از یک نیدروکربور اتیلنی با  $5/8$  گرم برم سیر می شود. فرمول مولکولی آن را معین کنید.

۱۳- برای تهیه یک تن پولی اتیلن (پولیتن) چند متر مکعب گاز اتیلن لازم است؟

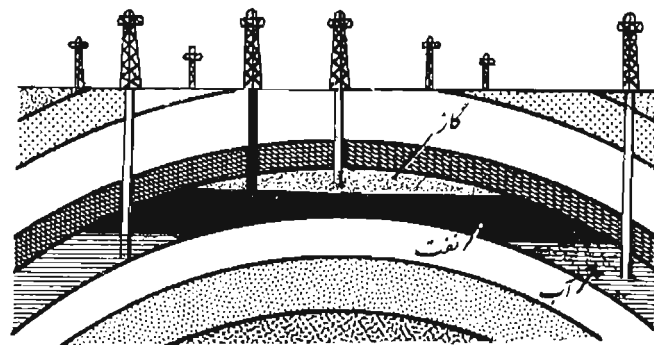
۱۴- جرم مولکولی پولی اتیلن  $1400$  است. درجه پولیمریزاسیون

کیهانی از همان ابتدای پیدایش سیاره ما تشکیل شده است .  
 عده‌ای دیگر گفته‌اند که نفت از تبدیل بقایای گیاهان دریایی  
 تولید شده است و برخی هم آن را نتیجه فساد حیوانات دریایی و  
 بالاخره عده‌ای دیگر هر دو عامل را در ایجاد نفت مؤثر دانسته‌اند .

نظریه‌ای که امروز مورد قبول اکثر دانشمندان می‌باشد این  
 است که منشأ نفت از پلانکتونهای دریایی است . پلانکتون به حیوانات  
 و نباتات بسیار خردی گفته می‌شود که در آب دریاها به مقدار زیاد  
 وجود دارند . این موجودات عمرشان کوتاه و تکثیرشان فوق‌العاده  
 سریع است . وقتی که پلانکتونها می‌میرند بدنشان مخلوط با گل ولای  
 در آب دریا ته‌نشین می‌شود . این مواد رسوبی مرتباً روی هم انباشته  
 می‌شود و فشار لایه‌های رویی مواد رسوبی طبقات زیرین را درهم  
 فشرده و متراکم می‌کند . موجودات مزبور بین لایه‌ها بر اثر عمل  
 باکتریها و کاتالیزورها و یا احتمالاً بر اثر مواد رادیواکتیو در مدتی  
 بسیار طولانی به صورت مواد نفتی در می‌آیند .

برای تشکیل نفت محیط رسوبی خاصی لازم است که در بیشتر  
 دریاها وجود ندارد . مهمترین شرط ایجاد نفت وجود محیط رسوبی  
 فاقد اکسیژن است ، زیرا وجود اکسیژن موجب تجزیه کامل مواد  
 آلی شده چیزی از آنها در خلال رسوبات باقی نمی‌ماند . چنین  
 محیطی در دریاهایی وجود دارد که اولاً فاقد روانهای زیردریایی  
 باشند و ثانیاً حرکات امواج در آن شدید نباشد که آبهای سطحی  
 اکسیژن دار را به اعماق دریا برساند .

وجود دارد . نفت در این لایه‌ها که آنها را نفتگیر می‌نامند بین يك  
 طبقه گاز که در بالای آن می‌باشد و يك طبقه آب شور که در زیر آن  
 است قرار دارد (شکل ۴۲) .



شکل ۴۲

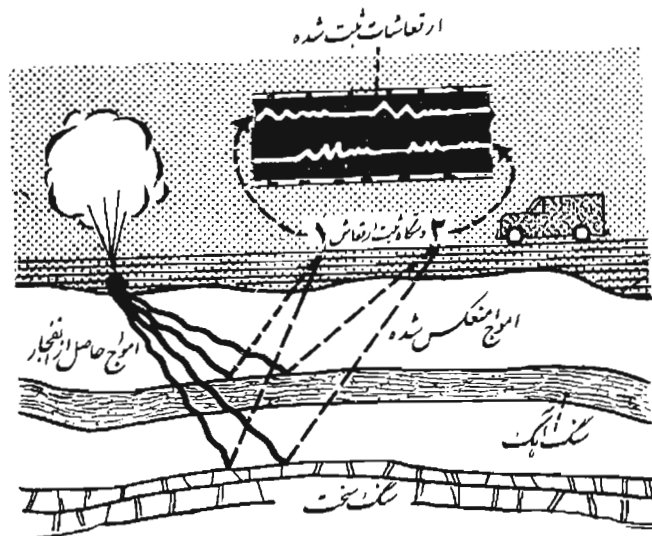
نوع ئیدروکربورهای نفت در نقاط مختلف زمین متفاوت  
 است . نفت بعضی از نقاط بیشتر از نوع ئیدروکربورهای زنجیری  
 و نفت بعضی از نقاط دیگر از نوع ئیدروکربورهای حلقوی می‌باشد .  
 نفت علاوه بر ئیدروکربورهای مختلف کمابیش دارای ترکیبات  
 اکسیژن دار و نیتروژن دار و گوگردی نیز هست .

منشأ نفت - ثوریه‌های گوناگونی در باره منشأ نفت پیشنهاد  
 شده است . بعضی منشأ آن را از مواد غیر آلی و بعضی دیگر از مواد  
 آلی دانسته‌اند . نظر مندلیف این بود که از اثر آب بر کربورهای  
 فلزی (به خصوص کربور آهن) در شرایط خاصی که در اعماق زمین  
 وجود دارد نفت بوجود می‌آید . گروهی معتقد بوده‌اند که نفت  
 مستقیماً از مواد سازنده آن یعنی کربن و ئیدروژن تحت تأثیر اشعه

که در هر يك از دو جسم وجود دارد و چون ساختمان و تراکم لایه‌های زمین در نقاط مختلف متفاوت است، پس اثر جاذبه زمین در نقاط مختلف با هم فرق دارد بنابراین اگر بتوانیم اثر جاذبه یا نیروی نقل زمین را در نقاط مختلف اندازه‌گیری کنیم، می‌توانیم به وضع لایه‌ها و چگونگی ساختمان آنها کمابیش پی ببریم.

نقل سنج دستگاهی است که اساس آن وزنه‌ای است که به انتهای فنر ظریفی آویزان است. نیروی جاذبه روی این وزنه تأثیر نموده و آن را می‌کشد و در نتیجه فنر متصل به آن کشیده می‌شود. مقدار کشش فنر را عقربه‌ای در روی صفحه مدرج نشان می‌دهد.

لرزه‌نگار دستگاهی است که برای مطالعه امواج و ارتعاشات زلزله بکار می‌رود و امروز نوع تکمیل شده آن وسیله خوبی برای



شکل ۴۳

رسوبهای مولد نفت را در مخازن نفت سنگ مادر می‌نامند. معمولاً هر چه ضخامت این لایه سنگ مادر بیشتر باشد، مخزن از نفت غنی‌تر است.

نفتی که به این ترتیب تشکیل می‌شود به علت خاصیت موینگی<sup>۱</sup> زیاد از خلال سنگهاگذشته زیر يك طبقه غیر قابل نفوذ در فوقانی-ترین طبقات يك چین خوردگی که تاقدیس نامیده می‌شود ذخیره می‌گردد. سنگهایی که نفت را در خلل و فرج خود نگاه می‌دارند سنگ مخزن نامیده می‌شوند.

**اکتشاف نفت** - چون غالباً نفت در اعماق زمین قرار دارد و برای کندن چاه هزینه هنگفتی لازم است، باید قبلاً به وسایل علمی تا آنجا که ممکن است از وجود لایه‌های نفتگیر در زمین اطمینان حاصل کرد.

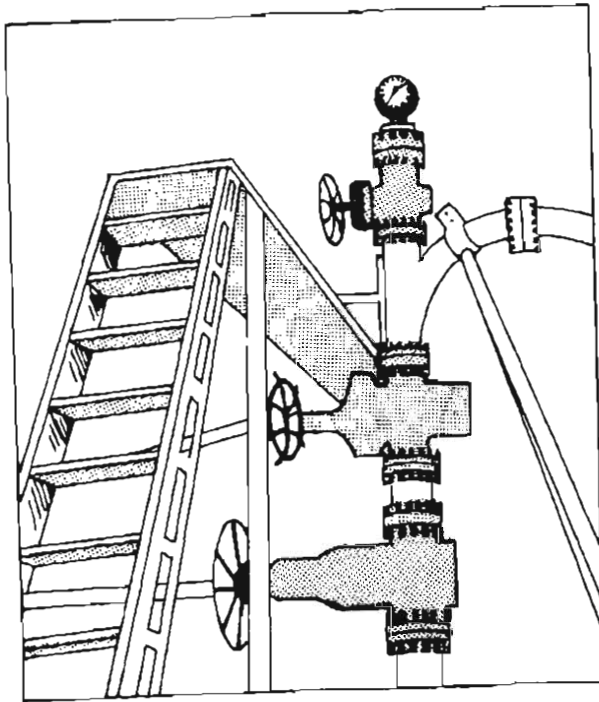
امروز به منظور تعیین وضع لایه‌های زمین، تعیین سنگ مادر، سنگ مخزن و لایه محافظ منابع نفتی، از زمین شناسی و دیرین-شناسی کمک می‌گیرند و با مطالعات ژئوفیزیکی به وسیله نقل سنجی و لرزه‌سنجی، ساختمان زیرزمینی لایه‌ها را روشن کرده و تاقدیسهایی را که در زیر لایه‌های سطحی از نظر پنهان هستند معلوم می‌کنند و به این ترتیب به وجود نفتگیرها پی می‌برند.

اساس نقل سنجی بر این خاصیت است که نیروی کشش يك جسم سنگین بر جسم دیگر در يك فاصله معین متناسب با مقدار ماده‌ای است



درون چاه وارد می شود و خرده سنگها را با خود حمل می کند و از خارج لوله بیرون می آید. وزن مخصوص گل حفاری طوری است که خرده سنگها در آن شناور می مانند. گل حفاری علاوه بر بیرون کشیدن خرده سنگها از چاه، فایده های دیگری هم دارد، از جمله آنکه سر مته را خنک نگه می دارد و در اثر فشاری که بر دیواره چاه وارد می آورد از ریزش آن جلوگیری، و بدنه آن را اندود می کند، و تا حدی مانع فوران نفت نیز می شود.

هنگام حفر چاه نصب شیر پیچ (شکل ۴۵) بر روی دهانه چاه

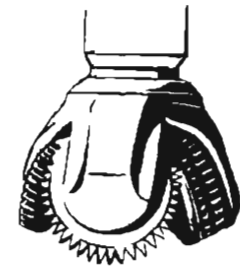


شکل ۴۵

معدن شناسی و تشخیص لایه های زیر زمین می باشد. برای اکتشاف منابع نفت، به وسیله انفجار دینامیت در زمین، لرزه مصنوعی بوجود می آورند. امواجی که در اثر انفجار حاصل می شود در زمین پایین رفته پس از برخورد با طبقات مختلف زمین منعکس می شوند و به روی زمین باز می گردند و دستگاههای لرزه نگار آنها را ثبت می کنند. با تفسیر و مطالعه خطوط روی نوار دستگاه، به ساختمان تحت الارضی زمین و در نتیجه به امکان وجود منابع نفت در آن ناحیه پی می برند.

باید دانست که اعمال فوق فقط ساختمان طبقات زیر زمین را مشخص می کند. وجود یا عدم نفت در هر ناحیه فقط با کندن چاه معلوم می شود.

**حفاری** - برای حفر چاه از مته های دواری استفاده می کنند که کار آنها مانند کار مته های معمولی است (شکل ۴۴). این مته ها در وسط دگلهای حفاری فولادین که بیش از ۴۰ متر ارتفاع دارند، قرار گرفته اند و به وسیله موتور-



شکل ۴۴

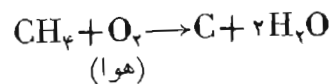
های بسیار قوی می گردند و زمین را حفر می کنند. برای بیرون آوردن خاک و خرده سنگهای تراشیده شده، از دوغاب مخصوصی که از گل و آب و

برخی مواد شیمیایی تهیه می شود و آن را گل حفاری می گویند استفاده می کنند. این گل حفاری از درون لوله ای که به سر مته مربوط است به

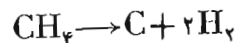
نیتروزن و انیدرید کربنیک و گاهی سولفور نیتروزن و هلیوم (نفتهای ایران و امریکا) نیز در آنها وجود دارد. به وسیله سرد کردن و تراکم گازهای مزبور، ئیدروکربورهای پروپان، بوتان، پنتان و غیره را از آن جدا می‌سازند و بقیه را به عنوان سوخت در کوره‌های صنعتی یا در شهرها بکار می‌برند. مخلوطی از ئیدروکربورهای بوتان و پنتان و ئیدروکربورهای ردیف بالاتر که به طریق فوق از گاز طبیعی بدست می‌آید، مایع فراری است که آن را بنزین طبیعی یا بنزین سبک می‌نامند.

مقدار زیادی از گاز طبیعی امروز به مصرف تهیه دوده می‌رسد. دوده در صنایع لاستیک‌سازی، رنگ‌سازی و باطری خشک و کاغذ کاربن به مقدار زیاد مصرف می‌شود. تهیه دوده از گاز طبیعی به دو طریق انجام می‌شود:

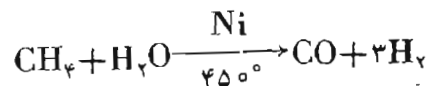
الف - به وسیله احتراق ناقص با هوای محدود:



ب - به وسیله تجزیه در دمای  $1200^\circ$ :



گاز طبیعی منبع خوبی نیز برای تهیه نیتروزن می‌باشد. برای این کار، آن را با بخار آب در دمای  $450^\circ$  از روی کاتالیزور عبور می‌دهند:



ضروری است، زیرا چنانچه مته ناگهان با لایه‌ای برخورد کند که نفت یا گاز پرفشاری در آن باشد، نفت و یا گاز از چاه فوران می‌کند و در این هنگام با کمک شیر پیچ می‌توان در چاه را بسته و مانع طغیان آن شد.

وقتی که مته به لایه نفت دار نزدیک می‌شود، حبابهای گاز و آثار نفت در گل حفاری ظاهر می‌شود. در این موقع وزن مخصوص گل حفاری را زیاد می‌کنند تا از خروج گاز جلوگیری شود و سپس با اندازه‌گیری پی در پی فشار گاز و احتیاط کامل اعمال بعدی را انجام می‌دهند. سپس لوله‌ای به درون چاه می‌فرستند که سر آن منافذ متعددی دارد و از منافذ این لوله نفت در آن راه می‌یابد. در این حال اگر فشار زیاد باشد، نفت خود بخود و گرنه به کمک تلمبه از چاه خارج می‌شود.

در سالهای اخیر حفاری در زیر دریا نیز توسعه زیادی یافته

است.

**گازهای طبیعی** - دانستیم که در منابع نفتی همیشه مقداری

گاز وجود دارد. این گازها یا در بالای نفت قرار دارند و یا در آن حل شده‌اند. به همین دلیل نفت خامی را که از چاه بیرون می‌آید ابتدا به دستگاه تفکیک می‌برند و گازهای مزبور را از آن جدا می‌کنند. گازهای طبیعی نفت مخلوطی از ئیدروکربورهای سبک مانند: متان، اتان، پروپان، بوتان، پنتان و حتی ئیدروکربورهای ردیف بالاتر است، ولی قسمت عمده آنها گاز متان می‌باشد. غالباً



موادی که از تقطیر نفت بدست می آیند بترتیب عبارتند از :

۱- تا صفر درجه گازهای سبک .

۲- از حدود ۰ تا حدود ۲۰۰ درجه سانتیگراد، گازولین حاصل می شود که مجموعه ئیدروکربورهایی از  $C_4$  تا  $C_{12}$  می باشد . ترکیبات ساده تر آن به اسم اتر نفت به عنوان حلال و بقیه به صورت بنزین هواپیما و بنزین موتورهای انفجاری مصرف می شود .

۳- از حدود ۱۷۰ تا حدود ۲۷۵ درجه سانتیگراد نفت سفید بدست می آید که ئیدروکربورهایی هستند از  $C_{11}$  تا  $C_{18}$  و برای چراغها و بخاریها و سوخت جت مصرف می شود .

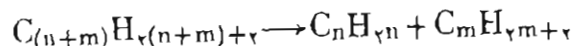
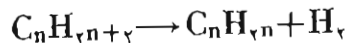
۴- از حدود ۲۵۰ تا حدود ۳۵۰ درجه سانتیگراد نفت گاز (گازولین) بدست می آید که ئیدروکربورهایی از  $C_{14}$  به بالا هستند و در ماشینهای دیزل ، تراکتور، کشتی و کوره های صنعتی مصرف می شود .

چون در درجات حرارت بالاتر ئیدروکربورها تجزیه می شوند ، آنچه را که از عمل بالا باقی می ماند و به مازوت موسوم است ، در خلا تقطیر می کنند و در نتیجه موادی برای تهیه انواع روغن ماشین ، وازلین ، پارافین و مانند آنها بدست می آورند .

منظور از تقطیر در خلا ، تقطیر در ظرفی است که تقریباً خالی از هوا باشد . تقطیر در خلا دوفایده دارد : یکی آنکه چون گرمای کمتری برای تبخیر مواد نفتی لازم است ، سوخت کمتری مصرف می شود . دیگر آنکه چون نفت از این راه در دمای کمتری بجوش می آید ، ساختمان مولکولی اجزای آن خرد نمی شود .

۲- تبدیل - پس از پیدایش صنعت نفت تا مدتها پالایش

نفت منحصر به همان روش تقطیر و از هم جدا کردن مواد مختلف بود . اما مقدار مورد احتیاج بعضی از مواد نفتی مانند بنزین روز- بروز زیاد می شد و مقدار بنزینی که بطور طبیعی در نفت خام وجود داشت تکافوی این احتیاج را نمی کرد . ضمناً کم کم معلوم شد که بر اثر حرارت ، ساختمان مولکول برخی از مواد نفتی در هم شکسته شده و می توان آنها را از نوعی به نوع دیگر تبدیل کرد . امروز در صنعت نفت مواد نسبتاً سنگین نفتی را در اثر حرارت بدون کاتالیزور و یا به کمک کاتالیزور به مواد دیگری تبدیل می کنند که قسمت عمده آنها مواد سبکتری هستند و این عمل را کراکینگ می نامند . در عمل کراکینگ مولکولهای مواد به اجزای کوچکتری تجزیه می شوند و مقداری از آنها مجدداً باهم ترکیب شده و اجزای سنگین تری بوجود می آورند . واکنشهایی که به هنگام عمل کراکینگ بوقوع می پیوندد بسیار متنوع و پیچیده است و از هر ئیدروکربوری ممکن است مواد مختلف تولید شود که نوع آنها بستگی به درجه حرارت ، فشار و (اگر در مقابل کاتالیزور باشد) جنس کاتالیزور مصرف شده دارد . شکستن زنجیر یک مولکول ئیدروکربور سیر شده از هر جای آن امکان پذیر است و اجزای شکسته شده ممکن است ئیدروکربور سیر نشده و یا ئیدروژن باشد . مهمترین واکنشهای شیمیایی که در عمل کراکینگ بوقوع می پیوندد عبارتند از :

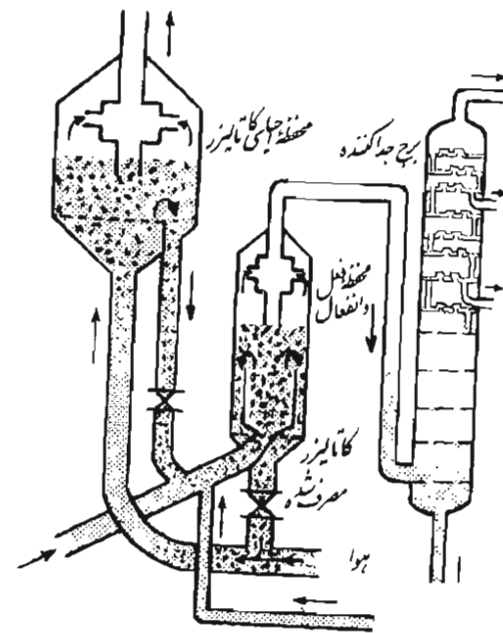


کراکینگ اگر فقط به وسیله حرارت انجام شود، عمل را کراکینگ حرارتی و اگر به کمک کاتالیزور انجام شود، آن را کراکینگ کاتالیزوری می‌نامند. در کراکینگ کاتالیزوری عمل در دما و فشار کمتری انجام می‌شود و کاتالیزور معمولاً مخلوطی از سیلیس و اکسید آلومینیم است. پس در عمل کراکینگ بطور کلی برخی از مواد نسبتاً سنگین نفت تجزیه شده و از آن مواد سبکتر و سنگین تر از خود ماده اولیه بوجود می‌آید. اما چون منظور از تبدیل، تهیه مواد مرغوبتر و گرانبهاتر است، عمل سعی می‌شود که با تنظیم عوامل مؤثر، کار تبدیل طوری صورت گیرد که از یک طرف ماده مرغوب و مورد نظر مثلاً بنزین بیشتر حاصل شود و از طرف دیگر مواد خیلی سبک و خیلی سنگین که هردو کم مصرف ترند کمتر بوجود آید. مواد سبک گازی شکلی که از عمل کراکینگ بدست می‌آید منبع سرشاری از اولفینها و ئیدرو کربورهای سبک است که در صنایع پتروشیمی مورد استعمال فراوان دارند.

تبدیل مواد علاوه بر عمل کراکینگ به وسیله اعمال دیگری از جمله پولیمریزاسیون و الکیلاسیون نیز انجام می‌گیرد. اعمال پولیمریزاسیون و الکیلاسیون عکس عمل کراکینگ می‌باشند. یعنی به وسیله این اعمال از مولکولهای کوچکتر، مولکولهای بزرگتری بدست می‌آید. مثلاً با پولیمریزاسیون دو مولکول از یک نوع ئیدرو-کربور سیر نشده مانند بوتن  $C_4H_8$  به کمک کاتالیزور و در حرارت زیاد، یک مولکول اکتان  $C_8H_{18}$  تولید می‌شود که با عمل ئیدروژناسیون می‌توان آن را به یک ئیدرو کربور سیر شده مانند اکتان  $C_8H_{18}$  تبدیل

انرژی لازم برای گسستن پیوند  $C-C$  کمتر از  $C-H$  و استحکام هردو آنها کمتر از پیوند  $C=C$  است (به صفحات ۵۶ و ۸۷ رجوع شود).  
از این رو وقتی که مولکول یک ئیدرو کربور سیر شده شکسته می‌شود، ئیدروژن و ئیدرو کربور سیر نشده از آن بدست می‌آید. پس از شکسته شدن مولکول ممکن است بعضی از ئیدرو کربور-های سیر نشده حاصل از آن با هم ترکیب شوند و مولکولهای بزرگی از نوع ئیدرو کربورهای زنجیری یا حلقوی بوجود آورند. در عمل کراکینگ، حرارت بیشتر موجب تسریع عمل کراکینگ می‌شود و فشار بیشتر موجب تراکم و تشکیل مولکولهای بزرگتری می‌شود. طول

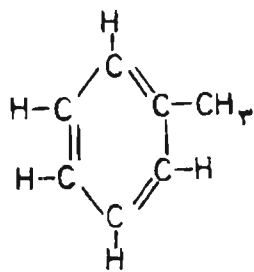
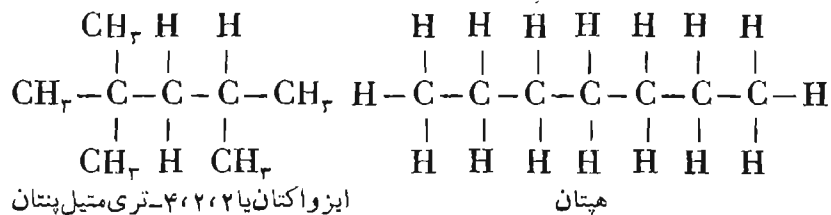
زمان عمل نیز در نوع و کیفیت محصولات مؤثر می‌باشد. اگر مدت زمان عمل کراکینگ نسبتاً طولانی باشد، مجال تجزیه بیشتر است و احتمال تبدیل ئیدرو-کربورها به کربن و ئیدروژن بیشتر می‌شود.



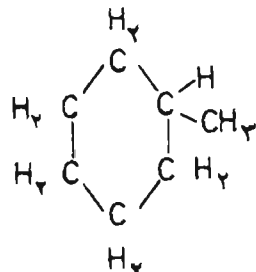
شکل ۴۷

**بنزین مرغوب** - گازولین که ما آن را بنزین<sup>۱</sup> می نامیم مایعی

است بیرنگ و آتشگیر که بطور عمده در ماشینهای درونسوز مصرف می شود. قبل از اختراع ماشینهای درونسوز این ماده ارزش و مورد استعمال چندانی نداشت ولی با توسعه اینگونه ماشینها مصرف بنزین بقدری زیاد شد که دیگر تقطیر مستقیم نفت برای تهیه بنزین مورد احتیاج ، کافی نبود و روشهای دیگری برای تهیه آن متداول گردید. بنزین مخلوطی از صدها ثیدروکربور گوناگون است که عده اتمهای کربن مولکول آنها بین ۴ تا ۱۲ می باشد. این ثیدروکربورها بیشتر از نوع ثیدروکربورهای سیر شده زنجیری یا حلقوی بی شاخه یا شاخه دار می باشند. ثیدروکربورهای حلقوی و زنجیری سیر نشده نیز در آنها یافت می شود. نمونه هایی از مولکول این ثیدروکربورها در زیر دیده می شود :



تولون



متیل سیکلو هگزان

۱- کلمه بنزین که در فارسی معادل گازولین بکار برده می شود ، نباید با نام بنزن که نام ترکیبی به فرمول  $\text{C}_6\text{H}_6$  است اشتباه شود .

کرد . اسید فسفریک ، اسید سولفوریک و سیلیکات آلومینیم کاتالیزورهای پولیمریزاسیون ثیدروکربورهای سیر نشده هستند. در عمل الکیلاسیون یک ثیدروکربور سیر نشده مانند بوتن با یک ثیدروکربور سیر شده مانند ایزوبوتان به کمک کاتالیزور که معمولاً اسید سولفوریک است ترکیب می شود و ثیدروکربور سیر شده مانند ایزواکتان بدست می آید .

بنابراین گازهایی که از تقطیر یا از چاههای نفت بدست می آیند و همچنین گازهایی که از عمل کراکینگ حاصل می شوند با اعمال مزبور به مواد مفید و پرارزشی تبدیل می شوند . امروز در پالایشگاهها به همین طرق بهترین نوع بنزین را تهیه می کنند .

**اصلاح فراورده های نفتی** - بنزین یا مواد نفتی دیگری که

از راه تقطیر و غیره بدست می آیند کاملاً آماده مصرف نیستند و نقایصی دارند. برای رفع این نقایص باید در آنها تغییراتی داده شود. برای اصلاح فراورده های نفتی اولاً مواد زاید و زیان آوری که احتمالاً در آنها باقی مانده و موجب تغییر رنگ و بو و دیگر خواص آنها می باشد گرفته می شود. ثانیاً با اضافه کردن مواد یا ترکیبات دیگر نفتی آنها را برای مصرف مورد نظر آماده می کنند . مثلاً گاز سولفور ثیدروژن و مواد صمغی از جمله موادی هستند که وجود آنها در فراورده های نفتی ، زیان آور و موجب تغییر بو و رنگ آنها نیز می شود . به همین دلیل فراورده های نفتی را پس از تولید ، برای گرفتن سولفور ثیدروژن آن با مواد قلیایی و برای گرفتن مواد صمغی و فضولات آن با اسید سولفوریک شست و شو می دهند .

خوبی بحساب نمی آیند .

میزان خاصیت «ضد تق» يك سوخت معین از عدد اکتان آن مشخص می شود . عدد اکتان عددی است که بطور دلخواه برای ایزواکتان که سوخت خوبی است ۱۰۰ و برای هپتان نرمال که سوخت بدی است صفر تعیین شده است . عدد اکتان هر سوخت دیگری با مقایسه مخلوطی از این دوه وسیله ماشین مخصوصی معین می شود . مثلاً هرگاه اثر «تق» سوخت معینی با اثر «تق» مخلوط ۲۰ حجم هپتان نرمال و ۸۰ حجم ایزواکتان برابر باشد، عدد اکتان سوخت مزبور ۸۰ می باشد . واضح است که هرچه عدد اکتان يك سوخت بیشتر باشد سوخت بهتری محسوب می شود . هنگامی که این قرارداد در مورد عدد اکتان بعمل می آمد سوختی بهتر از ایزواکتان شناخته شده بود ، ولی امروز موادی بهتر از ایزواکتان تهیه شده است . بنابراین عدد اکتان آنها از ۱۰۰ تجاوز می کند .

برای آنکه عدد اکتان بنزینهای معمولی را زیاد کنند ، یا مقداری ایزواکتان و تیدروکربورهای حلقوی و یا مقداری تترائیل سرب  $(C_4H_8)_4Pb$  همراه با برموراتیلین<sup>۱</sup> بدان می افزایند . بنزین هواپیما باید درجه اکتان زیاد داشته باشد و هیچگونه مواد اولفینی که احتمال پولیمریزاسیون و ایجاد مواد صمغی برای آنها زیاد است ، در آن نباشد . امروز بهترین بنزینها را از راه کراکینگ و الکیلاسیون تهیه می کنند .

پس بنزین بسته به اینکه بیشتر از چه اجزایی تشکیل شده باشد انواع مختلف دارد که همه آنها از نظر سوختن یکسان نیستند . می دانیم که در ماشینهای درونسوز مخلوط بخار بنزین و هوا درون استوانه، پس از فشرده شدن، به وسیله جرقه الکتریک محترق می شود و انبساط گازهای حاصل موجب راندن پیستون می شود . چنانچه این عمل بطور یکنواخت انجام شود و انفجار بموقع صورت گیرد ، فشار بطور مداوم بر پیستونها وارد می آید و موتور خوب کار می کند ، ولی اگر مخلوط قابل احتراق در حین فشرده شدن یعنی زمانی که هنوز پیستون به نقطه بازگشت نرسیده و بنا براین قبل از ایجاد جرقه بر اثر گرمای حاصل از تراکم منفجر شود ، ضربه های بی موقع و نامرتبی بر پیستون وارد می آید و از موتور صدای «غژغژ» یا «تق تق» شنیده می شود . وقتی که موتور دچار «تق تق» می شود، بنزین بطور کامل نمی سوزد، قدرت موتور کاهش می یابد و زود فرسوده می شود. بنزین مرغوب آن است که به هنگام احتراق در موتور موجب «تق تق» نشود. تیدروکربورهای شاخه دار مانند ایزواکتان و تیدروکربورهای حلقوی سیر شده و همچنین تیدروکربورهای معطر دیرتر و آرامتر می سوزند و بنابراین در موتور تق تق ایجاد نمی کنند، ولی برعکس تیدروکربورهای زنجیری بی-شاخه مانند هپتان احتراق زود و سریعی دارند و بنابراین سوخت

۱- برموراتیلین اثری روی عدد اکتان ندارد . افزودن آن به خاطر جلوگیری از رسوب سرب بر سیلندرهاست .

۱- اصطلاح «تق تق» در مقابل اصطلاح Knocking یا Detonation

آورده شده است.

در زمان قدیم در جنوب ایران آتشکده‌های طبیعی وجود داشته است. داری که يك مهندس معدن بود دریافت که در جنوب ایران معادن نفت وجود دارد؛ به همین دلیل به ایران آمد و در سال ۱۹۰۱ از مظفرالدین‌شاه امتیاز استخراج نفت را بدست آورد. داری به سهولت به مقصود رسید. پس از صرف هزینه های بسیار در سال ۱۹۰۸ اولین چاه نفت در میدان نفتون مسجد سلیمان در عمق ۳۶۰ متر به نفت رسید. منافعی که از این راه عاید شد، بقدری بود که فقط عوارض مختصری که به آن تعلق گرفت چرخهای اقتصاد يك امپراتوری بزرگ را در مدت يك قرن برآه انداخت.

### تمرین

- ۱- چرا نفت فقط جوش ثابت ندارد؟
- ۲- آیا ممکن است اجزای تشکیل دهنده نفت را با يك فرمول مولکولی نشان داد؟
- ۳- معادله‌های شیمیایی چند واکنش کراکینگ ئیدروکربور  $C_{12}H_{26}$  را بنویسید.
- ۴- بین عمل کراکینگ و تقطیر نفت چه شباهت و چه تفاوتی موجود است؟
- ۵- چگونه می‌توان بنزین تهیه شده از راه کراکینگ را از بنزین حاصل از تقطیر مستقیم نفت تمیز داد؟
- ۶- چرا ئیدروکربورهای اتیلنی حاصل از کراکینگ در جریان عمل کراکینگ تجزیه نمی‌شوند؟
- ۷- جدا کردن محصولات کراکینگ نفت که در دماهای زیاد تولید می‌شوند، دشوارتر از جدا کردن محصولات کراکینگ در دماهای پایین است. چرا؟

**پتروشیمی - پتروشیمی صنعتی** است که به وسیله آن از مواد نفتی مواد شیمیایی گوناگون فراهم می‌شود. می‌دانیم که بسیاری از مواد مورد احتیاج زندگی روزانه ما از مواد آلی است و بسیاری از این مواد امروز مصنوعاً ساخته می‌شود. نفت یکی از منابع بزرگ تهیه این مواد می‌باشد. در نفت انواع ئیدروکربورهای مختلف وجود دارد و از آنها انواع ئیدروکربورهای دیگر را نیز از طریق کراکینگ و الکیلاسیون و غیره می‌توان بدست آورد. به وسیله هالوژناسیون، ئیدروژناسیون، سولفوناسیون، نیتراسیون و اکسیداسیون ایجاد عوامل مختلف در این ترکیبات امکان پذیر است؛ بنابراین با این اعمال و اعمال شیمیایی دیگری مانند پولیمریزاسیون و تراکم می‌توان از مواد نفتی، موادی از قبیل پلاستیکها، نایلونها، الیاف مصنوعی، داروهای گندزدا و حشره کش و همچنین الکل، گلیسرین، شامپو، کرمها و لوسیونهای زیبایی و انواع داروهای دیگر و بالاخره بسیاری مواد رنگی، مواد منفجره، مواد پاک‌کننده، کودهای شیمیایی و بسیاری مواد دیگر حتی مواد غذایی را تهیه کرد. در این کتاب در موارد مختلف از تهیه این مواد بحث می‌شود.

**نفت ایران - داری که از معدن طلای Mount - Morgan** آفریقا ثروت بسیاری اندوخته بود به فکر استخراج نفت افتاد. او در تاریخ خوانده بود که مردم جنوب ایران در زمان فینیقیها زورقهای خود را با ماده سیاهی غیر قابل نفوذ می‌کرده‌اند و نیز شنیده بود که



۸- عدد اکتانی چیست و چگونه می توان آن را زیاد کرد ؟

۹- چرا تقطیرمازوت را در فشار کم انجام می دهند ؟

۱۰- کدامیک از گازهای حاصل از کراکینگ نفت را می توان برای

تهیه این الکلها بکاربرد :



۱۱- برای سادگی در محاسبات فرض می کنیم که بنزین مخلوطی از

ایزومرهای هپتان است . اولاً بخار بنزین و هوا را به چه نسبت حجمی در

موتورهای درونسوز وارد کنیم تا عمل سوختن کامل انجام گیرد ؟ ثانیاً

برای سوختن کامل یک گرم بنزین چند لیتر هوا لازم است ؟

۱۲- فرمول بنزین چیست ؟

سررابط بنزین چیست

## فصل چهارم

### ئیدروکربورهای استیلنی

#### (آلکینها یا آلسینها)

سردسته ئیدروکربورهای استیلنی ، استیلن ( $C_2H_2$ ) است .  
 بین دو کربن این ئیدروکربورها يك پیوند سه گانه ( $\equiv$ ) موجود است  
 و بنابراین دو اتم ئیدروژن کمتر از ئیدروکربورهای اتیلنی دارند .  
 این ئیدروکربورها نیز ردیف متشابه ترکیب تشکیل می دهند که فرمول  
 عمومی آنها  $C_nH_{2n-2}$  است .

**پیوند سه گانه ئیدروکربورهای استیلنی** - پیوند سه گانه ای  
 که در این ترکیبات وجود دارد، درحقیقت يك پیوند  $\sigma$  و دو پیوند  $\pi$  می باشد،  
 بدین ترتیب که از يك اربیتال  $s$  و فقط يك اربیتال  $p$  در هر اتم کربن هیبریدی  
 حاصل می شود که اربیتالهای  $sp^1$  نامیده می شوند (شکل ۴۸). بنابراین از  
 هر اتم کربن دو اربیتال  $p$  می ماند (شکل ۴۹). این دو اربیتال  $p$  با دو اربیتال  
 $p$  از اتم کربن دیگر تشکیل دو پیوند  $\pi$  می دهند که در دو صفحه عمود بر هم  
 قرار دارند (شکل ۵۰) . از اربیتال  $sp^1$  يك کربن با اربیتال  $sp^1$  کربن دیگر  
 يك پیوند محکم  $\sigma$  نیز حاصل می شود. بنابراین پیوند سه گانه بین دو اتم کربن  
 مولکول استیلن به صورت يك پیوند  $\sigma$  و دو پیوند  $\pi$  که آن را به صورت غلافی

-۱۲۳-

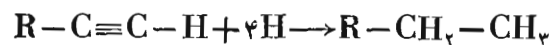
$C_nH_{2n-2}$  است و بنابراین با این دسته ئیدروکربورها نیز ایزومر می‌باشند.

مثلاً  $CH_2=C=CH_2$  (پروپادین) ایزومر allylene :  
 $CH_2-C\equiv CH$  است.

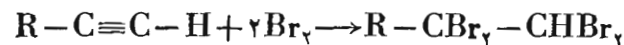
خواص فیزیکی - تا  $C_4$  گازی شکل و از  $C_5$  تا  $C_{15}$  مایع و بقیه جامدند.

خواص شیمیایی - اولاً: خواص عمومی پیوند سه گانه ( $\equiv$ ) - میل جذب این ئیدروکربورها برای عناصر و بنیانها بیشتر از ئیدروکربورهای اتیلنی است.

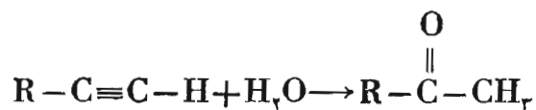
۱- با ئیدروژن ترکیب شده به ئیدروکربور اتیلنی یا سیر شده تبدیل می‌شوند.



۲- با هالوژنها و ئیدراسیدهای هالوژن‌دار نیز ترکیبات اضافی می‌دهند.

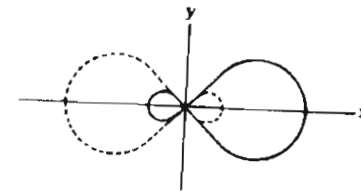


۳- با آب به کمک اسیدسولفوریک و یک نمک دوظرفیتی جیوه جمع می‌شوند و ستن می‌دهند.

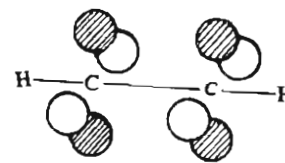


-۱۲۲-

درمیان گرفته‌اند، می‌باشد.



هیبرید  $sp^1$   
 شکل ۴۸



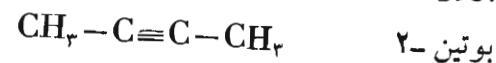
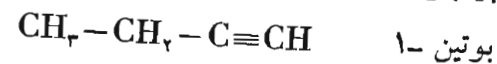
شکل ۴۹



شکل ۵۰

قدرت این پیوند  $190/5 kcal$  و طول آن  $1/21 \text{ \AA}$  می‌باشد.

نامگذاری - نامگذاری این ئیدروکربورها مانند ئیدروکربورهای سیر شده است، منتهی به جای لفظ «ane» لفظ «yne» را بکار می‌برند.



ایزومری - عده ایزومرهای آنها بیش از عده ایزومرهای ئیدروکربورهای سیر شده و مانند ئیدروکربورهای اتیلنی است. باید دانست که ئیدروکربورهای دو اتیلنی نیز فرمول عمومی‌شان

-۱۲۳-

$C_nH_{2n-2}$  است و بنابراین با این دسته تیدروکربورها نیز ایزومر می‌باشند.

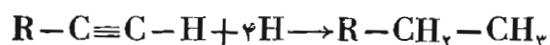
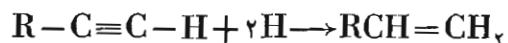
مثلاً  $CH_2=C=CH_2$  (پروپادین) ایزومر allylene :

$CH_3-C\equiv CH$  است.

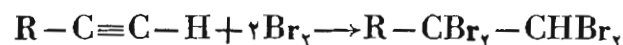
خواص فیزیکی - تا  $C_4$  گازی شکل و از  $C_4$  تا  $C_{15}$  مایع و بقیه جامدند.

خواص شیمیایی - اولاً: خواص عمومی پیوند سه گانه ( $\equiv$ ) - میل جذب این تیدروکربورها برای عناصر و بنیانها بیشتر از تیدروکربورهای اتیلنی است.

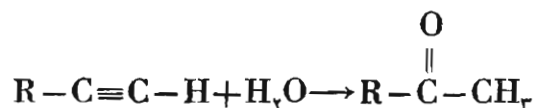
۱- با تیدروژن ترکیب شده به تیدروکربور اتیلنی یا سیر شده تبدیل می‌شوند.



۲- با هالوژنها و تیدراسیدهای هالوژن‌دار نیز ترکیبات اضافی می‌دهند.

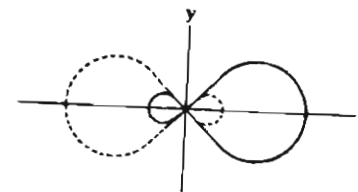


۳- با آب به کمک اسیدسولفوریک و یک نمک دوظرفیتی جیوه جمع می‌شوند و ستن می‌دهند.



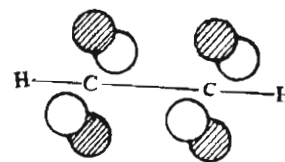
-۱۲۲-

درمیان گرفته‌اند، می‌باشد.

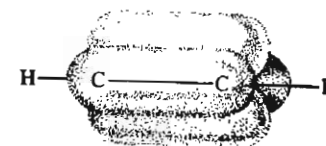


هیبرید  $sp^1$

شکل ۴۸



شکل ۴۹



شکل ۵۰

قدرت این پیوند  $190.5 \text{ kcal}$  و طول آن  $1.21 \text{ \AA}$  می‌باشد.

نامگذاری - نامگذاری این تیدروکربورها مانند تیدروکربور-های سیر شده است، منتهی به جای لفظ «ane» لفظ «yne» را بکار می‌برند.

$H-C\equiv C-H$  اتین (استیلن)

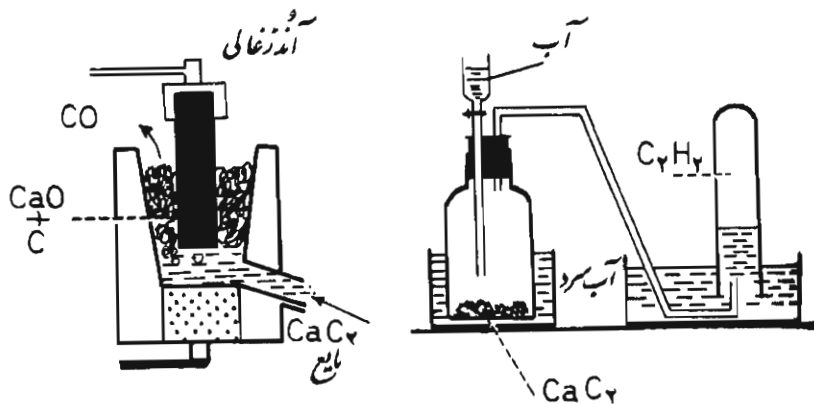
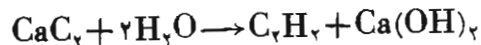
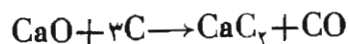
$CH_3-C\equiv CH$  پروپین (آلین)

$CH_3-CH_2-C\equiv CH$  بوتین ۱-

$CH_3-C\equiv C-CH_3$  بوتین ۲-

ایزومری - عده ایزومرهای آنها بیش از عده ایزومرهای تیدروکربورهای سیر شده و مانند تیدروکربورهای اتیلنی است. باید دانست که تیدروکربورهای دو اتیلنی نیز فرمول عمومی‌شان

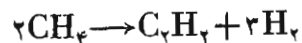
کربور کلسیم از واکنش زغال کک و اکسید کلسیم در کوره الکتریک بدست می آید (شکل ۵۲).



شکل ۵۲

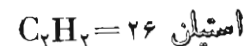
شکل ۵۱

برای از بین بردن گازهای بدبو مانند  $\text{PH}_3$  و  $\text{H}_2\text{S}$  که از تجزیه فسفورها و سولفورهای موجود در کربور کلسیم بدست می آید، باید گازها را از ظرف پر از محلول سولفات مس عبور داد. امروزه استیلن را از متان نیز که در گازهای طبیعی وجود دارد، به روش کراکینگ حرارتی (در حدود  $1500^\circ\text{C}$ ) تهیه می کنند:



سنتز استیلن - برتلو در حباب شیشه ای و در جریان H بین دو قطب زغال تخلیه الکتریکی انجام داد و استیلن را بدست آورد (شکل ۵۳).

ثانیاً: خواص مربوط به محل پیوند سه گانه ( $\equiv$ ) -ئیدروکربور- های استیلنی را به دو دسته  $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$  و  $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R}'$  می توان تقسیم کرد. از دسته اول خود استیلن را می توان یاد کرد. دسته اول دارای ئیدروژنهایی هستند که با فلزات قابل استخلافند. مثلاً با محلول کلرور کویور و امونیاکی ترکیبی به صورت  $\text{RC}\equiv\text{C}-\text{Cu}$  حاصل می شود.



**وجود در طبیعت** - در طبیعت موجود نیست ولی از سوختن ناقص مواد آلی مثلاً نفت بدست می آید.

**خواص فیزیکی** - گازی است بیرنگ، از هوا سبکتر است، خالصش بدبو نیست ولی ناخالصش بوی سیرمی دهد (به علت وجود  $\text{PH}_3$ ). به مقدار کم در آب حل می شود و در استون بخوبی محلول است، بطوری که در تجارت برای حمل و نقل آن از محلول استیلن در استون که تحت فشار  $10 \text{ kg/cm}^2$  در ظرفهای فولادی قرار گرفته است، استفاده می شود. استیلن بسهولت مایع می شود ولی مایع آن با کمترین ضربه منفجر می گردد و بدین جهت آن را نباید مایع کرد.

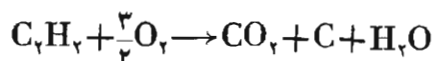
**طرز تهیه** - از اثر آب بر کربور کلسیم که بهتر است استیلور کلسیم نامیده شود، بدست می آورند (شکل ۵۱).

از گرمای سوختن استیلن (بیش از ۳۰۰۰°) برای ذوب فلزات استفاده می کنند. اسباب این کار شالومواستیلن نام دارد (شکل ۵۴)،



شکل ۵۴ - شالومو

که شعله آن می تواند حتی آهن را در زیر آب ذوب کند، یا وسیله بریدن و جوش خوردن فولاد گردد. از احتراق ناقص استیلن دوده زیادی تولید می شود.



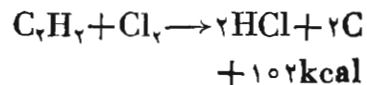
در چراغهای مخصوص، از سوختن ناقص استیلن برای تولید نور نیز استفاده می کنند.

۲- اثر کلر - مخلوط کردن استیلن و کلر خطر دارد، ولی اگر



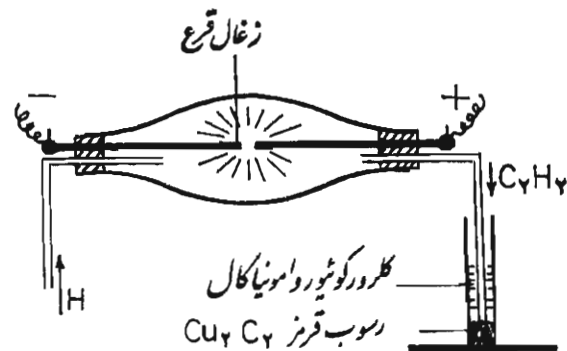
شکل ۵۵

یک قطعه کربورکلسیم را در آب کلر بیندازند دوده بر می خیزد (شکل ۵۵).



ولی استیلن با کلر در مقابل

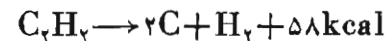
پنتاکلروران تیموان  $SbCl_5$  ترکیبات



شکل ۵۳

نظر به اینکه استیلن با  $H_2$  می تواند اتیلن و اتان تولید کند و نیز ممکن است متراکم شده بنزن بدهد و بعلاوه با آن می توان الکل و الدئید و اسید استیک و بالاخره اغلب مواد آلی دیگر را ساخت، سنتز استیلن از لحاظ علم شیمی اهمیت بسیار دارد.

خواص شیمیایی - ۱- استیلن فشرده و بخصوص مایع آن بر اثر ضربه منفجر می شود. علت این انفجار تجزیه استیلن و تولید گرمای شدید و انبساط  $H$  تولید شده است.



استیلن در هوا با شعله پر دود می سوزد و مخلوطش با آن قابل انفجار است. گرمای سوختن ۲۶ گرم استیلن بیش از گرمای سوختن ۲۴ گرم کربن و ۲ گرم تیدروژن است، زیرا انرژی که در هنگام تشکیل شدنش در آن ذخیره شده در هنگام سوختن از آن خارج می شود.

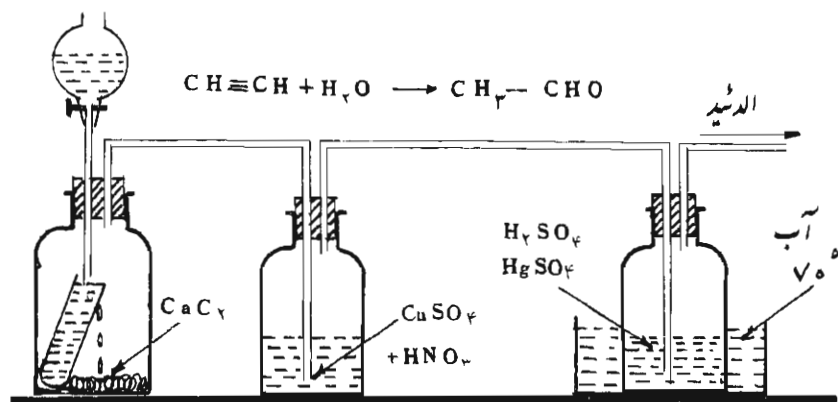


اضافی  $C_2H_2Cl_2$  و  $C_2H_2Cl_4$  تولید می کند.

۳- با تیروژن ترکیبات اضافی تولید می کند. در این عمل ابتدا اتیلن و سپس اتان تشکیل می شود. کاتالیزور عمل نیکل احیا شده است.

۴- استیلن با ایدراسیدها ترکیب می شود، مثلاً با اسید برمیدریک  $CH_2=CHBr$  ،  $HBr$  و بعد  $CH_3-CH_2Br$  می دهد. از ترکیب آن با  $HCl$  ،  $CH_2=CHCl$  کلرووینیل بدست می آید که گازی شکل بوده، با سانی پولیمریزه می شود و پولیمرسنگینی به نام پولی کلرور وینیل ایجاد می کند که در صنعت پلاستیک سازی بکار می رود. پلاستیکهای حاصل از این ماده، آتشگیر نیست، شفاف و عایق خوبی نیز می باشد.

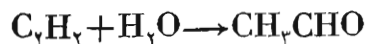
۵- با آب در مجاورت کاتالیزور، ترکیب و استالدهید تولید



شکل ۵۶

۱- رادیکال تیروکربور سیر نشده  $CH_2=CH$  را وینیل می نامند.

می شود (شکل ۵۶).



برای این منظور باید استیلن را از مخلوط اسید سولفوریک و

سولفات مرکوریک که تا  $70^\circ$  گرم شده عبور دهند.

چون از الدهید به وسیله احیا، الکل و به وسیله اکسید شدن،

اسید می توان گرفت، اهمیت استیلن در تهیه مصنوعی مواد درک می شود.

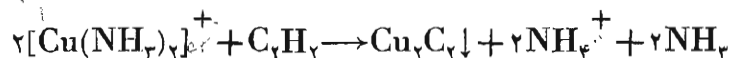
۶- پیوند سه گانه بین اتمهای کربن، پیوند اتمهای تیروژن با

کربن را ضعیف می کند و به همین جهت اتمهای تیروژن در مولکول

استیلن قابلیت استخلاف با فلزات را پیدا کرده اند. مثلاً اگر استیلن

را در محلول امونیاکی کلرور کوئیور و وارد کنیم رسوب قرمز

استیلورمس ( $Cu_2C_2$ ) تولید می شود:

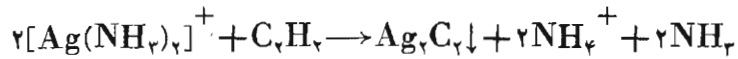


در مورد نقره باید استیلن را در نترات نقره امونیاکی وارد

کرد تا رسوب سفید استیلور نقره ( $Ag_2C_2$ ) تولید شود. پس دو

محلول نترات نقره امونیاکی و کلرور کوئیور و امونیاکی معرف

استیلن هستند.



۷- پولیمریزه شدن - هرگاه استیلن را در لوله خمیده ای

گرم کنیم، ابتدا به علت گرما حجمش زیاد می شود، ولی بعد کم شده

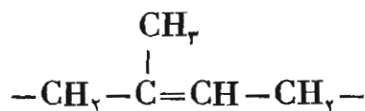
خود را با آن اندود می نمایند. بومیان شیرۀ حاصل از درخت مزبور را کائوچو یعنی «اشک درخت» می نامیدند و این نام بعداً برای ماده ای که ما امروز آن را کائوچو می نامیم بکار رفت.

کائوچو در لاتکس به صورت محلول کلئوئید وجود دارد. اضافه کردن کمی اسید استیک به لاتکس موجب انعقاد آن می شود و ماده چسبنده از آن جدا می گردد. این ماده منعقد شده را بین غلطکهایی می فشردند و سپس خشک می کنند. ماده حاصل را که همان کائوچو است به صورت ورقه بدست می آورند.

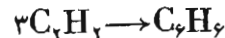
**ساختمان شیمیایی کائوچو** - اولین بار در سال ۱۸۲۶ میشل فارادی فیزیکدان انگلیسی، ثابت کرد که فرمول ساده کائوچو  $C_5H_8$  می باشد. از طرف دیگر از تقطیر تخریبی کائوچو ئیدروکربور مایعی به نام ایزوپرن (۲-متیل بوتادین) به فرمول:

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_2=C-CH=CH_2 \end{array}$$

نیز نشان می دهد که کائوچو خود ئیدروکربوری سیر نشده است که به هر پنج کربن آن يك مولکول ئیدروژن یا کلروئیدروژن ممکن است اضافه شود. در ۱۹۰۴ هاریس از ترکیب کائوچو با ازون، محل پیوندهای دوگانه آن را معلوم کرد و این نتیجه حاصل شد که کائوچو پولیمری است که فرمول گسترده يك واحد یا منومر آن:



بنزن تولید می کند (شکل ۵۷).

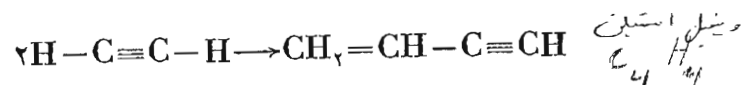


با اینکه در مجاورت زغال قرع و کلرور آلومینیم توانسته اند راندمان این عمل را تا ۶ درصد زیاد کنند، به علت گرانی، این طریقه هنوز مورد توجه واقع نشده است.



شکل ۵۷- بالا رفتن آب در لوله نشان می دهد که حجم گاز درون آن کم شده است.

پولیمریزه شدن استیلن اگر در مجاورت کلرور کوئیورو باشد و نیل استیلن حاصل می شود که در ساختن کائوچوی مصنوعی از آن استفاده می شود.



کائوچو

کائوچوی طبیعی به حالت خالص پولیمری است به فرمول کلی  $(C_5H_8)_n$  که از مایع شیری رنگی به نام لاتکس که شیرۀ نوعی از درختان منطقه حاره است بدست می آید. این ماده به حالت خالص خاصیت کشسانی دارد و آب در آن نفوذ نمی کند. کائوچو در قرن شانزدهم به وسیله کاشفان اسپانیایی و پرتغالی از امریکای جنوبی و مرکزی به اروپا آورده شد. کاشفان مزبور دیده بودند که بومیهای امریکا از این ماده توپهای بازی درست می کنند و قایقهای



می‌افزایند. دوده به‌عنوان پرکننده در لاستیکهای سیاه رنگ مصرف می‌شود و ضمناً موجب استحکام و پایداری آن نیز می‌شود. اکسید روی برای رنگ سفید و تری‌سولفورانتیموان برای رنگ قرمز در آنها بکار می‌رود. مواد ضد اکسیدکنندگی ازسفت شدن و شکننده شدن لاستیک درمقابل هوا جلوگیری می‌کند. درعمل مواد لازم را با کائوچو خوب مخلوط کرده سپس آن را حرارت می‌دهند. مقدار گوگرد و مدت زمان گرم شدن، درجه سختی محصول و لکانیزه شده را معین می‌کند. این نوع و لکانیزاسیون را و لکانیزاسیون گرم می‌نامند.

در نوع دیگر عمل و لکانیزاسیون که آن را و لکانیزاسیون سرد می‌نامند، اشیای کائوچویی را تحت اثر محلول گوگرد در سولفور کربن، یا کلرو گوگرد قرار می‌دهند. این عمل در مورد اشیای کوچک و نازک انجام می‌شود.

کائوچویی که گوگرد زیاد بدان افزوده شده باشد (تا حدود ۳۰٪) به ماده جامدی که خاصیت کشسانی ندارد تبدیل می‌شود. این ماده را ابونیت می‌گویند و به عنوان عایق در وسایل الکتریکی مصرف زیاد دارد.

**کائوچوی مصنوعی** - احتیاج روزافزون به مواد کائوچویی بخصوص در دوران جنگ و همچنین انحصار منابع طبیعی آن به وسیله کشورهای خاص، موجب شد که برای تهیه کائوچوی مصنوعی تلاش پی‌گیر و فراوانی مبذول شود. بدین منظور در کشورهای مختلف

می‌باشد. اشتودینگر وزن مولکولی کائوچوی طبیعی را در حدود ۱۷۰۰۰۰ تعیین کرد که مطابق با ۲۵۰۰ واحد ایزوپرن است. یعنی در فرمول  $(C_5H_8)_n$ ،  $n$  در حدود ۲۵۰۰ است<sup>۱</sup>. البته مولکولهای کائوچو همه به یک اندازه نیستند، یعنی وزن مولکولی آن در حدود نسبتاً زیادی تغییر می‌کند و بنابراین ارقام فوق فقط یک حد متوسطی بیش نیست.

**ولکانیزاسیون کائوچو** - کائوچو در بنزن، بنزین و سولفور کربن بخوبی حل می‌شود. در سرما شکننده و بر اثر گرم کردن چسبنده می‌گردد. این خواص موجب می‌شود که کائوچوی خالص مورد استعمال زیادی نداشته باشد، ولی کشف عمل و لکانیزاسیون به وسیله چارلز گودیر در سال ۱۸۳۹ موجب پیدایش صنعت لاستیک سازی شد و کائوچو موارد استعمال زیادی پیدا کرد. برای و لکانیزه کردن کائوچو به آن گوگرد می‌افزایند. در این عمل گوگرد بین مولکولهای کائوچو در محل بندهای دوگانه قرار می‌گیرد و آنها را به هم می‌پیوندد. در این صورت ماده حاصل دیگر چسبنده نیست، در مقابل سرما و گرما و عوامل شیمیایی بیشتر مقاومت می‌کند و خواص آن در حدود دمای نسبتاً زیادی ثابت می‌ماند.

برای تهیه اشیای لاستیکی بر حسب مصارف مختلف، علاوه بر گوگرد مواد دیگری مانند پرکننده‌ها، مواد ضد اکسیدکنندگی، مواد تسریع کننده عمل و لکانیزاسیون و مواد رنگی نیز به کائوچو

۱- وزن مولکولی کائوچو از ۵۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰ نیز ذکر شده است.

حرارت و مواد شیمیایی بخصوص بتزن و نفت مقاومت دارد، ولی چون گران تمام می‌شود، مورد استعمال آن محدود است. انواع دیگر کائوچوهای مصنوعی از بوتادین ساخته می‌شود. بوتادین ترکیبی دی اولفینی است به فرمول  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ . امروز از طرق مختلف مثلاً از کراکینگ نفت یا تیروژن‌گیری از بوتان و بوتن و همچنین از الکل اتیلکوالدئید استیک که هر دو آنها را از استیلن به قیمت ارزان می‌توان تهیه کرد، بدست می‌آورند. نوعی کائوچوی مصنوعی که از پولیمریزه شدن بوتادین همراه با استیرن بدست می‌آید بونا اس Buna-S یا GRS نامیده می‌شود. استیرن تیروکربوری است به فرمول  $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_5$  که از بتزن و اتیلن حاصل می‌شود. کاتالیزور این عمل سدیم فلزی یا پراکسیدها می‌باشد. در این عمل ابتدا اتیل بتزن بدست می‌آید. سپس اتیل بتزن با از دست دادن تیروژن به استیرن تبدیل می‌شود.

GRI کائوچوی مصنوعی دیگری است که از پولیمریزه شدن ایزوبوتیلن همراه با بوتادین بدست می‌آید. ایزوبوتیلن ایزومر بوتیلن است و از عمل کراکینگ بدست می‌آید.

### تمرین و مسئله

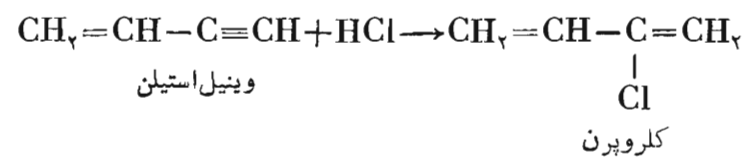
۱- از سوختن یک مولکول گرم استیلن ۳۱۷ کیلو کالری حرارت حاصل

۱- این نوع کائوچو ابتدا در آلمان ساخته شد و بوناس نام گرفت و

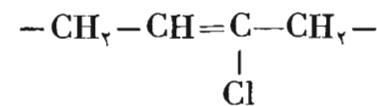
سپس در امریکا متداول گردید و GRS نامیده شد.

برای تهیه کائوچوی مصنوعی تحقیقات زیاد بعمل آمد و از مواد مختلف، کائوچو بطور مصنوعی تهیه شد. ترکیب کائوچوهای مصنوعی با نوع طبیعی آن یکسان نیست، ولی آنها موادی هستند شبیه کائوچوی طبیعی که در بعضی موارد خواصی بهتر از نوع طبیعی آن دارا هستند. در زیر ترکیب چند نوع مهم آن باختصار بیان می‌شود:

یک نوع کائوچوی مصنوعی پولیمری از کلروپرن (۲- کلرو- بوتادین) است به نام نئوپرن. دانستیم که هرگاه دومولکول استیلن با هم ترکیب شود ترکیبی به نام وینیل استیلن حاصل می‌شود. این ترکیب با کلرو تیروژن ترکیبی به نام کلروپرن می‌دهد:



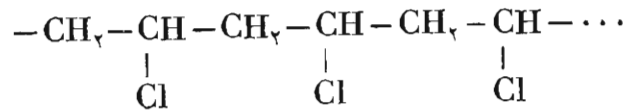
از پولیمریزه شدن کلروپرن، پولیمری به نام نئوپرن بدست می‌آید که ساختمان هر واحد آن:



می‌باشد.

این طریق از سال ۱۹۳۱ به وسیله دانشمند امریکایی نیولند<sup>۱</sup> استاد دانشگاه نتردام عملی گردید. نئوپرن در مقابل هوا، نور،

۱۱ - ساختمان پولى كلوروپينيل را مى توان به شكل زير نشان داد:



فرمول ساختمانی منومر آن را مشخص کنید .

می شود . از سوختن یک مترمکعب (در شرایط متعارفی) استیلن چه مقدار حرارت بدست می آید ؟

۲- فرمول معادله شیمیایی سوختن کامل استیلن را با اکسیژن بنویسید و معین کنید: اولاً چه نسبت حجمی بین دو گاز استیلن و اکسیژن موجود است، ثانیاً برای سوختن کامل ۲۶ سانتیمتر مکعب گاز استیلن چه حجم اکسیژن بکار می رود ؟

۳- حداکثر چند گرم برم درواکنش ترکیب اضافی با ۱۱/۲ لیتر استیلن (در شرایط متعارفی) وارد عمل می شود ؟

۴- از پولیمریزاسیون ۱۰ مولکول گرم استیلن یک مولکول گرم بنزن بدست آمده است. راندمان عمل را حساب کنید.

۵- بر مخلوطی از کربور آلومینیم و کربور کلسیم آب اثر می دهیم . چگالی مخلوط گازهای تولید شده نسبت به ئیدروژن مساوی با ۱۰ است . نسبت جرم دو کربور را در مخلوط معین کنید .

۶- به مخلوط ۲ لیتر اتان و استیلن ۲ لیتر ئیدروژن افزودیم و مخلوط گازی جدید را از روی کاتالیزور نیکل عبور دادیم تا کلیه واکنشهای ممکن انجام گرفت . در نتیجه حجم مخلوط کاهش یافت و به ۳/۲ لیتر رسید. درصد حجمی اتان و استیلن را در مخلوط اولیه حساب کنید .

۷- چگونه می توان از استیلن کلرواتیل بدست آورد ؟

۸- چگونه می توان از استیلن ۱ ، ۲- دی کلرواتان تهیه کرد ؟

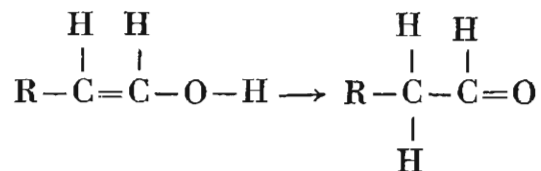
۹- ۵/۲۷ گرم بوتادین را در مقداری زیاد برم وارد می کنیم . حساب کنید حداکثر چند گرم برم در ترکیب اضافی با این مقدار بوتادین شرکت می کند .

۱۰- چرا لاستیک محکمتر از کائوچواست و برخلاف آن در بنزین حل

نمی شود ؟

-۱۳۹-

بنیان الکی ممکن است سیر نشده باشد؛ در این صورت ظرفیت مضاعف نمی‌تواند به کربن دارای عامل الکی اتصال داشته باشد، زیرا تغییر محل اتمها در داخل مولکول ماده را به الید یا ستن تبدیل می‌کند:



البته الکلها سیر نشده نیز وجود دارند، اما گروه  $\text{OH}$  - روی کربن با پیوند ساده قرار دارد مانند  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$  (الکل آللیک).

الکلها می‌توانند عوامل دیگر نیز داشته باشند، مانند اسید-لاکتیک  $\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{COOH}$  که هم دارای عامل الکی و هم دارای عامل اسیدی است.

**وجود در طبیعت** - الکلها در مواد گیاهی و حیوانی به صورت ترکیب مثلا در چربیها و مومها و غیره وجود دارند.

**نامگذاری** - نام الیدروکربوری را که الکل از آن مشتق شده می‌برند و آخرش را به (ol) ختم کرده و به آن نیز عددی که محل  $\text{OH}$  را در مولکول تعیین می‌کند، می‌افزایند، مثلا:

$\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_2$  و پروپانل - ۱ و  $\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$  پروپانل - ۲ نامیده می‌شود.

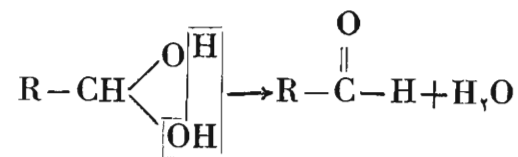
## فصل پنجم

### الکلها

الکلها را می‌توان مشتقاتی از الیدروکربورها دانست که در مولکول آنها به جای یک یا چند اتم الیدروژن الیدروکربور، یک یا چند عامل « $\text{OH}$ » که آن را الیدروکسیل می‌نامند قرار گرفته است، مانند الکل متیلیک  $\text{CH}_3\text{OH}$  یا بطور کلی  $\text{ROH}$  که در آن « $\text{OH}$ » عامل الکی و  $\text{R}$  بنیان نامیده می‌شود. چنانچه در مولکول الکی چند عامل  $\text{OH}$  موجود باشد، در این صورت الکل را چند عاملی گویند، مانند گلیسرین که دارای سه عامل الکی است:



باید توجه کرد که در الکل چند عاملی هر « $\text{OH}$ » به یک کربن وصل است، زیرا اگر دو  $\text{OH}$  به یک کربن متصل باشند ماده به الید یا ستن تبدیل می‌گردد:



**خواص فیزیکی** - چون خواص الکلهای غیر مشخص را نمی توان تحت قاعده درآورد ، در این قسمت فقط الکلهای خطی سیر شده و یک ظرفیتی و نوع اول را در نظر می گیریم ، مانند  $C_4H_9-OH$  . این الکلهای از  $C_4$  تا  $C_7$  مایعند و از  $C_8$  تا  $C_{10}$  روغنی شکل و بقیه جامدند .

الکلهای مایع در حجم زیاد ، آبی می نمایند . نقطه جوش الکلهای به ازای هر کربن تقریباً  $20^\circ$  افزایش می یابد این الکلهای تا  $C_7$  به هرنسبت با آب مخلوط می شوند ، ولی هر قدر عدد کربنها بیشتر شود قابلیت انحلال کمتر می گردد .

نخستین نمایندگان ردیف الکلهای مایعند در صورتی که نخستین نمایندگان گروههای دیگر که تا حال دیده اید (ئیدروکربورها) گازی شکلند . افزایش نقطه جوش الکلهای را چگونه می توان توضیح داد ؟ آیا ممکن است افزایش نقطه جوش الکلهای را به افزایش جرم مولکولی آنها به سبب ورود اتم اکسیژن در مولکول نسبت داد ؟ اما جرم مولکولی الکل متیلیک  $CH_3OH$  مساوی با ۳۲ و جرم مولکولی پروپان  $C_3H_8$  مساوی با ۴۴ است ، با وجود این الکل متیلیک مایع است و پروپان گاز است . جرم مولکولی کلور متیل  $CH_3Cl$  از آن هم بیشتر است (۵۰/۵) ، با این حال کلور متیل گازی شکل است .

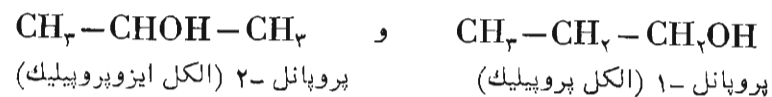
پس چه چیز مولکول الکل متیلیک را که خود بخود نسبتاً سبک است ، به حالت مایع نگه می دارد ؟

در مولکولهای الکل رادیکال ئیدروکربور و اتم ئیدروژن با اتم اکسیژن بزرگ خط مستقیم قرار ندارند ، بلکه با هم زاویه ای تشکیل می دهند . در اتم اکسیژن جفتهای الکترونی آزاد وجود دارد و اتم اکسیژن به حساب همین جفتهای الکترونی آزاد خود می تواند با اتم ئیدروژن مولکول دیگر

اگر دو عامل الکلی موجود باشد ، به جای (ol) باید (diol) افزود و اگر عدد عاملها بیشتر باشد باید «تری» ، «ترا» و غیره بیفزایند . پس نام گلیسرین  $CH_2OH-CHOH-CH_2OH$  ، **propantriol** است .

در طرز دیگر نامگذاری ، پس از ذکر کلمه الکل ، نام بنیان را می آورند و آخرش را به (ایک) ختم می کنند . مانند اتانل  $C_2H_5-OH$  که الکل اتیلیک نیز گفته می شود .

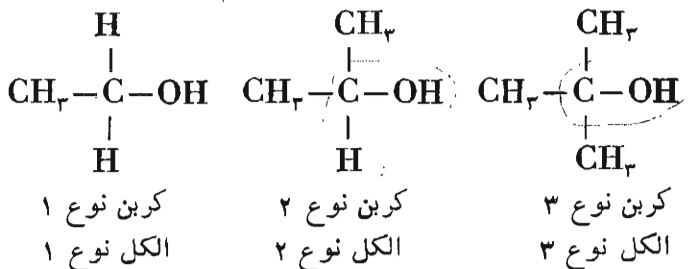
**ایزومری** - علاوه بر ایزومرهایی که ممکن است مربوط به بنیان الکلهای باشد ، تغییر محل عامل الکلی نیز ایزومرهای جدیدی را سبب می شود و به همین جهت ایزومری در الکلهای بیشتر از ئیدرو-کربورهاست . مثلاً پروپان ایزومر ندارد ، ولی دو نوع پروپانل وجود دارد :



الکلهای با اتر اکسیدها نیز ایزومر می باشند . مثلاً  $(CH_3)_2O$  با  $C_4H_{10}OH$  ایزومر است .

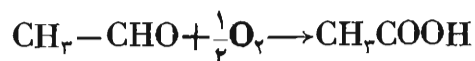
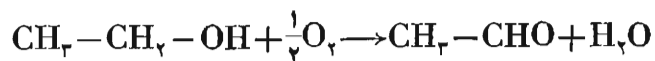
خلاصه اینکه الکلهای بمراتب بیشتر از ئیدروکربورهای سیر شده ایزومر دارند ، بطوری که هفت ایزومر به فرمول مولکولی  $C_4H_{10}O$  وجود دارد (ایزومرها را رسم کنید) و نیز هشت نوع پنتانل  $C_5H_{12}OH$  وجود دارد که نقطه جوش آنها از  $104^\circ$  تا  $138^\circ$  تغییر می کند (۱۴ ایزومر به فرمول مولکولی  $C_6H_{14}O$  وجود دارد) .

دوم یا سوم گویند .



تفاوت انواع الکها از نظر اکسیداسیون - الکل نوع اول

در اثر اکسیداسیون ابتدا يك الدئید و سپس يك اسید تولید می کند که عده کربنهای آن با عده کربنهای الکل اولیه مساوی است .



بعلاوه الکهای نوع اول باثبات تر از دونوع دیگرند، بطوری

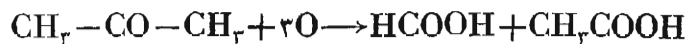
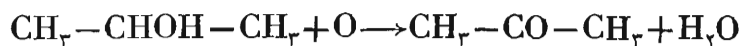
که گرمای ۳۶۰° را تحمل می کنند و تجزیه نمی شوند .

الکهای نوع دوم در اثر اکسیداسیون يك ستن می دهند که عده

کربنهایش با کربنهای الکل مربوطه مساوی است، ولی با اکسیداسیون

بعدی، این ستن، در محل اکسیژن، به دو قسمت می شود و هر قسمت

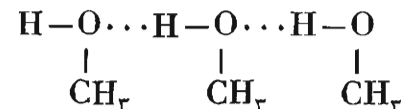
يك اسید تولید می کند :



این الکها ناپایدارتر از نوع اول ولی پایدارتر از نوع سومند

تفاوت انواع الکها از نظر اکسیداسیون - الکل نوع اول

که به سبب جابجا شدن الکترونها به سوی اتم اکسیژن، بارالکتریکی مثبت پیدا کرده است، در تأثیر متقابل شرکت کند. این تأثیر متقابل که خصلت الکترواستاتیکی دارد، پیوند ئیدروژنی نامیده می شود و در فرمولها با چند نقطه مشخص می شود :



پایداری پیوند ئیدروژنی کمتر از پیوند کووالانسی عادی است (در حدود

۱۰ بار).

مولکولهای الکل به حساب پیوندهای ئیدروژنی مجتمع هستند، مانند

این است که به یکدیگر چسبیده اند و به همین جهت نقطه جوش ماده افزایش

می یابد. پیوند ئیدروژنی بر اثر گرما پاره می شود، مولکولها آزاد می شوند

و ماده فراریت خود را باز می یابد. حلالیت الکل در آب به وسیله تشکیل

پیوند ئیدروژنی بین مولکولهای الکل و آب قابل توضیح است. ئیدروکربورها

با آب پیوند ئیدروژنی نمی دهند و به همین جهت در آب حل نمی شوند. کاهش

حلالیت الکهای سنگین باغیر قابل حل بودن رادیکالهای ئیدروکربور سنگین

در آب بستگی دارد.

الکهای اولیه بوی الکل معمولی را دارند، در صورتی که

الکهای متوسط، بدبو و الکهای جامد، بی بو هستند.

تقسیم بندی الکها - الکها را بر حسب نوع کربنی که دارای

عامل الکلی است به سه نوع تقسیم می کنند: اگر عامل الکلی بر روی

کربن نوع اول یعنی کربنی که فقط به يك کربن دیگر متصل است

قرار گرفته باشد، الکل را نوع اول، و اگر این کربن نوع دوم یا

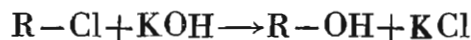
سوم باشد، یعنی با ۲ یا ۳ کربن دیگر مربوط باشد، الکل را نوع

بر خاصیت مزبور، الکل‌های نوع اول از دوم و دوم از سوم فعالیت‌ترند و با اسیدها بترتیب بهتر و بیشتر استرمی دهند.

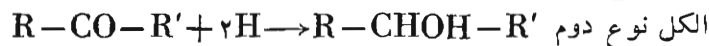
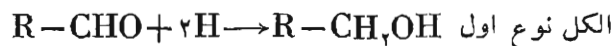
**طرز تهیه عمومی الکلها - ۱-** از ترکیب اضافی آب با تیدرو- کربور اتیلنی :



۲- از تیدرولیز هالوژنورهای الکیل :



۳- از احیای الدئیدها و ستنها :



### الکل‌های یک ظرفیتی نوع اول و سیر شده

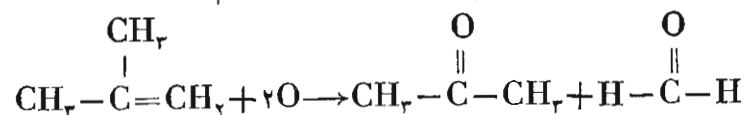
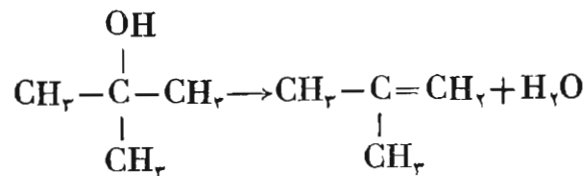
فرمول عمومی تیدروکربورهای سیر شده  $C_nH_{\nu n+2}$  است. اگر یک H در این فرمول به OH تبدیل شود، فرمول الکل‌های سیر شده و یک عاملی بدست می‌آید. پس این گروه نیز ردیف مشابه- ترکیب تشکیل می‌دهند و فرمول عمومی آنها  $C_nH_{(\nu n+1)}OH$  می‌باشد. اگر  $n=1$  باشد، الکل متیلک و اگر  $n=2$  باشد، الکل اتیلک  $C_2H_5OH$  بدست خواهد آمد.

### الکل متیلک یا متانل یا عرق چوب $CH_3OH$

**خواص فیزیکی -** الکل متیلک مابعی است بیرنگ، در  $64.7^\circ$  می‌جوشد، از آب سبکتر است ( $d=0.79$ )، یکی از

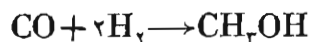
بطوری که درجه ذوب نفتالین  $288^\circ$  را بخوبی تحمل می‌کنند، در صورتی که نوع سوم در این درجه تجزیه می‌شود.

اما در اکسیداسیون الکل‌های نوع سوم ممکن نیست الدئید یا ستنی که عده کربنهاش با کربنهای الکل مساوی باشد تولید شود، بلکه این الکلها در محل OH دارای بند مضاعف شده و بعد به چند جزء تقسیم و هر جزء بطور مجزا اکسید می‌شود و الدئید یا ستن می‌دهد. در صورتی که هر جزء بیشتر اکسید شود، به اسید ختم می‌گردد (الدئید به یک اسید و ستن به دو اسید) پس اکسیداسیون کامل الکل نوع سوم منجر به چند اسید می‌شود (اغلب سه اسید).



که بعد الدئید به یک اسید  $HCOOH$  و ستن به دو اسید تبدیل می‌شود. از خواص ذکر شده راهی برای تشخیص نوع الکل پیش بینی می‌گردد. توضیح اینکه اگر از اکسیداسیون الکی یک الدئید یا یک اسید بدست آید، الکل، نوع اول است و اگر یک ستن یا دومولکول اسید بدست آید، نوع دوم است و بالاخره اگر تیدروکربوری با بند مضاعف بدست آید و سپس با اکسیداسیون بیشتر، این تیدرو- کربور تولید سه مولکول اسید کند، الکل، نوع سوم است. علاوه

چنانکه فرمولها نیز می‌رسانند، عرق چوب قسمتی نیز از تجزیه استات متیل بدست می‌آید. برای آنکه استن تقطیر نشود، قدری بیسولفیت سدیم نیز به مخلوط می‌افزایند. امروز الکل متیلیک را بیشتر از احیای اکسید کربن به وسیله تیدروژن در دمای  $450^{\circ}$  و فشار ۲۰۰ اتمسفر به وسیله کاتالیزور اکسید روی تهیه می‌کنند:



خواص شیمیایی الکل متیلیک شبیه به خواص الکل اتیلیک است.

### الکل اتیلیک یا الکل معمولی یا اتانل

اول دفعه محمد زکریای رازی شراب را در قرع و انبیک تقطیر کرد و الکل بدست آورد. برتلو آن را از راه سنتز تهیه کرد. این ماده در طبیعت در مایعات و آب میوه‌های تخمیر شده وجود دارد.

**خواص فیزیکی** - الکل اتیلیک مایعی است بیرنگ با طعم

سوزان. از آب سبکتر ( $d_{15} = 0.795$ ) و نم‌گیر است. در  $78/35^{\circ}$  می‌جوشد و در  $114^{\circ}$  - منجمد می‌شود و به هرنسبت با آب مخلوط می‌شود، ولی از اختلاط ۵۲cc آب با ۴۸cc الکل بیش از ۹۶/۳cc مایع بدست نمی‌آید. درجه هر مخلوط الکلی عدد سانتیمتر مکعب الکل خالص موجود در  $100^{\circ}\text{C}$  مخلوط است. مثلاً الکل ۷۰ درجه، الکلی است که در هر  $100^{\circ}\text{C}$  آن ۷۰cc الکل خالص وجود دارد.

۰۰۲ - ۰۰۲ - ۰۰۲

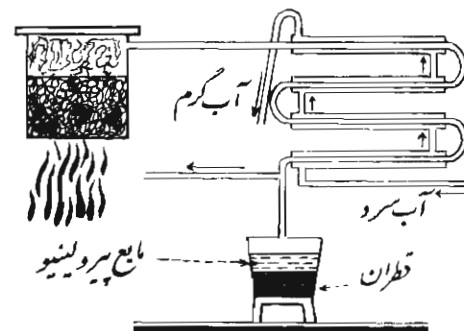
حلالهای خوب و ارزان است و برای تقلیب الکل معمولی نیز بکار می‌رود.

**طرز تهیه - از تقطیر چوب** - چنانچه چوب را در ظرفی چدنی (شکل ۵۸) بشدت حرارت دهیم، اجزایی از آن حاصل می‌شود که عبارتند از:

۱- گازهای سوختنی، که مهمترین آنها  $\text{H}_2$ ،  $\text{CH}_4$ ،  $\text{CO}$ ،  $\text{CO}_2$  و  $\text{N}_2$  می‌باشند.

۲- جزء مایع که

از دو قسمت تشکیل شده: یک قسمت روغنی شکل به نام قطران و قسمت دیگر که آبگون است و به نام مایع پیرولینیو

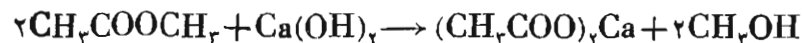
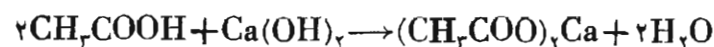


شکل ۵۸

معروف می‌باشد. مایع پیرولینیو بطور عمده شامل الکل متیلیک، اسید استیک، استن و استات متیل است.

۳- جزء جامد که زغال چوب می‌باشد.

از تقطیر جزء بجزء مایع پیرولینیو می‌توان الکل متیلیک بدست آورد و برای این کار ابتدا به مایع مزبور آهک اضافه می‌کنند. فرمولهای واکنش به قرار زیرند:



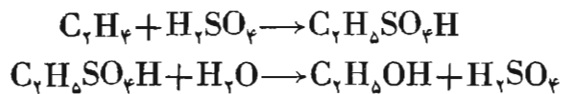


می‌گیرد ولی الکلهای مخصوص مصارف صنعتی از مالیات معافند، به الکلهای نوع اخیر مواد سمی، بدبو و رنگی اضافه می‌کنند تا به مصرف شرب نرسند. در این صورت این نوع الکها را تقلیبی گویند.

**تهیه الک** - راههای تهیه الک را به دو دسته می‌توان تقسیم کرد:

**الف - سنتز** - سنتز چند نوع است که بهترین آنها طریقه برتلو است.

در این طریقه، آب را با اتیلن به وسیله یک اسید ترکیب می‌کنند:

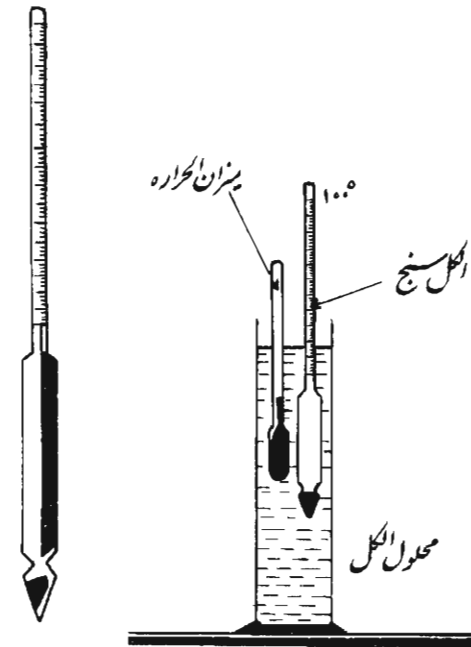


**ب - تخمیر** - مخمر آبجو قارچی است که با جوانه زدن تکثیر می‌یابد (شکل ۶۰). اگر این قارچ مجاور یک ماده قندی تخمیر پذیر قرار گیرد، موادی از خود ترشح می‌کند که سبب استحاله آن می‌شود، این مواد را که کاتالیزورهای آلی هستند، آنزیم می‌نامند. در بین قندها گلوکز  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  که در انگور وجود دارد به کمک این مواد تخمیر شده و الک می‌دهد (شکل ۶۱) (تهیه شراب).



آنزیمی که سبب این استحاله می‌شود زیماز یا الکلاز نام دارد. اگر مخمر را بر ساکارز یا قند معمولی  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  بیفزایند، ابتدا آن را به گلوکز و لوولز تبدیل می‌کند و بعد تخمیر الکلی را انجام

درجه يك محلول الکلی را به وسیله الک سنج می‌سنجند (شکل ۵۹) که از مقدار فرو رفتن آن در مایع، درجه الک تعیین می‌شود. در داروخانه‌ها، برای تبدیل تقریبی الک ۹۵° به الک مثلا ۶۰°، در ۹۵° آنقدر آب الک



شکل ۵۹

می‌ریزند تا ۹۵cc شود. برای سنجیدن درجه الکلی شراب، ۱۰۰cc آن را تقطیر می‌کنند و حجم مایع تقطیر شده را با آب مقطر به ۱۰۰cc رسانیده و درجه‌اش را اندازه می‌گیرند تا درجه شراب بدست آید. الک خالص را الک مطلق نیز می‌گویند.

الک یکی از حلالهای بسیار عالی است. ید، کافور و عطرها را در خود حل می‌کند. الک ضد عفونی کننده است و آلبومینها را منعقد می‌کند. اگر سفیده تخم مرغ خام را در الک سفید بیندازیم منعقد می‌شود.

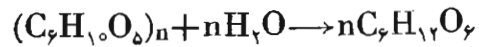
چون به مشروبات الکلی، مالیات (حق باندرل) تعلق

فرمول تبدیل نشاسته چنین است :



سپس مادهٔ اخیراً در مجاورت مخمر قرار گیرد، به وسیلهٔ مالتاز، اول به گلوکز و بعد در اثر زیماز به الکل تبدیل می‌شود (طرز تهیهٔ آبجو).

نشاسته با آب به کمک اسید سولفوریک نیز هیدرولیز می‌شود.



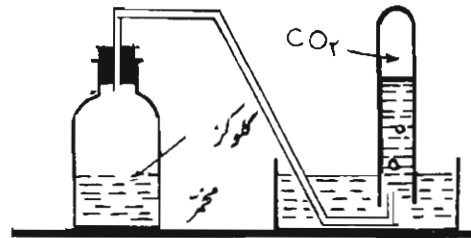
محلولهای الکلی که از تخمیر بدست می‌آیند از لحاظ مقدار الکل فرق دارند. در شرابها ۱۰٪ و در آبجو ۶٪ و در عرق که از تقطیر حاصل می‌شود ۳۰ تا ۵۰٪ و بیشتر است. عرق طبی باید از تقطیر شراب تهیه شده باشد (شکل ۶۲). الکل خالص، به علت آبرگیر بودن، تهیه‌اش مشکل است. برای تهیهٔ آن باید الکل ۹۵ درجهٔ معمولی را در مجاورت اکسید باریم تقطیر کرد.

از تخمیر الکلی، علاوه بر الکل، مواد دیگری مانند استالیدید، الکل پروپیلک، الکل بوتیلک و الکل آمیلیک نیز بدست می‌آید. این مواد عموماً سمی هستند و از تخمیر مواد سفیده‌ای (البومین) موجود در آب میوه‌ها یا مایعات تخمیر پذیر ایجاد می‌شوند.

**خواص شیمیایی - الف - اثر گرما -** در ۵۰۰° قسمتی از

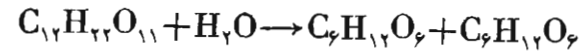
آب به  $CH_3CHO$  تبدیل می‌شود.

**ب - اثر کلو -** کلر الکل را ابتدا اکسید می‌کند و بعد کلرال

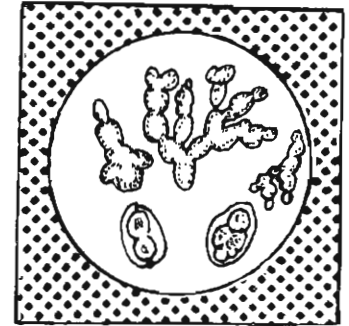


شکل ۶۱ - تخمیر الکلی

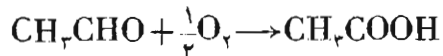
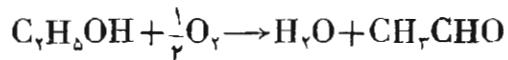
شکل ۶۰ - مخمر می‌دهد. آنزیمی که ساکارز را هیدرولیز می‌کند Invertase نام دارد.



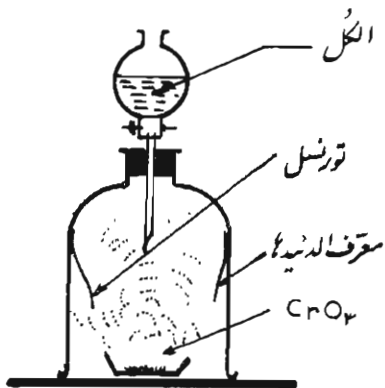
مالتاز نیز آنزیمی است که از مخمر حاصل می‌شود و باعث هیدرولیز مالتوز شده آن را به دو مولکول گلوکز تبدیل می‌کند. نظر به گرانی مواد قندی ذکر شده، برای تهیهٔ الکل، از نشاسته یا سلولز می‌توان استفاده کرد. در مورد نشاسته، ابتدا آن را به وسیلهٔ آمیلاز به مالتوز تبدیل می‌کنند. آمیلاز آنزیمی است که در مالت موجود است. برای تهیهٔ مالت، جو را در جای تاریکی سبز می‌کنند؛ وقتی که ریشه‌اش یک سانتیمتر شد، آن را بو می‌دهند تا رشدش متوقف شود. بعد آن را کوبیده در آب می‌ریزند و بدان مادهٔ نشاسته‌ای اضافه می‌کنند. این محلول را در گرمای بین ۴۰° تا ۷۰° قرار می‌دهند؛ هنگامی که مایع دیگر به وسیلهٔ ید آبی نشود، آن را صاف می‌کنند. مایع صاف شده دارای مالتوز، و شیرین است.



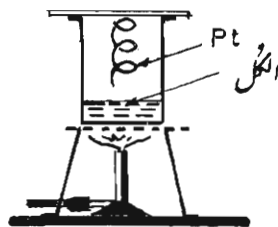
پتاسیم و غیره) یا اکسیژن هوا در مجاورت مفتول پلاتین سرخ، اول  
الدهید می دهد و بعد با اکسیداسیون بیشتر، اسید تولید می کند .



این اعمال گرمازا است و مفتول پلاتین سرخ در جریان  
واکنشها در بالای ظرف الکل به سرخی خود باقی می ماند . این  
آزمایش را آزمایش چراغ فلسفه نام گذارده اند (شکل ۶۳) .  
هرگاه برانیدرید کرومیک، الکل بریزند، عمل بشدت شروع  
شده مخلوطی از الدهید و اسید بدست می آید (شکل ۶۴) .

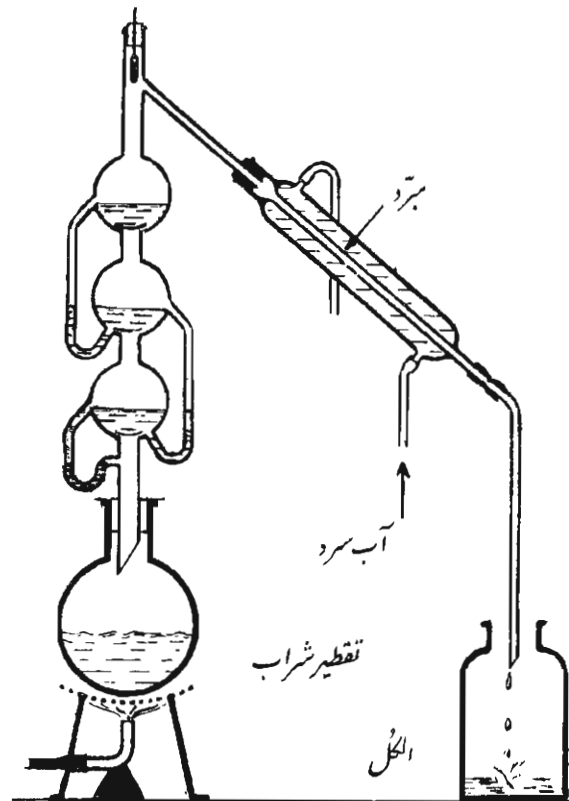
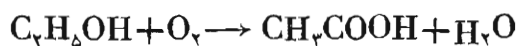


شکل ۶۴



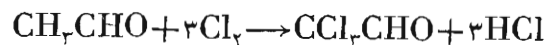
شکل ۶۳

د - اثر مخمورها - میکودرما آستی، به واسطه آنزیمی که  
ترشح می کند، می تواند اکسیژن هوا را به الکل داده سرکه بسازد  
(تبدیل شراب به سرکه) .



شکل ۶۲

می سازد .

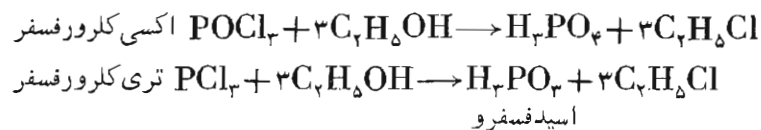


ج - اثر اکسیژن - ۱ - سوختن - در هوا بدون دود می -

سوزد .

۲ - اکسیداسیون - با مواد اکسید کننده ( مانند مخلوط

اسید سولفوریک و بیکرومات پتاسیم، اسید سولفوریک و پرمنگنات



### الکل پروپیلک یا پروپانل $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

دو نوع الکل پروپیلک موجود است: یکی پروپانل-۱ یا الکل

پروپیلک نوع اول ( $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ ) و دیگری پروپانل-۲

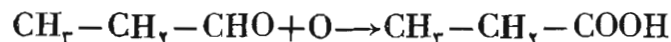
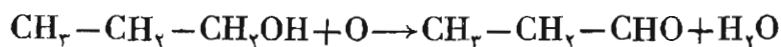
( $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2$ ) یا الکل ایزوپروپیلک که الکل نوع دوم است.

اولی در  $78^\circ$  می جوشد و وزن مخصوصش  $0.804$  است و دومی

در  $81^\circ$  می جوشد و وزن مخصوصش  $0.789$  است.

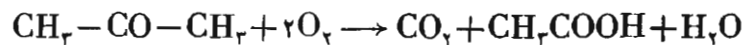
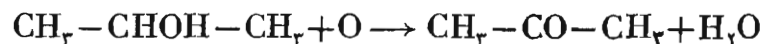
از اکسیداسیون الکل پروپیلک نوع اول، اول الدئید و سپس

اسید پروپوئیک تولید می شود:



ولی از اکسیداسیون الکل ایزوپروپیلک،  $\text{CO}_2$  و اسید استیک به

دست می آید:



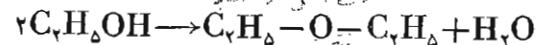
الکل پروپیلک نوع اول کمتر مصرف صنعتی دارد و برای

تهیه آن باید محلول پتاس را بر کلرور پروپیل اثر داد. ولی الکل ایزو-

پروپیلک از اثر آب بر پروپیلن که محصول کراکینگ است بدست

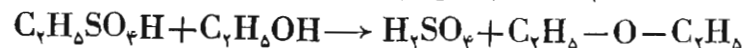
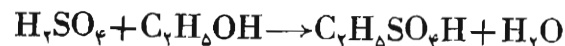
۵- اثر مواد آجگیر - اسید سولفوریک در  $140^\circ$  و آلومین

در  $250^\circ$  الکل را به اتر اکسید تبدیل می کنند:

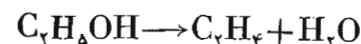


در حقیقت اسید سولفوریک ابتدا سولفات اسید اتیل می دهد

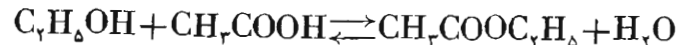
که بعد با الکل، اتر اکسید داده و خود آزاد می شود:



ولی در گرمای بیشتر اتیلن تولید می شود:



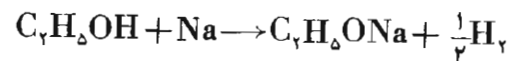
۹- استری شدن - با اسیدها استر می دهد:



ز- اثر فلزات - قابلیت تحرك اتم تیروژن گروه تیروکسیل

از سایر اتمهای تیروژن الکل بیشتر است، بطوری که تیروژن

OH- به وسیله فلزات قلیایی آزاد می شود. مثلا با سدیم:

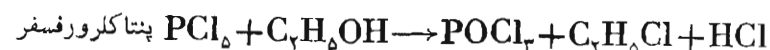
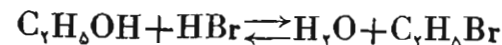


اتیلات سدیم

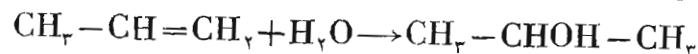
ح- گروه تیروکسیل الکل تمامی نیز می تواند در واکنش

شرکت کند. مثلا با هالوژنورهای تیروژن و مشتقات هالوژن دار

فسفر:

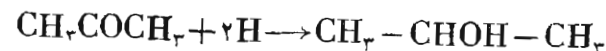


می آید:



همین الکل را از احمای استن نیز می توان بدست آورد، ولی

طریقه اول بیشتر معمول است:



الکل های چند عاملی یا چند الکلیها

ساده ترین چند الکلیها اتان دیول ( اتیلن گلیکول )

 $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2\text{OH}$  است که ماده ای است شیرین و چون محلول

آن در آب دیر منجمد می شود، در اتومبیلها به عنوان ضد یخ بکار

می رود.

مشهورترین چند الکلیها گلیسرین است.

گلیسرین یا پروپان تریول  $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$ 

گلیسرین به صورت استر در چربیها موجود است.

خواص فیزیکی - مایعی است لزج، بیرنگ و سنگین تر از

آب ( $d = 1.26$ ). مزه آن شیرین است و با آب و الکل به هر نسبتمخلوط می شود. در  $29^\circ\text{C}$  می جوشد. در صفر درجه، انجماد آن شروع

می شود و تقریباً همیشه به علت تأخیر در انجماد (surfusion) بسختی

جامد می شود، ولی بلورهای جامد آن در کمتر از  $18^\circ$  ذوب نمی شوند.

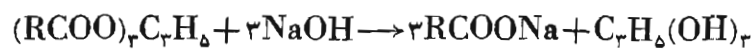
گلیسرین برای نرم کردن پوست و تهیه نیترو گلیسرین و همچنین به

عنوان ضد یخ در اتومبیلها بکار می رود.

تهیه گلیسرین - ۱ - نیدرولیز چربیها ( گلیسریدها) -

چربیها را با محلول سود می جوشانند. در نتیجه گلیسرین و ملح

سدیم اسیدهای چرب که صابون نامیده می شود بدست می آید:



به مخلوط حاصل آب نمک اضافه می کنند، صابون رو

می ایستد و گلیسرین در محلول نمک باقی می ماند. صابون را جدا

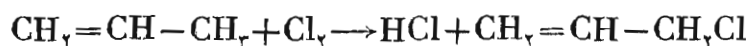
می کنند و محلول گلیسرین در آب نمک را در خلأ ( فشار  $10^5$  میلیمترجیوه) تقطیر می کنند تا نقطه جوش گلیسرین تا  $180^\circ$  پایین آید و

بدون تجزیه شدن، بخار و در ظرف دیگر مایع شود.

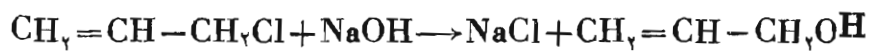
۲ - طریقه سنتز - از تأثیر گاز کلر بر پروپیلن در گرما

 $(400 - 500^\circ\text{C})$  کلرور آلیل تولید می شود که با محلول قلیا به الکل

آلیلیک تبدیل می شود:



کلرور آلیل



الکل آلیلیک

الکل آلیلیک حاصل را می توان به راههای گوناگون از جمله

از تأثیر پراکسید نیدروژن در حضور کاتالیزور به گلیسرین تبدیل

کرد:

۱ - فرمول و ترکیب چربیها و همچنین توضیح بیشتر درباره واکنش

تهیه صابون را در فصل دهم خواهید دید.



سیلیس مخلوط کرد و مخلوط را دینامیت نامید که در مقابل ضربه-  
های شدیدتر منفجر می‌شود. نیترو گلیسرین مخلوط با نیتروسلولز  
باروت بی‌دود نام دارد.

اسید فسفریک با گلیسرین تولید اسید گلیسروفسفریک می‌کند  
که ملح کلسیم آن به فرمول :

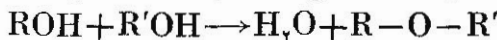
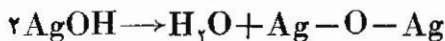
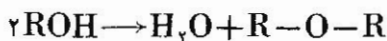


در پزشکی برای تقویت اعصاب مصرف می‌شود.

## فصل ششم

## اتراکسیدها R-O-R

هرگاه از دو مولکول الکل یک مولکول آب بگیرند ماده‌ای تولید می‌شود که به علت شباهت فرمولش با فرمول اکسیدهای فلزی، اتراکسید نامیده می‌شود. اگر دو مولکول مختلف بکار برده شود اتراکسید ناجور بدست می‌آید.



مهمترین اتراکسیدها، اتراکسید اتیل  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$  است که از خواصش بقیه اتراکسیدها را می‌توان درک کرد.

اتر متعارفی یا اتراکسید اتیل یا اتر سولفوریک

خواص فیزیکی - مایعی بیرنگ و بسیار فرار است.  $D = 0.715$

و در  $34/8^\circ$  می‌جوشد.

اتر در آب کم محلول است (۱۲٪) ولی در الکل بخوبی حل



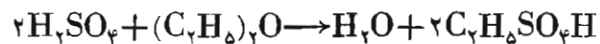
دقت زیاد کرد. هرگز نباید نزدیک شعله با آن کار کرد و بعلاوه باید در

شیشه‌های اتر را بخوبی مسدود ساخت.

PCl<sub>5</sub> با اتر در گرما، کلرور اتیل می‌دهد:

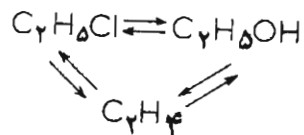


اسید سولفوریک غلیظ در سرما نیز اتر را تجزیه می‌کند:



### تمرین و مسئله

- ۱ - چرا الکلهای جریانی برق را هدایت نمی‌کنند، با اینکه مانند بازها گروه ئیدروکسیل دارند؟
- ۲ - فرمول مولکولی اتراکسیدهای راکه از حرارت دادن به مخلوط الکل متیلیک، الکل اتیلیک و اسید سولفوریک تشکیل می‌شوند، بنویسید.
- ۳ - چگونه می‌توان از الکل پروپیلیک، الکل ایزوپروپیلیک تهیه کرد؟
- ۴ - آیا می‌توان گلیسرین را از همولوگهای گلیکول بحساب آورد؟
- ۵ - معادله‌هایی بنویسید که به کمک آنها می‌توان این تبدیلات را انجام داد:

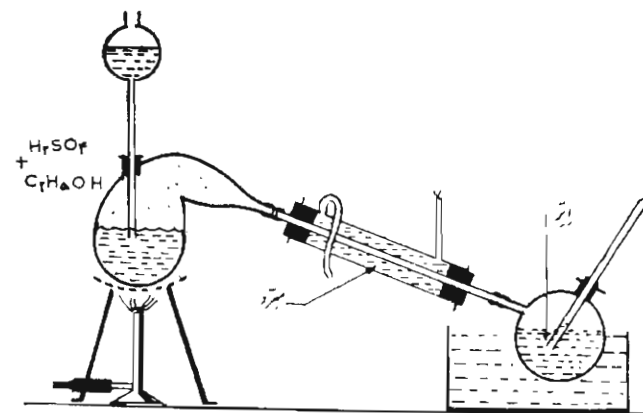
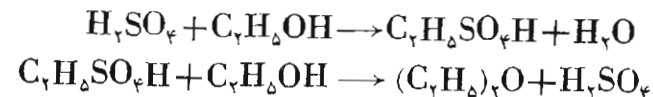


- ۶ - دونوع ماده هردوبا فرمول مولکولی C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O می‌شناسیم: الکل اتیلیک و اتراکسیدمتیل. نقطه جوش الکل اتیلیک در حدود ۷۸°C است، در صورتی که اتراکسید متیل در حدود ۲۴°C - بجوش می‌آید. این تفاوت زیاد نقاط جوش را به کمک پیوند ئیدروژنی توضیح دهید.

- ۷ - از تأثیر ۳/۷ گرم الکل یک ظرفیتی سیر شده با سدیم، ۵۶۰ سانتیمترمکعب در شرایط متعارفی گاز ئیدروژن آزاد شده است. جرم مولکولی و فرمول مولکولی الکل را مشخص کنید و گسترده کلیه ایزومرهای آن را بنویسید.

می‌شود. اتر یکی از حلالهای شیمی است. مواد چربی، رزینها و بنبه باروتی را در خود حل می‌کند. اتر خیلی خالص اتر بیهوشی نامیده می‌شود زیرا در پزشکی و جراحی برای بیهوش کردن بیماران استعمال می‌شود. برای این منظور باید بیمار بخار اتر را تنفس کند. خوردن اتر باعث اعتیاد به آن می‌شود.

**طرز تهیه** - بخار الکل را از روی آلومین در ۲۶۰-۲۴۰°C عبور می‌دهند. عمل آبگیری با اسید سولفوریک نیز میسر است. عمل باید در کمتر از ۱۴۰°C انجام گیرد، زیرا در درجات بالاتر مخلوطی از اتیلن و اتر بدست می‌آید (شکل ۶۵).



شکل ۶۵

**خواص شیمیایی** - اتر فوق‌العاده آتشگیر است. چون بخارات اتر از هوا سنگین‌تر و نیز آتشگیر است، در استعمال آن باید

- ۸- از تأثیر ۲/۵ گرم سدیم بر ۲/۳ گرم الکل اتیلیک خالص چه حجم نئیدروژن آزاد می‌شود؟
- ۹- از تأثیر مقداری زیاد سدیم بر الکل پروپیلک خالص ۵۶ سانتیمتر مکعب در شرایط متعارفی گاز نئیدروژن آزاد شده است. چند گرم الکل در این واکنش شرکت کرده است؟
- ۱۰- چه حجم هوا برای سوختن ۱/۶ گرم الکل متیلیک لازم است؟
- ۱۱- از ۲۱ گرم الکل اتیلیک ۲۵ گرم یدوراتیل بدست آمده است. این مقدار چند درصد مقداری است که معادله شیمیایی نشان می‌دهد؟
- ۱۲- مقداری الکل اتیلیک را به وسیله مخلوط سولفورومیک اکسید کرده‌ایم و تمام آن به اسید استیک تبدیل شده است. معین کنید که هر سانتیمتر مکعب از محلول دیسینمال بیکرومات پتاسیم چند سانتیمتر مکعب الکل مطلق را اکسید می‌کند. ( $D=0.8$ )
- ۱۳- ۱۰۰ سانتیمتر مکعب محلول گلوکز ۵ گرم در لیتر را تخمیر الکلی کرده‌ایم. اگر از تغییر حجم صرف نظر شود، درجه الکلی مایع تولید شده چقدر است؟ ( $D=0.8$ )
- ۱۴- چگالی نیتروگلیسرین ۱/۶ است و مواد حاصل از انفجار به دمای  $314.5^{\circ}\text{C}$  رسیده‌اند. رابطه بین حجم اولیه و حجم مواد حاصل از انفجار را معین کنید.

## فصل هفتم

## الدئیدها

الدئیدها دارای عامل  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \end{array}$  هستند . فرمول کلی آنها

$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{R}-\text{C} \\ \text{O} \end{array}$  است. گروه  $\begin{array}{c} | \\ \text{C}=\text{O} \end{array}$  کربنیل نامیده می شود .

نامگذاری و ایزومری - نام معمولی الدئیدها را از نام

اسیدهای مربوط گرفته اند . مثلا  $\text{HCHO}$  را الدئید فرمیک یا

فرمالدئید،  $\text{CH}_3\text{CHO}$  را الدئید استیک یا استالدئید و  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHO}$

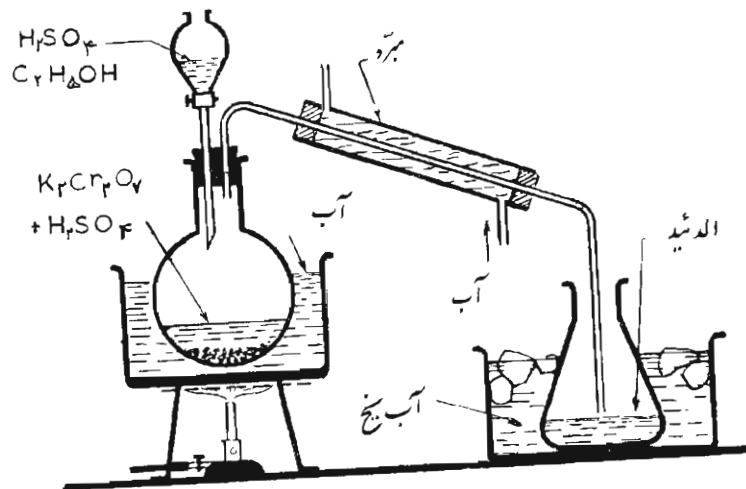
را الدئید پروپیونیک می گویند . طبق نامگذاری ژنو به نام تیدرو-

کربور مربوط، پسوند **al** اضافه می کنند. بنابراین  $\text{HCHO}$  متانال،

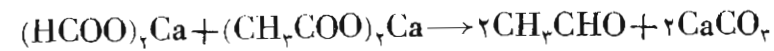
$\text{CH}_3\text{CHO}$  اتانال و  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$  پروپانال نام دارد .

۱- کلمه الدئید مخفف کلمات لاتینی **alcohol dehydrogenatus**

است، یعنی الکلی که تیدروژن آن جدا شده است.



شکل ۶۶



استیلن نیز با آب در مجاورت کلرومر کوریک این ماده را



**خواص شیمیایی - الف - ترکیب اضافی -** اکثر واکنشهای

الدئیدها (وستنها) را وجود گروه کربنیل  $\text{C}=\text{O}$  سبب می شود. پیوند

دوگانه بین اتمهای کربن و اکسیژن با پیوند دوگانه بین اتمهای

کربن (پیوند  $\sigma$  + پیوند  $\pi$ ) شباهت دارد. لکن پیوند دوگانه بین

اتمهای کربن و اکسیژن قطبی است یعنی تراکم الکترونی (مخصوصاً

پیوند  $\pi$ ) از اتم کربن به سوی اتم اکسیژن جابجا می شود و در نتیجه

اتم اکسیژن بار جزئی منفی و اتم کربن بار جزئی مثبت پیدا می کند:

در الدئید، ایزومری بیشتر از سایر گروه ها است، زیرا علاوه بر اینکه بنیان آن می تواند تغییر کند، سه لوله اول نیز مؤثر است و علاوه الدئیدها باستنها ایزومرند بطوری که استن  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$  با الدئید پروپیونیک  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$  ایزومر است.

اینک به ذکر الدئید استیک می پردازیم (خواص سایر الدئیدها را به کمک آن می توان دریافت).

### اتانال یا استالدئید $\text{CH}_3\text{CHO}$

در مواد تخمیر شده الکلی و در شراب موجود است.

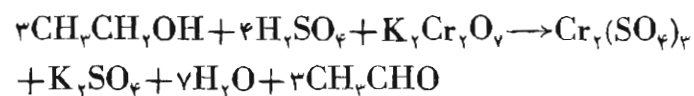
**خواص فیزیکی -** مایعی است بیرنگ با چگالی مساوی چگالی

الکل، بسیار فرار است (نقطه جوش آن  $21^\circ$ )، بوی مخصوص

محرکی دارد و در آب و بسیاری از حلالهای آلی حل می شود.

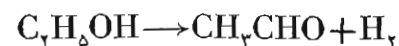
**طرز تهیه -** مخلوط سولفو کرومیک و الکل را به کمک بن ماری

به دمای حدود  $50^\circ\text{C}$  می رسانیم (شکل ۶۶).



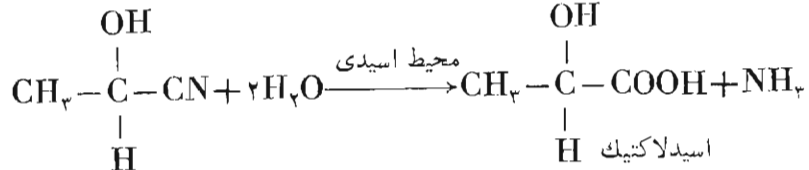
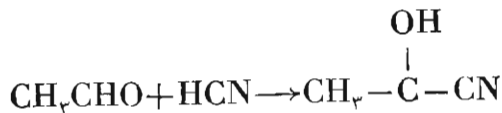
اکسیداسیون در هوا و مجاورت با کاتالیزور مس و درجه

حرارت  $300^\circ$  نیز میسر است.

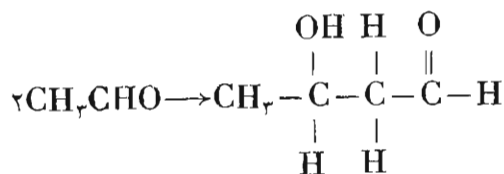


الدئید استیک از تکلیس فرمیات و استات کلسیم نیز بدست

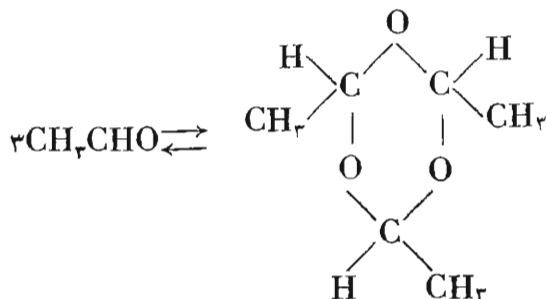
می آید.



**ب - الدولی شدن** - در محیط قلیایی ، دو مولکول الدیئید با یکدیگر ترکیب و به ماده‌ای تبدیل می‌شوند که هم عامل الدییدی و هم عامل الکی دارد . به همین جهت ماده حاصل را الدول می‌نامند .

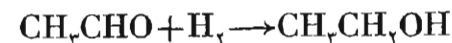


**ج - پولیمریزاسیون** - در مجاورت چندقطره اسیدسولفوریک غلیظ مایعی به نام پارالدیئید به فرمول  $(\text{CH}_3-\text{CHO})_n$  تولید می‌شود . پارالدیئید در گرما و در مجاورت اسید مجدداً به الدیئید تبدیل می‌شود . پس فرمول دوطرفه است .



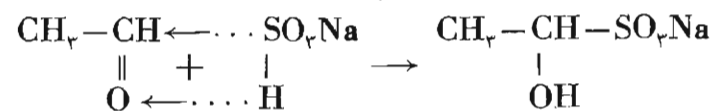
بنابراین مولکول الدیئید می‌تواند در واکنشهای اضافی شرکت کند.

۱ - در ترکیب اضافی با تیروژن الکل بدست می‌آید:

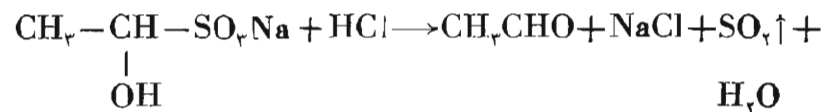


این عمل به وسیله اثر ملغمه سدیم با آب یا اسید و فلز روی و یا به وسیله گاز تیروژن به کمک کاتالیزور نیکل انجام می‌شود.

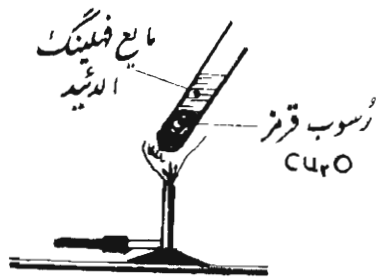
۲ - اثر بیسولفیت سدیم - الدیئیدی که تازه از تقطیر بدست آمده سهولت با بیسولفیت سدیم ترکیب الدیئید بیسولفیتیک می‌دهد.



از این خاصیت در تصفیه الدیئید استفاده می‌شود، چه از اثر HCl بر این ماده، دوباره الدیئید آزاد می‌شود .

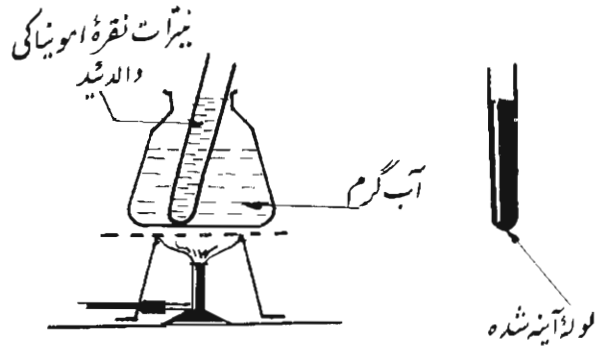
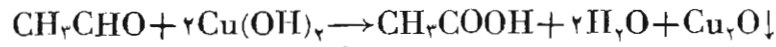


۳ - الدیئیدها با HCN ترکیب اضافی داده و سیانیدرین تولید می‌کنند. تشکیل این ترکیب از نظر سنتز اهمیت زیاد دارد ، زیرا ترکیب حاصل یک کربن بیش از ماده اولیه دارد و در اثر تیروولیز به یک تیروکسی اسید تبدیل می‌شود .



شکل ۶۷

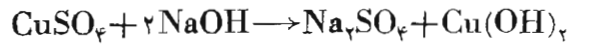
۳- مایع فهلینگ<sup>۱</sup> را در  
گرما بیرنگ می کند و نتیجه  
رسوب قرمز  $Cu_2O$  است (شکل  
۶۷).



شکل ۶۸

۴- با نیرات نقره آمونیاکی رسوب نقره حاصل می شود  
(شکل ۶۸).

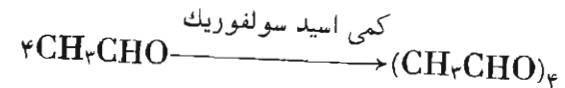
۱- مایع فهلینگ مشتمل بر دو مایع A و B به فرمول زیر است:  
**فهلینگ A** - سولفات مس متبلور  $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$  ۳۴/۶۶ گرم و آب به مقدار کافی تا ۵۰۰cc.  
**فهلینگ B** - ملح سنیت seignette (ناترات سدیم و پتاسیم) ۱۷۳ گرم، سود سوزآور ۵۰ گرم، آب به مقدار کافی تا ۵۰۰cc. از مخلوط شدن آنها تیدروکسید مس حاصل می شود.



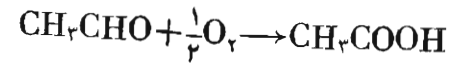
تیدروکسید مس در مجاورت ملح سنیت رسوب نمی کند.

پارالدهید خاصیت الدیدها را ندارد و بنابراین عامل الیدی ندارد.

همین الدید در  $10^\circ$  - (مخلوط یخ و نمک) و در مجاورت کمی اسید سولفوریک غلیظ به پولیمری دیگر تبدیل می شود که جامد است و متالدهید نام دارد. این ماده در  $130^\circ$  تصعید می شود و در آب نامحلول است و موقع تبخیر به الدید تبدیل می شود.



د- اکسیداسیون - ۱- اگر مخلوطی از هوای خشک و بخار الدید را از روی استات منگنز در  $500^\circ$  حرارت عبور دهیم، تولید اسید استیک می شود (سنتر مهم اسید استیک).

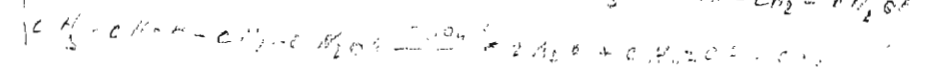
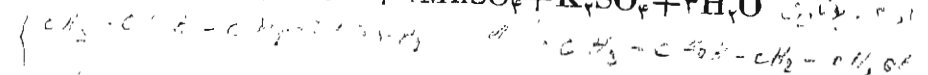
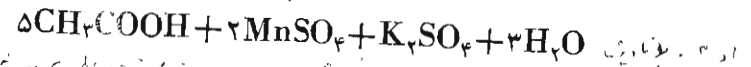


اکسیداسیون با هوا در مجاورت پلاتین هم میسر است (مانند آزمایش چراغ فلسفه که در مبحث الکل ذکر شد عمل می شود).

اکسیداسیون با اکسید کننده های قوی مانند  $CrO_3$  یا  $KMnO_4$  سریعتر انجام می گیرد.

۲- الدید استیک، محلول پرمنگنات پتاسیم را در مجاورت

اسید سولفوریک بیرنگ می کند.



**تشخیص الدیئدها -** فوشین ماده قرمز رنگی است. محلول

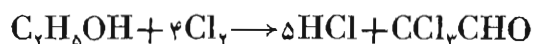
آن که به وسیله  $SO_4$  بیرنگ شده است، در مجاورت کمی الدیئد به رنگ قرمز تیره در می آید. از این خاصیت می توان به وجود الدیئد پی برد. این معرف را معرف شیف<sup>۱</sup> می نامند.

### کلرال یا الدیئد تریکلر استیک

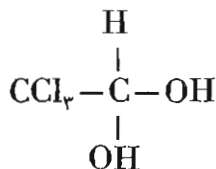
کلرال مشتق سه استخلافی کلر دار استالدیئد است



برای تهیه آن، گاز کلر را بر الکل تأثیر می دهند.

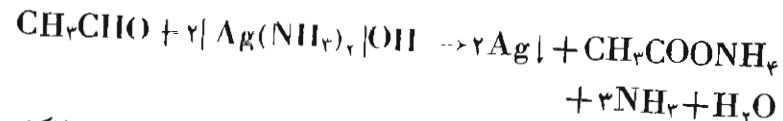


کلرال مایعی است بیرنگ با بوی زننده و نافذ و اشک آور که در  $98^\circ$  می جوشد. در آب ئیدرات کلرال تشکیل می دهد. ئیدرات کلرال ماده جامدی است که در  $57^\circ$  ذوب و در  $97^\circ$  تجزیه می گردد و با آنکه کمتر اتفاق می افتد، در مولکول آن دو OH به یک کربن متصل شده است.

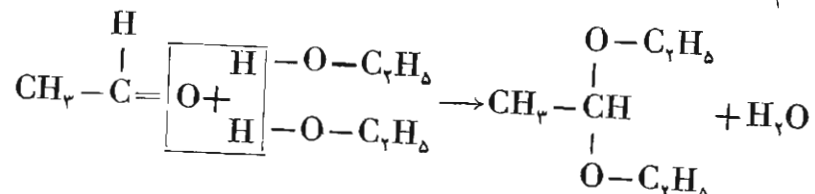


ئیدرات کلرال

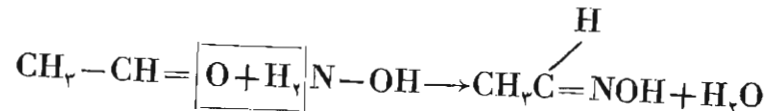
ئیدرات کلرال به عنوان مسکن و خواب آور در پزشکی مصرف



**۵- واکنشهای جابجایی - ۱ -** از گرم کردن مخلوط الکل و الدیئد در مجاورت کلروئیدروژن به عنوان کاتالیزور ماده ای به نام دی اتیل استال تشکیل می شود.

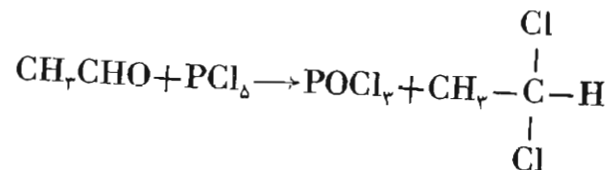


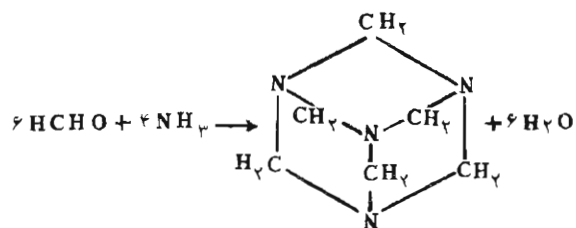
**۲ -** الدیئدها با ئیدروکسیل امین موادی به نام اوکسیم تولید می کنند:



ماده حاصل از تأثیر استالدیئد بر ئیدروکسیل امین، استالدوکسیم نامیده می شود. از این ماده در اثراحیا، امین بدست می آید.

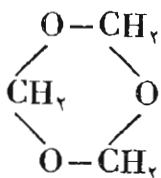
**۳ -** از تأثیر  $PCl_5$  بر الدیئد، اتم اکسیژن با دو اتم هالوژن جابجا می شود.





## ۲- پولیمریزاسیون - گاز فرمالدئید در حرارت معمولی

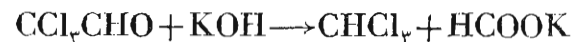
پولیمریزه شده به تری اکسی متیلن یا تری اکسان تبدیل می شود که ماده ای است جامد ، نقطه ذوب آن  $61^\circ$  است و در آب محلول می باشد. این ماده دارای خاصیت الکتییدی نبوده و فرمول آن حلقوی است .



محلول رقیق فرمالدئید باثبات است ، ولی از محلول غلیظ آن در اثر تبخیر ماده جامدی حاصل می شود به فرمول کلی  $(\text{CH}_2\text{O})_n \cdot \text{H}_2\text{O}$  . در فرمول این ماده که پارافرمالدئید نامیده می شود تعداد  $n$  مشخص نیست و بستگی به شرایط عمل دارد که ممکن است از ۶ تا ۵۰ تغییر کند . اگر در محلول فرمالدئید چند قطره اسید سولفوریک اضافه کنید ، پولی اکسی متیلن حاصل می شود که فرمول آن  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  است و در آن  $n$  بیش از ۱۰۰ می باشد .

از تمام این پولیمرها در اثر حرارت ، الکتیید فرمیک حاصل

می شود . کلرال با سود و پتاس ، کلروفرم می دهد .

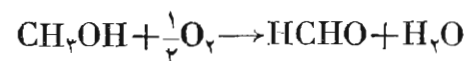
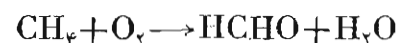


از این واکنش معلوم می شود که استخلاف سه اتم کلر به جای سه اتم هیدروژن ، پیوند بین دو اتم کربن را در مولکول کلرال ضعیف کرده است .

## الکتیید فرمیک HCHO

گازی است با بوی محرک ، در  $21^\circ$  - مایع می شود و در آب محلول است . محلول ۴۰٪ آن را در تجارت فرمالین می گویند . ماده ای است ضد عفونی کننده که برای ضد عفونی کردن اشیا و لوازم و هوای اتاقها استعمال می شود ولی تنفس آن خطرناک است .

الکتیید فرمیک در صنعت از اکسیداسیون الکل متیلک یا متان به وسیله هوا در مجاورت کاتالیزور مس سرخ شده بدست می آید .



## خواص شیمیایی - الکتیید فرمیک تقریباً تمام خواص الکتییدها

را که قبلاً در مورد الکتیید استیک بیان شد دارا می باشد ، مگر در موارد زیر :

۱- با امونیاک هگزامتیلن تترامین یا اوروترپین  $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$

می دهد .

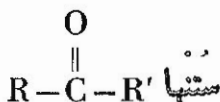


می شود ولی معمولاً در موارد لزوم از پارافرمالدئید استفاده می کنند .

۳- الدولیزاسیون - الدئید فرمیک در مجاورت آب آهک به صورت الدولی متراکم شده ترکیبی شبیه قندها از آن حاصل می شود .

دولیزاسیون فرمیک در مجاورت آب آهک به صورت دولی متراکم شده ترکیبی شبیه قندها از آن حاصل می شود .

## فصل هشتم

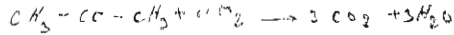


ستن‌ها نتیجهٔ اکسید شدن الکل‌های نوع دوم است. ایزومری و نامگذاری - تیدرو کربورهای مربوط را نام برده آخرش را به (one) ختم می‌کنند، مانند  $\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$  که butanone است، ولی همین ماده را متیل اتیل ستن هم می‌گویند. پس در طریقهٔ دوم، به نام بنیانها، کلمهٔ ستن را اضافه می‌کنند. تغییر محل اکسیژن سبب تولید ایزومری می‌شود. بدیهی است که الدئید با ستنی که همانقدر کربن دارد ایزومر است. خواص فیزیکی - همه جامد یا مایعند. خواص آنها را از خواص استن که سردستهٔ آنهاست می‌توان استنباط کرد.

استن  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$  (acetone)

propanone را استن نیز می‌گویند. در اسانسهای نباتی و ادراار بعضی از بیماران موجود است. استن ساده ترین ستن‌هاست. خواص فیزیکی - مایعی است بیرنگ با بوی مخصوص.

خواص شیمیایی استن - اگر فرمول استن را  $(CH_3-C(=O)-CH_3)$



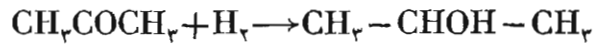
با فرمول استالدئید  $(CH_3-C(=O)-H)$  مقایسه کنیم، مشاهده می شود

که هر دو دارای عامل کربنیل  $-C=O$  هستند. بنا بر این برخی از خواص سنتها شبیه خواص الدئیدهاست (این شباهت در سنتهای سنگین کمتر است).

الف - ترکیب اضافی - استن از جهات زیر شبیه الدئیدهاست:

۱- اثر تیروژن - در  $120^\circ$  حرارت بخار استن و تیروژن در

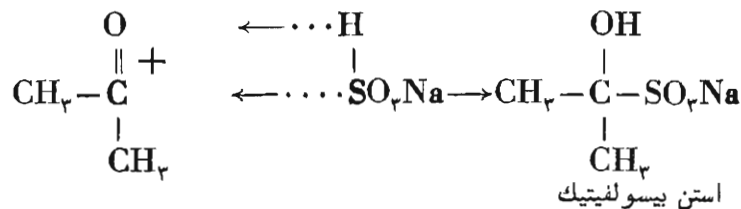
مجاورت نیکل احیا شده پروپانل-۲ می دهد.



عمل احیا به وسیله ملغمه سدیم و آب هم انجام می گیرد.

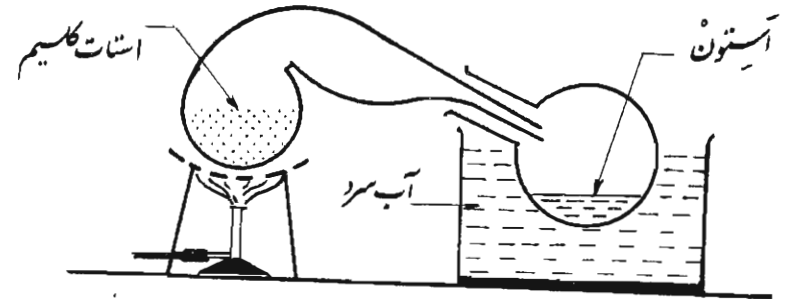
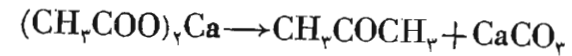
۲- اثر بیسولفیت سدیم - چون محلول بیسولفیت سدیم و استن

را به هم بزیم، رسوبی شبیه به آنچه الدئید تولید می کند، تولید می شود.



از آب سبکتر است، در  $56^\circ$  می جوشد و بنابراین فرار است. استن یکی از حلالهای خوب است. پنبه باروتی و فیلم را در خود حل می کند. به همین جهت در تهیه لاک، ابریشم مصنوعی، مواد انفجاری بکار می رود.

طرز تهیه - ۱- استات کلسیم را در قرع چینی تکلیس می کنند (شکل ۶۹).



۲- اسید استیک را تبخیر و بخارش را از لوله دارای اکسید روی یا آلومینیم که تا  $400^\circ$  گرم شده عبور می دهند.

۳- در  $420^\circ$  و در مجاورت اکسید فیریک و آهن متخلخل، از

واکنش استیلن با آب بدست می آید.



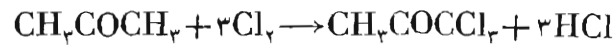
۴- از اکسیداسیون الکل ایزوپروپیلک و همچنین از تخمیر

مواد نشاسته ای نیز استن بدست می آید.

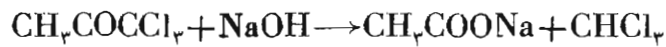


خاصیت احیاکنندگی ستن خیلی کمتر از الدئید است ، یعنی  
بر مایع فهلینگ و نترات نقره و مواد اکسیدکننده ضعیف بی اثر است.  
و این يك اختلاف اساسی میان الدئید و ستن است.

د- اثر کلر- کلر و هیپو کلریتها با آن ترکیبات استخلافی می-  
دهند (مانند الدئید)

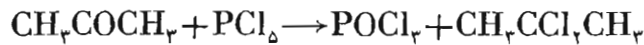


این ماده (تری کلرواستن) با سود، کلروفرم می دهد



ه- اثر  $\text{PCl}_5$  - مانند الدئید، از تأثیر  $\text{PCl}_5$  بر ستن دو اتم کلر

به جای يك اتم اکسیژن عامل کربنیل قرار می گیرد



### تمرین و مسئله

۱- نقطه جوش الکل متیلک  $64/7^\circ\text{C}$  است در صورتی که الدئید  
فرمیک در  $21^\circ\text{C}$  - و الدئیداستیک در  $21^\circ\text{C}$  بجوش می آید. این تفاوت  
زیاد نقاط جوش را به کمک پیوند ئیدروژنی توضیح دهید.  
۲- ماده ای به فرمول  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  در اختیار داریم. فرمول ساختمانی  
ماده را مشخص کنید در صورتی که بدانیم: الف- بر اثر گرم کردن آن با اسید  
استیک ترکیبی به فرمول  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$  تشکیل می شود، ب- بر اثر اکسیداسیون  
آن ترکیبی به فرمول  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  بدست می آید که با بیسولفیت سدیم ترکیب  
اضافی می دهد ولی در واکنش تشکیل آینه نقره شرکت نمی کند. واکنشهای  
انجام یافته را نیز بنویسید.

۳- الدئیدفرمیک در محیط قلیایی به الکل متیلک و اسید فرمیک  
تبدیل می شود (واکنش کانیزارو Cannizzaro). در این واکنش مثل

از خاصیت مزبور برای تصفیه استن استفاده می شود.

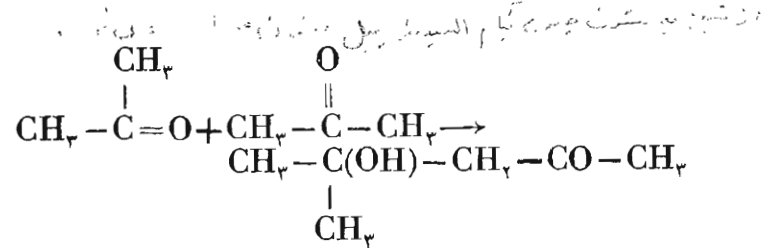


۳- با اسید سیانیدریک نیز مانند الدئیدها ترکیب می شود.

ب- استن مانند الدئیدها در محیط قلیایی ضعیف (محلول

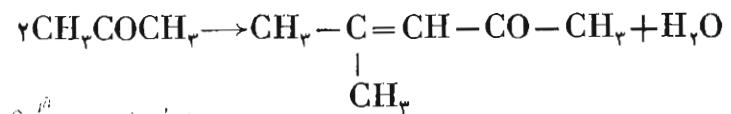
کربنات سدیم) تولید ماده ای می کند که هم دارای عامل ستنی وهم

عامل الکی است. ساختار آن



ولی در مقابل يك باز قوی، عمل تراکم با از دست دادن

يك مولکول آب انجام می شود.



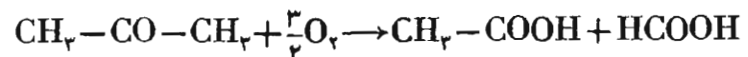
اکسیدمزیتیل ستن

ج- اکسیداسیون - فقط مواد اکسیدکننده قوی مانند مخلوط

پرمنگنات پتاسیم و جوهر گوگرد بر آن اثر می کنند ولی نه آنچنانکه

بر الدئید اثر می کنند. در اینجا مولکول استن شکسته و دو اسید تشکیل

می شود.



## khosro ۱۹۵۲

این است که یک مولکول فرمالدئید تیروژنهای مولکول آب و یک مولکول فرمالدئید دیگر، اکسیژن آب را می‌گیرد و عمل اکسیداسیون واحیا صورت می‌گیرد. معادله واکنش را بنویسید.

۴ - از اکسید کردن ۱۰۰ سانتیمتر مکعب الکل متیلیک ( $D=0.8$ ) ۱۲۰ گرم محلول ۳ درصد فرمالدئید بدست آمده است. بازده عمل را حساب کنید.

۵ - چگونه می‌توان از استالدئید برموراتیل تهیه کرد؟

۶ - از تأثیر ۵/۲۲ گرم الدئیداستیک بر مایع فهلینگ چه مقدار رسوب تولید می‌شود؟

۷ - از اکسیداسیون ۱/۰۸ گرم الدئید متشابه ترکیب با الدئید استیک به وسیله اکسیدنقره امونیاکی ۳/۲۴ گرم نقره فلزی آزاد شده است. وزن مولکولی و فرمول مولکولی الدئید را پیدا کنید.

## فصل نهم

## اسیدهای چرب

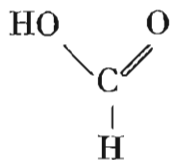
$$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{O} - \text{H} \end{array} \quad \text{C}_n \text{H}_{2n+1} \text{COOH}$$
 اسیدهای چرب موادی هستند که در آنها گروه  $\text{C}=\text{O}-\text{H}$  (کربوکسیل) وجود دارد، مانند جوهر سرکه  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . اسیدها ممکن است یک یا چند عامل اسیدی داشته باشند و نیز ممکن است علاوه بر عامل اسیدی، سایر عوامل را نیز داشته باشند، مانند اسیدالکلها و امینو اسیدها.

نامگذاری - نام‌نیدروکربور مربوطه را به (oïque) ختم می‌کنند و کلمه اسید را هم به آن اضافه می‌کنند، مانند  $\text{CH}_3\text{COOH}$  که آن را اسید اتانویک و  $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$  که آن را اسید اتانویک می‌نامند.

اغلب اسیدها اسامی اختصاصی دارند، مثلاً اسید اتانویک را اسید استیک و اسید متانویک را اسید فرمیک می‌نامند.

خواص فیزیکی - چون اسیدهای آلی خواص مختلف

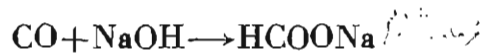
ماده‌ای مایعی است بیرنگ بابوی تند و مزه سوزان؛ به‌هر نسبت با آب مخلوط می‌شود. ماده‌ای است احیا کننده، زیرا در ساختمان مولکولی آن عامل الدییدی نیز دیده می‌شود.



اسید فرمیک محلول نترات نقره آمونیاکی را احیا می‌کند و باسانی به وسیله پرمنگنات پتاسیم و انیدرید کرومیک اکسید شده به  $\text{CO}_2$  و آب تبدیل می‌شود، در صورتی که سایر اسیدهای چرب سیر شده این خاصیت را ندارند. ۱۲ مرتبه بیشتر از اسید استیک یونیزه می‌شود و جرم مولکولیش نیز کمتر است، بنا بر این از لحاظ آثار اسیدی بر جوهر سرکه مزیت دارد.

تمام فرمیاتها تقریباً در آب محلولند. اسید فرمیک در گرما تجزیه می‌شود و نتیجه تجزیه، در مجاورت آلومین یا سیلیس یا اسید سولفوریک، آب و اکسید کربن است، ولی در مجاورت مس یا نیکل احیا شده و نیز در مجاورت کاتالیزورهای اکسید روی و قلع دو ظرفیتی، نتیجه تیدروژن و  $\text{CO}_2$  است.

تهیه صنعتی اسید فرمیک به وسیله سنتز است، بدین ترتیب که گاز  $\text{CO}$  را با سود در  $200^\circ$  حرارت و فشار ۸ اتمسفر ترکیب می‌کنند. به این طریق فرمیات حاصل می‌شود.



دارند، در این بحث اسیدهای یک عاملی سیر شده را در نظر می‌گیریم. این اسیدها مواد مشابهی را تشکیل می‌دهند که از  $\text{C}_1$  تا  $\text{C}_7$  مایع روان می‌باشند و در اثر حرارت، بدون تجزیه شدن، بخار می‌شوند، بوی تندی دارند و به هر نسبت در آب حل می‌شوند. از  $\text{C}_4$  تا  $\text{C}_7$  بوی بدی دارند (بوی چربی تند شده)، روغنی شکل هستند و حلالیت آنها در آب با افزایش جرم مولکولی کاهش می‌یابد. از  $\text{C}_8$  به بعد جامد و بی‌بو هستند و شباهت به پارافین دارند. اسیدهای نوع اخیر به واسطه گرما، قبل از جوشیدن تجزیه می‌شوند. تمام اسیدها در الکل و اتر محلولند. نقطه جوش آنها به ازای هر کربن در حدود  $20^\circ$  افزوده می‌شود. خواص شیمیایی آنها را از مطالعه خواص اسید استیک می‌توان نتیجه گرفت.

### اسیدهای چرب سیر شده

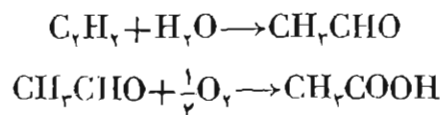
اسیدهای یک عاملی سیر شده نیز مانند الکلها و الدییدها ردیف مشابه ترکیب تشکیل می‌دهند و فرمول عمومی آنها  $\text{H}(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$  یا  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$  است. این اسیدها را از آن جهت چرب گویند که همانندهای سنگین آنها در ساختمان چربیها شرکت دارند. ساده‌ترین اسیدهای چرب، اسید فرمیک و مهمترین آنها اسید استیک است.

### اسید فرمیک یا جوهر مورچه ( $\text{HCOOH}$ )

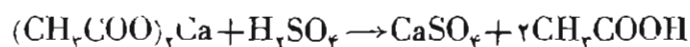
در نیش برخی از حشرات موجود است و چون اولین بار از تقطیر مورچه بدست آمده، به جوهر مورچه موسوم است. دردمای

ژلاتینی شکل تشکیل می‌دهد. ادامه اثر میکودرم سبب اکسید شدن خود سرکه و از بین رفتن مزه ترش آن می‌شود. در ایران پس از آنکه آب انگور را برای شیره گرفتند، از باقیمانده که آثاری از مواد قندی در بردارد برای تهیه سرکه استفاده می‌کنند. سرکه حاصل از انگور بهترین نوع سرکه است و اگر از خرما استفاده شود، سرکه بدست آمده رنگ بدی دارد. سرکه خوراکی معمولاً محلول ۵ - ۳ درصد اسید استیک است.

۲ - سنتز - بطوری که قبلاً ملاحظه شد، از ترکیب استیلن و آب در مجاورت نمکهای جیوه، آلدئید استیک حاصل می‌شود. از اکسیداسیون این آلدئید، اسید استیک بدست می‌آید.



۳ - تقطیر چوب - درمبحث الکل متیلک گفتیم که مقداری اسید استیک در جزء مایعی که به نام پیرولینیو معروف است وجود دارد. برای تهیه اسید استیک از پیرولینیو، به آن آهک اضافه کرده و سپس تقطیر می‌کنند. استات کلسیم در ظرف باقی می‌ماند که پس از تصفیه کردن، آن را با اسید سولفوریک مخلوط و مجدداً تقطیر می‌کنند تا اسید استیک در ظرف دیگر بدست آید.

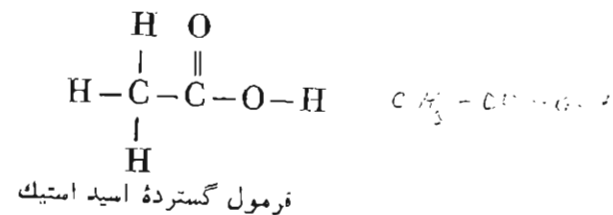


۴ - در آزمایشگاه - استات کلسیم یا استات سدیم را با اسید-

بعد فرمیات را با اسید مجاور می‌کنند تا اسید فرمیک آزاد شود.

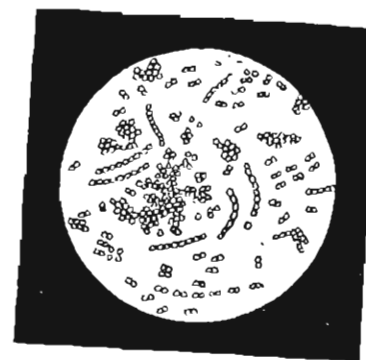
### جوهر سرکه یا اسید استیک $\text{CH}_3\text{COOH}$

خواص فیزیکی - اسید استیک خالص درمای عادی مایع بیرنگی است با بوی تند سرکه و مزه سوزان. در حدود  $16/5^\circ\text{C}$  منجمد می‌شود. بلورهای آن شبیه یخ است و به همین جهت اسید استیک صددرد را اسید استیک یخی شکل (glaciale) می‌نامند. در حدود  $118^\circ\text{C}$  می‌جوشد. چگالی آن  $1/05$  است. در آب محلول و چگالی محلول آن با عیار  $0/77$ ، ماکزیمم است ( $D=1/08$ ).



طرز تهیه - این اسید را از چند راه می‌توان تهیه کرد:

۱ - تخمیر - الکل موجود در شراب به وسیله باکتری مخصوصی که میکودرما آستی (micoderma-aceti) (شکل ۷۰) نامیده می‌شود، بر اثر اکسیژن هوا به اسید استیک تبدیل می‌شود.

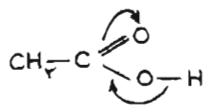


(شکل ۷۰)

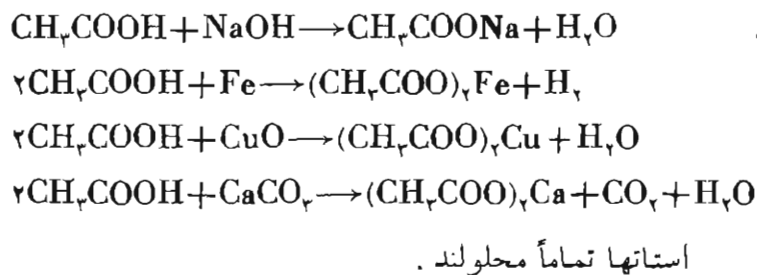
این موجود، هوای است، به همین علت در سطح فوقانی سرکه قشری



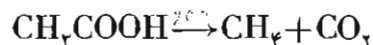
هیدروکسیل شده است. همانطور که در الدئید دیدیم، تراکم ابر الکترونی پیوند  $C=O$  به طرف عنصر الکترونگاتر (اکسیژن) جابجا می‌شود. به همین جهت اتم کربن بار جزئی مثبت پیدا می‌کند. حال اگر گروه کربنیل ( $C=O$ ) با گروه هیدروکسیل ( $OH$ ) همراه باشد، اتم کربن الکترونی‌های اکسیژن هیدروکسیل را به سوی خود می‌کشد و اتم اکسیژن لپتو تراکم الکترونی پیوند  $O-H$  را به سوی خود جابجا می‌کند. در نتیجه اتم هیدروژن تحریک زیاد پیدا می‌کند. این جابجایی الکترونی در مولکول با پیکان مشخص شده است:



محلول اسید استیک بازها را خنثی می‌کند، بر برخی فلزات و اکسیدها و نمکها اثر می‌کند و نمک استات می‌دهد:

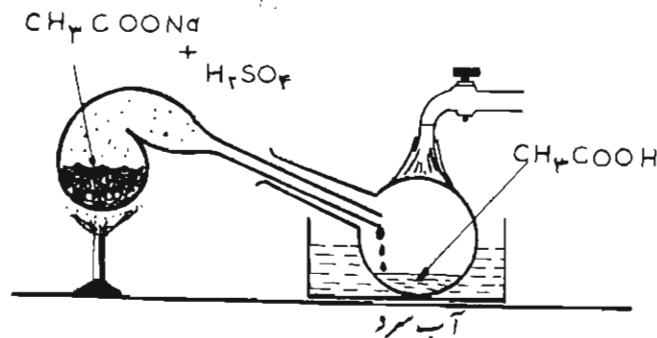


۲- اثر گرما = در  $200^\circ$  و در مجاورت اکسید توریم  $\text{ThO}_2$ ، متان و  $\text{CO}_2$  تولید می‌شود.



ولی در  $400^\circ$  در مجاورت اکسیدروی یا اکسید آلومینیم، استن بیشتر

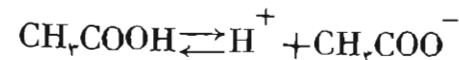
سولفوریک مخلوط و تقطیر می‌کنند (شکل ۷۱).



شکل ۷۱

خواص شیمیایی - ۱ - خواص اسیدی - محلول اسید -

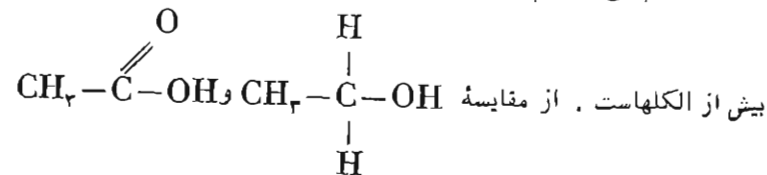
استیک در آب خاصیت اسیدی دارد: ترش مزه است، تورنسل را به رنگ سرخ در می‌آورد، جریان برق را عبور می‌دهد. این آثار نشان می‌دهد که اسید استیک در محلول یونیزه می‌شود:



با وجود این اسید استیک اسیدی است ضعیف و از اسیدهای

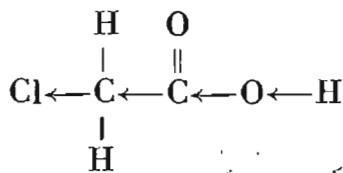
معدنی بسیار ضعیف‌تر است.

معلوم می‌شود که تحریک اتم هیدروژن گروه هیدروکسیل در اسیدها



ملاحظه می‌شود که در اسید یک اتم اکسیژن به جای دو اتم هیدروژن الکل قرار گرفته است. پس وجود گروه کربنیل باعث تحریک بیشتر هیدروژن گروه

بدست می آید.



۶- با  $\text{PCl}_5$  و  $\text{POCl}_3$  و  $\text{PCl}_3$  کلروراستیل می دهد.

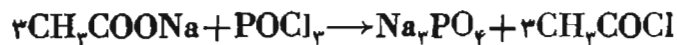


کلرور استیل مایعی است بیرنگ که در  $55^\circ$  می جوشد. برای

تهیه آن می توان استات سدیم را بر اکسی کلرور فسفر اثر داد و یا

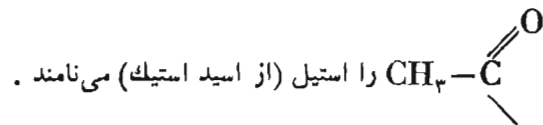
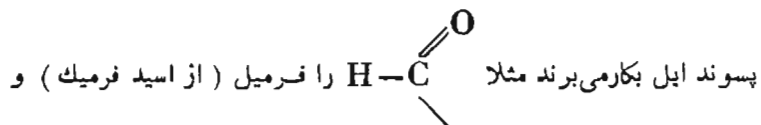
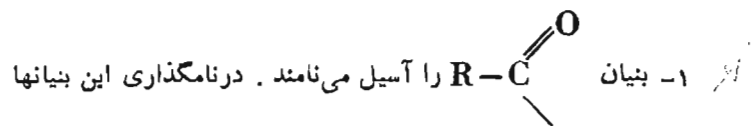
همانطور که در بالا اشاره شد، از اثر پنتا کلرور فسفر بر اسید استیک

آن را تهیه کرد

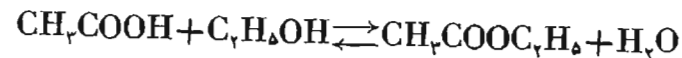


اغلب اعمالی که با اسید استیک بسختی انجام می گیرد، با

این ماده بآسانی انجام می شود. با آب و الکل و امونیاک بهتر از



۳- با الکلها استر می دهد ولی واکنش آن بازگشتنی است



در واکنش محلول اسید با محلول سود، H اسید و OH سود

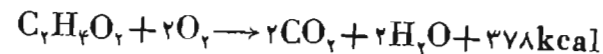
و در واکنش اسید بی آب با الکل بی آب، H الکل و OH اسید،

وارد عمل می شوند. ولی با مقایسه فرمولهای دو عمل، بنظر می-

رسد که بین آن دو تشابهی وجود دارد.

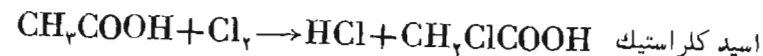
۴- اسید استیک در مقابل مواد اکسید کننده اکسید نمی شود

ولی بخارش قابل سوختن است.



۵- کلر بر اسید استیک اثر کرده و در بنیان استخلاف بعمل

می آورد.



اسید کلراستیک مشتقات هالوژن دار اسید استیک از خود اسید استیک قوی-

ترند. اتم هالوژن در ترکیب نه تنها الکترونهاي نزدیک را به سوی

خود می کشد بلکه روی الکترونهاي دورتر نیز اثر می کند و تراکم

الکترونی را به سوی خود جابجا می کند. به همین جهت اتم تیدروژن

تحرك بیشتر پیدا می کند و بآسانی از مولکول جدا می شود. طرح

زیر جابجا شدن تراکم الکترونی را نشان می دهد:

استات سرب که از اثر اسید استیک بر لیتارژ (PbO) بدست

می آید و محلول آن سمی است، در پزشکی و در نقاشی مصرف دارد.

استات فریک که رنگش عنابی است (با این خاصیت می توان

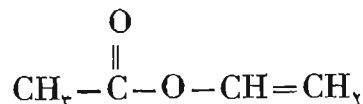
استاتها را شناخت).

استات آلومینیم که در آب گرم تیدرولیز می شود. از این

خاصیت در تولید رنگ ثابت لاکمی در رنگرزی استفاده می شود.

استات اتیل و استات متیل از حلالهای مشهورند. استات وینیل

به فرمول زیر :



خاصیت پولیمریزاسیون دارد و برای ساختن شیشه پلاستیکی

بکار می رود. بالاخره استات سلولز که با آن ابریشم مصنوعی و

فیلمی می سازند که آتشگیر نیست.

### تمرین و مسئله

۱- فرمول عمومی اسیدهای یک ظرفیتی را می توان به صورت

RCOOH نشان داد. R (رادیکال تیدروکربور) را در اسیدهای زیر پیدا

کنید: اسید بوتیریک  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ، اسید والریک  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ ، اسید کپروئیک

$\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$ ، اسید مارگاریک  $\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{O}_2$ .

۲- چگونه می توان از اتیلن استات اتیل تهیه کرد؟

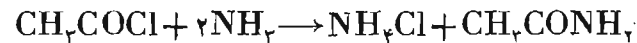
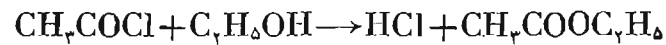
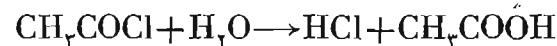
۳- در تیدروکربورهای اتیلنی خوانده اید که رادیکال  $\text{CH}_3$  الکترون

را از خود می راند. اسید فرمیک قویتر از اسید استیک است. آیا این واقعیت

با وجود رادیکال متیل در مولکول اسید استیک و دور کردن الکترون به وسیله

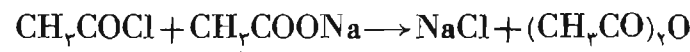
آن، مطابقت دارد؟

اسید استیک در واکنش شرکت می کند.



انیدرید استیک - از تأثیر کلرور استیل بر استات سدیم بدست

می آید :



انیدرید استیک مایعی است با بوی تند، فرار که با آب اسید استیک

می دهد و نیز سایر خواص انیدریدها را دارد.

استاتها - استاتها، نمکها یا استرهای اسید استیک هستند.

مشهورترین آنها عبارتند از :

استات سدیم ماده ای است جامد؛ نامتبلور آن در  $300^\circ$  ذوب

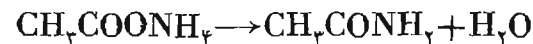
می شود، ولی متبلور آن که سه مولکول آب دارد، در  $58^\circ$  ذوب

می شود و در  $300^\circ$  با سود متان می دهد. از تأثیر استات سدیم بر

کلرور اتیل، استات اتیل تولید می شود.

استات امونیم  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  در  $113^\circ$  ذوب می شود و در

$200^\circ$  استامید می دهد :



استات کلسیم در  $450^\circ$  استن می دهد.

استات مس  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}$  در مبارزه با انگل گیاهان

بکار می رود.

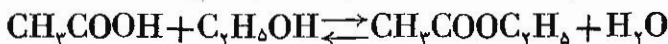
- ۴- کدامیک از این اسیدها قویتر است : الف - اسید کلاستیک یا اسید  
تریکلراستیک ، ب - اسید تریکلراستیک یا اسید تری فلوئور استیک .
- ۵- اسید اکسالیک را می توان از اکسید کردن اتیلن گلیکول تهیه کرد.  
معادله واکنش را بنویسید .
- ۶- چرا کربنات کلسیم در اسیداستیک حل می شود ولی سولفات کلسیم  
حتی در گرما نیز در این اسید حل نمی شود ؟
- ۷- چگالی به حالت بخار یکی از اسیدهای متشابه ترکیب با اسید-  
استیک نسبت به اسید استیک در حدود ۰/۷۷ است. فرمول مولکولی اسید را  
مشخص کنید .
- ۸- از سوختن ۰/۳۵ گرم یک اسید آلی یک ظرفیتی، ۰/۴۴ گرم  $\text{CO}_2$   
و ۰/۱۸ گرم آب بدست آمده است . اگر ملح سدیم این اسید ۲۸/۱ درصد  
سدیم داشته باشد ، فرمول مولکولی اسید را معین کنید .
- ۹- صد گرم از یک بی اسید آلی ۴۰/۶۷ گرم کربن و ۵/۰۸ گرم  
تیدروژن دارد و چون با سود خنثی شود ، ملح خنثای آن ۲۸/۴ درصد سدیم  
دارد . فرمول مولکولی این اسید را بدست آورید .
- ۱۰- از تکلیس ۰/۱۸۱ گرم نمک نقره اسید آلی یک ظرفیتی سیر شده  
۰/۱۰۸ گرم نقره بدست آمده است . جرم مولکولی و فرمول مولکولی اسید  
را مشخص کنید .
- ۱۱- برای خنثی کردن ۰/۱ مولکول گرم اسید چرب سیر شده ۸ گرم  
سود بکار رفته است . جرم مولکولی اسید ۱۰۴ است . فرمول ساختمانی  
اسید را معین کنید .
- ۱۲- چه حجم فرمالین ۲۰ درصد ( $D = 1.06 \text{ g/cm}^3$ ) باید به  
محلول امونیاکی اکسید نقره افزود تا ۲/۱۶ گرم نقره بدست آید ؟  
 $m = 2.16 \text{ g}$
- ۱۳- برای خنثی کردن ۰/۶۳ گرم اسید آلی دو ظرفیتی ۳۵ cc محلول  
۰/۴ نرمال سود سوزآور بکار رفته است. جرم مولکولی و فرمول مولکولی  
اسید را مشخص کنید .

## فصل دهم

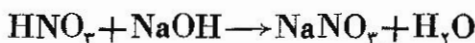


## استری شدن و تیدرولیز

هرگاه اسیدی بر الکلی تأثیر کند، OH اسید با H الکل آب می‌دهد و از بقیه آنها ترکیبی حاصل می‌شود که آن را استر و این عمل را استری شدن می‌نامند. مانند اثر اسید استیک بر الکل:

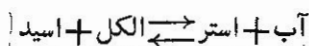


این عمل شباهت به اثر اسیدبریک باز (یعنی خنثی شدن) دارد



با این تفاوت که واکنش استری شدن بازگشتنی است.

عکس عمل استری شدن، تیدرولیز یا صابونی شدن نام دارد و همین عمل عکس است که عمل استری شدن را در حد معینی متوقف می‌کند، یعنی تعادل تشکیل می‌دهد.



مختصری از تعادل شیمیایی و یکطرفه کردن واکنشهای

بازگشتنی - بسیاری از واکنشهای شیمیایی کامل نیستند، بدین معنی

معین، متناسب است با حاصل ضرب غلظت موادی که در واکنش با یکدیگر شرکت می کنند. چنانچه سرعت واکنش (۱) را  $V_1$  و سرعت واکنش (۲) را  $V_2$  بگیریم، خواهیم داشت:

$$V_1 = k_1[A][B]$$

$$V_2 = k_2[C][D]$$

علامت [ ] برای نشان دادن غلظت مولکولی مواد مزبور می باشد و  $k_1$  و  $k_2$  مقادیر ثابتی می باشند.

وقتی تعادل برقرار می شود، دوسرعت باهم مساوی می شوند،

پس:

$$V_1 = V_2$$

$$k_1[A][B] = k_2[C][D]$$

و یا خواهیم داشت:

$$\frac{[C][D]}{[A][B]} = \frac{k_1}{k_2} = K$$

رابطه فوق نشان می دهد که هنگامی که در يك واکنش بازگشتنی تعادل برقرار می شود، حاصل ضرب غلظت مولکولی موادی که حاصل می شوند نسبت به حاصل ضرب غلظت مولکولی مواد اولیه مقداری است ثابت. این مقدار ثابت را که به حرف  $K$  نشان داده می شود، ثابت تعادل می نامند. مقدار  $K$  برای يك واکنش مخصوص، ثابت است و فقط به درجه حرارت بستگی دارد. کاتالیزور و تغییر فشار و تغییر غلظت بر آن اثری ندارد.

که وقتی مثلا دو ماده  $A$  و  $B$  برهم اثر می کنند و مواد دیگری مانند  $C$  و  $D$  را بوجود می آورند، دو ماده  $C$  و  $D$  نیز در همان شرایط برهم اثر کرده مواد اولیه را بوجود می آورند. اینگونه واکنشها را، واکنشهای بازگشتنی می نامند و آنها را به صورت زیر نشان می دهند:

(۱)



(۲)

اینگونه واکنشها در حقیقت از دو واکنش معکوس هم تشکیل می شوند. واضح است که در ابتدای عمل، واکنش (۱) سریعتر است، ولی کم کم که مواد  $C$  و  $D$  حاصل شوند، سرعت واکنش (۲) زیاد شده و سرعت واکنش (۱) تقلیل می یابد تا جایی که سرعت دو واکنش باهم برابر می شود؛ در این حال می گویند يك تعادل شیمیایی برقرار شده است. وقتی يك واکنش بازگشتنی به حال تعادل می رسد، مقدار مواد یا به عبارت بهتر غلظت موادی که در واکنش مزبور شرکت دارند، تغییر نمی کند زیرا سرعت واکنش از هر دو طرف با هم برابر است.

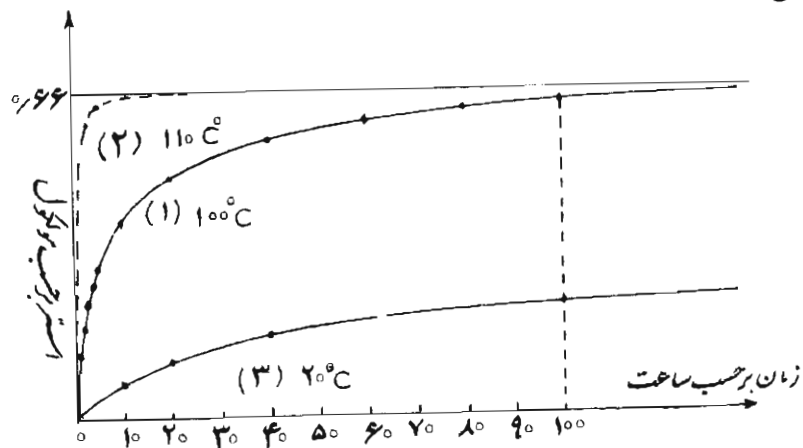
طبق قانون اثر جرم که در سال ۱۸۶۷ به وسیله  $Guldberg$  و  $Waage$  بیان شد، سرعت هر واکنش شیمیایی در درجه حرارت

۱ - به زبان ریاضی، سرعت در هر زمان مشتق تغییرات تعداد

مولکولهای ماده تولید شده در واحد حجم نسبت به زمان است:  $V = \frac{dc}{dt}$ .

یکی پس از دیگری برمی داریم و پس از سرد کردن در مجاورت فنل فتالئین و به کمک محلول سودنرمال، اسید آزاد بکارنرفته در آنها را اندازه می گیریم. مشاهده می کنیم که، هرچه زمان پیش می رود، مقدار استر بیشتر می شود، ولی پس از ۲۰۰ ساعت، مقدار استر و در نتیجه نسبت مواد دیگر تقریباً تغییر نمی کند (استر از ۶۶/۰ مولکول بیشتر نمی شود). همین آزمایش را در درجات حرارت مختلف می توان انجام داد.

مقدار استر و تغییرات آن را که با تجربیات مختلف تعیین شده در شکل ۷۲، برای درجات حرارت ۲۰، ۱۰۰، ۱۱۰، مشاهده می کنید.



شکل ۷۲ - منحنی استری شدن اسید استیک و الکل

با مطالعه منحنی شکل ۷۲ می توان فهمید که :

اولاً - عمل استری شدن محدود است و مثلاً در آزمایش

کاتالیزورها در يك واکنش بازگشتنی معمولاً بر هر دو واکنش اثر کرده سرعتها را زیاد می کنند و بنابراین واکنش زودتر به حالت تعادل می رسد.

حال چنانچه رابطه فوق را به صورت زیر بنویسیم، اثر تغییرات غلظت را می توانیم در حالت تعادل مطالعه کنیم :

$$K[A][B]=[C][D]$$

چنانچه غلظت ماده A و یا B در طرف چپ این واکنش زیاد شود، چون مقدار K ثابت است، بناچار مقدار ماده C یا D نیز باید زیاد شود تا مقدار ثابت تعادل تغییر نکند.

بالعکس اگر یکی از اجزای واکنش را بطریقی از محیط عمل خارج کنیم، واکنش در جهت تشکیل آن ماده آنقدر جلو می رود تا تعادل برقرار گردد. به همین دلیل وقتی در واکنشی، رسوبی حاصل می شود و یا گازی بدست می آید که از محیط عمل خارج می شود، واکنش یکطرفه و کامل می گردد.

قانون اثر جرم و روابط حاصل از آن، موارد استعمال متعددی در شیمی صنعتی و شیمی تجزیه دارد.

### مطالعه عمل استری شدن به صورت يك تعادل شیمیایی -

**مطالعه تجربی -** چند لوله آزمایش که دهانه آنها را می توان در موقع لزوم بست، انتخاب کرده و در هر يك، يك مولکول گرم اسید استیک و يك مولکول گرم الکل اتیلیک می ریزیم و همه را مسدود کرده در ظرف آب جوش قرار می دهیم و در زمانهای معین، لوله ها را بتدریج

بنویسیم ، طبق قانون اثر جرم می توان نوشت :

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} = K$$

چنانچه آزمایش را بایک مولکول گرم الکل و یک مولکول گرم اسید شروع کنیم ، بطوری که ملاحظه شد ، هنگامی که تعادل حاصل می شود ، مقدار استر حاصل شده ۰/۶۶ یا  $\frac{2}{3}$  مولکول گرم خواهد بود ، بنابراین از الکل و اسید اولیه هریک  $\frac{1}{3}$  مولکول گرم باقی مانده و  $\frac{2}{3}$  مولکول گرم هم آب تشکیل شده است ، پس :

$$\frac{\frac{2}{3} \times \frac{2}{3}}{(1 - \frac{2}{3})(1 - \frac{2}{3})} = K \quad K = 4$$

یعنی مقدار ثابت تعادل برای واکنش مزبور ۴ می باشد که همانطور که گفته شد ، مقداری است ثابت . حال چنانچه عمل را بایک مولکول گرم الکل و دو مولکول گرم اسید شروع کنیم ، چون مقدار  $K$  ثابت است ناچار غلظت مواد دیگر تغییر می پذیرد که می توان آن را از رابطه زیر حساب کرد :

$$\frac{x \times x}{(2-x)(1-x)} = 4 \quad x = 0,85$$

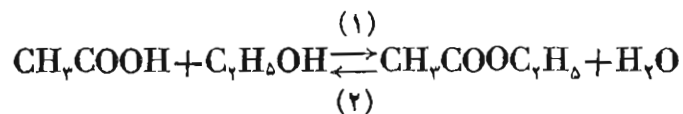
یعنی در واکنش دو مولکول گرم اسید با یک مولکول گرم الکل ۰/۸۵ مولکول گرم استر تشکیل می شود . پس با اضافه کردن

مزبور وقتی که عده مولکولهای استر به ۰/۶۶ مولکول برسد ، سرعت تولید استر با سرعت عمل تیدرولیز برابر می شود و در نتیجه عمل تشکیل استر از حد مزبور تجاوز نمی کند . البته این حد ، بانوع الکل و اسید بستگی دارد .

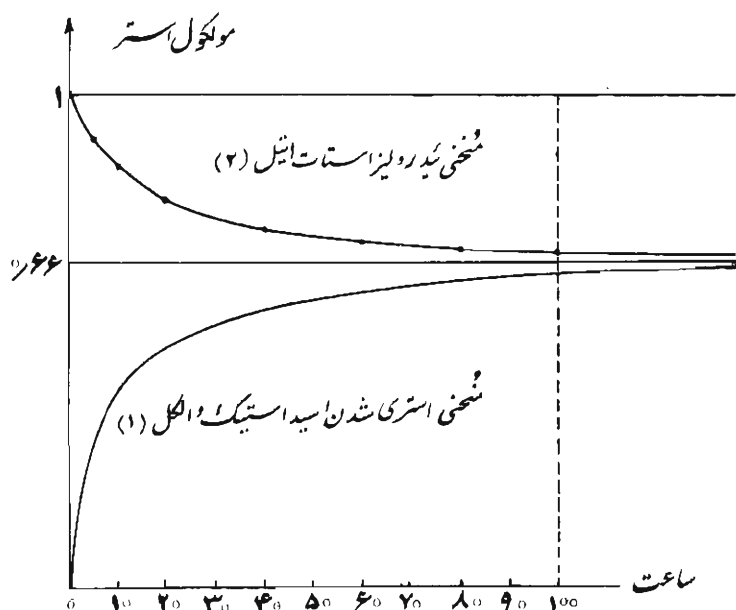
ثانیاً - درجه حرارت در مقدار حد استری شدن (مثلاً ۶۶٪ برای استات اتیل) تقریباً مؤثر نیست و افزایش درجه حرارت ، فقط مدت رسیدن به این حد را کم می کند . به عبارت دیگر ، سرعت با حرارت زیاد می شود ، بدون آنکه بهره عمل تفاوت کند . برای فهم بیشتر این مطلب به سه منحنی شکل ۷۲ توجه کنید ، مجانب هر سه منحنی یکی است (همان ۶۶٪) ولی در منحنی ۲ ( $110^\circ$ ) پس از تقریباً ۴۰ ساعت و در منحنی ۱ ( $100^\circ$ ) پس از ۲۰۰ ساعت و در منحنی ۳ ( $20^\circ$ ) پس از چند ماه این حد حاصل می شود ، درحالی که اگر روی محور زمان محل یک ساعت را تعیین کرده و خط قائمی رسم کنیم و تعداد مولکولهای استر تولید شده را در مدت یک ساعت روی سه منحنی تعیین کنیم ، در منحنی ۳ ( $20^\circ$ ) مقدار آن ۰/۰۰۲ و در منحنی ۱ ( $100^\circ$ ) ۰/۱۳ و در منحنی ۲ ( $110^\circ$ ) مقدار آن ۰/۵۲ خواهد بود .

**بکار بردن قانون اثر جرم در عمل استری شدن - هرگاه**

واکنش فوق را به صورت :







شکل ۷۳

### خواص فیزیکی استرها - ردیفهای سبک استرها مایعات

فرارند ، در آب کم حل می‌شوند ، اغلب آنها خوشبو هستند و به جای عطرهای طبیعی بکار می‌روند ، مثلاً استات ایزو آمیل  $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$  ، در  $139^\circ$  می‌جوشد و دارای بوی گلایی است و  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_4\text{H}_9$  بوتیرات اتیل ، در  $121^\circ$  می‌جوشد و بوی زردآلومی دهد . بعضی استرها مانند استات اتیل ، استات ایزو آمیل را به عنوان حلال پلاستیک و تهیه لاکها بکار می‌برند .

غلظت مواد طرف چپ واکنش و یا کم کردن مواد طرف راست واکنش فوق می‌توان واکنش مزبور را به سمت استری شدن جلو برد و بطوری که قبلاً گفته شد ، کاتالیزور و حرارت نیز رسیدن به حالت تعادل واکنش مزبور را تسریع می‌کنند .

اثر کاتالیزور در تسریع يك واکنش رامی‌توان با آزمایش زیر

مشاهده نمود :

اگر در ظرفی اسید سولفوریک و اسید بوریک و الکل اتیلک و در ظرف دیگر فقط اسید بوریک و الکل اتیلک بریزیم و به هردو شعله کبریت نزدیک کنیم ، ملاحظه می‌شود که هردو می‌سوزند ولی رنگ شعله‌ای که از ظرف اول برمی‌خیزد سبتر است و این می‌رساند که طی يك زمان معین ، در ظرف دارای اسید سولفوریک ، بورات اتیل بیشتر تولید شده است ، زیرا جوهر گوگرد عمل کاتالیزوری دارد .

**تیدرولیز - عکس عمل استری شدن ، تیدرولیز نام دارد .** تمام مطالبی که در عمل استری شدن گفتیم ، در تیدرولیز نیز مشاهده می‌شود ، یعنی اگر استری را در آب بریزیم ، به اسید و الکل تبدیل می‌شود . این عمل نیز کند و محدود است .

در شکل ۷۳ منحنیهای تیدرولیز و استری شدن با هم دیده می‌شوند .

بدیهی است که طبق رابطه اثر جرم ، افزایش آب ، عمل

تیدرولیز را پیش می‌برد و استر را کم می‌کند .

يك اسيد بريك الكل بدست می آید . فرمول گسترده هريك از این دو ماده را بنویسید .

۹- دو ماده شیمیایی هر دو به فرمول مولکولی  $C_4H_8O_4$  موجود است. یکی از آنها با کربنات سدیم گاز کربنیک می دهد و دیگری این خاصیت را ندارد اما با محلول سود سوز آور ، نمک و الكل تولید می کند . ساختمان شیمیایی دو ماده را مشخص کنید .

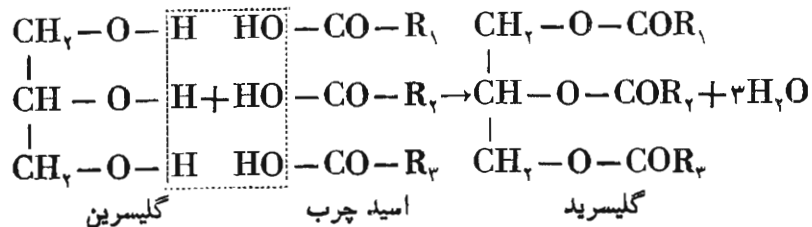
۱۰- ماده ای به فرمول  $C_5H_{10}O$  در اختیار داریم به منظور شناسایی ساختمان شیمیایی آن آزمایشهای زیر را انجام می دهیم : الف- آن را با اسید استیک گرما می دهیم ، ترکیبی به فرمول  $C_7H_{14}O_4$  بدست می آید ، ب- آن را اکسید می کنیم . ابتدا ترکیب  $C_5H_{10}O$  سپس مخلوطی از دو اسید : اسید استیک و اسید پروپیونیک تولید می شود . ساختمان شیمیایی این ماده را مشخص کنید .

### لیپیدها

لیپیدها استرهای اسیدهای چرب هستند که در آب نامحلولند و در حلالهای آلی مانند اتر ، کلروفرم ، تتراکلرور کربن و غیره حل می شوند و عبارتند از گلیسریدها یا چربیها ، فسفاتیدها ، مومها و غیره . مشهورترین لیپیدها ، گلیسریدها هستند .

### گلیسریدها

گلیسریدها یا چربیها ، استرهای گلیسرین و اسیدهای چرب هستند. ساختمان مولکولی آنها را می توان چنین نشان داد :



### تمرین و مسئله

۱- نام استرهای زیر را بنویسید و فرمول ساختمانی اسید و الکلی را که هريك از این استرها از آنها ساخته شده است، مشخص کنید:



۲- اسیدهای چرب يك ظرفیتی و استرهایی که عده اتمهای کربن برابر دارند ، بایکدیگر ایزومرنند. فرمولهای گسترده همه ایزومرهای اسید و استر به فرمول  $C_8H_{16}O_4$  را رسم کنید .

۳- معادله واکنش تشکیل استات ایزوامیل را بنویسید (فرمول ساختمانی



الکل ایزوآمیلیک  $CH_3-CH-CH_2-CH_2OH$  است) .

۴- چگونه با در دست داشتن کربورکلسیم و استفاده تکمیلی فقط از مواد غیر آلی می توان استات اتیل تهیه کرد؟

۵- برای تهیه ۴/۷۰ گرم استات اتیل چه مقدار اسید استیک لازم است، در صورتی که بدانیم این مقدار استر ۸۰ درصد محصول تئوری است .

۶- دو ماده شیمیایی که ایزومر یکدیگرند ، در دست است. چگالی به حالت بخار آنها نسبت به ایدروژن مساوی با ۳۰ است. یکی از آنها ایدرولیز می شود و دو ماده اکسیژن دار می دهد و دیگری درواکنش استری شدن با الکل شرکت می کند . فرمول ساختمانی این دو ماده را مشخص کنید .

۷- ماده شیمیایی با فرمول مولکولی  $C_7H_{14}O_4$  در واکنش با سدیم فلزی شرکت نمی کند ولی درواکنش با محلول سود سوز آور استات سدیم می دهد . فرمول ساختمانی این ماده را مشخص کنید .

۸- دو ماده شیمیایی هر دو به فرمول مولکولی  $C_4H_8O_4$  موجود است . یکی از آنها از اکسیداسیون يك الدئید تولید می شود و دیگری ازتأثیر

را از ذوب کره بدست می آورند . در ایران معمولاً کره را ذوب و صاف می کنند و محفوظ از هوا نگه می دارند .

روغنهای نباتی ، اغلب از دانه های نباتی روغن دار مانند بادام و زیتون و پسته کوهی و کرچک و کتان و پنبه دانه و شاهدانه و غیره گرفته می شود . برای استخراج روغن ، دانه ها را تحت فشار قرار می دهند .

**خواص فیزیکی گلیسریدها -** گلیسرید های سیر نشده مانند اولئین ، مایع ولی استئارین و پالمیتین ، جامدند و بر حسب نسبت اختلاط آنها در یک روغن ، ممکن است مایع (روغن زیتون که بیشتر اولئین دارد) یا جامد (بیه که بیشتر استئارین دارد) باشند . روغنهای معمولی که خمیری هستند مخلوطی از اولئین و استئارین می باشند . هر قدر روغنی جامدتر باشد ، استئارین و پالمیتین بیشتر و اولئین کمتر دارد .

اگر روغن زیتون را در لیوانی ریخته و لیوان را در یخ قرار دهیم ، ملاحظه می کنیم که به دو طبقه تقسیم می شود : طبقه رو (اولئین) مایع است و در ۶۰° - جامد می شود ، طبقه زیر (پالمیتین) جامد است و در ۶۰° ذوب می شود . ۷۰٪ روغن زیتون ، اولئین و بقیه پالمیتین و استئارین و لینولئین است .

همه روغنهای از آب سبکترند ، عملاً در آب حل نمی شوند ولی در بسیاری از حلالهای آلی مانند بنزین ، اتر ، کلروفرم و تتراکلورر- کربن حل می شوند .

اولین بار به سال ۱۸۵۴ ، برتلو از حرارت دادن گلیسرین با اسیدها به طریق سنتز ، چربی تهیه کرد .

مهمترین اسیدهای چرب که در چربیهای طبیعی وجود دارند عبارتند از :

**اسید بوتیریک**  $C_4H_7COOH$  ، که استر گلیسرین آن بوتیرین نامیده می شود و در کره وجود دارد ؛ **اسید پالمیتیک**  $C_{15}H_{31}COOH$  و **اسید استئاریک**  $C_{17}H_{35}COOH$  که گلیسریدهای آنها جامد و به نامهای پالمیتین و استئارین موسومند .

**اسیدهای سیر نشده** ، که در فرمول آنها پیوند دوگانه موجود است ، مانند اسید اولئیک  $C_{17}H_{33}COOH$  که یک پیوند دوگانه بین کربنهای ۹ و ۱۰ دارد و اسید لینولئیک  $C_{17}H_{31}COOH$  که دو پیوند دوگانه دارد (یکی بین کربنهای ۹ و ۱۰ و دیگری بین کربنهای ۱۲ و ۱۳) و اسید لینولئیک  $C_{17}H_{29}COOH$  که سه پیوند دوگانه دارد (بین کربنهای ۹ و ۱۰ ، ۱۲ و ۱۳ ، ۱۵ و ۱۶) . گلیسرید اسید اولئیک ، اولئین نامیده می شود که مایع است . ممکن است در چربیها همه عوامل گلیسرین استری نشده باشد . هرگاه عوامل الکلی گلیسرین با اسیدهای مختلف استری شده باشد ، گلیسرید را مختلط می گویند .

### روغنهای خوراکی و جلوگیری از فساد آنها

روغنهای خوراکی را به دو دسته حیوانی و نباتی می توان تقسیم کرد . روغن حیوانی خوراکی معمولی ، روغنی است که آن

یکی از علل تند شدن کره، ئیدرولیز گلیسریدهای سبک کره و تولید اسید فرار و سبک در آن است. قارچها و انگلها و وجود مقدار بسیار کمی فلز نیز باعث فساد کره و روغنهای می شود. این عوامل موجب اکسید شدن روغنهای می شوند؛ به این ترتیب که اکسیژن روی پیوندهای دوگانه روغن افزوده شده و پس از تغییرات، از آنها الدئید، ستن، الکل و بالاخره اسیدهای بدبو تولید می کند، نور خورشید نیز تند شدن روغن را تسریع می کند. ولی بعضی از روغنهایی که پیوند دوگانه دارند، پس از جذب کردن اکسیژن، جامد می شوند. مانند روغن گردو و بزرک. این روغن را خشک شونده می نامند.

چربی از غذاهای اصلی لازم برای انسان است و بیش از غذاهای دیگر انرژی ایجاد می کند.

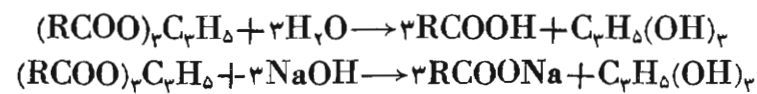
باید دانست که چربی در روده ها به وسیله لیپاز ئیدرولیز شده به گلیسرین و اسید چرب تبدیل می شود که هر یک جداگانه جذب می شود و پس از جذب مجدداً در بدن چربیهای جدیدی تشکیل می شوند. چربیها ماده اولیه برای تهیه گلیسرین و صابون هستند.

### صابون

ملح سدیم اسیدهای چرب، صابون جامد معمولی را تشکیل می دهد و ملح پتاسیم آن، صابون مایع است. صابون سایر فلزات نامحلول است و مصارف صنعتی و گاهی طبی دارد.

در دهات ایران، برای تهیه صابون، پیه را در حلی (پیت-

**خواص شیمیایی - ئیدرولیز چربیها یا گلیسریدها - گلیسرید**  
را تحت فشار بخار آب قرار می دهند تا ئیدرولیز شود. این عمل ممکن است در محیط قلیایی انجام گیرد؛ در این صورت ماده تولید شده، صابون نامیده می شود. پس صابون نمک اسیدهای چرب است.



روغنهای دارای پیوند دوگانه، عناصری مانند ید و اکسیژن و برم را جذب کرده، سیر می شوند. از روی مقدار ید جذب شده (در مجاورت کاتالیزور املاح جیوه) مقدار روغن سیر نشده را تعیین می کنند. مقدار ید (بر حسب گرم) که به وسیله ۱۰۰ گرم از یک روغن جذب می شود، عدد ید آن روغن نامیده می شود. پس هر چه عدد ید یک روغن بیشتر باشد، دلیل آن است که گلیسریدهای سیر نشده آن بیشتر است و می توان از مقدار یدی که یک روغن جذب می کند، آن را تشخیص داد.

با ئیدروژن دادن به روغنهای مایع، روغن جامد تهیه می کنند و از این خاصیت برای تهیه روغنهای خوراکی از روغنهای نباتی مایع استفاده می نمایند.

روغنهای حرارت را تا دمای معینی بدون هیچ تغییری تحمل می کنند. این دما بستگی به نوع روغن دارد. هر گاه درجه حرارت از دمای معین بالاتر رود، روغن تجزیه شده بوی تند ایجاد می کند.



۳ - چرا صابون در آبهای سخت بیش از آبهای سبک برای شست و شوی لباس مصرف می‌شود؟

۴ - معادله های یونی اثر محلول آبی استتارات سدیم را اولاً بر بیکربنات کلسیم، ثانیاً بر اسید سولفوریک بنویسید؟

۵ - ضریب اسیدی چربی مقدار پتاس لازم ( برحسب میلیگرم ) برای خنثی کردن اسید آزاد موجود در یک گرم چربی است . ضریب اسیدی یک نمونه چربی را که برای خنثی کردن ۲/۸ گرم آن ۳ سانتیمتر مکعب محلول دسینرسال‌تیدروکسید پتاسیم بکاررفته است، حساب کنید. ج : ۶

۶ - برای صابونی کردن ۱۴/۸ گرم یک گلیسرید ۷۲ سانتیمتر مکعب محلول ۱۰ درصد NaOH به جرم مخصوص  $1.12 \text{ g/cm}^3$  مصرف شده است . فرمول گلیسرید را مشخص کنید .

کربن را به وسیله اسید سولفوریک و به صورت یک ترکیب سولفات اسید درمی‌آورند



ملح سدیم ترکیب مزبور، همان خواص صابونها را دارد ، یعنی یک سر آن محلول در آب و سر دیگر، محلول در چربی است و چون قدرت انحلال آنها زیادتر از صابونهای معمولی است و بعلاوه در آب نمک و آبهای سخت یعنی آبهای شامل ترکیبات کلسیم و منیزیم نیز رسوب نمی‌دهند ، بر صابونهای معمولی مزیت دارند. در آب که برای محلول قلیایی هم مضر باشد ،

ایجاد نمی‌کنند . یکی از معروفترین این ترکیبات لاریل (دودسیل)

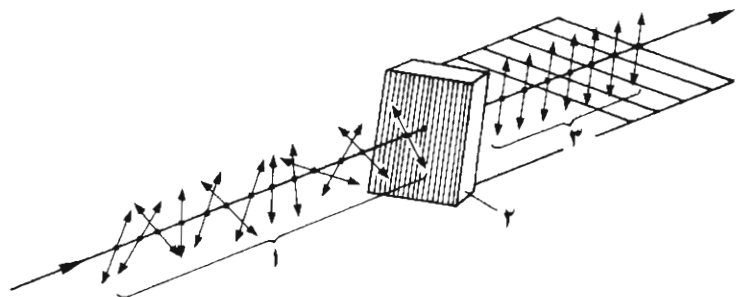
سولفات سدیم است  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$ .

در صابونهای لباسشویی که فقط به منظور شستن لباس تهیه می‌شود ، علاوه بر صابون ، در حدود ۲۰٪ تا ۳۰٪ کربنات سدیم نیز هست و به علت همین خاصیت قلیایی زیاد ، چرک زدایی آن شدید ولی برای پوست مضر است .

### تمرین و مسئله

۱ - از نظر فیزیکی و شیمیایی چه تفاوتی بین چربیهای مایع و جامد وجود دارد؟

۲ - چگونه می‌توان از صابون اسید چرب بدست آورد و به کمک چه موادی ممکن است این اسید را به ماده قابل حل در آب تبدیل کرد ؟



شکل ۷۶ - پولاریزه شدن نور : ۱ - نوسانها در نور عادی ،  
۲ - منشور پولاریزور ، ۳ - نوسانها در نور پولاریزه

ارتعاش می کنند .

نیکول<sup>۱</sup> بلور اسپات ایسلند را طوری برید و بریده ها را با صمغ کانادا به هم وصل کرد که یکی از دو شعاع پولاریزه از بلور عبور می کند، اما دیگری در محل بریدگی انعکاس می یابد و به وسیله سطح سیاه شده بلور جذب می شود .

اگر دو اسپات را که هر يك به نحو مذکور بریده شده و به نام منشور نیکول موسوم است ، در طرفین يك لوله استوانه ای قرار دهیم و نیکول اول را ثابت کرده و نیکول دوم را طوری بگذاریم که حول محور استوانه قابل دوران باشد، و آن وقت جلو نیکول ثابت با چراغ سدیم نور زرد تولید کنیم و از پشت نیکول متحرك شعله را نگاه کنیم ، خواهیم دید که اگر محورهای دو نیکول در امتداد یکدیگر باشند، نور زرد دیده می شود، ولی اگر محورها بر هم عمود باشند، خاموشی ایجاد می شود، یعنی دو نیکول، با اینکه هر دو شفافند،

۱ - William Nicol فیزیکدان انگلیسی (۱۸۵۱-۱۷۶۸).

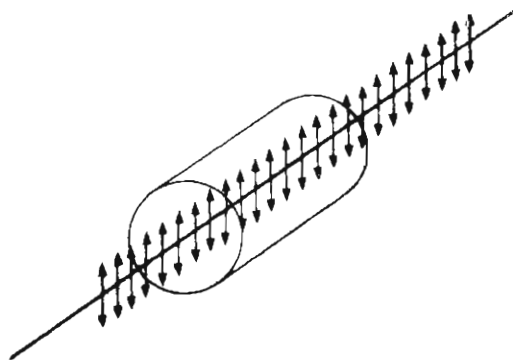
## فصل یازدهم

### ایزومری فضایی و اسید الکها

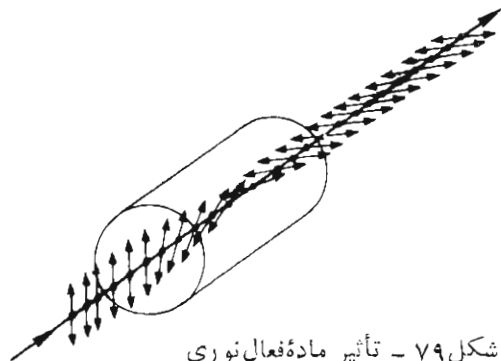
### Stereoisomerie یا ایزومری فضایی

معلوم شده است که نور عادی ارتعاشات الکترومغناطیسی است که با طول موجهای متفاوت منتشر می شود. نور از نوع ارتعاشات عرضی است. ارتعاشات نور تکرنگ، مثلاً نوری که از لامپ سدیم صادر می شود ، فقط با يك طول موج عمود بر امتداد انتشار در جهات مختلف صورت می گیرد .

بر اثر عبور شعاع نور از بعضی دستگاههای نوری مثلاً از منشور نیکول، همه نوسانات با استثنای آنهایی که در سطحی معین صورت می گیرند، جذب می شوند (شکل ۷۶). نوسانات شعاعی که خارج می شود در يك سطح صورت می گیرد . این شعاع را شعاع پولاریزه (قطبی شده) می گویند . منشور نیکول را از بلور اسپات ایسلند تهیه می کنند . می دانید که بلور اسپات ایسلند خاصیت انکسار مضاعف دارد. دو شعاع که در نتیجه انکسار مضاعف در بلور اسپات ایسلند بدست می آیند ، پولاریزه اند و در دو سطح عمود بر یکدیگر



شکل ۷۸ - عبور نور پولاریزه از ماده‌ای که فعالیت نوری ندارد.



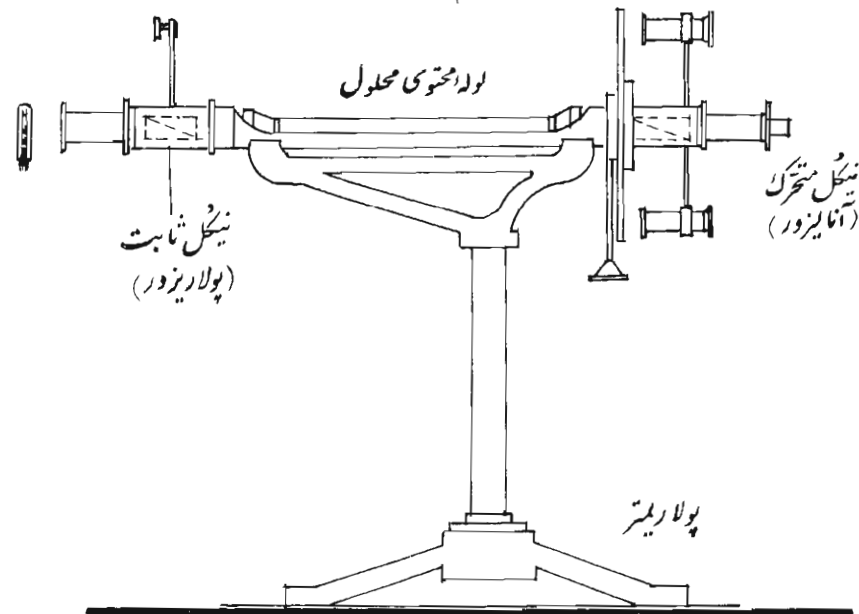
شکل ۷۹ - تأثیر ماده‌فعال نوری بر نور پولاریزه

گردان گویند . باید دانست که مقدار دوران آنالیزور، یعنی دوران نور قطبی شده برای هر ماده، با غلظت محلول، با طول لوله شامل محلول، با طول موج نور و با درجه حرارت مربوط است و مقدار این چرخش برای یک ماده بخصوص مقداری ثابت است .

پولاریمترهایی که برای تشخیص غلظت قند بکار می‌رود، ساکاریمتر یا قندسنج نام دارند .

سرهم مانع عبور نور می‌گردند.

دستگاهی که از دو منشور نیکول تشکیل یافته و بین آنها فضایی برای لوله محتوی مایع یا محلول مورد تحقیق قرار دارد، به پولاریمتر (شکل ۷۷) موسوم است . منشور نیکول ثابت را



شکل ۷۷

پولاریزور «polariseur» (تولیدکننده نور قطبی) و منشور نیکول متحرک را آنالیزور «analyseur» (آشکارکننده) گویند .

مواد مؤثر بر نور پولاریزه - اگر دونیکول را در وضع عمود بر یکدیگر قرار داده و در بین آن دو، لوله‌ای شیشه‌ای پر از محلول اسید تارتريك یا محلول قند معمولی بگذاریم، دیده می‌شود که بر خلاف سابق شعله زرد ظاهر می‌شود . هر ماده‌ای که مانند قند

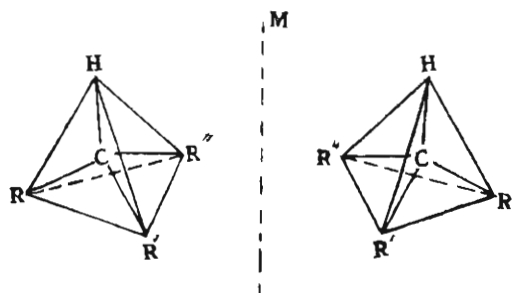


است ولی به کمک تبلور و ملاحظه با میکروسکوپ در آن اجزای متفاوتی که دوبندو متقارن و به یکدیگر چسبیده‌اند، تشخیص داده می‌شود. این نوع را راسمیک گویند.

پاستور اولین بار متوجه شد که بلورهای اینگونه مواد به دو شکل قرینه هم هستند و این بلورها که از یک نوع ترکیب شیمیایی معین می‌باشند، برهم قابل انطباق نبوده و اثر متفاوتی بر نور پولاریزه دارند.

بعدها لوبل و وانتهف متوجه شدند که اثر مواد بر نور پولاریزه مربوط به ساختمان مولکولی آنهاست و به این نتیجه رسیدند که: هر ماده‌ای که یک کربن بی تقارن داشته باشد، بر نور پولاریزه مؤثر خواهد بود.

نظر به اینکه هر کربن بی تقارن ممکن است در فضا به دو صورت قرینه هم یعنی یکی عکس دیگری نسبت به آینه باشد (شکل ۸۱)

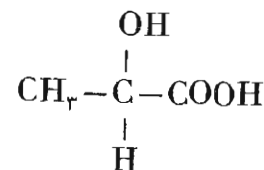


شکل ۸۱

قبول کردند که یکی از این دو صورت (شکل ۸۱) ماده راست گردان

یکی از مواد مؤثر بر نور پولاریزه، اسید لاکتیک یا  $\alpha$ -

تیدروکسی پروپونیک اسید است



در این ترکیب، کربن دوم مانند هر کربن دیگر به صورت چهار-وجهی است، ولی خاصیت مخصوص آن این است که چهار جزء متصل به چهار رأسش باهم متفاوتند. چنین کربنی را کربن بی تقارن (*assymetrique*) گویند. هر کربن بی تقارن در فضا دو نوع می‌تواند باشد که یکی از آنها تصویر دیگری نسبت به آینه خواهد بود (شکل ۸۰). این دو شکل، با داشتن شباهت، برهم قابل انطباق نبوده بنابراین یکی نیستند.

سه نوع اسید لاکتیک با فرمول

$\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$  وجود

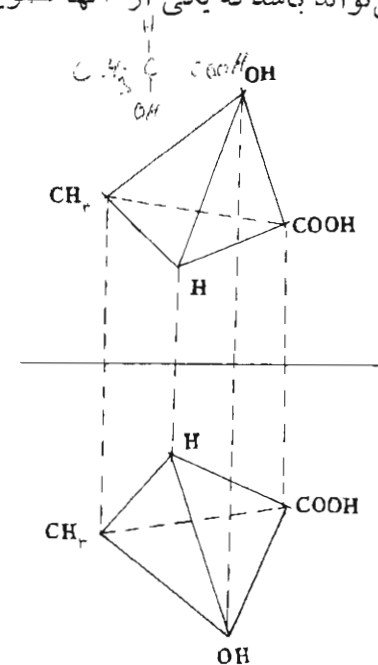
دارد که از آن میان فقط دو نوعش

بر نور پولاریزه مؤثرند، یکی

راست گردان و دیگری چپ -

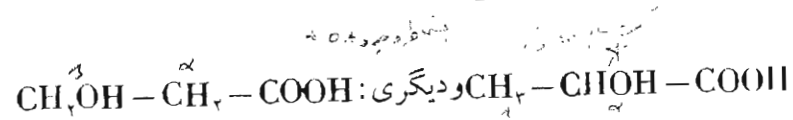
گردان است. نوع سوم نیز

هست که بر نور پولاریزه بی اثر



شکل ۸۰

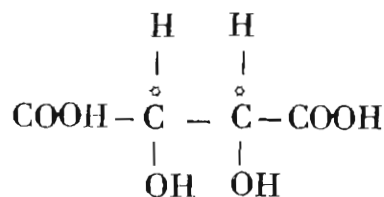
**اسید لاکتیک** - اسید لاکتیک یا تیدروکسی پروپینیک اسید به وسیله شتل در شیر ترش شده کشف شد. این ترکیب به صورت دو ایزومر وجود دارد که یکی:



$\alpha$  - تیدروکسی پروپینیک اسید       $\beta$  - تیدروکسی پروپینیک اسید

می باشد، اسید لاکتیک معمولی که  $\alpha$  - تیدروکسی پروپینیک اسید می باشد، دارای یک کربن بی تقارن است و بطوری که ملاحظه شد بر نور پولاریزه مؤثر است. نوع راست گردان آن در ماهیچه های بدن وجود دارد.

همانطور که در مبحث الدئید دیدید به طریق سنتز می توان از اثر اسید سیانیدریک بر الدئید استیک، اسید لاکتیک تهیه کرد. نوع بی اثر (راسمیک) این اسید در  $18^\circ$  ذوب می شود، بنا براین در تابستان مایعی است با بوی تند که ضد عفونی خوبی است و املاحش در آب، محلول و بر نور پولاریزه بی اثر است. **اسید تارتیک** - این اسید شامل دو کربن بی تقارن است.



و دیگری ماده چپ گردان را تشکیل می دهد. دو ماده را که فرمول مولکولی و گسترده یکسان داشته و اغلب جز تأثیر بر نور قطبی شده تفاوت چندانی ندارند، نسبت به هم استرئوایزومر یا ایزومر فضایی گویند، زیرا فرق آنها همان فرق دستکش راست و چپ است، یعنی با وجود شباهت، قابل انطباق نیستند.

### اسید الکها

اسید الکها هم عامل الکلی دارند و هم عامل اسیدی، بنا براین خواص هر دو را دارند. خاصیت اسیدی این اسیدها از اسیدهای چرب نظیرشان بیشتر است. مثلاً  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{COOH}$  تقریباً ۱۰ مرتبه از  $\text{CH}_2\text{COOH}$  قویتر است، یعنی ده مرتبه بیشتر یونیزه می شود. هر قدر  $\text{OH}$  از  $\text{COOH}$  دورتر باشد، خاصیت اسیدی کمتر است. مثلاً  $\text{CH}_2\text{CHOH}-\text{COOH}$  چهار مرتبه از  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{COOH}$  قویتر است. مشهورترین اسید الکها عبارتند از:

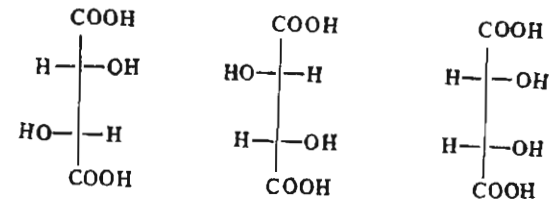
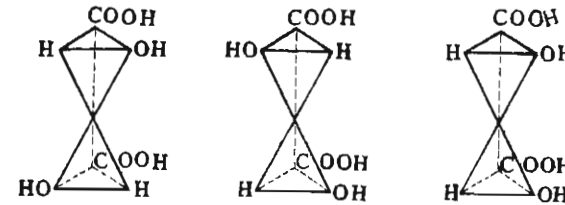
**اسید گلیکولیک** ( $\text{CH}_2\text{OH}-\text{COOH}$ )، ماده ای است جامد که در آبغوره وجود دارد و ملح کلسیم آن محلول است.

۱ - در مارچوبه ماده ای به نام **asparagine** هست که راست گردان

آن شبرین ولی حب گردانس بیمزه است.

چهار نوع اسید تارتريك شناخته شده است :

۱- اسید راست، که دو کربن نامتقارن موجود در آن هر دو



I راست گردان

II چپ گردان

III بی اثر

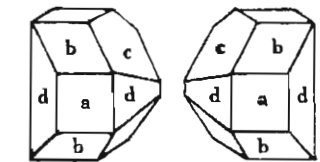
شکل ۸۲

راست گردانند (شکل ۸۲ - I). ملح پتاسیم آن به نام تارتر در انگور هست و هنگامی که انگور به شراب تبدیل می شود به علت عدم انحلالش در آب والکل رسوب می کند .

۲- اسید چپ، که دو

کربن آن هر دو چپ گردانند (شکل ۸۲ - II). این ماده را

پاستور از ملح راسمیک بدست آورد، بدین طریق که در زیر



اسید چپ گردان

اسید راست گردان

شکل ۸۳

• میکروسکوپ، در نوع راسمیک (شکل ۸۳) دانه های به هم چسبیده- ای تشخیص داد که عده ای مانند دستکش راست و عده دیگر مانند دستکش چپ بودند. چون آنها را با پنس کوچکی از یکدیگر جدا کرد، دید که یکی نوع اسید راست و دیگری نوع اسید چپ است. باید دانست که اسید چپ در الکل محلول است .

۳- اسید راسمیک، از جوشیدن اسید راست در مجاورت سود تولید می شود. این ماده را می توان مخلوطی به مقدار مساوی از راست و چپ دانست.

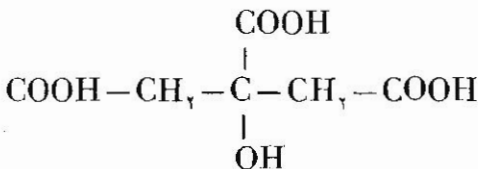
۴- اسید بی اثر، که در آن یکی از کربنها راست و دیگری چپ است و به علت تساوی راست گردانی با چپ گردانی بی اثر شده است (شکل ۸۲ III).

معمولاً در فرمول گسترده این ماده یک خط تقارن وجود دارد. این ماده نیز در ضمن تهیه اسید راسمیک بدست می آید، ولی شکل ذرات بلورینش در زیر میکروسکوپ هیچ فرقی باهم ندارند. اسید تارتريكی که از راه سنتز بدست می آید مخلوطی است از راسمیک و بی اثر.

اسید سیتريك - جوهر لیمو  $H_2O$  .  $C_6H_8O_7$  در لیموترش و

نارنج وجود دارد و در شیر نیز مقداری سترات هست. جوهر لیمو را از آب لیموترش می گیرند، بدین طریق که اول آن را می جوشانند تا البومین و مواد پروتئیدی موجود در آن منعقد شود و بعد صاف می کنند و بر صاف شده، آب آهک می ریزند و می جوشانند تا

سیترات کلسیم که در آب نامحلول است، ته‌نشین شود. بعد بر آن اسید سولفوریک اثر می‌دهند، اسید سیتریک آزاد می‌شود. اسید سیتریک سه مرتبه عامل اسید و یک مرتبه عامل الکل نوع سوم دارد.



ملح خنثای کلسیم آن نامحلول است.

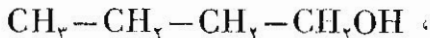
### تمرین

۱- ماده شیمیایی با فرمول  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  بر نور پولاریزه مؤثر است. فرمول گسترده و نام آن را بنویسید.

۲- چگونه می‌توان از استیلن اسیدلاکتیک تهیه کرد؟

۳- فرمولهای گسترده الکلهای دارای فرمول مولکولی  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  را بنویسید و نشان دهید کدامیک از ایزومرها دارای اتم کربن نامتقارن است.

۴- کدامیک از ترکیبات زیر بر نور پولاریزه مؤثر است:



۵- اسیدی است به فرمول  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$  که بر نور پولاریزه مؤثر

است. فرمول ساختمانی آن را مشخص کنید.

## فصل دوازدهم

### ئیدراتهای کربن

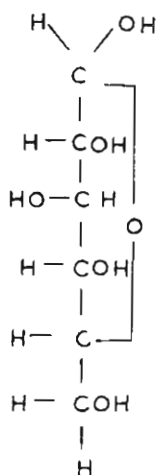
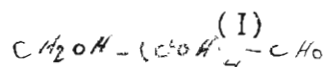
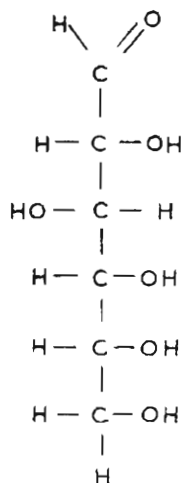
ئیدراتهای کربن گروهی از مواد آلی طبیعی هستند که فرمول کلی آنها را می‌توان به صورت  $C_n(H_2O)_m$  نمایش داد. پس از کشف ساختمان این مواد معلوم شد که فرمول برخی از مواد که در دسته ئیدراتهای کربن جا می‌گیرند، با این فرمول مطابقت نمی‌کند مانند  $CH_2(CHOH)_4CHO$  متیل پنتوز. برعکس عده‌ای از ترکیبات را که فرمول آنها با این رابطه مطابقت دارد، نمی‌توان ئیدرات کربن دانست مانند  $C_4H_4O_4$  اسید استیک. امروزه اصطلاح ئیدراتهای کربن شامل پولی‌الکلهایی است که بسیاری از آنها دارای عوامل الدئیدی و ستنی هستند و یا بر اثر ئیدرولیز به پولی‌الکلهای دارای عوامل الدئیدی و ستنی تبدیل می‌شوند.

ئیدراتهای کربن را به دو گروه بزرگ تقسیم می‌کنند:

- ۱- ئیدراتهای کربن ساده یا قندهای ساده (منوساکاریدها یا اوزها)،
- ۲- ئیدراتهای کربن مرکب یا قندهای مرکب (پولی‌ساکاریدها یا پلیوزها).

-۲۲۷-

شربت گلوکز بدست می آید. شیرینی آن از قند معمولی کمتر است. محلول گلوکز در آب، راست گردان نور پولاریزه است. گلوکز دارای ۵ عامل الکلی و یک عامل الدئیدی است (فرمول I).



(II)

ولی چون گلوکز خواص کامل الدئیدها را ندارد، معلوم شده است که فرمول آن و بطور کلی تمام هگزوزها به صورت حلقوی می باشد (فرمول II).

بطوری که ملاحظه می شود، فرمول I دارای چهار کربن بی-تقارن است، درحالی که فرمول II وجود ۵ کربن بی تقارن را نشان می دهد، که در این صورت تعداد ایزومرهای گلوکز به ۳۲ می رسد. اثر بازها - اگر بر محلول گلوکز مقداری سود غلیظ اضافه

-۲۲۶-

**اوزها یا قندهای ساده** - این مواد به قند ساده تر از خود تیدرولیز نمی شوند و ممکن است از ۳ تا ۱۰ کربن داشته باشند. این ترکیبات در حقیقت الدئید الکلهای وستن الکلهای می باشند. مشهورترین قندهای ساده پنتوزها و هگزوزها هستند. پنتوزها در ساختمان صمغها و لعاب دانه ها شرکت دارند. هگزوزها که با فرمول  $\text{C}_6(\text{H}_7\text{O})_6$  نشان داده می شوند، در نباتات و حیوانات موجودند.

هگزوزهایی را که عامل الدئیدی دارند، الدوهگزوز:  $\text{CH}_2\text{OH} - (\text{CHOH})_4 - \text{CHO}$  گویند، مانند گلوکز و مانوز و گالاکتوز؛ ولی اگر عامل ستنی داشته باشند، ستوهگزوز نامیده می شوند، مانند فروکتوز یا لولوز:

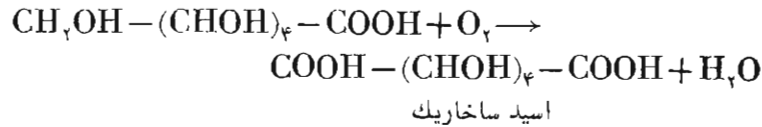
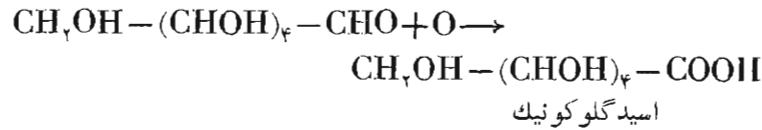


هگزوزها به واسطه داشتن کربنهای نامتقارن، عده ایزومرهای فضایی در آنها زیاد است.

مشهورترین هگزوزها، گلوکز است که دارای ۱۶ ایزومر فضایی است. بطور کلی هر ماده که دارای n کربن نامتقارن باشد، دارای  $2^n$  ایزومر فضایی است. مثلاً فروکتوز که سه کربن نامتقارن دارد، دارای ۸ ایزومر فضایی می باشد.

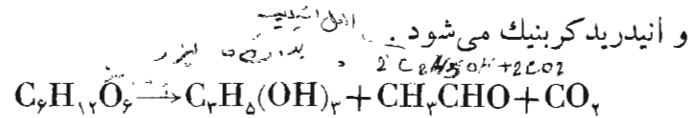
**خواص گلوکز** - گلوکز یا قند انگور به مقادیر زیاد در میوه های شیرین یافت می شود. گلوکز خالص به صورت بلورهای سفید یافت می شود که در  $146^\circ$  ذوب و در آب بخوبی حل می شود و

سپس اسیدساخاریک تولید می کند



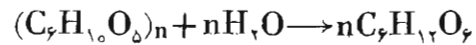
**تخمیر گلوکز** - گلوکز به کمک مخمرها می تواند به مواد

ساده تر تبدیل شود. چگونگی این تبدیلات به نوع مخمر و شرایط عمل مربوط است. گلوکز به وسیله مخمر آبجو، بطور عمده به الکل و گاز کربنیک تبدیل می گردد. اگر مخمر آبجو در مجاورت سولفیت سدیم برگلوکز اثر کند، گلوکز تبدیل به گلیسرین (۳۵٪) و استالندید



**طرز تهیه** - هرگاه نشاسته را با جوهر گوگرد (۲٪ محلول)

مخلوط کرده و بجوشانند یا بخار آب جوش از آن عبور دهند، به گلوکز تبدیل می شود



**موارد استعمال گلوکز** - گلوکز مستقیماً قابل جذب است.

سرم گلوکز، محلول رقیق آن است و به بیمارانی که از جهاز هاضمه نمی توانند استفاده کنند برای تغذیه تزریق می شود.

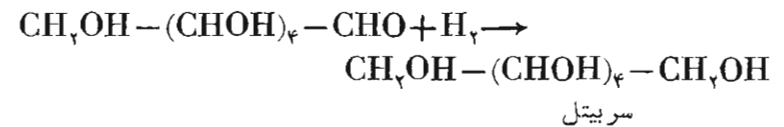
**دوقندیها (دی ساکاریدها)** - از دو قندیها ساکارز (قند

کنیم، رنگ آن زرد می گردد و اگر آن را بشدت حرارت دهیم، رنگ محلول قهوه ای می شود. از این واکنش می توان محلول گلوکز را از ساکارز که قهوه ای نمی گردد، تشخیص داد.

**اثر حرارت** - اگر گلوکز تجارتمی را حرارت دهیم، در ۱۷۰° آب از دست می دهد و در حدود ۲۰۰°، رنگش تغییر می کند و کارامل بدست می آید، سپس بخارات قابل اشتعال از آن خارج می شود و بالاخره زغال براق سیاه رنگی باقی می گذارد.

**اثر اسیدهای آلی** - اسید استیک با گلوکز استر پنتا استات می دهد.

**اثر ئیدروژن** - ئیدروژن (اثر ملغمه سدیم بر آب) گلوکز را به الکل شش ظرفیتی تبدیل می کند



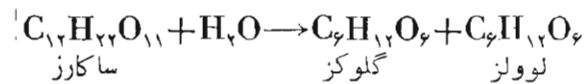
**خاصیت احیا کنندگی** - گلوکز خاصیت احیا کنندگی الئیدها را دارد. اگر گلوکز را با مایع فهلینگ حرارت دهیم، رسوب قرمز  $\text{Cu}_2\text{O}$  آشکار می گردد. به این وسیله می توان گلوکز را از ساکارز که بر مایع فهلینگ بی اثر است، تمیز داد. همچنین اگر در بالونی گلوکز و نترات نقره آمونیاکی بریزیم و کمی حرارت دهیم، درون بالون ذرات نقره رسوب می کند و آن را آینه می سازد.

اسید نیتريك نیز گلوکز را اکسید کرده ابتدا اسید گلوکونیک و

که بعد بتدریج متبلور می گردد. قند در اثر حرارت دادن شدیدتر به جسم قهوه‌ای رنگی به نام کارامل تبدیل می شود.

محلول ساکارز راست گردان نور است و چون ئیدرولیز شود

به يك مولکول گلوکز راست گردان و يك مولکول فروکتوز (بالولز) که شدیداً چپ گردان نور است، تبدیل می شود و سرجمع، مخلوط حاصل از ئیدرولیز قند، چپ گردان نور است. به همین دلیل مخلوط مزبور را قند معکوس می نامند. ئیدرولیز در محیط اسیدی یا به وسیله آنزیم آنورتاز (موجود در مخمر) سریعتر انجام می گیرد.

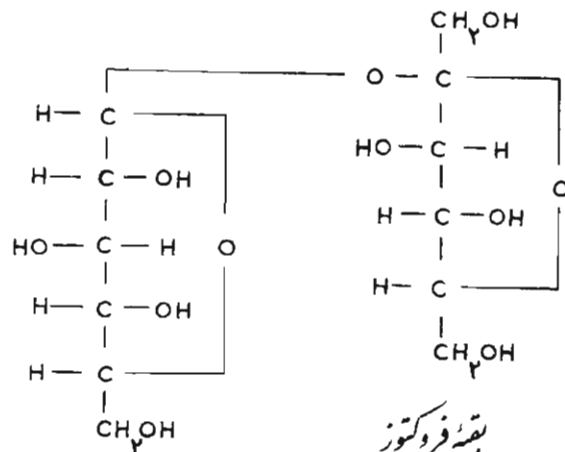


قند معمولی احیا کننده نیست و برای سنجش، آن را در مجاورت

يك اسید می جوشانند تا به قند احیا کننده تبدیل شود. قند اخیراً با

محلول فلهینگ می سنجند. بنا بر این ساکارز عامل الدئیدی ندارد

و فرمول آن به صورت زیر می باشد:



بسیه فروکتوز

بسیه گلوکز

معمولی)، مالتوز و لاکتوز مشهورند.

ساکارز - ساکارز در اغلب گیاهان به مقدار کم و در نیشکر

و چغندر قند به مقدار زیاد وجود دارد.

فرمول مولکولی آن  $C_{12}H_{22}O_{11}$  است و آن را از چغندر قند

یا نیشکر می گیرند.

طرز تهیه از چغندر قند - چغندر قند را رنده می کنند و در

آب  $60^\circ$  قرار می دهند تا جدار سلولها منعقد و پاره شود و در نتیجه

ساکارز بتواند از داخل شیره سلولها خارج و در آب وارد شود.

محلول را صاف و با شیر آهک مخلوط می کنند تا قند به سوکرات

کلسیم محلول، و اسیدها و مواد رنگی و پروتئینی به ترکیبات کف

مانند یا رسوب تبدیل شوند. چون از محلول صاف شده، گاز

$CO_2$  عبور دهند، سوکرات کلسیم تجزیه و کربنات نامحلول ته -

نشین می شود و با خود کثافات را همراه می برد. در این موقع اگر

محلول را صاف و در فشار کم تبخیر کنند، شکر رنگین بدست می آید.

شکر را با چند مرتبه حل کردن و عبور دادن از زغال حیوانی و

مجدداً متبلور کردن، به صورت شکر سفید درمی آورند.

جدا کردن شکر متبلور شده از شربت در دستگاه سانتریفوژ

انجام می گیرد. در این دستگاه استوانه‌های سوراخ‌داری است که

در حول محور خود می چرخد و در نتیجه نیروی گریز از مرکز، مایع

از سوراخها می گذرد ولی شکر باقی می ماند.

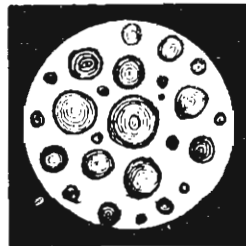
خواص - قند متبلور در  $160^\circ$  ذوب می شود و قند مذاب

حاصل پس از سرد شدن، به جسم جامد بی شکلی تبدیل می شود





سیب زمینی



گندم



برنج

شکل ۸۴

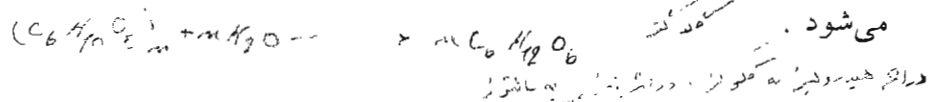
در شکل ۸۴ نشاسته گندم و فکول یعنی نشاسته سیب زمینی و نشاسته برنج در زیر میکروسکوپ دیده می شود.

نشاسته در آب سرد خیلی کم حل می شود. اگر آن را در آب سرد ریخته گرم کنیم، چسب نشاسته بدست می آید که شیری رنگ است و در  $150^{\circ}$  در آب حل و قابل صاف شدن می شود که در این صورت به آن نشاسته محلول گویند.

نشاسته از دو قسمت متمایز تشکیل شده است: یکی آمیلوز که محلول است و خاصیت تولید لعاب و آبی شدن در مقابل ید، از خواص آن است، و بقیه amylopectine است که در حدود ۸۰٪ دانه های نشاسته را تشکیل می دهد و در مقابل ید، رنگ قرمز بنفش ایجاد می کند.

سایر خواص نشاسته در زیر خلاصه می شود:

۱- با جوشاندن در محیط اسید، خاصه عبور بخار آب جوش از مخلوط اسید و نشاسته، تولید دکسترین و بعد گلوکز



**مالتوز** - فرمول آن به حالت متبلور  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$  است و چنانچه گفتیم از اثر آنزیم موجود در مالت و همچنین از اثر پتیلین موجود در آب دهان برنشاسته بدست می آید.

مالتوز متبلور به صورت بلورهای سوزنی شکل سفید و محلول آن راست گردان است. از ژیدرولیز مالتوز، دو مولکول گلوکز بدست می آید. این قند مانند الدوهگروزها مایع فلهینگ را احیا می کند. شیرینی آن از قند معمولی کمتر است.

**لاکتوز** ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) - لاکتوز یا قند شیر، در شیر وجود دارد و به همین جهت قند شیر نامیده می شود. این قند نیز در حالت تبلور یک مولکول آب تبلور دارد. شیرینی لاکتوز کمتر از قند معمولی است. از ژیدرولیز لاکتوز، گالاکتوز و گلوکز بدست می آید. لاکتوز راست گردان نور است و مایع فلهینگ را احیا می کند.

**چندقندیها** - از چندقندیها به شرح نشاسته و سلولز می پردازیم:

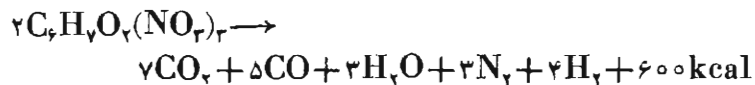
**نشاسته** ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> - در تمام گیاهان سبزیافت می شود. نشاسته بیشتر در دانه ها و در برخی از گیاهان مانند سیب زمینی در ساقه زیرزمینی جمع شده است.

مقدار نشاسته در گندم در حدود ۷۰٪، در برنج در حدود ۸۰٪ و در سیب زمینی در حدود ۲۵٪ است. شکل دانه نشاسته غلات مختلف زیر میکروسکوپ فرق می کند، بطوری که می توان نشاسته یک آرد را زیر میکروسکوپ دید و خلوص یا تقلب در آن را تشخیص داد.

**خواص شیمیایی - اثر قلبیاینها - ۱ -** محلول رقیق قلبیایی بر آن تأثیر ندارد، به همین جهت می توان پارچه ها را با صابون شست. محلول قلبیایی ۱۰٪ خارج الباف سلولزی را متورم و براق می کند (نخ مرسریزه) ولی از اثر محلول غلیظ سود بر سلولز، آلکالی سلولز بدست می آید که با سولفور کربن مایعی غلیظ تولید می کند که ماده اولیه خوبی برای تهیه ابریشم مصنوعی است (ابریشم ویسکوز).

**۲ - اثر اسیدها -** در محلول غلیظ اسید سولفوریک قشر خارجی الباف سلولزی خمیر شده که پس از شست و شو با آب به صورت پوست درمی آید (پارشمن نباتی).

اگر سلولز را در محلول اسید سولفوریک چند ساعت خیس کنند و نتیجه را در آب ریخته بجوشانند، گلوکز تولید می شود. مخلوط اسید سولفوریک و اسید نیتريك با پنبه ترکیبات نیترو تولید می کند که آنها را بترتیب می توان منو و دی و تری نیترو سلولز نامید، زیرا  $C_6H_7O_5$  بیش از سه  $NO_2$  نمی تواند جذب کند. کلودین، محلول دی نیترو سلولز در اتر و الکل است و برای پوشاندن زخمها از اثر محیط استعمال می شود. تری نیترو سلولز ظاهر پنبه را دارد (پنبه باروتی) ولی خرد شده و بر اثر ضربه منفجر می شود.



۲ - با آمیلاز (آنزیم موجود در مالت)، مالتوز به فرمول  $C_{12}H_{22}O_{11}$  می دهد. نیدرولیز مالتوز دو مولکول گلوکز تولید می کند. ۳ - ید آن را آبی می کند. این خاصیت در گرما زایل می شود و در سرما مجدداً بروز می کند. ۴ - در فرمول نشاسته، عدد  $n$  کاملاً معلوم نیست. ۵ - پارچه سفیدی که در چسب نشاسته فرورود، با اتو براق می شود. این خاصیت به علت تولید دکستین است؛ زیرا اگر نشاسته را در حدود ۱۸۰-۲۰۰ درجه حرارت دهیم، به دکستین تبدیل می شود.

**سلولز -** سلولز غشای سلولهای جوان گیاهی را تشکیل می دهد. پنبه و کتان تقریباً سلولز خالصند، زیرا ۸۵ تا ۹۰٪ آنها سلولز، ۶ تا ۸٪ آب، ۱٪ مواد نیتروژن دار و چربیها و بقیه مواد معدنی است. برای تهیه سلولز خالص، پنبه را در محلول ۱٪ سود می گذارند و بعد از مدتی آن را با آب شسته و به کمک  $HCl$  خنثی کرده و رنگش را با آب ژاول زایل می کنند. فرمول سلولز  $(C_6H_7O_5)_n$  است که  $n$  در آن معلوم نیست.

**خواص فیزیکی -** سلولز در آب و حلالهای معمولی نامحلول است. در مایع شواتزر و محلول غلیظ کلرور روی حل می شود. باید دانست که حلش در مایع شواتزر مشکل است، زیرا سلولز باید خالص، و حلال نیز باید غلیظ باشد.

### کاغذ

برای نوشتن ، در ابتدا از سنگ و پوست و برگ درختان استفاده می‌شد. برگ پاپیروس برای این منظور مصرف عامه داشت. اختراع کاغذ را به چینیه‌ها نسبت می‌دهند.

صنعت کاغذ سازی هنگامی اهمیت یافت که صنعت چاپ اختراع شد.

**تهیه کاغذ** - ۹۰ درصد کاغذها را با الیاف چوبی می‌سازند و فقط ۱۰ درصد از پنبه ساخته می‌شود. در قدیم کاغذ با کارگاههای دستی تهیه می‌شد. ولی امروز ماشینهای عظیمی برای این منظور موجود است.

برای تهیه کاغذ ، پنبه یا قطعات ریز چوب را در محلول  $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$  می‌پزند. خمیری را که به این طریق بدست می‌آید با گاز  $\text{SO}_2$  بیرنگ می‌کنند و گاهی نیز برای این منظور گاز کلربکار می‌برند، سپس خمیر بیرنگ شده را با چسبی که محتوی سود و سولفات آلومینیم و یک ماده سفت کننده که محتوی تالک و سولفات باریم است مخلوط می‌کنند تا به خوبی ظاهر و به سفیدی منظر آن کمک کند. خمیر حاصل را بر روی دو استوانه فلزی متحرک می‌ریزند که با بخار آب گرم می‌شود. به این طریق خمیر آب خود را از دست می‌دهد و بعد به وسیله استوانه‌های فلزی دیگر به صورت ورقه‌های نازک درمی‌آید و لوله‌های بزرگ آن به خارج می‌رود.

دی‌نیترو سلولز ، اگر با الکل و کافور مالش داده شود ، جسمی قالب پذیر و صیقل پذیر به نام سلولوئید بدست می‌آید (پلاستیک حاصل از پنبه) که سابقاً در ساختمان فیلم و شانه و غیره مصرف می‌شد؛ ولی امروز از استات سلولز و کافور جسم دیگری به نام cellite با همان مصارف سلولوئید می‌سازند که چون عیب آتشگیری سلولوئید را ندارد بر نوع قبلی ترجیح دارد.

**ابریشم مصنوعی** - اگر محلول کلودین را در ظرفی دارای سوراخهای ریز ریخته و آن را با فشار از سوراخها رد کرده در آب وارد کنند ، رشته‌های ابریشم مانندی بدست می‌آید که با بیسولفور سدیم می‌توان قابلیت اشتعال آن را هم گرفت. این ابریشم به ابریشم Chardonnet موسوم است.

اگر در ظرف مزبور محلول سلولز در مایع شواتزر ریخته و سوراخها را در ظرفی دارای محلول رقیق اسید قرار دهند، هنگام ورود محلول در اسید، امونیاک مایع شواتزر خنثی می‌شود و سلولز به صورت ابریشم درمی‌آید. این ابریشم مصنوعی بدون بومی سوزد و مانند یک نخ ، بدون پیچ و تاب سوخته و خاکستر سفیدی شبیه شکل نخ اولیه تولید می‌کند، در صورتی که ابریشم طبیعی بسختی می‌سوزد و سوختنش مانند مو با پیچ و تاب توأم است و در آخرین گلوله سیاه رنگی باقی می‌گذارد. ابریشم طبیعی در هنگام سوختن بوی خاصی از خود ظاهر می‌سازد.

آن با آب و مواد شیمیایی گرفته شود. در زیر میکروسکوپ الیاف پنبه و مقطع هریک از الیاف به شکلی است که در شکل ۸۵ می بینید. قبلاً گفتیم که پنبه تقریباً از سلولز تشکیل شده است.

### الیاف کتان - الیاف

کتانی را از ساقه گیاه کتان بدست می آورند.

هریک از الیاف کتان، که تقریباً از سلولز تشکیل شده، در زیر میکروسکوپ به صورت استوانه های نیشکر مجسم می-

شکل ۸۶ - الیاف کتان

شود و بنابراین با منظره پنبه متفاوت است (شکل ۸۶).

### پشم - پشم از الیاف حیوانی

است. پشم گوسفند و در برخی از کشورها پشم شتر مصرف دارد. بهترین پشمها پشم گوسفند مریوس است که نژادش استرالیایی است. در شکل ۸۷ الیاف پشم زیر میکروسکوپ دیده می شود.

شکل ۸۷ - الیاف پشم

ساختمان شیمیایی پشم به ساختمان سم و شاخ نزدیک است و بنابراین جزو مواد پروتیدی یعنی مواد مخصوص نیتروژن دار است.

تهیه کاغذ فرمولهای دیگری نیز دارد که در یکی از آنها از بیسولفیت منیزیم استفاده می شود و خمیر مابین ۱۰۰° و ۱۴۰° خشک می شود.

خمیری که برای تهیه مقوا و فیر بکار می رود، از چوب و مواد ارزان قیمت تهیه می شود و حاجت به نرم بودن خمیر و بی رنگ کردن آن هم نیست.

### الیاف و تمیز دادن آنها از یکدیگر

الیاف را به دو دسته طبیعی و مصنوعی می توان تقسیم کرد. الیاف طبیعی مانند پنبه و کتان و ابریشم طبیعی و پشم. الیاف مصنوعی مانند ابریشم مصنوعی و نایلون.

الیاف طبیعی را نیز می توان به دودسته گیاهی و حیوانی تقسیم کرد. الیاف گیاهی شامل پنبه و کتان، و الیاف حیوانی طبیعی شامل پشم و ابریشم است.

### الیاف پنبه ای - الیاف پنبه ای به

طول تقریباً شش سانتیمتر است و بر روی پنبه دانه داخل غوزه وجود دارد. می دانیم که غوزه هنگام رسیدن، شکافته و پنبه آن آشکار می شود و حتی قسمتی نیز از شکاف بیرون می آید.



شکل ۸۵ - الیاف پنبه

چون غوزه را بچینیم و پنبه را خارج سازیم، باید با دست یا با ماشین پنبه دانه اش را جدا سازیم. این پنبه چرب است و باید چربی

در پشم عناصر کربن وئیدروژن واکسیژن وگوگرد موجودند. اگر پشم را بسوزانیم ، بوی ترکیبات نیتروژن دار و بوی سوختن گوگرد به مشام می رسد .

**ابریشم -** می دانیم که کرم ابریشم از برگ درخت توت تغذیه کرده و از ماده مخصوصی که ترشح می کند دورخود را می پوشاند، وبنابر این خود را در محفظه ای که پيله نام دارد محبوس می کند . اگر پيله را در آب گرم قرار دهند ، می توانند از آن کلاف ابریشم درست کنند .

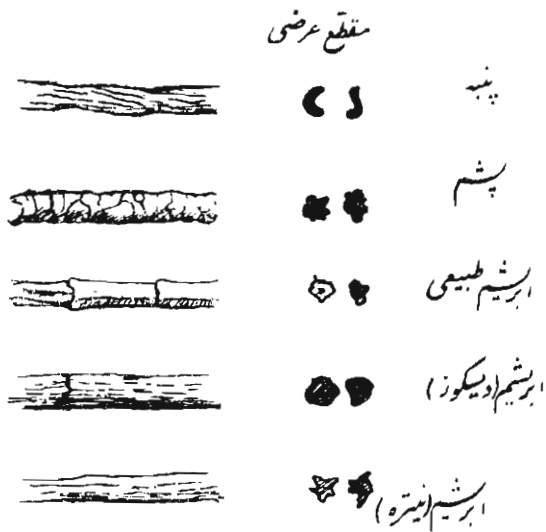


شکل ۸۸

ابریشم طبیعی محکم است و در زیر میکروسکوپ به شکل ۸۸ دیده می شود .

**تمیز دادن الیاف از یکدیگر -** در شکل ۸۹ مقطع الیاف را در زیر میکروسکوپ می بینید؛ پس باتوجه به شکل هریک از الیاف در زیر میکروسکوپ یا ذره بین ، می توان جنس الیاف را تمیز داد . یک طریقه دیگر برای تمیز دادن الیاف از یکدیگر ، طریقه شیمیایی است که باید از خواص متمایزه هریک از رشته ها استفاده نمود .

۱- سوختن - اگرالیاف را بسوزانیم ، پنبه وکتان مانند چوب بدون پیچ وتاب می سوزند و خاکستری به شکل نخ اولیه برجا می گذارند ، ولی پشم و ابریشم باپیچ وتاب می سوزند و خاکسترشان به شکل گلوله ای سیاه است وهنگام سوختن ، هریک بوی مخصوصی



شکل ۸۹

تولید می کنند .

۲- الیاف پنبه ای و کتانی در مقابل مواد قلیایی پایدارترند . اگر الیاف را در محلول ۵٪ پتاس مدتی بجوشانیم ، در پنبه وکتان تغییری پدید نمی آید، در صورتی که الیاف پشم و ابریشم متورم شده وهضم می گردند . اگر به محلول حاصل ، استات سرب بیفزاییم و تولید رنگ قهوه ای بشود ، معلوم می شود که الیاف پشمی است ، زیرا پشم گوگرد دارد .

۳- اگر یک ربع ساعت رشته های مورد آزمایش را در محلول نترات جیوه بجوشانیم ، پشم و ابریشم به علت داشتن نیتروژن ، قرمز متمایل به بنفش می شوند ، در صورتی که پنبه و کتان تغییر نمی کنند .

می‌کنند. در هر يك از این دو حالت کداميك از دو ماده (گلوکز یا چربی) بیشتر در معرض اکسیداسیون قرار می‌گیرد؟  
۸- از ئیدرولیز ۸/۱ کیلوگرم نشاسته حد اکثر چه مقدار گلوکز می‌توان تهیه کرد؟

۹- گاز کربنیک حاصل از تخمیر الکلی ۵/۱ مولکول گرم گلوکز را وارد آب آهک می‌کنیم؛ چند گرم رسوب تولید می‌شود؟

از لحاظ تشخیص، ابریشم مصنوعی حاصل از سلولز، مانند پارچه‌های پنبه‌ای است و فقط از لحاظ منظره در زیر میکروسکوپ از پنبه متمایز است.

### تمرین

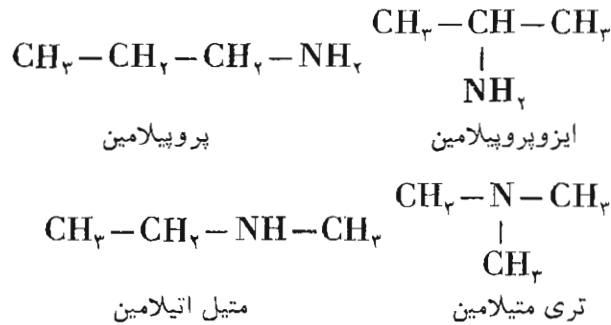
- ۱- بر اساس چه آزمایش‌هایی می‌توان ساختمان گلوکز را نتیجه گرفت؟
- ۲- چگونه می‌توان محلول‌های گلوکز و ساکارز را از یکدیگر تمیز داد؟
- ۳- در تهیه قند از چغندر قند چرا شیر آهک بکار می‌برند و سپس گاز کربنیک بر آن اثر می‌دهند؟
- ۴- در گیاهان ئیدرات کربنی به نام آرایینوز وجود دارد. این ماده الودوپنتوز است. فرمول ساختمانی آن را بنویسید.
- ۵- شیرۀ سیب نارس با ید به رنگ آبی در می‌آید. شیرۀ سیب رسیده محلول امونیاکی اکسید نقره را احیا می‌کند. این پدیده‌ها را توضیح دهید.
- ۶- اینوزیت یا قند عضله به فرمول  $(\text{CHOH})_6$  از چه دسته مواد است و با کدام ماده معروف ایزومر است؟

۷- از سوختن کامل ئیدرات‌های کربن و چربیها گاز کربنیک و آب تولید می‌شود. نسبت حجمی گاز کربنیک تشکیل شده به اکسیژن مصرف شده را در سوختن کامل مواد زیر پیدا کنید: الف - گلوکز، ب - چربی (برای سادگی در محاسبات فرض می‌کنیم که چربی از تری‌اولئین خالص تشکیل یافته باشد). اعداد بدست آمده را با نتایج زیر مقایسه کنید: الف - بر اثر کار عضلانی شدید در هر دقیقه ۵/۴۱ سانتیمتر مکعب اکسیژن جذب و ۵/۴۵ سانتیمتر مکعب گاز کربنیک دفع می‌شود، ب - حیوانات در هنگام گرسنگی در هر دقیقه ۱/۸ سانتیمتر مکعب اکسیژن جذب و ۱/۲۶ سانتیمتر مکعب گاز کربنیک دفع

مثلا مواد فوق را بترتیب از چپ به راست منومتیلامین و متیل اتیلامین و تری متیلامین می نامند .

**خواص فیزیکی** - امینهای با جرم مولکولی کم به حالت گازند و بتدریج که جرم مولکولی آنها زیاد می شود ، به حالت مایع و جامد در می آیند . امینهای ساده تر بوی شبیه امونیاک دارند . عده ای از آنها بدبو هستند ، مثلا بوی مردار به واسطه دو امین putrescine و cadaverine است و منومتیلامین بوی ماهی مانده را می دهد .

**ایزومری** - ایزومری در امینها بیش از تئیدروکربورهاست ، زیرا هم اتمهای کربن و هم عامل امین در جاهای مختلف قرار می گیرند . مثلا ایزومرهای پروپیلامین به قرار زیر است :



چنانکه ملاحظه می شود، امینهای نوع اول و دوم و سوم باهم

۱ - دو امین مزبور جزء دسته پتوماینها بوده و فرمول پوترسین  $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_4 - \text{NH}_2$  و نام شیمیایش تترامتیلن دیامین می باشد و فرمول کاداورین  $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$  و نام شیمیایش پنتامتیلن دیامین می باشد .

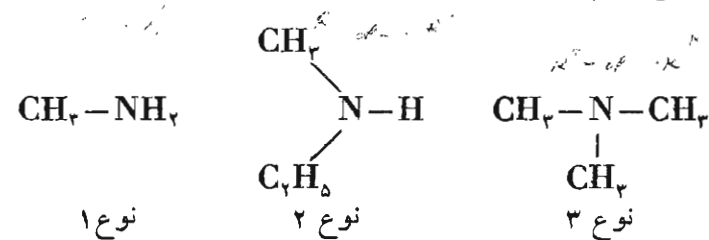
## فصل سیزدهم

### ترکیبات آلی نیتروژن دار

نیتروژن در اغلب مواد آلی موجود است . مواد نیتروژن دار مشهور عبارتند از امینها، امیدها، نیتریلها، پروتیدها و الکلوئیدها . بعلاوه در برخی از ویتامینها و اورمونها و آنتی بیوتیکها مانند پنی سیلین نیز موجود است .

#### امینها

هرگاه اتمهای H امونیاک به وسیله بنیان تئیدروکربور استخلاف شود ، ماده ای تولید می شود با خواص امونیاک که امین نام دارد . برحسب عده تئیدروژنهای استخلاف شده، امین را نوع اول یا نوع دوم یا نوع سوم گویند .



**نامگذاری** - پس از ذکر نام بنیان، کلمه امین را ذکر می کنند.

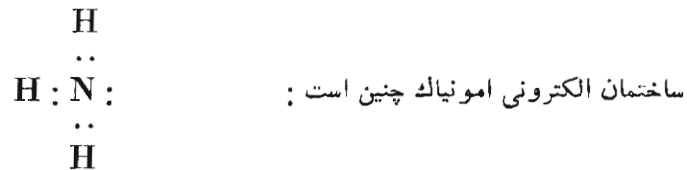
بدست می آید. برای جدا کردن مواد، باید تقطیر جزء بجزء کرد.

**خواص شیمیایی** - خواص شیمیایی اتیلامین و نیز همه آمینها شبیه امونیاک است.

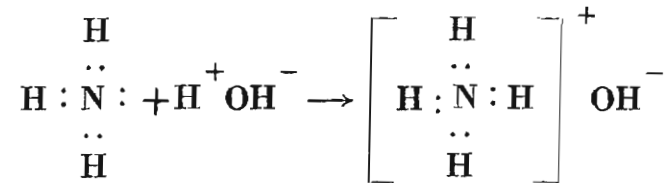
۱- محلول آن در آب مانند محلول امونیاک در آب تیدروکسید بوجود می آورد



$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3]\text{OH}$  تیدروکسید اتیلامونیم  
که خاصیت قلیایی دارد. خاصیت قلیایی تیدروکسید اتیلامونیم از محلول امونیاک بسیار زیادتر است.



سه الکترون از پنج الکترون ظرفیتی اتم نیتروژن با سه اتم تیدروژن در پیوند کووالانسی شرکت می کنند و یک جفت الکترون آزاد باقی می ماند. وقتی که امونیاک در آب حل می شود، این جفت الکترون آزاد در واکنش با یون تیدروژن شرکت می کند و آن را به نیتروژن پیوند می دهد. در نتیجه برای اتم نیتروژن پیوند کووالانسی جدید بوجود می آید:



ساختمان الکترونی آمینها شبیه ساختمان امونیاک است، یعنی اتم نیتروژن در آمینها نیز یک جفت الکترون آزاد دارد:

ایزومرند.

**خواص شیمیایی** - خواص آمینها خیلی شبیه به امونیاک است.

### اتیلامین

**خواص فیزیکی** - اتیلامین در حدود  $17^\circ$  بجوش می آید و بویی شبیه امونیاک دارد. در آب بیشتر از امونیاک محلول است، بطوری

که تجربه فوران آب را نیز

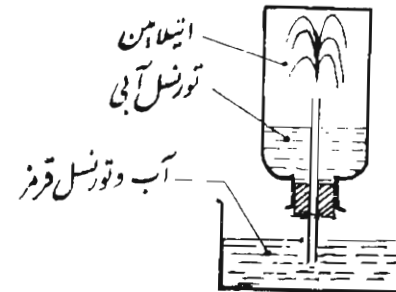
می توان با آن عملی ساخت

(شکل ۹۰). در هر لیتر آب

$15^\circ$  در حدود ۱۰۰۰ لیتر آن

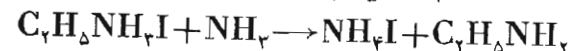
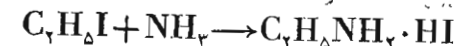
حل می شود (امونیاک فقط

۸۰۰ لیتر حل می شود).



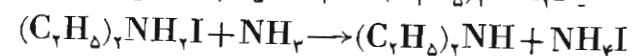
شکل ۹۰

**طرز تهیه** - **طریقه هفتم** -  $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$  و  $\text{NH}_3$  را در الکل حل می کنند، ابتدا تولید یدور اتیلامونیم می شود و سپس بر اثر امونیاک، اتیلامین تشکیل می شود.



ولی همین عمل با آمین نوع اول هم تکرار می شود و دی-

اتیلامین تولید می شود.

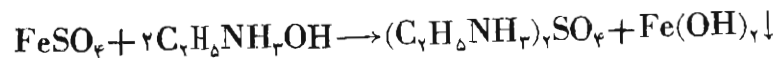


و بالاخره  $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$  و یدورتترا اتیلامونیم  $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NI}$



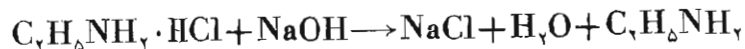
-۲۴۹-

۳- مانند امونیاك ، نیدروكسیدهای فلزی را راسب می کند .



نیدروكسیدهای فلزی محلول در امونیاك در امین نیز حل شده و یون کمپلکس تولید می کنند . مثلا با سولفات مس ابتدا رسوب  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  کبود رنگ تولید می شود که بعد حل شده ، محلول آبی پررنگ به فرمول  $\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)_4(\text{OH})_2$  تولید می شود ، و به همین طریق بانیترا ت نقره رسوب  $\text{Ag}_2\text{O}$  می دهد که بعد در امین حل می شود .

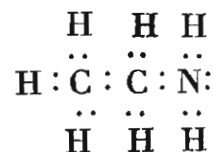
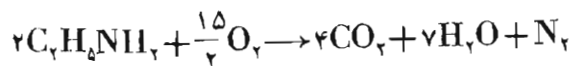
۴- املاح امینها چون بایک باز مثلا سود یا پناس گرم شوند ، امین از نو جدا می شود ، مانند کلرور اتیلامونیم که چون با سود گرم شود ، اتیلامین تولید می کند .



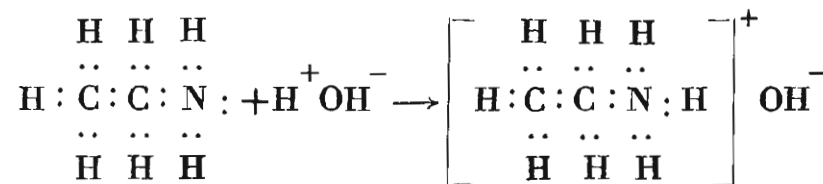
شکل ۹۱

اثر اکسیژن - بر خلاف

امونیاك، در هوا می سوزد . اگر طبق شکل ۹۱ ، محلول اتیلامین را گرم کنیم و به بخارات حاصل ، شعله نزدیک کنیم ، طبق فرمول زیر می سوزد :

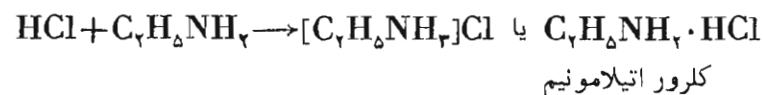


وقتی که امین در آب حل می شود ، یون نیدروژن را به سوی خود می کشد و یون نیدروكسیل آزاد می شود :



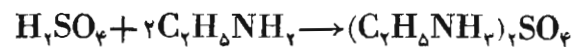
به این ترتیب شباهت خواص امینها و امونیاك آشکار می شود . اما چرا خاصیت قلیایی امینها از امونیاك بیشتر است ؟  
بنیان نیدروكربور جفت الکترون کووالانسی را از خود دور می کند ، یعنی ابرهای الکترونی پیوند  $\text{C}-\text{N}$  به سوی نیتروژن جابجا می شود . اتم نیتروژن که تراکم الکترونی در اطراف آن افزایش یافته است ، یون نیدروژن را محکمتر نگه می دارد . در نتیجه گروه نیدروكسیل آزادتر می شود و خاصیت قلیایی ترکیب شدت می یابد .

۲- مانند امونیاك ، اسیدها را خنثی می کند .



اتیلامین مانند امونیاك با  $\text{HCl}$  دود سفید تولید می کند که همان کلرور اتیلامونیم است .

با اسید سولفوریک نیز سولفات اتیلامونیم تولید می شود .



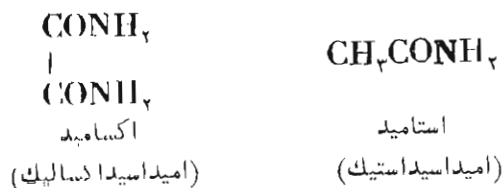
موی انواع برس بکار می رود .

امروز برای ساختن نایلون، اسیدها و آمینهای دیگر را نیز بکار می برند .

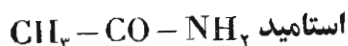
### + امیدها

اگر اتمهای H امونیاك بایك یادویاسه باقیمانده اسید (RCO) تعویض شود، امید تولید می گردد. در اینجا نیز، مانند آمینها، امید ممکن است نوع اول  $RCONH_2$  یا نوع دوم  $(RCO)_2NH$  یا نوع سوم  $(RCO)_3N$  باشد .

نام امیدها از اسم اسید مربوط مشتق می شود، مانند:

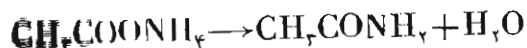


بجز فرمامید که در شرایط معمولی مایع است، امیدهای دیگر جامد و قابل تبلورند.



خواص فیزیکی - استامید محلول در آب است، در ۸۲ درجه سانتیگراد می شود و در ۲۲۲ درجه می جوشد .

طرز تهیه - ۱- استات امونیم خشک بر اثر حرارت به آب و استامید تجزیه می شود .

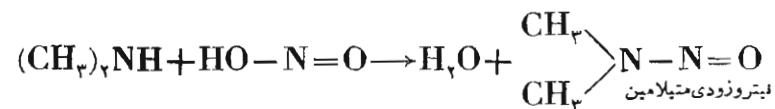


اثر اسید نیترو بر آمینها :

الف- آمین نوع اول با اسید نیترو، نیتروژن والکل می دهد:



ب - آمین نوع دوم با اسید نیترو، نیتروزامین می دهد :

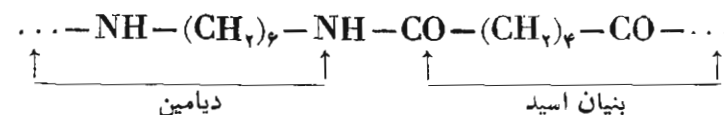


ج - آمین نوع سوم بر اسید نیترو، مانند آمینهای نوع اول و دوم اثر نمی کند .

بنا بر این از خواص مزبور، نوع آمین را می توان تشخیص داد.

### نایلون

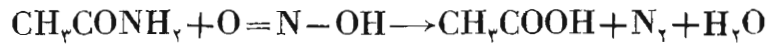
نایلون اول دفعه به توسط Carothers آمریکایی ساخته شد (۱۹۳۸). نایلون نتیجه تراکم اسید آدیپیک  $COOH-(CH_2)_4-COOH$  و هگزامتیلان دیامین  $NH_2-(CH_2)_6-NH_2$  است . از تأثیر چند مولکول برهم و خروج آب، رشته طویلی بدست می آید به صورت:



که آن را می توان پلیامید نامید .

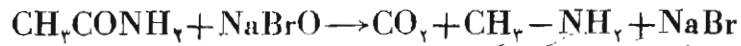
در فرمول گسترده مزبور، دو جزء قابل تشخیص وجود دارد که متوالیاً تکرار می شود .

نخ نایلونی از نظر خاصیت شبیه ابریشم طبیعی است، فوق العاده محکم است و برای تهیه جوراب، کشاف، طناب، تور ماهیگیری و

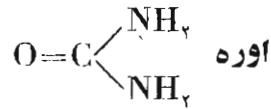


این عمل شبیه اثر اسیدنیترو بر آمینهای نوع اول است.

هـ- اکسیداسیون - با هیپوبرمیت سدیم تولید متیلامین می کند



تولید هیپوبرمیت سدیم از اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن



اوره یا کربامید در ادرار انسان و حیوانات پستاندار وجود

دارد. روزانه بطور متوسط ۳۰ گرم اوره همراه ادرار از انسان دفع

می شود. در خون نیز معمولا باید ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ گرم در هر لیتر

موجود باشد و زیاد شدنش به مرض اورمی موسوم است.

خواص فیزیکی - ماده ای جامد و قابل تبلور است؛ در آب

و الکل و اتر محلول است (در اتر کمتر ولی در آب به وزن مساوی

حل می گردد). در ۱۳۳° ذوب و در این هنگام کمی تجزیه

می شود.

طرز تهیه - الف - از ادرار - اول برادرار، استات سرب می ریزند

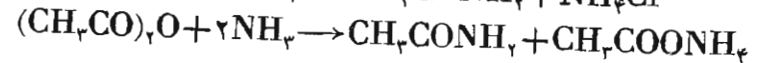
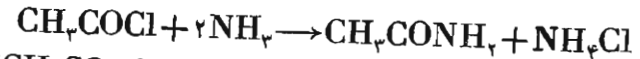
تا مواد البومینویدی آن رسوب کند. پس از صاف کردن، بر

آن اسید نیتريك غلیظ اضافه می کنند. به این طریق نترات اوره

$[\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HNO}_3]$  تولید می شود که در محیط اسید نیتريك

نامحلول است. رسوب تولید شده چون مواد صفرای همراه دارد

۲ - کلروراستیل یا انیدریداستیک را بر آمونیاك اثر می دهند



خواص شیمیایی - ۱ - خاصیت آمفوتری - استامید از لحاظ

معرفها خنثی است ولی به علت  $\text{NH}_2$  با اسیدهای قوی مانند

اسید کلریدريك ترکیب می شود و ملحی به صورت  $\text{CH}_3\text{CONH}_2\text{Cl}$

وجود می آورد که با آب باسانی تجزیه می شود.

استامید خاصیت اسیدی به معنی اخص را ندارد، ولی یکی

از تیدروژنهای  $\text{NH}_2$  - با فلزات قابل تعویض است. مثلا با اکسید

جیوه و اکسید نقره  $(\text{CH}_3\text{CONH})_2\text{Hg}$  و  $\text{CH}_3\text{CONHAg}$

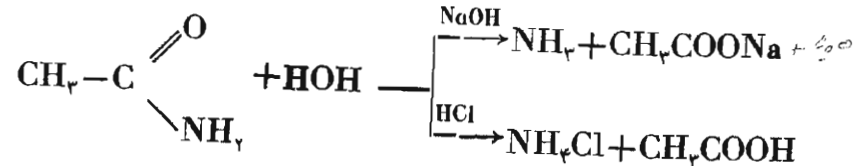
استامید نقره

استامید نقره

می دهد.

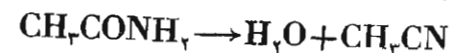
۲ - تیدرولیز - امیدها مانند استرها تیدرولیز می شوند و این

عمل در مجاورت سود و اسید کامل می شود.



۳ - جذب آب از امیدها - در مجاورت انیدرید فسفریک حتی

در سرما، نیتریل استیک یا استونیتریل تولید می کند



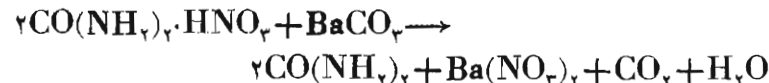
۴ - اثر اسیدنیترو - اسیدنیترو بر آن اثر کرده، ازت و اسید

حاصل می شود

هیپوبرمیت سدیم از اسید نیتریک و پراکسید هیدروژن

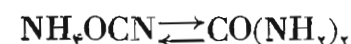
تولید می کند

زرد است. آن را چندبار تصفیه کرده و بعد با کربنات باریم اوره را آزاد می‌کنند

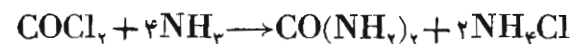


محلول را تبخیر می‌کنند و اوره را در الکل حل کرده و از بقیه جدا نموده با تبخیر محلول الکلی حاصل، اوره را بدست می‌آورند.

ب تهیه مصنوعی - ۱- Wohler از حرارت دادن سیانات امونیم آن را بدست آورد

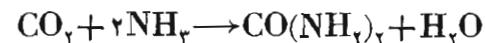


۲- از تأثیر فسژن (کلرور کربنیل) بر امونیاک بدست می‌آید

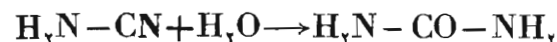


۳- در صنعت مخلوطی از انیدرید کربنیک و امونیاک را تحت

فشار گرم می‌کنند و اوره بدست می‌آورند



۴- از تأثیر آب بر سیانامید نیز تولید می‌شود



خواص شیمیایی - چون دو  $\text{NH}_2$  باقیمانده باز (امونیاک)

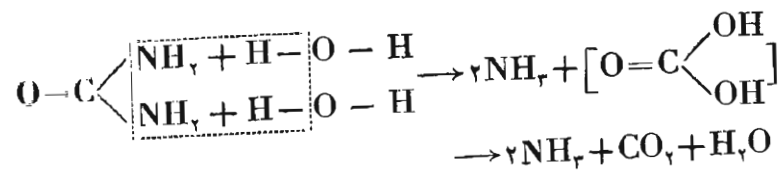
در مقابل یک CO باقیمانده اسید در آن موجود است، خاصیت قلیایی آن از دیگر امیدها بیشتر است.

۱- اثر اسیدها - هر مولکولش با یک اسید یک ظرفیتی بیشتر

نمی‌تواند ترکیب شود. ملح نترات آن  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HNO}_3$ ،

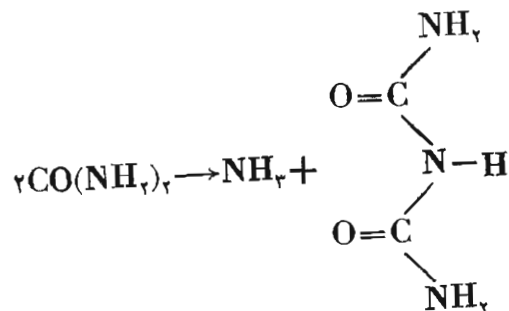
در اسید نیتريك و ملح اكسلات آن، در اسید اگسالیک با محلول است.

۲- تیدرولیز - اوره مانند امیدها با آب در مجاورت اسیدها و قلیاها تیدرولیز می‌شود؛ چنانچه عمل در مجاورت قلیا باشد، امونیاک حاصل آزاد می‌شود و انیدرید کربنیک به وسیله قلیا جذب می‌شود و چنانچه در مجاورت اسید باشد،  $\text{CO}_2$  و نمک امونیم بدست می‌آید. عمل تیدرولیز اوره به کمک آنزیم اوره آزلیز انجام می‌شود.



بوی آبریزهای همگانی به علت همین تخمیر و آزاد شدن امونیاک است.

۳- اگر اوره را گرم کنیم، در هنگام ذوب شروع به تجزیه می‌کند و امونیاک و بیوره تولید می‌شود:

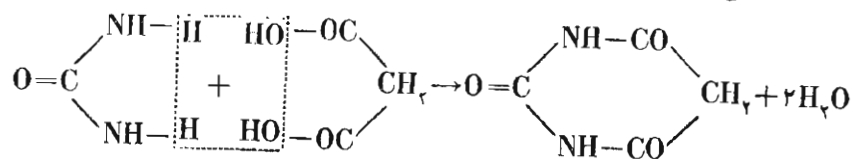


کنیم ، از حجم نیتروژن ، می توان جرم اوره مربوط را بدست آورد . اگر حجم نیتروژن  $V_{N_2}$  باشد ، جرم اوره  $\frac{V_p \times 60}{22400}$  گرم خواهد بود .

۶- اسید نیترو بر اوره مانند آمیدها اثر می کند و گاز نیتروژن و اسید تولید می کند



۷- از تأثیر اسیدها و کلرور اسیدها وانیدرید اسیدها بر اوره ترکیباتی به نام اورئیدها تولید می شود . مثلا با اسید مالونیک ، مالونیل اوره یا اسید باربیتوریک ایجاد می کند .



از اسید باربیتوریک داروهای خواب آور و مسکن مانند ورونال ، گاردنال و لومینال تهیه می کنند .

### نیتریلها

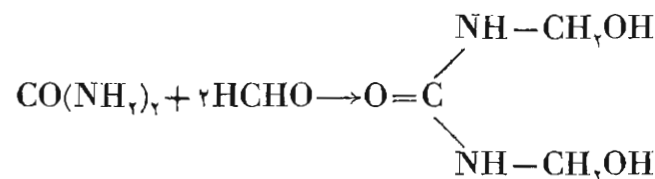
نیتریلها موادی هستند که دارای عامل  $CN$  - می باشند . برای نامگذاری آنها ، از نام اسیدی که همان عده کربن را دارد استفاده می کنند . مثلا از اسید استیک ،  $CH_3 - CN$  استونیتریل مشتق می شود . نظر به اینکه ماده اخیر را می توان نمک اسید سیانیدریک دانست ، به آن سیانور متیل نیز می گویند . این ماده اتان نیتریل نیز خوانده

بیوره به علت داشتن مجموعه  $O=C-N-H$  ( که در

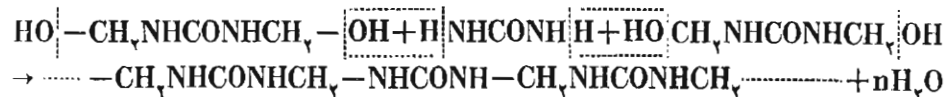
پپتیدها هم موجود است) با املاح مس دو ظرفیتی در محیط قلیایی رنگ بنفش تولید می کند .

برای تشخیص اوره و پپتیدها در آزمایشگاه ، از این خاصیت استفاده می شود .

۴- از اوره و الددئید فرمیک ، پلاستیک بیرنگی شبیه به شیشه حاصل می شود . در این عمل ابتدا الددئید با اوره ماده ای به نام دی متیل اوره می دهد :

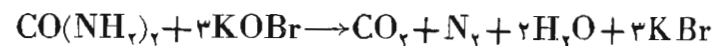


سپس ماده مزبور در اثر حرارت با اوره متراکم شده با از دست دادن آب ، پلاستیک تولید می کند :



۵- اثر اکسید کننده ها - اوره سنجی - هیپوکلریتها و

هیپوبرمیتهای قلیایی ، اوره را تجزیه می کنند . کربن و نیتروژن به حالت گاز کربنیک و آب در می آید و نیتروژن آزاد می شود .

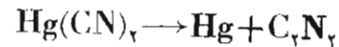


اگر گاز کربنیک حاصل را به وسیله یک محلول قلیایی جذب

اسید سیانیدریک اسیدی ضعیف است و نمکهای آن سیانور نامیده می‌شود. سیانور سدیم را برای تهیه طلا و سیانور پتاسیم را در آبکاری بکار می‌برند.

**دی سیان (سیانوژن)  $C_2N_2$  یا  $N \equiv C - C \equiv N$**

**سیانوژن**، گازی است بسیار خطرناک که از گداختن سیانور جیوه بدست می‌آید

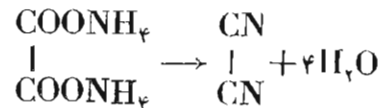


از تأثیر محلول سیانور پتاسیم بر محلول سولفات مس نیز بدست

می‌آید

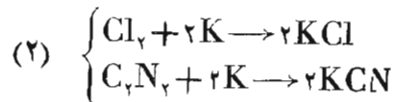
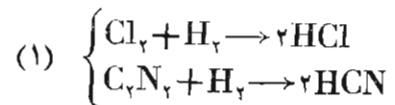


دی سیان نیتریل اسیداکسالیک است و بنابراین می‌توان آن را اکسانیتریل نامید. چنانچه از اکسالات امونیم در مجاورت مواد آبخیز و به کمک حرارت آب بگیریم، سیانوژن تولید می‌شود



**خواص شیمیایی** - خواص شیمیایی سیانوژن شبیه به خواص

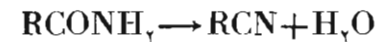
هالوژنهاست.



می‌شود.

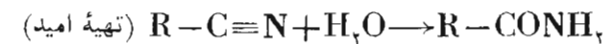
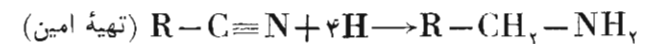
**خواص فیزیکی** - نیتریلها مایع یا جامدند و در طبیعت به حالت آزاد وجود ندارند.

**طرز تهیه** - از امیدها آب می‌گیرند



**خواص شیمیایی** - سیر شده نیستند. با تیروژن و آب

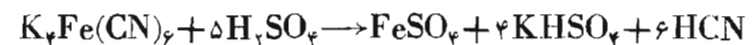
ترکیب می‌شوند.

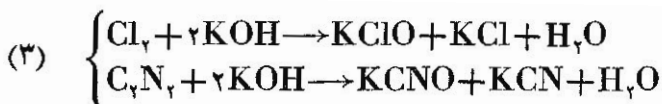


**اسید سیانیدریک یا اسید پروسیک (HCN)**

اسیدسیانیدریک مایعی است بیرنگ باموی بادام تلخ که در حدود  $25^\circ$  می‌جوشد. در آب حل می‌شود. اسیدسیانیدریک و سیانورها از سموم کشنده‌اند. سمیت سیانورها به علت تشکیل یون  $CN^-$  است. اسید سیانیدریک از تیرولیز آمیگدالین موجود در بادام تلخ به وسیله آنزیم موجود در خود بادام تلخ نیز بدست می‌آید.

این اسید در گاز چراغ موجود است. از شست و شوی آن در سود، سیانور بدست می‌آید که به کمک تبلور آن را جدا می‌کنند و به کمک یک اسید معدنی اسیدسیانیدریک آزاد می‌شود. در آزمایشگاه از اثر اسید سولفوریک رقیق بر فروسیانور پتاسیم تهیه می‌شود.





سیانور سیانات

## تمرین و مسئله

۱- متیلامین تقریباً در کلیه خواص شبیه امونیاک است. از روی چه خاصیتی می‌توان آن را از امونیاک تمیز داد؟

۲- ماده شیمیایی با فرمول مولکولی  $\text{C}_3\text{H}_8\text{N}$  در واکنش با اسید نیترو  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$  را تولید می‌کند و  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$  نیز بر اثر اکسیداسیون به پروپانال تبدیل می‌شود. فرمول ساختمانی و نام  $\text{C}_3\text{H}_8\text{N}$  را مشخص کنید.

۳- مخلوطی از متیلامین و دیمتیلامین به وزن ۲/۴۴ گرم را در آب حل می‌کنیم. محلول حاصل با ۶۷cc محلول اسید نرمال خنثی می‌شود. در صد اجزای مخلوط را حساب کنید.

۴- ۳/۲۶ گرم کلروراتیلامونیم را با سود کافی حرارت می‌دهیم. جرم اتیلامین تولید شده را حساب کنید.

۵- ۱۰۰cc محلول اوره را به وسیله هیپوبرمیت اکسید کرده‌ایم، ۴۰cc نیتروژن بدست آمده است. در هر لیتر محلول چند گرم اوره موجود است؟

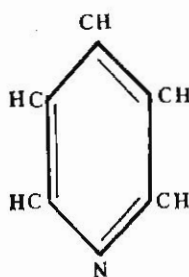
۶- مقداری استامید را با سود تکلیس کرده‌ایم. گاز امونیاک تولید شده را وارد ۱۰۰cc محلول نرمال اسید کلریدریک کرده‌ایم. اسید خنثی نشده با ۶۰cc محلول سود نرمال خنثی می‌شود. جرم استامید را حساب کنید.

۷- برای وارد کردن گروه کربوکسیل در ترکیبات آلی، از اسیدسیانیدریک و سیانورهای قلیایی استفاده می‌کنند. برای هر یک از این دو مورد یک مثال ذکر کنید.

## فصل چهاردهم

## ترکیبات حلقوی (Cyclique)

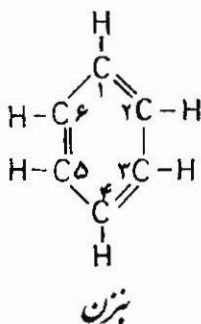
هرگاه اتمهای عناصری که يك مادهٔ مرکب را تشکیل می دهند



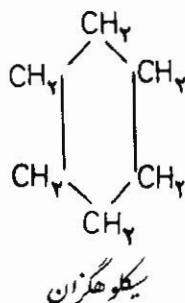
پیریدین

به یکدیگر طوری متصل باشند که حلقهٔ مسدودی تشکیل دهند، ماده را حلقوی گویند. حلقهٔ ترکیبات حلقوی آلی، یا همگند یعنی فقط از کربن تشکیل شده اند مانند سیکلو-هگزان و بنزن، یا ناهمگند، یعنی عناصر دیگر نیز در تشکیل حلقه شرکت کرده اند،

مانند پیریدین. ترکیبات حلقوی همگن به دو دسته سیر شده و سیر نشده تقسیم می شوند. نمونهٔ سیر شده، سیکلوهگزان و نمونهٔ سیر نشده، بنزن است.



بنزن



یکلوهگزان



## ترکیبات معطره

نظر به اینکه يك عده از ترکیبات بنزن مانند، اسانس بادام تلخ و وانیل معطرند، مشتقات بنزن و همچنین ترکیبات شامل دو یا چند هسته بنزن را ترکیبات معطره نیز می‌گویند. ساده ترین و مهمترین نمایندهٔ تیدروکربورهای معطره بنزن است که در قطران زغال سنگ موجود است. قطران زغال سنگ یکی از منابع عمدهٔ صنعتی تیدروکربورهای معطره است. بر اثر تکلیس زغال سنگ (در حدود  $1000^{\circ}\text{C}$ )، گاز چراغ، قطران و زغال کک بدست می‌آید. قسمت عمدهٔ گاز چراغ را تیدروژن، متان و سایر تیدروکربورها تشکیل می‌دهد. از تقطیر قطران زغال سنگ بنزن و همولوگهای آن، فنل، نفتالین و بسیاری مواد دیگر بدست می‌آورند:

۱- روغن سبک تا  $170^{\circ}$  بدست می‌آید و این قسمت در حدود ۶% قطران را تشکیل می‌دهد.

۲- روغن نفتالین دار که بین  $170^{\circ}$  تا  $230^{\circ}$  بدست می‌آید و در حدود ۲۵% قطران از این روغن است.

۳- روغن سنگین که بین  $230^{\circ}$  تا  $280^{\circ}$  بدست می‌آید و در حدود ۱۰% قطران را تشکیل می‌دهد.

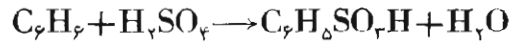
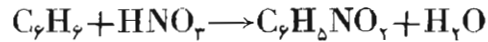
۴- روغنهای آنتراسنی که بین  $280^{\circ}$  تا  $380^{\circ}$  بدست می‌آید و در حدود ۱۰% قطران را تشکیل می‌دهد.

تفاوت بین ترکیبات معطره و ترکیبات خطی (غیر حلقوی)

۱- اسید نیتريك، اسید سولفوريك غلیظ با تیدروکربورهای

خطی سیر شده در شرایط عادی ترکیباتی نمی‌دهند، ولی با ترکیبات

معطره با اسانی ترکیبات نیتره و سولفونه می‌دهند



اسید بنزن سولفونيك

۲- تیدروکربورهای معطره که دارای رشته‌های فرعی هستند،

به وسیلهٔ اکسیدکننده‌ها، اکسید می‌شوند و رشتهٔ فرعی آنها از بین رفته و فقط به يك عامل اسیدی تبدیل می‌گردند (مانند تولوئن که به وسیلهٔ اکسیداسیون، به اسید بنزويك تبدیل می‌شود)، در صورتی که این خاصیت در تیدروکربور غیر حلقوی سیر شده وجود ندارد.

۳- در تیدروکربورهای معطره اگر هالوژنی به حلقه متصل

باشد بسختی می‌توان آن را استخلاف یا تعویض کرد، در صورتی که در تیدروکربورهای خطی این عمل آسانتر است.

بنزن ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) سیاه

بنزن به وسیلهٔ فارادی کشف شد (۱۸۲۵) و ککوله<sup>۲</sup> در ۱۸۶۵

حلقوی بودن آن را کشف کرد و فرمول گسترده‌ای برای آن پیشنهاد

نمود. فرمول خطی

طرز تهیه ۱- بنزن را از تقطیر روغنهای سبک قطران زغال

سنگ تهیه می‌کنند.

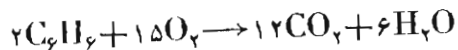
موادی که در روغنهای سبک وجود دارد، غیر از بنزن که در  $80^{\circ}$

۱- Michael Faraday شیمیدان انگلیسی (۱۸۶۷-۱۷۹۱).

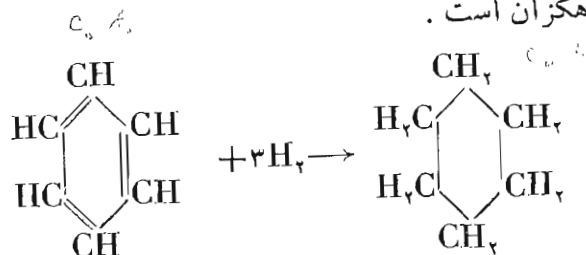
۲- Kekule شیمیدان آلمانی (۱۸۹۶-۱۸۲۹).

-۲۶۵-

**خواص شیمیایی** - ۱ - بنزن مانند تمام هیدروکربورها میسوزد. بر اثر سوختن آن مانند سوختن استیان دوده بسیار تشکیل می‌شود. بر اثر سوختن کامل آن انیدرید کربنیک و آب تولید می‌شود:

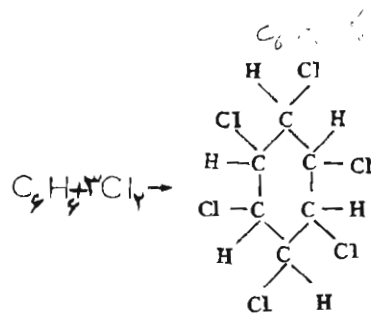


۲ - بنزن، سیر شده نیست، زیرا با هیدروژن ترکیب اضافی می‌دهد (در مجاورت نیکل احیا شده در  $150^\circ$ ). ترکیب تولید شده سیکلوهگزان است.



۳ - کلر نیز مانند هیدروژن بنزن را سیر می‌کند.

اگر گاز کلر و بخار بنزن را در ظرفی مقابل نور شدید آفتاب

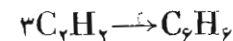


قرار دهیم، دود سفیدی تولید می‌شود که بلورهای جامد  $C_6H_6Cl_6$  به نام هگزا-کلرور بنزن (هگزا کلرو-سیکلوهگزان) است و بمرور به جدار ظرف می-

-۲۶۴-

می‌جوشد، تولوئن است که در  $110^\circ$  می‌جوشد و گزین که در  $140^\circ$  می‌جوشد.

۲ - **طریقه برتلو** - اگر استیان را در ظرف سر بسته ای تا  $600^\circ$  درجه گرم کنند، پولیمریزه می‌شود و بنزن تولید می‌کند



این عمل نخستین بار به وسیله برتلو در سال ۱۸۶۶ انجام شد.

۳ - **طریقه میچرلیخ** - اگر اسید بنزویک را در مجاورت

هیدروکسید کلسیم تکلیس کنیم، بنزن تولید می‌شود



**خواص فیزیکی** - مایعی است بیرنگ، متحرک، با بوی

مخصوص، فرار، از آب سبکتر ( $d=0.87$ ) و در آن نامحلول است. به هرنسبت در الکل و اتر و استن و سولفور کربن حل می‌شود.

بنزن در  $5/5^\circ$  متبلور می‌شود، در  $80^\circ$  می‌جوشد و یکی از حلالهای

خوب و مشهور است. گوگرد، کافور، مواد چرب، کائوچو،

رزینها و لاستیکهای تویی اتوموبیلها را در خود حل می‌کند و به همین جهت در چسباندن لاستیک و گالوش از آن استفاده می‌شود.

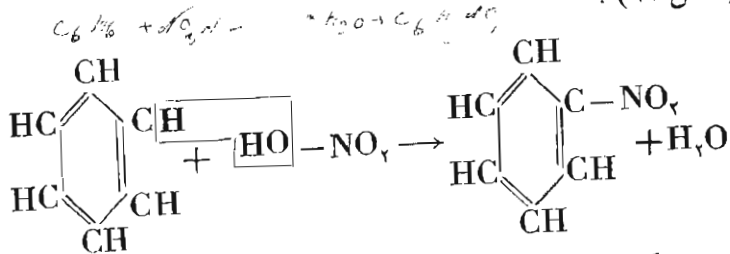
اگر کمی ید را در آب بریزیم، رنگ بسیار کم رنگ قهوه‌ای

تولید می‌شود. اگر روی این آب، بنزن اضافه کنیم و تکان دهیم،

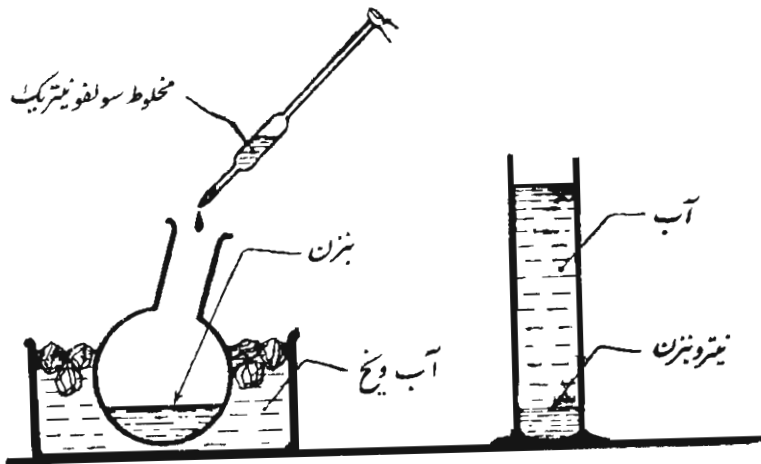
همه ید در آن جمع شده و آب بیرنگ می‌شود و انحلال شنید ید

در بنزن را به اثبات می‌رساند.

۵- هرگاه اسید نیتريك دود كننده (مخلوط اسید سولفوريك و اسید نیتريك بهتر است) را بر بنزنی كه با آب سرد خنك شده ، بریزیم و نتیجه را در آب وارد كنیم ، ماده ای روغنی شكل ته نشین می شود كه نیتروبنزن نام دارد . در این عمل هیچ گازی آزاد نمی شود (شكل ۹۲) .



اگر اسید سولفوريك بیشتر باشد ، در حرارت بیشتر ، دی- نیتروبنزن  $C_6H_4(NO_2)_2$  و اگر اولئوم باشد ، بسختی تری نیتروبنزن هم بدست می آید  $C_6H_3(NO_2)_3$  .  
وارد کردن  $-NO_2$  (باقیمانده اسید نیتريك) را در ترکیبی ،



شكل ۹۲

نشیند . این ماده یکی از مواد ضد حشره است .

از خواص فوق معلوم می شود كه بنزن سیر شده نیست و در فرمول گسترده آن باید ۳ پیوند دوگانه موجود باشد . ولی كلروبرم با بنزن در مجاورت کاتالیزورهای كلرور آلومینیم یا آهن ، ترکیبات استخلافی هم می دهد . آخرین ترکیب  $C_6Cl_6$  است كه باید آن را هگزا كلروبنزن نامید .  
ماده اخیر در مجاورت  $AlCl_3$  تولید می گردد و  $C_6H_5Cl$  فقط در مجاورت I و در سرما حاصل می شود . با برم ، عمل سخت تر است و بدون آهن انجام نمی گیرد . اگر بنزن را با برم مجاور کنیم ، عملی انجام نمی شود ولی بمحض ریختن براده آهن عمل شروع می شود .

منوكلرو بنزن مایعی است كه در  $۱۳۲^\circ$  می جوشد . این ماده به مقدار زیاد تهیه می شود ، زیرا در تهیه بسیاری مواد دیگر بكار می رود . DDT كه یکی از مواد حشره کش قوی است و مصرف فوق العاده ای دارد از واكنش منوكلرو بنزن و كلرال در مجاورت اسید سولفوريك غلیظ بدست می آید .

۴- با اوزون ترکیبی به نام تری اوزونید  $C_6H_6(O_3)_3$  تولید می كند كه با آب به  $CHO-CHO$  تبدیل می شود . این خاصیت نیز وجود ۳ پیوند دوگانه را نشان می دهد .

۱- نام شیمیایی DDT ، پارادیکلرودیفنیل تریكلرومتیل متان است .

نیتراسیون می نامند .

۶- اسید سولفوریک غلیظ (اولثوم) بنزن را حل کرده ، اسید-

بنزن سولفونیک می دهد. ترکیبات تولید شده در این حالت نیز منحصراً

اسید بنزن سولفونیک نیستند. اسید بنزن سولفونیک در سولفوریک اسید بنزن را حل کرده و در آنجا

به  $C_6H_5SO_3H$  و  $C_6H_4(SO_3H)_2$  و  $C_6H_3(SO_3H)_3$  (بنزن منو و

دی وتری سولفونیک اسید) است .

وارد کردن  $SO_3H$  - (باقیمانده اسید سولفوریک) را در

ترکیبی ، سولفوناسیون می نامند .

بطوری که ملاحظه می شود ، به عکس انتظار ، در بعضی

واکنشها برخلاف ترکیبات سیر نشده ، ترکیب اضافی انجام نمی-

گیرد و این قضیه با خاصیت وجود پیوند دوگانه سازگار نیست .

ساختمان بنزن - ککوله در سال

۱۸۶۵ با مطالعه خواص بنزن ، یک فرمول

حلقوی برای بنزن پیشنهاد کرد . طبق این

فرمول ، شش اتم کربن یک مولکول بنزن

تشکیل حلقه ای می دهند که در بین آنها یک

درمیان پیوند دوگانه وجود دارد. این فرمول با خواص بنزن مطابقت

دارد ، زیرا از این شکل نتیجه گرفته می شود که بنزن دارای خواص

زیر است :

۱- یک مولکول بنزن می تواند با ۶ اتم H یا ۶ اتم کلر ترکیب

شود .

بنزن نمی تواند با بیش از ۶ اتم H جمع شود ، یعنی در ماده

حاصل  $(C_6H_6)$  پیوند دوگانه را سه گانه موجود نیست و چون فقط

به صورت یک حلقه شش ضلعی می توان فرمول سه گانه ای برای

$C_6H_6$  رسم کرد ، معلوم می شود که ماده مذکور حتماً حلقوی و

بنابر این بنزن نیز که این ماده را پدید آورده است ، حلقوی است .

۲- چون فرمول ککوله حلقوی است ، هر شش اتم کربن در آن

درمولکول آن وضع مشابه دارند و بنابر این هر کدام که با کلر استخلاف

شود ، فرق نمی کند و یک گسترده بیشتر است یعنی آید ، در عمل

نیز تا به حال بیش از یک مشتق یک استخلافی کلر از بنزن بدست

نیامده است .

۳- ترکیب دو استخلافی در فرمول ککوله به سه صورت میسر

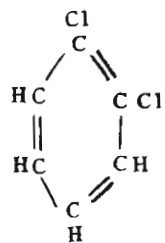
است : یا استخلاف روی دو کربن مجاور (این وضع را اورتو گویند) ،

یا روی دو کربن مقابل (این وضع را پارا گویند) است ، یا بین دو

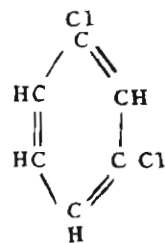
محل استخلاف فقط یک کربن فاصله است (این وضع را متاگویند) .

در عمل نیز سه مشتق دو استخلافی بنزن وجود دارد .

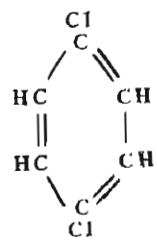
مثلاً ترکیب دو استخلافی کلردار آن سه نوع است :



اورتودی کلروبنزن

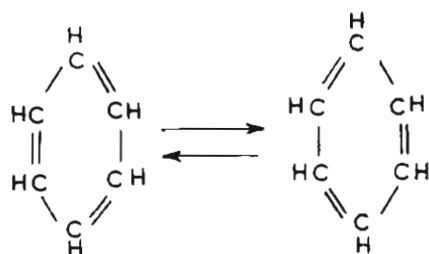


متادی کلروبنزن

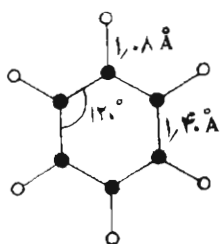


پارادی کلروبنزن

از این رو ککوله ناچار شد فرمول پیشنهادی خود را بدین ترتیب اصلاح کند که پیوندهای دوگانه در مولکول بنزن وضع ثابتی ندارند، بلکه پیوسته بین دو حالت مختلف نوسان می کنند:



امروزه ساختمان بنزن، که با وسایل فیزیکی جدید معلوم شده، عبارت از این است که اتمهای کربن در مولکول بنزن یک شش ضلعی منظم مسطح را بوجود می آورند که هر ضلع آن  $1.40 \text{ \AA}$  است.



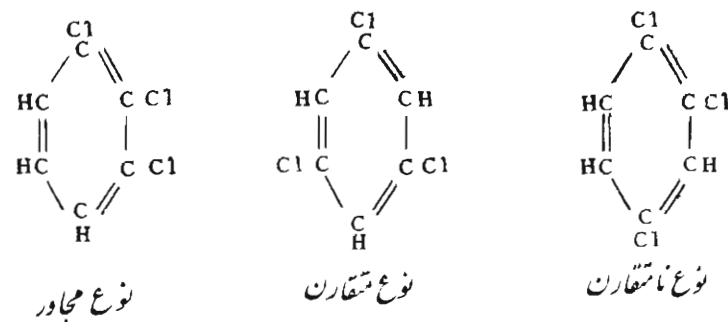
شکل ۹۳

پس معلوم می شود که طول پیوند C-C در بنزن، از یک پیوند یگانه بین دو کربن ( $1.54 \text{ \AA}$ ) کمتر است ولی از پیوند دوگانه ( $1.34 \text{ \AA}$ ) بیشتر می باشد.

قبلا دیدیم که یک پیوند دوگانه از یک پیوند

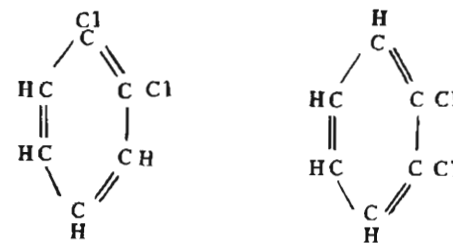
$\sigma$  و یک پیوند  $\pi$  تشکیل شده است. بنابراین در ساختمان بنزن باید شش کربن هریک بایک پیوند  $\sigma$  به هم وصل شده باشند و سه پیوند  $\pi$  در میان آنها نیز وجود داشته باشد. ولی در حقیقت شش کربن بنزن آنطور معادل هم بوده و نسبت به هم متقارن می باشند که بهیچ وجه نمی توان گفت کدام دو کربن فقط پیوند  $\sigma$  و کدام دو کربن دیگر پیوند  $\sigma + \pi$  دارند. و این بدان معنی است که ابرهای الکترونی پیوند  $\pi$  مکان معینی نداشته و قدرت تحرك زیادی دارند، بطوری که می توان گفت هر کربنی دارای نوعی پیوند  $\pi$  می باشد که از اربیتالهای p باقیمانده از هیبرید  $sp^2$  تشکیل شده اند (شکل ۹۴).

عجربه نشان می دهد که ترکیب سه استخلافی آن نیز منحصر به سه ترکیب است و فرمول ککوله نیز همین عده را پیش بینی می کند:

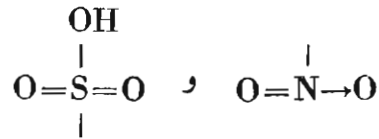


۴،۲،۱-تریکلروبنزن ۵،۳،۱-تریکلروبنزن ۳،۲،۱-تریکلروبنزن

با آنکه فرمول مزبور با اغلب خواص بنزن مطابقت کامل دارد، ولی مؤید بعضی خواص دیگر آن نیست. مثلاً در عمل بیش از یک نوع اورتو دیکلروبنزن وجود ندارد، ولی فرمول مزبور وجود دو ایزومر را برای آن پیش بینی می کند؛ بطوری که در فرمولهای زیر ملاحظه می شود، در یکی از آنها بین دو اتم کربنی که به کلرها اتصال دارند، پیوند دوگانه وجود دارد و در دیگری موجود نیست.



اگر جزئی که اول استخلاف می شود دارای پیوند دوگانه باشد، مانند:



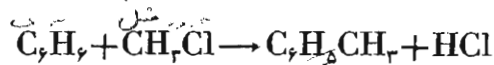
استخلاف ثانی بیشتر در وضع متاست و کمتر در وضع پارا و اورتو دیده می شود.

### ۲. تولوئن یا متیل بنزن $\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_5$

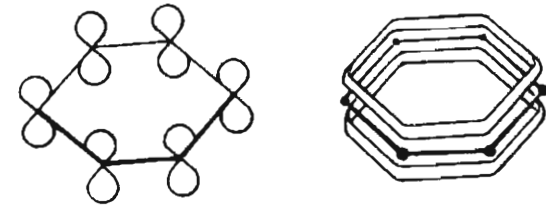
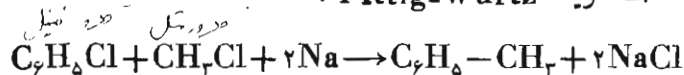
تیدروکربورهای حلقوی مشتق شده از بنزن، یعنی تیدرو-کربورهای شعبه دار بنزن، تماماً مایع و در آب نامحلول ولی در الکل محلولند. یکی از این مواد تولوئن است. تولوئن همانند (همولوگ) بنزن است. چون اول دفعه آن را از تقطیر خشک صمغ تولو (tolu) گرفته اند این نام را پیدا کرده است.

**خواص فیزیکی** - مایعی است بیرنگ بایوی بنزن. در  $110^\circ$  می جوشد و در  $94/5^\circ$  - منجمد می شود. به همین جهت در دما-سنجهایی که درجه حرارتهای پست را می سنجند، بکار می رود.  
**طرز تهیه** - ۱- از تقطیر روغن سبک قطران زغال سنگ بدست می آید.

۲- طریقه Fridel-Crafts که به کمک  $\text{AlCl}_3$  تهیه می شود:

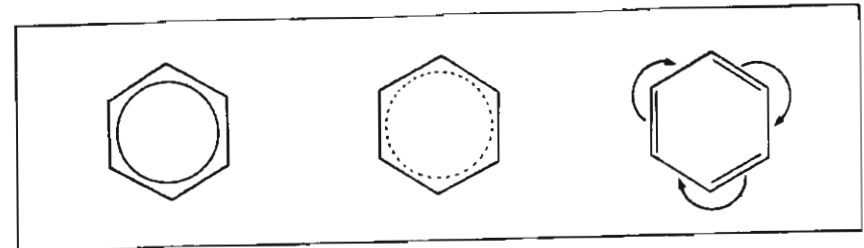



۳- طریقه Fittig-Wurtz:



شکل ۹۴

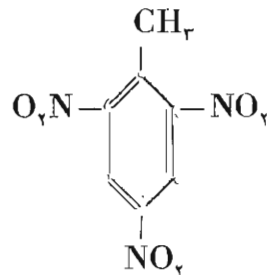
برای اینکه یکنواختی توزیع تراکم الکترونی در مولکول بنزن را نشان دهند، فرمول ساختمانی آن را گاهی به این صورتها نمایش می دهند:



ولی امروزه نیز برای نمایش ساختمان بنزن از فرمول ککوله استفاده می کنند، هرچند که این فرمول خصلت پیوندها را مشخص نمی کند. فرمول ککوله را نیز برای سادگی به صورت نشان  می دهند.

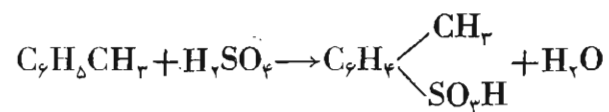
**تبصره** - باید دانست که در ترکیبات استخلافی بنزن، اگر جزئی که اول استخلاف می شود بدون پیوند دوگانه باشد (مانند  $\text{OH}$  و  $\text{NH}_2$  و  $\text{Cl}$  و غیره)، استخلاف ثانی بیشتر در وضع اورتو و پاراست، یعنی استخلاف در وضع متا کمتر بوجود می آید. ولی

در عمل بیشتر اورتو و پارانیترتو تولوئن و خیلی کمتر نوع متا تولید می‌شود. اگر اسید نیتريك زياد باشد، تری نیترو تولوئن (T.N.T) تولید می‌شود که خاصیت انفجاری بسیار شدیدی دارد.



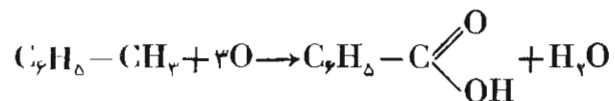
۲، ۴، ۶ - تری نیترو تولوئن

۳- با اسید سولفوریک، اسید تولوئن سولفونیک بدست می‌آید



ج - تأثیر دو بنیان بویکدیگر - ۱- تأثیر  $C_6H_5$  بر  $CH_3$  -

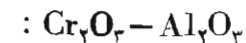
متان مستقیماً قابلیت اکسید شدن را ندارد ولی در تولوئن، به علت وجود  $C_6H_5$ ، بنیان متیل می‌تواند مستقیماً اکسید و به عامل اسید تبدیل شود. به همین دلیل از اکسیداسیون تولوئن به وسیله مخلوط پرمنگنات پتاسیم یا بیکرومات پتاسیم و اسید سولفوریک، اسید بنزویک حاصل می‌شود.



۲- تأثیر بنیان متیل بر بنیان فیل - در حلقه بنزن تمام نیدروژنها

خواص مشابه دارند، در صورتی که در تولوئن به علت ورود  $CH_3$

۴- از هپتان نرمال در دمای حدود  $600^\circ C$  و در حضور کاتالیزور



خواص شیمیایی - بنیان متیل  $CH_3$  و باقیمانده بنزن یعنی

فیل  $C_6H_5$ ، در آن موجود است و بنابراین تمام خواص دو بنیان را دارد.

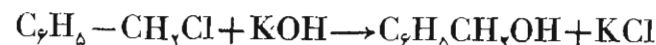
الف - خواص بنیان متیل - کلر در حرارت زیاد با تولوئن

ترکیبات استخلافی در  $CH_3$  تولید می‌کند. اولین ماده بدست آمده

$C_6H_5-CH_2Cl$  کلرور بنزیل است. به بنیان  $C_6H_5-CH_2$

بنزیل می‌گویند. این ماده با پتاس، صابونی می‌شود و الکل بنزلیک

می‌دهد:



ب - خواص بنیان فیل  $C_6H_5$  - تمام خواص حلقه بنزن در

آن موجود است:

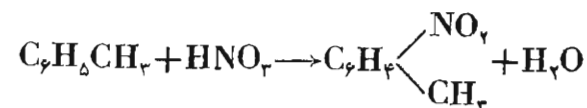
۱- در مجاورت ید (کاتالیزور) و حرارت کم، کلر در حلقه

استخلاف می‌شود و اولین ماده‌ای که بدست می‌آید  $C_6H_4Cl-CH_3$

است. در مجاورت اسید سولفوریک و کاتالیزور ید، در دمای  $50^\circ C$  و در حضور

۲- اسید نیتريك در مجاورت اسید سولفوریک تولید ترکیبات

نیترو در حلقه می‌کند



سیر شده شباهت دارد، ب - به ئیدروکربورهای سیر نشده شباهت دارد، ج - هیچک از این دودسته شباهت ندارد و خواص مخصوص به خود دارد .

۴- چگونه می توان از متان، بنزن تهیه کرد ؟

۵- فرمول کلی ئیدروکربورهای متشابه ترکیب با بنزن را بنویسید .

۶- فرمول ساختمانی ایزومرهای معطره به فرمول  $C_{10}H_{16}$  را بنویسید .

۷- ئیدروکربوزی است به فرمول  $C_7H_8$  که رنگ آب برم را تغییر نمی دهد اما در ترکیب اضافی با ئیدروژن به متیل سیکلو هگزان و بر اثر اکسیداسیون به اسید بنزویک تبدیل می شود . فرمول ساختمانی این ئیدرو- کربور را مشخص کنید .

۸- بر اثر پولیمریزاسیون (تریمریزاسیون) پروپین، یکی از همولوگهای

بنزن بدست می آید . معادله واکنش را بنویسید و نام ترکیب حاصل را ذکر کنید .

۹- وینیل بنزن (استیرول) را می توان از دئیدروژناسیون اتیل بنزن بدست آورد . معادله واکنش را بنویسید .

۱۰- از  $7/8$  گرم بنزن ،  $9/84$  گرم نیترو بنزن بدست آمده است . راندمان عمل را حساب کنید .

مشروع عمل سترده و اسید بنزن

در حلقه بنزن، این خاصیت از بین رفته است. مثلاً دو ئیدروژنی که با  $CH_3$  در وضع اورتو قرار دارند و نیز ئیدروژنی که با آن در وضع پارا واقع است، اتصالشان به حلقه سست تر از سابق شده است. به عکس این ئیدروژنها، ئیدروژنی که با  $CH_3$  در وضع متا قرار دارد، محکمتر از آنها به حلقه چسبیده است، به همین علت است که در تولوئن استخلاف در وضع اورتو و پارا آسان و استخلاف در وضع متا مشکل است.

### گزیلن یا دیمتیل بنزن $C_6H_4(CH_3)_2$

از تقطیر روغن سبک قطران زغال سنگ بدست می آید. طرق مصنوعی تهیه که برای تولوئن ذکر شد در مورد این ماده نیز قابل اجراست .

گزیلن سه ایزومر اورتو و متا و پارا دارد که نقطه جوش آنها به یکدیگر نزدیک است. از اکسیداسیون اورتو گزیلن، اسید اورتو- فتالیک تولید می شود که در صنعت رنگ سازی اهمیت زیاد دارد .

### تمرین

۱- بین فرمول ساختمانی بنزن که به وسیله ککوله پیشنهاد شده بود با خواص بنزن چه تناقضی وجود دارد و تئوری الکترونی این تناقض را چگونه توضیح می دهد ؟

۲- سه مایع : بنزن، هگزان و هگزن موجود است . چگونه می توان آنها را به طریق شیمیایی از یکدیگر تشخیص داد ؟

۳- واکنشهایی ذکر کنید که نشان دهند بنزن: الف- به ئیدروکربورهای



در صورتی که مابقی مواد که در آب نامحلولند باقی می‌مانند. آب حاصل از شست و شورا تبخیر می‌کنند تا فئات سدیم بدست آید. فئات سدیم را با اسید مجاور می‌کنند تا اسید فنیک آزاد شود.

۲ - **طریقه سنتز** - اسید بنزن سولفونیک را با سود ذوب می‌کنند (ذوب قلیایی در  $300^{\circ}$ ) تا فئات سدیم بدست آید

$$C_6H_5SO_3H + 3NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + Na_2SO_3 + 2H_2O$$

مخلوط بدست آمده را با آب می‌شویند و محلول حاصل را با اسید مجاور می‌کنند تا اسید فنیک آزاد شود.

**خواص فیزیکی** - به صورت سوزنهای بیرنگ با بوی مخصوص متبلور می‌شود و بمرور به قرمزی می‌گراید. فنل ماده‌ای است سمی و متلاشی کننده انساج. در  $15^{\circ}$  وزن مخصوصش  $1/065$  است. در  $42^{\circ}$  ذوب می‌شود و در  $182^{\circ}$  می‌جوشد، ولی در شرایط معمولی نیز بخار می‌شود. در آب هم حل می‌شود و با یک مولکول آب، متبلور می‌شود و بلورهای آن در  $16^{\circ}$  ذوب می‌شود.

فنل در الکل و اتر و بنزن و کلروفرم و سولفور کربن و گلیسرین و روغن‌ها و اسید استیک محلول است. در آب نیز در  $70^{\circ}$  کاملاً محلول است.

فنل سمی است خطرناک و ضد سم آن سوکرات کلسیم است.

**خواص شیمیایی** - ۱- **خواص گروه ئیدروکسیل** - فنل از نظر ساختمان تا اندازه‌ای شبیه الکلهاست. مثلاً مانند الکل استر

## فصل پانزدهم

### فنلها

فنلها ترکیباتی هستند که در آنها به جای یک یا چند ئیدروژن هسته بنزنی، یک یا چند گروه OH قرار گرفته است. فنل معمولی  $C_6H_5OH$  ساده‌ترین فنلهاست. فنلها از لحاظ خواص عمومی اثر یک اسید بسیار ضعیف را دارند و بر خلاف الکلها می‌توانند بازها را خنثی کنند و نمک بدهند.

از فنلهای مشهور، جز فنل معمولی  $C_6H_5OH$  می‌توان کِرزول  $CH_3-C_6H_4-OH$  را نام برد که به سه صورت اورتو و متا و پارا ممکن است موجود باشد.

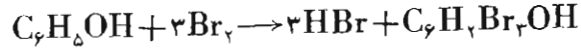
### فنل معمولی یا اسید فنیک یا اسید کاربولیک



**طرز تهیه** - ۱- روغن متوسط قطران زغال سنگ را با سود مجاور می‌کنند و نتیجه را با آب می‌شویند، فئات سدیم در آب حل می‌شود



خواص اتمهای تییدروژن بتزن را ندارند. مثلا بتزن در واکنش با آب برم شرکت نمی کند اما اگر در محلول فنل، آب برم بریزیم، رسوب سفید تولید می شود (۲، ۴، ۶ - تری برموفنل) و رنگ آب برم زایل می گردد

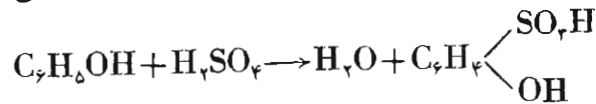


این عمل بقدری دقیق است که می توان از روی جرم رسوب سفید حاصل، غلظت محلولهای اسید فنیک را معین کرد.

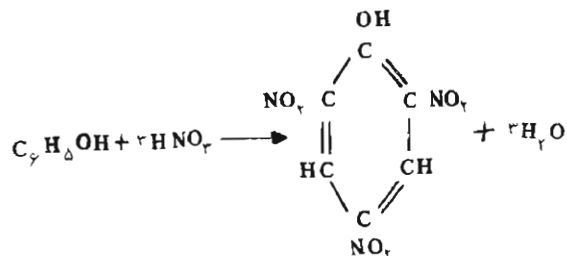
همانطور که هسته بنزنی بر گروه OH اثر می کند و تحرك اتم تییدروژن آن را زیادتر می کند، گروه تییدروکسیل نیز بر هسته بنزنی اثر می کند و موجب می شود که سه اتم تییدروژن آن (در وضع ۲، ۴ و ۶) آسانتر استخلاف شود.

فنل آسانتر از بتزن سولفونه و نیتره می شود.

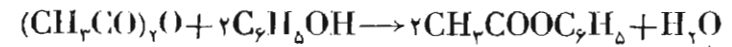
با اسید سولفوریک، فنل سولفونیک اسید تولید می کند



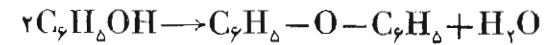
با اسید نیتريك مشتقات نیتره می دهد، و آخرین ترکیبی که به این طریق تولید می شود، اسیدپیکريك (۲، ۴، ۶ - تری نیتروفنل) نام دارد.



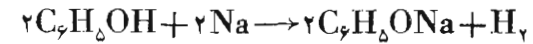
تولید می کند ولی این عمل به آسانی الکل انجام نمی گیرد. با انیدرید استیک در مجاورت اسیدسولفوریک استات فنیل تولید می شود



اگر بخار اسید فنیک را از روی اکسید توریم که به کمک حرارت سرخ شده، عبور دهیم، اتراکسیددی فنیل تولید می گردد

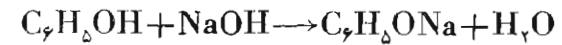


تییدروژن عامل فنلی می تواند با فلزات فعال استخلاف شود.



ولی برخلاف الکلها و مانند اسیدها می تواند بر سود و پتاس

اثر کند و فئات بدهد



به همین علت است که فنل معمولی را اسید فنیک نیز می گویند.

اما این خاصیت اسیدی فنل بسیار ضعیف است، زیرا حتی انیدرید-کربنیک هم می تواند آن را از محلول فئاتها خارج سازد.

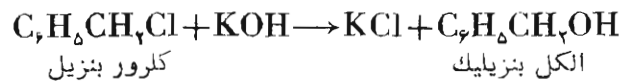
علت تحرك زیاد اتم تییدروژن گروه تییدروکسیل فنل در مقایسه با الکلها چیست؟ هسته بنزنی خاصیت کشش الکترونی به سوی خود را دارد و الکترونهاى اتم اکسیژن گروه تییدروکسیل رابه سوی خود می کشد. بنا بر این تراکم الکترونی پیوند ه گروه O-H بیشتر از پیش به سوی اکسیژن جابجا می شود و در نتیجه اتم تییدروژن پیوندش با مولکول ضعیف تر می شود و تحرك بیشتر پیدا می کند.

۲- خواص هسته بنزنی - اتمهای تییدروژن هسته بنزنی همان

فویک رنگ برفش تولید می‌کند و از روی همین خاصیت شناخته می‌شود.

### الکل‌های معطره *بالذئید*

الکل‌های معطره ترکیباتی هستند که در آنها گروه OH به شاخه های جانبی یک ئیدروکربور معطره اتصال یافته است و مانند الکلها از اثر محلول پتاس بر ترکیبات هالوژن دار بدست می‌آیند ، مثلاً :



خواص آنها با خواص عمومی الکل‌های دیگر شبیه است .  
استرهای آنها در عطرسازی مصرف دارند .

یکی از الکل‌های معطره  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$  (الکل بنزیلیک) است که به صورت استر بنزوات در صمغ تولو و صمغ پرو و در اسانسهای نارنج و یاس موجود است .

الکل بنزیلیک اگر اکسید شود بنزالدئید (الدئید بنزویک)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$  می‌دهد که در طبیعت به صورت گلوکزید آمیگدالین در بادام تلخ و در هسته بعضی میوه‌ها وجود دارد . بر اثر ئیدرولیز آمیگدالین این ماده تولید می‌شود و بوی بادام تلخ هم به علت وجود همین ماده است و به همین جهت این ماده را عطر بادام تلخ گویند .  
از اکسیداسیون بنزالدئید ، اسید بنزویک  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  بدست

اسید پیکریک ماده‌ای است تلخ مزه ( $\text{pikros}$  در یونانی به معنی تلخ است) و متبلور وزرد رنگ ، در ۱۲۲ ذوب می‌شود و از مواد انفجاری است .

در خواص فنل دیدیم که فنل دارای خواص اسیدی ضعیف است . اما اسید پیکریک که دارای سه گروه  $\text{NO}_2$  در حلقه فنل است ، دارای خواص اسیدی قویتر است . علت این است که ورود  $\text{NO}_2$  در حلقه فنلی سبب تحریک ئیدروژن گروه OH می‌گردد و در نتیجه ، جدا شدن H را از اکسیژن در عامل ، آسانتر می‌کند .

املاح امونیم و پتاسیم اسید پیکریک در آب تقریباً نامحلولند .  
از این خاصیت برای تشخیص املاح پتاسیم استفاده می‌کنند .

فنل با الدئید فرمیک ترکیب اضافی به فرمول  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  می‌دهد که سالیژین نام دارد . این ماده در محیط اسیدی یا قلیایی بر اثر تراکم ، مواد پلاستیکی می‌دهد که ابتدا نرمند و بتدریج سخت می‌شوند و به Bakelites مشهورند . این پلاستیکها کار عاج مصنوعی را انجام داده و برای دسته‌کارد و ابزارهای مختلف بکار می‌روند . این نوع پلاستیک اول دفعه به وسیلهٔ ما دلانگ امریکایی - الاصل و شیمیست بلژیکی ساخته شد .

فنل به مقدار زیاد برای تهیه پلاستیک و سایر مواد دارویی بکار می‌رود و ضد عفونی کننده قوی است .

تشخیص اسید فنیک - محلول اسید فنیک با محلول کلرور -

۶ - ماده‌ای است از مشتقات بنزن به فرمول  $C_7H_6O$  که با سانی اکسید نقره را احیا می‌کند. فرمول ساختمانی این ماده و اسید تولید شده از آن و الکل مولد آن را مشخص کنید.

۷ - برای خنثی کردن ۵ گرم محلول مخلوط اسید استیک و فنل در آب ۴۷/۶ سانتیمتر مکعب محلول ۶/۴ درصد  $NaOH$  به جرم مخصوص  $1.05 g/cm^3$  لازم شده است و بر اثر مقدار زیادی از آب برم بر همان مقدار محلول، ۹/۹۳ گرم رسوب تولید شده است. غلظت درصد فنل و اسید استیک را در محلول حساب کنید.

ج: ۳۰٪ اسید استیک، ۲۸/۲٪ فنل

نمونه داده شده بر روی فنل است.

می‌آید. اسید بنزویک را از اکسیداسیون مستقیم خود تولوئن نیز می‌توان بدست آورد. این اسید ضد عفونی کننده است و به همین جهت آن را در کنسروسازی بکار می‌برند. در تهیه رنگها و عطرنیز بکار می‌رود.

یکی دیگر از الکل‌های معطره الکل فنیل اتیلیک  $(CH_2)_4OH - C_6H_5$  است که یکی از مواد تشکیل دهنده اسانس گل سرخ است.

سالیژین به فرمول  $HO - C_6H_4 - CH_2OH$  نیز یکی از فنل الکلهاست که به صورت گلوکزید سالیسین در برگها و پوست درخت بید موجود است.

### تمرین و مسئله

- ۱ - تأثیر متقابل هسته بنزنی و گروه  $OH$  در مولکول فنل چگونه است؟ چه آزمایشهایی پاسخ شما را تأیید می‌کند؟
- ۲ - چرا محلول آبی فنات سدیم بر اثر عبور گاز کربنیک از آن، تیره می‌شود؟

۳ - ترکیبی است به فرمول  $HO - \langle \text{C}_6\text{H}_4 \rangle - CH_2OH$ .

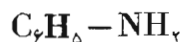
معادله واکنش آن را: الف - با سدیم، ب - با محلول سود بنویسید.

۴ - یکی از راههای جدید تهیه فنل معمولی اکسید کردن ایزوپروپیل بنزن است. در این عمل استن نیز تشکیل می‌شود. معادله شیمیایی تهیه فنل را از این راه بنویسید.

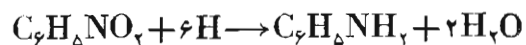
۵ - الکل بنزیلیک و کرزول باهم ایزومرنند. معادله واکنش هر یک را: الف - با سدیم، ب - با محلول سود بنویسید.

کاهش می‌یابد و پیوند آن با نیدروژن سست ترمی شود و این به آن معنی است که یونهای نیدروکسیل آزاد کم‌تر در محلول تشکیل می‌شود و در نتیجه خاصیت قلیایی کاهش می‌یابد.

انیلین ( فنیل‌آمین یا آمینوبنزن )



طرز تهیه - انیلین را از احیای نیتروبنزن بدست می‌آورند . معمولاً از فلزات روی، آهن و قلع ( در محیط اسیدی ) به عنوان احیاکننده استفاده می‌کنند



**خواص فیزیکی -** انیلین مایعی است روغنی شکل، بیرنگ، در  $6^\circ C$  - ذوب می‌شود و در  $184/4^\circ$  می‌جوشد، در آب خیلی کم حل می‌شود، سمی است بسیار خطرناک، در الکل و تیدرو-کربورها نیز حل می‌شود و فسفر و گوگرد و کافور را نیز در خود حل می‌کند. انیلین ماده اولیه برای تهیه بسیاری از رنگها و داروهاست.

**خواص شیمیایی - ۱- خواص  $NH_2$  -** انیلین خاصیت قلیایی دارد، ولی این خاصیت در آن زیاد نیست، زیرا محلولش الکترولیت خوبی نیست و رنگ تورنسل قرمز را هم نمی‌تواند بطور مشهود آبی کند.

مانند آمینهای سیر شده بر اسیدها اثر می‌کند. مثلاً با اسید -

کلریدریک غلیظ، کلرور فنیل‌آمونیم یا کلریدرات انیلین می‌دهد



## فصل شانزدهم

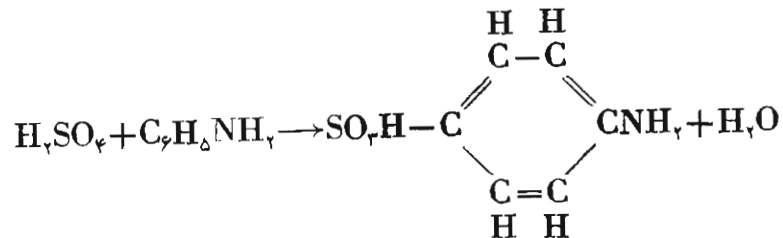
### آمینهای معطره

هرگاه تیدروژنهای آمونیاک با یک یا چند بنیان تیدروکربور معطره تعویض شود، آمین معطره بدست می‌آید. آمینهای معطره نیز ممکن است نوع اول  $C_6H_5-NH_2$  یا نوع دوم  $C_6H_5-NH-CH_3$  یا نوع سوم باشند و بالاخره ممکن است که مثل آمینهای خطی ترکیبی شبیه تیدروکسید آمونیم  $NH_4OH$  تولید کنند، مانند  $C_6H_5N(CH_3)_3OH$ . آمینهای معطره نوع اول، مایع یا جامد و اغلب بیرنگند. در آب کم حل می‌شوند و وزن مخصوص آنها تقریباً یک و نقطه غلیان آنها از  $180^\circ$  متجاوز است. خواص قلیایی آمینهای معطره از خواص قلیایی آمونیاک و آمینهای سیر شده ضعیف‌تر است. علت ضعف خواص قلیایی آمینهای معطره تأثیر بنیان فنیل  $C_6H_5-$  است. در فنل خواندید که هسته بنزنی خاصیت کشش الکترونی به سوی خود را دارد و بنیان معطره خواص اسیدی را افزایش می‌دهد. در مورد آمینهای معطره نیز هسته بنزنی جفت الکترون آزاد نیتروژن را به سوی خود می‌کشد و بنابراین تراکم الکترونی در اطراف نیتروژن

انیلین رسوب ۲، ۴، ۶- تری برموانیلین تولید می‌شود:



با اسید سولفوریک غلیظ ابتدا سولفات اسید انیلین حاصل می‌شود که در حرارت ۱۸۰ درجه آب از دست داده به انیلید و سپس به انیلین پاراسولفونیک تبدیل می‌شود، نتیجه نهایی عبارت است از:



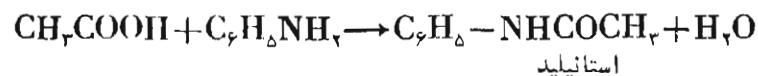
انیلین بر اثر اکسیدکننده‌ها به موادی رنگین تبدیل می‌شود. مثلا بر اثر مخلوط سولفو کرومیک بر آن یک ردیف مواد به رنگهای گوناگون تشکیل می‌شود که محصول نهایی رنگی است سیاه که در رنگرزی بکار می‌رود

### تمرین و مسئله

- ۱- انیلین در آب خالص بهتر حل می‌شود یا در آبی که دارای کمی اسید است؟
- ۲- بعد از آزمایش با انیلین لازم است که ظرفها را از باقیمانده انیلین پاک کرد. برای این کار چه ماده‌ای را باید بکار برد: آب، محلول رقیق سود یا محلول رقیق اسید کلریدریک؟
- ۳- چرا امینهای معطره از نظر خاصیت بازی ضعیف‌تر از امینهای ردیف سیر شده‌اند؟
- ۴- از نظر خاصیت بازی کدامیک ضعیف‌تر است: فنیل‌امین یا دی-فنیل‌امین؟

ولی نمکهای حاصل، از نمکهای حاصل از امینهای سیر شده و امونیاک بی‌ثبات‌ترند.

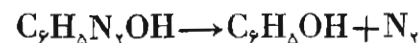
اگر اثر اسیده‌ها بر انیلین با حرارت طولانی همراه باشد و یا انیدریدها را بر انیلین اثر دهیم (حتی در سرما)، انیلید حاصل می‌شود. مانند اثر اسیداستیک بر انیلین که استانیلید حاصل می‌شود



تیدروژنهای گروه  $NH_2$  انیلین قابلیت استخلاف با الکیهارا دارد مثلا بایدورمتیل امین نوع دوم می‌دهد



بطوری که قبلا ملاحظه شد، از اثر اسیدنیترو بر امینهای نوع اول، نیتروژن والکل حاصل می‌شود، ولی از اثر اسیدنیترو بر انیلین در سرما ماده‌ای به فرمول  $C_6H_5-N=N-OH$  به نام تیدروکسی دی ازوبنزن تولید می‌شود که ترکیبی دی ازوبنزن است و در صنعت رنگرزی فوق‌العاده اهمیت دارد؛ این ترکیب در اثر حرارت تجزیه شده و نیتروژن می‌دهد



۲- خواص حلقه بنزنی - همانطور که قبلا گفته شد گروه  $NH_2$  و اکتهای استخلاف در حلقه بنزن را در دو وضع اورتو و پارا نسبت به گروه  $NH_2$  آسان می‌کنند مثلا از تأثیر آب برم بر محلول

۱- معمولا چون در این ترکیب، مخلوط اسید کلریدریک و نیتريت-سدیم بکار می‌برند، نتیجه عمل کلور دی ازوبنزن می‌باشد.

۵- چگونه می‌توان از کریور کلسیم، به عنوان ماده اولیه، انیلین تهیه کرد؟

۶- چگونه می‌توان این مخلوطها را از راههای شیمیایی جدا کرد:  
الف- مخلوط الکل اتیلیک و اسید استیک، ب- مخلوط الکل بوتیلیک و فنل،  
ج- مخلوط بنزن و انیلین.

۷- در آزمایشگاه از احیای  $۱/۵$  گرم نیترو بنزن  $۴۴$  گرم انیلین بدست آمده است. راندمان عمل را حساب کنید.

۸- به محلول رقیق انیلین در آب مقداری زیاد آب برم افزودیم،  $۳/۳$  گرم رسوب حاصل شد. چند گرم انیلین در محلول موجود بوده است؟  
۹- از  $۵۰$  گرم مخلوط بنزن، فنل و انیلین جریانی از کلرور تیروژن عبور دادیم. رسوب حاصل را روی کاغذ صافی جمع کردیم،  $۲۶$  گرم برون آن اضافه شد. باقیمانده را با محلول سود عمل کردیم، محلول به دو قسمت تقسیم شد که قسمت بالایی  $۱۷/۷۵$  سانتیمتر مکعب حجم داشت و جرم مخصوص آن  $۰/۸۸ \text{ g/cm}^3$  بود. درصد اجزای مخلوط را حساب کنید.

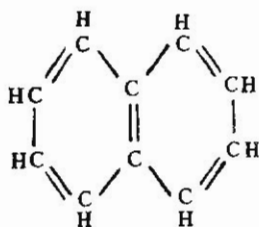
ج. بنزن  $۳۱/۲۴\%$ ، انیلین  $۳۷/۳۴\%$ ، اسید فنیک  $۳۱/۴۲\%$

## فصل دهم

نفتالین  $C_{10}H_8$ 

طرز تهیه - روغنهای متوسط قطران زغال را که شامل فتل نیز می باشد ، سرد می کنند . نفتالین متبلور می شود که آن را به وسیله سانتریفوژ جدا می کنند . ماده جامد حاصل را با اسید و سود شست و شو می دهند و بار دیگر تقطیر می کنند تا نفتالین خالص بدست آید .

**خواص فیزیکی -** نفتالین ماده ای است بلورین ، معمولا به صورت ورقه های سفید براق ، در  $80^{\circ}$  ذوب می شود و در  $218^{\circ}$  می جوشد و در اغلب حلالهای معمولی مانند الکل جوش و بنزن حل می گردد . در آب نامحلول است و دارای بوی مخصوصی است .



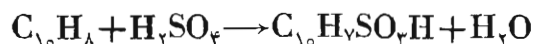
با وجود آنکه نقطه جوش آن زیاد است ، با این حال فرار بوده و تصعید می گردد .

**فرمول نفتالین -** پس از تعیین فرمول بنزن به وسیله

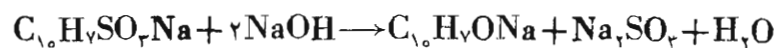


**خواص شیمیایی** - بیشتر خواص آن شبیه بنزن است ؛ با نیدروژن و کلر ترکیبات اضافی می دهد. با کلر در مجاورت کاتالیزور، ترکیبات استخلافی نیز ایجاد می کند .

با اسید نیتريك سرد در مجاورت اسید سولفوريك، ترکیبات نیتره تولید می شود که از مشتق منونیترة آن دو نوع  $\alpha$  و  $\beta$  موجود است . مشتق دو استخلافی آن عدۀ زیادی ایزومر دارد . نفتالین با اسید سولفوريك نیز ترکیبات سولفونه تولید می کند .

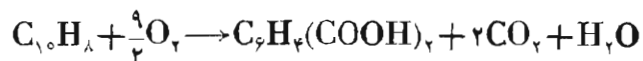


نفتالین سولفونيك اسید حاصل بر اثر سود خنثی می شود و اگر با سود ذوب شود (ذوب قلیایی) نفتولات می دهد



این نفتولات ، به كمك يك اسید رقیق به نفتل تبدیل می گردد که دو نوع  $\alpha$  و  $\beta$  دارد . نوع  $\alpha$  در پزشکی مصرف دارد .

اکسید کننده ها نفتالین را اکسید کرده آن را به اسید اورتو فتالیک تبدیل می کنند . اکسیداسیون نفتالین در  $400^\circ$  تا  $500^\circ$  و در مجاورت پنتا اکسید وانادیم  $V_2O_5$  به وسیله هوا هم میسر است



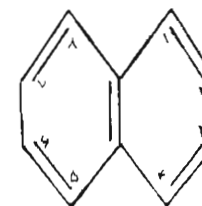
در این عمل ، به علت گرمای زیاد معمولاً انیدرید فتالیک حاصل می شود

ککلوله ، فرمول نفتالین در سال ۱۸۶۶ به وسیله ارلن مایور<sup>۱</sup> به صورت شکل صفحه قبل پیشنهاد شد .

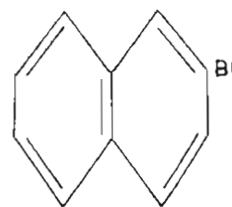
طبق این فرمول ، نفتالین از دو حلقه بنزنی تشکیل یافته که هر دو حلقه در دو اتم کربن با هم مشترك می باشند .

فرمول نفتالین را اغلب به صورت ساده زیر نشان داده و شماره گذاری می کنند :

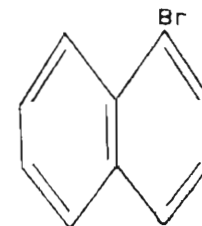
هر مشتق يك استخلافی نفتالین دو نوع ایزومر دارد که با  $\alpha$  یا  $\beta$  مشخص می شود . اگر استخلاف روی اتمهای کربن ۱، ۴، ۵ و ۸ که مستقیماً



به اتمهای کربن مشترك مربوطند ، صورت گیرد ، مشتق  $\alpha$  بدست می آید . اما از استخلاف روی اتمهای کربن ۲، ۳، ۶ و ۷ مشتق  $\beta$  تولید می شود . مثلاً دو نوع منو برمونفتالین موجود است :

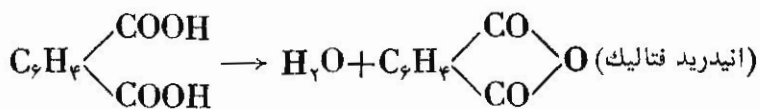


$\beta$  - منو برمونفتالین



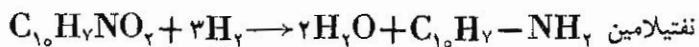
$\alpha$  - منو برمونفتالین

۱ - Emil Erlenmeyer شیمیدان آلمانی (۱۸۲۵-۱۹۰۹) که مبتکر يك نوع ظرف مخروطی شکل ته پهن شیشه ای نیز بوده که در آزمایشگاه بکار می رود و به نام خود او مشهور است .



مشتق نیترو نفتالین نیز به وسیله مواد احیا کننده ، احیا می شود

و امین مربوط را می دهد



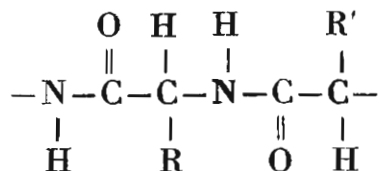
## فصل هجدهم

مواد پروتئینی ، آنزیمها ، اورمونها ، ویتامینها ،  
آنتی بیوتیکها ، سولفونامیدها

### مواد پروتئینی

پروتئینها موادی هستند که جزء اصلی پروتوپلاسم می باشند و در خون ، گوشت ، استخوان ، مو ، شاخ ، پر ، پشم ، شیر ، دانه گیاه و بطور کلی در تمام اعضای جانوران و گیاهان وجود دارند. ساختمان پروتئینها بسیار درهم و پیچیده است و از نظر اهمیت بسیار زیادی که در فعالیتهای حیاتی دارند ، تحقیقات پی گیر و دامنه داری برای تعیین ساختمان و خواص آنها بعمل آمده است و در این راه ، با وجود مشکلات بسیار زیادی که از نظر تنوع ، تغییر و حساسیت در مقابل عوامل شیمیایی و فیزیکی برای مطالعه آنها وجود دارد، نتایج موفقیت آمیزی حاصل شده است. پروتئینها شامل کربن ، هیدروژن ، اکسیژن ، نیتروژن و معمولا مقداری گوگرد و فسفر می باشند. بعضی عناصر دیگر مانند آهن ، ید ، مس ، کلر و غیره

به یکدیگر می‌پیوندند و به همین طریق عده زیادی از اسیدهای آمینه به یکدیگر متصل می‌شوند و رشته طویلی را بوجود می‌آورند. این رشته‌های طویل را پلی پپتید می‌نامند که اسکلت مولکولهای بزرگ پروتئینها را تشکیل می‌دهند، دریک اتصال پپتیدی  $\text{—NHCO—}$ ، کربن و نیتروژن از یک طرف باهم و از طرف دیگر با عوامل گوناگون در فواصل منظم متصل می‌باشند.

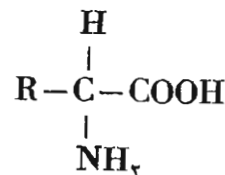


چند رشته پلی پپتید نیز ممکن است به شکل حلقه‌های حلزونی به هم پیوندند. به این ترتیب همانطور که از حروف الفبا هزاران کلمه گوناگون بدست می‌آید، از بیست و چند اسید آمینه هزاران ماده پروتئینی مختلف ساخته می‌شود. وزن مولکولی پروتئینهایی که به این طریق ایجاد می‌شوند تا  $۱۰,۰۰۰,۰۰۰$  ممکن است برسد. هضم پروتئینها در بدن یا ئیدرولیز آنها منجر به تشکیل مشتقاتی از مواد پروتئینی می‌شود که سرانجام از آنها اسیدهای آمینه نسبتاً ساده بدست می‌آید. آخرین محصول اکسیداسیون اسیدهای آمینه در بدن، اوره است که به وسیله ادرار دفع می‌شود.

پروتئینها در حلالهای عادی حل نمی‌شوند. از حل بعضی از آنها در آب يك محلول کلوئید حاصل می‌شود. هرگاه بر روی

نیز ممکن است در ساختمان آنها وجود داشته باشند.

از ئیدرولیز پروتئینها، اسیدهای آمینه بوجود می‌آید. بنابر این اسیدهای آمینه اجزای ساختمانی پروتئینها می‌باشند. اسیدهای آمینه ترکیباتی هستند که هم عامل کربوکسیل اسیدی  $\text{—COOH}$  و هم عامل بازی  $\text{—NH}_2$  دارند و فرمول عمومی آنها را به صورت زیر می‌توان نوشت:



ساده ترین اسیدهای آمینه، گلیسین یا گلیکوکول است



تقریباً سی نوع اسید آمینه شناخته شده است که در حدود بیست نوع آن برای بدن انسان ضروری است. عده‌ای از این اسیدهای آمینه به وسیله انواع دیگر آنها ساخته می‌شود، ولی حداقل هشت نوع از انواع آنها اسیدهای آمینه اصلی هستند که باید به وسیله غذاهای مختلف در بدن تأمین شود. قسمت عمده آنها به وسیله غذاهای حیوانی مانند گوشت، شیر، تخم مرغ و ماهی و قسمت دیگر از منابع نباتی مانند لوبیا، نخود، گردو و غیره تأمین می‌شود.

اسیدهای آمینه در بدن موجود زنده، فعالیت بسیار زیادی دارند. عامل اسیدی يك اسید آمینه بر عامل بازی يك اسید آمینه دیگر اثر می‌کند و با جدا شدن يك مولکول آب از مجموع آن دو، آنها

۳- **هیستنها** - این پروتئینها در آب و اسیدهای رقیق محلولند. واکنش بازی شدید دارند و در اثر حرارت منعقد نمی‌شوند. این پروتئینها به صورت نوکلئوپروتئینها در گلبولهای سفید و قرمز خون وجود دارند.

۴- **اسکلرو پروتئینها (البومینوئیدها)** - پروتئینهایی هستند که در آب، اسیدهای رقیق، بازها و محلول نمک، نامحلول می‌باشند؛ مانند کراتین که جزء اصلی ساختمان مو، شاخ، سم، ناخن و پر می‌باشند.

**پروتئینهای ناجور (پروتئیدها)** - این پروتئینها ترکیبی از پروتئینهای ساده و مواد غیر پروتئینی می‌باشند و از تیدرولیز آنها پروتئینهای ساده و مواد غیر پروتئینی بدست می‌آید. مهمترین آنها عبارتند از:

۱- **فسفو پروتئینها** - این پروتئینها واکنش اسیدی دارند و قسمت غیر پروتئینی آنها اسید فسفریک است. مشهورترین فسفو پروتئینها، کازئین شیر است که اثر اسیدی آن کربناتها را تجزیه می‌کند. کازئین در محلولهای قلیایی ضعیف حل می‌شود و نمک تشکیل می‌دهد. در شیر، کازئین به صورت نمک کلسیم آن وجود دارد.

۲- **نوکلئوپروتئینها** - این پروتئینها اجزای ساختمان هسته سلول می‌باشند و از تیدرولیز آنها پروتئین ساده و اسید نوکلئیک بدست می‌آید.

پروتئینها اسید نیتريك غلیظ بریزیم، رنگ زردی ایجاد می‌شود که اگر بدان محلول امونیاك بیفزاییم رنگ نارنجی پیدا می‌کند. این واکنش را واکنش گراننوپروتئیک<sup>۱</sup> می‌نامند و برای تشخیص پروتئینها بکار می‌رود. رنگ زردی که از اثر اسید نیتريك بر پوست ایجاد می‌شود نتیجه همین واکنش است. همچنین اگر به يك پروتئین، تیدر و کسید سدیم و چند قطره محلول سولفات کوئیوریک بیفزاییم، رنگ بنفش ایجاد می‌شود. این واکنش نیز برای تشخیص پروتئینها بکار می‌رود و آن را واکنش بیوره (صفحه ۲۵۶) می‌نامند.

پروتئینها را به دو دسته بزرگ می‌توان تقسیم کرد: الف - پروتئینهای جور یا ساده؛ ب - پروتئینهای ناجور یا مزدوج.

**پروتئینهای جور** - از تیدرولیز این دسته از پروتئینها فقط اسیدهای امینه یا مشتقات آنها حاصل می‌شود و آنها را بر حسب خواصشان به چند گروه تقسیم می‌کنند که بعضی از آنها عبارتند از:

۱- **البومینها** - این گروه از پروتئینها در آب محلولند. بر اثر حرارت منعقد می‌شوند و ترکیباتی خنثی هستند. البومین سفیده تخم مرغ و البومین سرم خون و البومین بافتهای ماهیچه‌ای، نمونه‌ای از این گروه است.

۲- **گلوبولینها** - این گروه در محلولهای خیلی رقیق نمک محلول هستند ولی در آب نامحلول می‌باشند و خاصیت اسیدی ضعیفی دارند؛ مانند فیبرینوژن خون، گلوبولین سرم خون و بافت ماهیچه‌ای.

از مخمر، عصاره‌ای بدست آورد که به وسیله آن ماده قندی به الکل تبدیل می‌شد. اوبدین ترتیب ثابت کرد که عمل تخمیر به خود موجود زنده ارتباطی ندارد، بلکه اثر آنزیمی است که از آن ترشح می‌شود. در سال ۱۹۲۶ سامنر<sup>۱</sup> آنزیم متبلور خالصی به نام اوره آز را که کاتالیزور تیدرولیز اوره است، تهیه کرد.

در سالهای اخیر مبحث آنزیمولوژی توسعه فراوان یافته است و امروزه آنزیمهای بسیاری را بطور خالص بدست آورده‌اند. بعضی از آنزیمها را سالها پیش می‌شناخته‌اند، مانند پتیالین که در بزاق موجود است و موجب شروع هضم مواد نشاسته‌ای می‌شود و یا پپسین که در عصاره اسیدی معده وجود دارد و در هضم گوشت و دیگر مواد پروتئینی مؤثر است. بجز این چند آنزیم که هر یک برای خود اسم خاصی دارد، نام آنزیمها ترکیبی از نام ماده‌ای که تحت اثر آنزیم قرار می‌گیرد و پسوند آز می‌باشد، مانند لپاز، لاکتاز و مالتاز.

### اورمونها

اورمونها موادی هستند که در بعضی غده‌های بدن ساخته شده و مستقیماً در خون وارد می‌گردند و به قسمت‌های دیگر بدن انتقال می‌یابند. وظیفه اورمونها تنظیم و تعادل اعمال بدن می‌باشد. بعضی از اورمونها محرک آنزیمها هستند و بعضی خود کاتالیزور

۱ - Sumner زیست شیمیدان امریکایی که به اتفاق دو نفر از همکارانش در ۱۹۶۴ جایزه نوبل در شیمی را بدست آوردند.

۳ - **کرموپروتئینها** - این پروتئینها ترکیبی از پروتئینهای ساده و موادرنگی می‌باشند. مهمترین آنها هموگلوبین، ماده رنگی گلوبول قرمز خون است که ترکیبی از یک پروتئین به نام گلوبین و ماده رنگینی به نام همو کروموژن است.

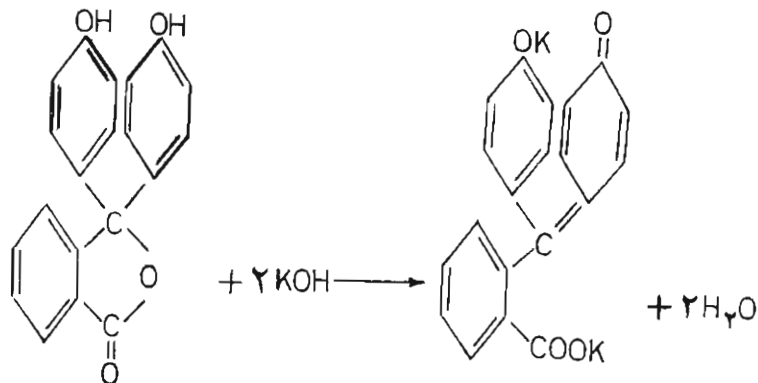
۴ - **گلوکو پروتئینها** - قسمت غیر پروتئینی این پروتئینها شامل مشتقاتی از تیدراتهای کربن است. مانند میوسین بزاق.

### آنزیمها

آنزیمها مواد پروتئینی بسیار پیچیده‌ای هستند که در سلولهای موجودات زنده تولید می‌شوند و عوامل کاتالیزوری کلیه واکنشهای حیاتی در بدن می‌باشند. اکسیداسیون مواد غذایی، ساختن پروتو-پلاسم جدید، هضم غذا و اعمالی مانند آنها به کمک آنزیمها صورت می‌گیرد. هر مرحله از واکنشهای شیمیایی بسیار در هم و پیچیده اعمال حیاتی به وسیله آنزیم مخصوص کنترل می‌شود. آنزیمها در حکم کلیدهایی هستند که هر یک قفل خاصی را باز می‌کند. مقدار بسیار کمی از هر آنزیم، می‌تواند واکنشی را که در دمای زیاد و به مدت طولانی انجام می‌شود، بسرعت و دردمای پست تری انجام دهد. نام آنزیم از کلمه یونانی Zyme به معنی «خمیرمایه» گرفته شده است.

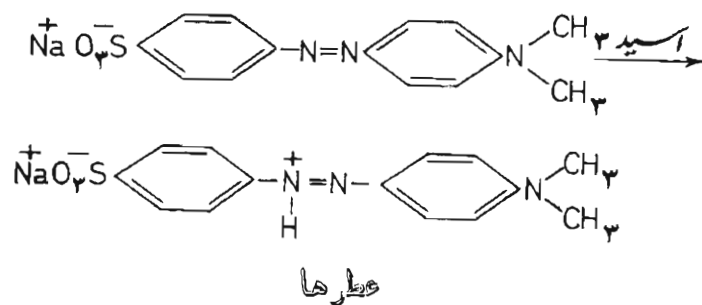
پاستور که ماهیت تخمیر را کشف کرده بود، تصور می‌کرد که خود سلول زنده در عمل تخمیر دخالت دارد، ولی بوخنر<sup>۱</sup> در ۱۸۹۷

۱ - Buchner زیست شیمیدان آلمانی که در ۱۹۰۷ به درهالت جایزه نوبل شیمی نایل آمد.



فنل فتالین در مقابل محلولهای قلیایی بسیار غلیظ بیرنگ است .

**متیل ارانژ (هلیانتین) -** متیل ارانژ یا دیفنیل آمینواز و بنزن-سولفونات سدیم بلورهای نارنجی رنگی است که به عنوان معرف اسیدها بکار می رود . این ماده در محلولهای بازی به صورت یون منفی زرد رنگ و در محلولهای اسیدی به صورت یک یون دوقطبی قرمز رنگ درمی آید .



عطرها موادی پیچیده هستند که برحسب بویایی اثر خوشی دارند . این مواد بیشتر در گل و گاهی در برگ ، ریشه ، ساقه و

واکنشهای حیاتی می باشند . فقدان و یا اریاد اورمونها در بدن موجب بروز بعضی بیماریها می شود . مثلا انسولین ، اورمونی است که به وسیله گروهی از سلولهای لوزالمعده ساخته می شود و اکسید-اسیون تیدراتهای کربن در ماهیچه ها و ذخیره شدن گلیکوژن در ماهیچه ها را تنظیم می کند . فقدان انسولین در بدن موجب بیماری دیابت می شود .

در ۱۹۲۲ دانشمند کانادایی فردریک بنتینگ<sup>۱</sup> توانست انسولین را از بافتهای لوزالمعده حیوانات استخراج کند . انسولین را می توان برای بهبود حال بیماران دیابتی به آنان تزریق کرد . انسولین یکی از ساده ترین مواد پروتئینی است و در سال ۱۹۵۴ ساختمان پیچیده آن شناخته شد . مولکول انسولین از پنجاه و یک عامل اسید آمینه که از هفده نوع مختلف می باشد ، ترکیب یافته است .

آدرنالین اورمون دیگری است که در غده های فوق کلیه تشکیل می شود . هنگام ترس و خشم ، مقداری از این اورمون در خون وارد می شود و تغییراتی در بدن ایجاد می کند که آن را آماده برای هر گونه عکس العملی می نماید . فشار خون بالا می رود ، تنفس سریع و ضربان قلب تند می شود ، زمان لخته شدن خون کاهش می پذیرد و از ذخیره گلیکوژن کبد ، قند در خون وارد می شود . همچنین خستگی ماهیچه ها به مقدار زیاد کاهش می یابد . آدرنالین به طریق سنتز نیز ساخته می شود و در جراحی به عنوان محرک قلب و پایین آورنده

زمان انعقاد خون بکار می‌رود .

تیروکسین اورمونی است که در غده تیروئید تولید می‌شود و متابولیسم اساسی بدن را تنظیم می‌کند . در هر مولکول این ماده آلی چهار اتم ید وجود دارد. چنانچه غذای روزانه بقدر کافی ید نداشته باشد ، غده تیروئید بزرگ می‌شود. کاهش یا افزایش تیرو-کسین موجب بروز امراض مختلف می‌شود .

### ویتامینها

ویتامینها گروهی از مواد گوناگون هستند که به مقدار کم در بدن برای رشد طبیعی و انجام اعمال حیاتی بسیار ضروری می‌باشند و کمبود آنها در بدن موجب بروز بیماریهای گوناگون می‌شود . همه ویتامینها برخلاف اورمونها در بدن ساخته نمی‌شوند و باید به وسیله غذاها به بدن برسند . اهمیت ویتامینها در تغذیه ، اولین بار به سال ۱۹۱۱ بر اثر تحقیقات فرنک<sup>۱</sup> و آیکمن<sup>۲</sup> معلوم شد . نام ویتامینها را با حروف الفبا مشخص کرده‌اند ولی بعدها که معلوم شد در يك ویتامین معین بیش از يك ماده شیمیایی وجود دارد ، به نامهای دیگر نیز خوانده شدند . امروزه فرمول ویتامینها مشخص شده و به طریق مصنوعی نیز آنها را تهیه می‌کنند .

بعضی از ویتامینها در چربیها حل می‌شوند، مانند ویتامینهای A و D، E، K و بعضی دیگر محلول در آب هستند مانند ویتامینهای B و C . در زیر خواص ویتامینها باختصار بیان می‌شود :

حتی میوه و دانه بعضی گیاهان وجود دارد. بعضی مواد معطر مانند هسک در بدن حیوانات یافت می‌شوند. هسک در گیسه زیرشکم نوعی غزال که در کوههای هیمالایا وجود دارد، جمع می‌شود. در گلبرگ گلها عطر به صورت ماده روغنی شکل فرار وجود دارد. این مواد در بعضی گلها مانند رز به حالت آزاد و در بعضی دیگر مانند یاس و مریم به صورت گلوکزیدی است که در شرایط مناسب تحت اثر آنزیمهای بخصوصی به مواد معطر فرار تجزیه می‌شوند. اسانس معطر هر گیاه معمولاً از چند ماده شیمیایی گوناگون تشکیل شده که بوی خاص آن بیشتر مربوط به بعضی از آن مواد است. مثلاً بوی اسانس بادام بیشتر مربوط به الئید بنزویک و بوی اسانس میخک بیشتر مربوط به ماده‌ای به نام اوژنول و بوی اسانس پوست لیموترش بیشتر مربوط به ماده‌ای به نام سیترال است. جدا کردن این مواد از گیاه کار آسانی نیست، زیرا به طریقی که می‌توان یکی از این مواد را جدا کرد، ممکن است موجب تجزیه و از بین رفتن مواد دیگر شود. برای گرفتن عطر گیاهان طرق مختلفی معمول است که بعضی از آنها باختصار بیان می‌شود :

**تقطیر** - در این طریقه قسمت معطر گیاه را در ظرف سر بسته‌ای با آب می‌جوشانند . غالباً برای اینکه عمل گرم کردن موجب تجزیه مواد مورد نظر نشود، ظرف را به کمک لوله‌های حامل بخار، گرم می‌کنند و یا مستقیماً بخار را از داخل ظرف عبور می‌دهند . بخار آب، مواد معطر را با خود می‌برد و در دستگاه تقطیری که به ظرف



در کبات و گوجه فرنگی فراوان است و در میوه‌های خشک نیست و نیز هنگام طبخ غذا از بین می‌رود. کمبود این ویتامین موجب بروز بیماری اسکوربوت می‌شود. مشخصات این بیماری، کم خونی، ضعف، تورم لثه و خونریزی است، این بیماری قبلاً در بین دریانوردانی که برای مدت زیاد از خوردن میوه‌ها و سبزیهای تازه محروم بودند فراوان دیده می‌شد، ولی بعداً معلوم شد که اضافه کردن مرکبات به غذای دریانوردان، از این بیماری جلوگیری می‌کند.

**ویتامین D** - ویتامین D یا کلسیفرول  $C_{28}H_{44}O$  یکی از چند الکل سیر نشده جامدی است که به نام استرولها در بدن یافت می‌شوند. این ویتامین در آب محلول نیست ولی در چربی حل می‌شود. وجود این ویتامین در بدن برای جذب کلسیم و فسفر که موجب نمو استخوان و دندان می‌شوند، ضروری است و فقدان آن در بدن موجب بروز بیماری نرمی استخوان (راشیتیزم) می‌شود. این ویتامین در شیر، کره، تخم مرغ و چربی حیوانات مانند روغن ماهی یافت می‌شود. ویتامین D در بدن بر اثر تابش نور تولید می‌شود.

**ویتامین E** - این ویتامین برای تولید مثل بعضی حیوانات ضروری است. به همین جهت این ویتامین را «ویتامین ضد عقیمی» می‌نامند. ویتامین E در چربی حل می‌شود و گیاهک دانه‌های نباتی منبع اصلی این ویتامین است. مکانیسم اثر آن در بدن هنوز معلوم نیست.

**ویتامین K** - این ویتامین برای تولید پروترومبین لازم است.

**ویتامین A** - ویتامین A ماده‌ای روغنی شکل و متمایل به رنگ زرد است که در چربیها حل می‌شود. این ویتامین الکل سیر شده است که به کاروتن، ماده زرد رنگ موجود در بعضی سبزیها و میوه‌های زرد مانند هویج، گلابی و زردآلوشبیه است. بدن از همین ماده ویتامین A می‌سازد و به مقدار قابل ملاحظه‌ای در کبد ذخیره می‌کند. ویتامین A در شیر، کره، زرده تخم مرغ، روغن ماهی و بیشتر میوه‌ها و سبزیها وجود دارد. کمبود آن در بدن موجب بروز امراض جلدی، شبکوری و ضعف قوه بینایی و نقصان وزن می‌شود.

**ویتامین B کمپلکس**، شامل حداقل دوازده ماده شیمیایی گوناگون است که ضرورت همه آنها برای بدن یکسان نیست. بعضی از آنها در ساخته شدن مواد فعال کننده آنزیمهایی که در اکسیداسیون تیدراتهای کربن در بدن دخالت دارند، بسیار ضروری هستند؛ این نوع ویتامینها حتی به مقدار بسیار کم، برای رشد طبیعی و سلامت بدن بسیار لازمند. مهمترین این ویتامینها ویتامین  $B_1$  (تیامین)، ویتامین  $B_2$  (ریبوفلاوین)، ویتامین  $B_6$  (پیریدوکسین) و ویتامین  $B_{12}$  (کوبالامین) است. دانه‌های حبوبات و غلات و همچنین جگر شامل این ویتامینها می‌باشند. کمبود ویتامین  $B_1$  موجب بروز مرض بری بری، فلج اعضا و ناراحتیهای عصبی می‌شود. ویتامین  $B_{12}$  برای معالجه کم خونی مفید است. کمبود ویتامین  $B_6$  موجب بیماریهای پوست می‌شود.

**ویتامین C** - فرمول مولکولی ویتامین C یا اسید اسکوربیک نسبتاً ساده است  $C_6H_8O_6$ . این ویتامین در میوه‌های تازه و بخصوص

فراوانی دارد .

در ۱۹۴۴ در امریکا محصول دیگری به نام استروپتومیسین کشف شد که بر بعضی عفونت‌هایی که در مقابل پنی‌سیلین و دیگر داروها مقاومت می‌کردند ، مؤثر واقع می‌شد .

اورمیسین ، ترامیسین ، کلرومیسیتین نیز از جمله آنتی بیوتیک‌هایی هستند که امروز مورد استعمال فراوان دارند . ساختمان شیمیایی این مواد اثری که بر موجودات ذره‌بینی دارند کاملاً متفاوت است . بعضی از آنها مانند پنی‌سیلین برای امراض حاصل از باکتریها اثر فراوان دارد و بعضی دیگر برای امراض بخصوص بکار می‌روند . مثلاً استروپتومیسین برای بیماری سل و کلرومیسیتین برای تب تیفوئید مؤثر است .

تحقیق برای تهیه آنتی‌بیوتیک‌های جدید و مؤثر با سرعت زیادی ادامه دارد و امید می‌رود که انسان بتواند بر غالب بیماری‌هایی که سالیان دراز بشریت را تهدید می‌کرده است ، چیره شود .

### سولفونامیدها

سولفونامیدها گروهی از مواد شیمیایی هستند که اثر ضد باکتری شدیدی دارند و برای مداوای بیماری‌های عفونی در پزشکی بکار می‌روند .

نحوه اثر این مواد بر باکتریها این است که از تشکیل اسید فولیک در باکتریها جلوگیری می‌کنند و بدین ترتیب از رشد و نمو آنها مانع می‌نمایند . اسید فولیک ماده‌ای است از گروه ویتامین‌های B که در هر سلول زنده وجود دارد و برای ساختن اجزای اصلی

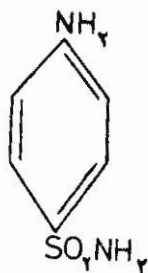
پروترومیین ماده‌ای است که در خون وجود دارد و از عوامل انعقاد خون است . فقدان آن در بدن بخصوص هنگام وضع حمل ، موجب خونریزی شدید می‌شود . این ویتامین در چربی حل می‌شود و در سبزی‌هایی مانند کاهو و اسفناج یافت می‌شود .

### آنتی بیوتیکها

آنتی‌بیوتیکها موادی هستند که در بعضی موجودات میکرو-سکوپی تولید می‌شوند و به صورت محلول‌های رقیق می‌توانند از نمو موجودات میکروسکوپی دیگری جلوگیری کنند و یا آنها را از بین ببرند . اولین آنتی‌بیوتیک ، به نام پنی‌سیلین ، به وسیله الکساندر فلمینگ میکروب‌شناس انگلیسی کشف شد . دانشمند مزبور در یکی از روزهای سال ۱۹۲۹ که مشغول کشف باکتری‌های گوناگون بود ، متوجه شد که در یکی از ظرف‌های کشت که قارچ سبز رنگی رشد کرده است ، باکتریها مرده‌اند . او متوجه شد که قارچ‌های مزبور ماده‌ای تولید می‌کنند که موجب مرگ باکتریها می‌شود . چون قارچها *Penicillium notatum* نامیده می‌شوند ، فلمینگ ماده حاصل از آنها را پنی‌سیلین نامید . بلافاصله پس از این کشف ، گروهی از دانشمندان انگلیسی برای تهیه و تحقیق اثر آن بر امراض مختلف ، اقدام کردند . در ۱۹۴۱ اولین بار اثر کاملاً مثبت آن آشکار شد و معلوم گردید که پنی‌سیلین قادر است عمل باکتری‌های عفونت‌زا را ، حتی اگر به نسبت  $\frac{1}{500000000}$  در آب رقیق شود ، متوقف سازد . امروزه این ماده را به طریق سنتز هم تهیه می‌کنند و موارد استعمال

پروتوپلاسم ضروری است. بدن انسان اسید فولیک را از راه تغذیه بدست می‌آورد، ولی غالب باکتریها باید آن را از مواد ساده تری بسازند. چون سولفونامیدها از ساختن این ماده جلوگیری می‌کنند، بدون آنکه برای بدن مزاحمتی ایجاد کنند، مانع نمو باکتریها می‌شوند.

اولین سولفونامید ماده‌ای به نام پرونتوزیل بود که در سال ۱۹۳۲ ساخته شد و اثر آن بر عفونتهای حاصل از استرپتوکوک محقق گردید. به دنبال آن سولفونامیدهای مؤثرتر و بی‌ضررتری ساخته شد که امروزه عده زیادی از آنها برای معالجه بیماریهای گوناگون مصرف می‌شوند. ساختمان اصلی و مؤثر همه این مواد ترکیبی به نام پارا امینوبنزن سولفونامید است که نام دارویی آن سولفانیلید می‌باشد. سولفونامیدهای دیگر از تعویض یا اضافه شدن عوامل دیگری به این ماده بدست می‌آیند.



پارا امینوبنزن سولفونامید

از سولفونامیدهای معروف: سولفادiazین، سولفاگوانیدین و سولفاتiazول را می‌توان نام برد.

## فصل نوزدهم

### رنگها ، معرفیها و مواد معطر

#### مختصری در باره رنگهای آلی و رنگرزی

رنگ به آنگونه مواد گفته می‌شود که با آنها الیاف پارچه‌ای را رنگ می‌کنند و رنگ پارچه بر اثر شستن و مالش با چیز دیگر از بین نمی‌رود. بنابراین رنگ با ماده رنگین فرق دارد. بعضی از مواد، رنگین هستند ولی با آنها نمی‌توان الیاف را رنگ کرد. مثلا ازو بنزن ماده قرمز رنگی است، ولی روی پارچه قرار نمی‌گیرد.

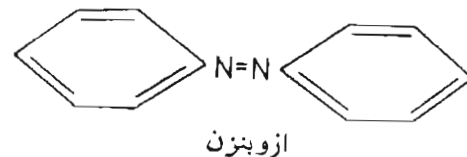
بطور کلی بعضی عوامل موجود در مواد آلی می‌توانند طول موج معینی از نور را جذب کنند. واضح است که هرگاه نور جذب شده در ناحیه طیف مرئی نور سفید باشد، ماده مزبور در مقابل نور سفید، رنگین خواهد بود. این عوامل را کروموفور (حامل رنگ) می‌نامند. از جمله کروموفورهای قوی عوامل نیترو  $\text{NO}_2$  -، ازو  $\text{N}=\text{N}-$  و نیتروزو  $\text{NO}-$  می‌باشند. مثلا ازو بنزن ماده

یا محلولهای قلیایی قرار می‌دهند؛ در این صورت بر روی پارچه  
تیدروکسید فلزی تشکیل می‌شود که بخوبی رنگ را جذب می‌کند.  
از یک نوع رنگ ولی با استفاده از دندانه‌های گوناگون، رنگهای  
متفاوتی بر پارچه تشکیل می‌شود.

**رنگهای طبیعی و رنگهای مصنوعی** - در قدیم رنگهای آلی  
منحصراً از گیاهان و حیوانات استخراج می‌شد. مثلاً رنگ قرمز  
آلیزارین را از ریشه روناس ونیل را از گیاه نیل می‌گرفتند. همچنین  
از نوعی حلزونهای دریایی که در سواحل دریای مدیترانه یافت  
می‌شد نوعی رنگ ارغوانی بدست می‌آوردند که برای رنگ پارچه-  
های گران قیمت بکار می‌بردند. از این حیوانات مادهٔ بیرنگی ترشح  
می‌شود که در مجاورت هوا اکسید شده به رنگ تبدیل می‌شود.  
ولی امروزه بیشتر رنگها را بطور مصنوعی می‌سازند.

اولین رنگ مصنوعی به نام مو (mauve) که رنگی ارغوانی  
است، در سال ۱۸۵۶ به وسیلهٔ شیمیدان هجده سالهٔ انگلیسی به نام  
ویلیام پرکین ساخته شد. پرکین هنگامی که می‌خواست از آنیلین  
موجود در قطران زغال، بعضی از مشتقات آن را بدست آورد،  
این رنگ را کشف کرد. کار او انقلابی در علم و صنعت رنگرزی  
بوجود آورد و پایهٔ صنعت رنگهای مصنوعی را بنانهاد. صدها رنگی  
که در طبیعت موجود نبود ساخته شد و در زمان حاضر رنگهای  
مصنوعی تقریباً بطور کامل جانشین رنگهای طبیعی شده است.

رنگین است ولی  
رنگ نیست.

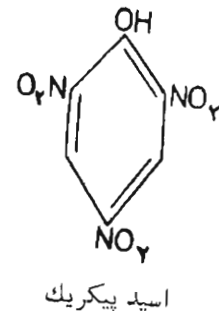


برای آنکه يك

ازوبنزن

مادهٔ رنگین قدرت رنگ‌کنندگی هم داشته باشد باید علاوه بر عوامل  
کروموفور، عوامل تثبیت‌کنندهٔ رنگ هم داشته باشد. این عوامل  
را آکسوکروم (مشدد رنگ) می‌نامند. آکسوکرومها، هم تشدید  
کنندهٔ رنگ هستند (یعنی ناحیهٔ جذب نور را از سمت ماورای بنفش  
به طرف قرمز جلو می‌برند) و هم قدرت رنگ‌کنندگی مواد رنگین را  
زیاد می‌کنند. مهمترین آکسوکرومها عوامل  $-OH$ ،  $-COOH$ ،  
 $-NH_2$  و  $-SO_3H$  می‌باشند. مثلاً اسید پیکریک، مادهٔ رنگین  
است و قدرت رنگ‌کنندگی هم دارد.

بعضی رنگها مستقیماً جذب الیاف  
پنبه‌ای می‌شوند. اینگونه رنگها را رنگهای  
بیواسطه می‌توان نامید. بسیاری رنگهای  
دیگر جذب الیاف پشمی و ابریشمی می‌شوند،  
ولی برای الیاف پنبه‌ای قرار نمی‌گیرند؛ چنین  
رنگهایی را رنگهای دندانه‌ای گویند و موادی



اسید پیکریک

را که موجب اتصال رنگ به پارچه می‌شوند دندانه می‌نامند. دندانه‌های  
معمولی رنگرزی عبارتند از استات آلومینیم، نمکهای فریک و مس و  
ترکیبات قلع. برای رنگ کردن پارچه به وسیلهٔ دندانه، ابتدا آن را  
در محلولی از دندانه فرو می‌برند و سپس آن را تحت اثر بخار آب

## معرفی رنگین

معرفی رنگین ، رنگهایی هستند که در حدود pH معینی رنگشان تغییر می کند و معروفترین آنها عبارتند از تورنسل ، فنل-فتالین و هلیانتین .

**تورنسل** ، مخلوطی از رنگهایی است که جزء عمده آن ترکیبی به نام ازولیتیمین است . این ماده به حالت آزاد، قرمز رنگ است، ولی نمکهای قلیایی آن آبی رنگ می باشد. تورنسل قدیمیترین و معمولی ترین معرف اسیدها و بازهاست. تورنسل معمولاً از گلسنگی به نام روسلاتکتوریات تهیه می شود. گلسنگ مزبور را پس از له کردن، چند هفته در مقابل هوا قرار می دهند و بدان محلولی از امونیاک و پتاس و آهک می افزایند . گلسنگ بر اثر تخمیر ، قرمز و سپس آبی می شود . با اضافه کردن سولفات کلسیم به آن، خمیری بدست می-آورند که می توان آن را قالب و خشک کرد .

**فنل فتالین** - از گرم کردن مخلوطی از انیدرید فتالیک و فنل در مجاورت اسیدسولفوریک بدست می آید. فنل فتالین ماده جامد بیرنگی است که بیشتر به عنوان معرف بکار می رود . محلول الکلی آن در مقابل اسیدها بیرنگ و در مقابل بازها قرمز رنگ است . علت تغییر رنگ فنل فتالین این است که در مقابل قلیاها ساختمان کینونی پیدا می کند .

مزبور مربوط است متراکم شده به مایع تبدیل می شود. ماده معطر در این مایع به صورت ذرات روغنی شکل معلق است . این ذرات پس از مدتی بر روی مایع جمع می شود و با آسانی ممکن است آن را جدا کرد . معمولاً مقدار کمی از ماده معطر در آب حل می شود . محلول آبیکی ماده معطر گلاب نامیده می شود . مواد معطر در الکل معمولی بهتر حل می شوند . از حل کامل مواد معطر در الکل، ادوکلن بدست می آید .

**طریقه استخراج عطر به کمک حلالهای قرار** - در این طریقه قسمت معطر گیاه را در استوانه های مسدودی قرار می دهند و حلال فراری مانند اتر نفت خالص را از میان آنها با هستگی می گذرانند . آخرین استوانه به دستگاه تقطیری مربوط است که در فشار کم کار می کند. در این دستگاه حلال، تقطیر شده برای استفاده مجدد به مخزن فرستاده می شود و ماده معطر باقی می ماند .

**طریقه فشردن** - این طریقه تنها در باره اجسامی که دارای مقدار زیادی مواد معطر هستند قابل اجراست. مثلاً اسانسهای پوست لیمو و نارنج و غیره را به این طریق می توان استخراج کرد. برای این عمل پوستهای حامل مواد معطر را بین صفحات ماشین مخصوصی می فشارند .

گاهی برای حل و جذب مواد معطر گلها، از چربیهای خالص نیز استفاده می کنند . این طریقه از قدیم معمول بوده است .  
**عطرهای مصنوعی** - بسیاری از مواد معطر را امروزه به طریق



## فصل بیستم

### مواد غذایی و کالری آنها، اهمیت پختن غذاها و نگهداری آنها

**مواد غذایی -** مواد غذایی آنگونه موادی هستند که انسان برای نمو، ترمیم، تأمین انرژی و ادامهٔ اعمال حیاتی بدن خود بدانها نیازمند است. مواد غذایی لازم برای بدن عبارتند از: مواد چربی، مواد قندی، مواد پروتئینی، مواد معدنی، آب و ویتامینها که اکنون کم و بیش به خواص و ساختمان شیمیایی آنها آشنایی داریم.

مواد چربی و قندی و پروتئینی منابع ایجاد انرژی برای بدن می‌باشند. در بین آنها انرژی مواد چربی بیش از دو برابر مواد قندی و پروتئینی است. انرژی مواد پروتئینی و مواد قندی تقریباً با هم برابر است. مقدار انرژی مواد غذایی برحسب مقدار حرارتی که از اکسیداسیون کامل آنها بدست می‌آید، تعیین می‌شود. مقدار متوسط این انرژی برای مواد قندی ۴، برای مواد چربی ۹ و برای مواد پروتئینی ۴ کیلوکالری گرم است. برای مقایسهٔ کالری



شیر محیط مناسبی برای رشد میکروبهای مختلف است ، به همین دلیل شیر را قبل از خوردن پاستوریزه می کنند. برای پاستوریزه کردن شیر ، یا آن را سی دقیقه در دمای  $62^{\circ}$  و یا ۱۵ ثانیه در دمای  $72^{\circ}$  نگه می دارند و سپس بلافاصله آن را سرد می کنند . امروزه بیشتر به طریق دوم که به طریق سریع مشهور است شیر را پاستوریزه می کنند. کارخانه شیر پاستوریزه تهران هم به همین طریق عمل می کند. در عمل پاستوریزه کردن شیر ، غالب میکروبهایی که احتمالاً در شیر ممکن است وجود داشته باشند ، از بین می روند .

پنیر - پنیر یکی از فراورده های شیر است که انواع بسیار مختلفی دارد ولی اساس ساختن آنها تقریباً یکسان است . هرگاه به شیر مایه پنیر اضافه شود ، شیر منعقد شده جسم جامدی به نام پنیر از آن بدست می آید که آن را از محلولی که با آن مخلوط است جدا می کنند . لاکتوز و مقداری از مواد محلول شیر در این محلول باقی می ماند ، ولی چون از هر لیتر شیر تقریباً ۶۰ گرم پنیر بدست می آید ، پنیر منبع سرشاری از مواد پروتئینی ، چربی ، فسفر ، کلسیم و ویتامینها بخصوص ویتامین A می باشد. مایه پنیر ماده ای است که از معده گوساله بدست می آید و شامل آنزیمی است که آن را پرزورین نام می گویند .

ماست - شیر بر اثر مخمرهای لاکتیکی<sup>۱</sup> مخصوصی به ماست تبدیل می شود. این مخمرها موجب تبدیل لاکتوز شیر به اسید لاکتیک

۱- لاکتوباسیلوس بولگاریوس و استرپتوکوکوس لاکتیس .

غذاهای گوناگون ، ابتدا نوع و مقدار مواد متشکله هر غذا را در صد گرم آن تعیین می کنند و بعد انرژی کل حاصل از صد گرم غذا را بدست می آورند . مثلاً صد گرم شیر شامل  $4/7$  گرم ماده قندی ،  $3/6$  گرم ماده چربی و  $3/3$  گرم ماده پروتئینی است که انرژی حاصل از این مواد بترتیب  $18/8$  ،  $32/4$  و  $13/2$  کیلو کالری است . پس انرژی صد گرم شیر  $64/4$  کیلو کالری است که آن را ارزش کالری شیر می نامند .

مواد پروتئینی علاوه بر ایجاد انرژی ، برای رشد و ترمیم بافتهای بدن نیز لازم است . ویتامینها ، مواد معدنی و آب و بعضی از پروتئینها هم تنظیم اعمال حیاتی را بعهدہ دارند .

انواع غذا مانند گوشت ، لبنیات ، تخم مرغ ، سبزیها ، نان و میوه ها که غذاهای روزانه ما را تشکیل می دهند ، شامل انواع مواد غذایی لازم می باشند . در زیر چند غذای مهم باختصار بیان می شود :

شیر - شیر غذای کاملی است که محتوی آب ، قند ، چربی ، ویتامین ، مواد معدنی و پروتئین است. در شیر گاو ۵-۴٪ ماده قندی (لاکتوز) ،  $3/3$ ٪ مواد پروتئینی (کازئین ، لاکتالبومین و لاکتوگلو-بولین ) و  $3/6$ ٪ مواد چربی (گلیسریدهایی مانند پالمیتین ، اولئین و بوتیرین) وجود دارد. ویتامینهای A ، B<sub>۱</sub> ، B<sub>۲</sub> ، C و D و همچنین عناصر کلسیم ، آهن ، فسفر و ید به صورت ترکیب در شیر موجودند. بنابراین این شیر نه تنها برای کودکان بلکه برای بزرگسالان غذای خوبی است.

به صورت مواد معدنی و مقدراری ویتامینهای گروه B تشکیل شده است در گوشت مانند تخم مرغ ئیدراتهای کربن وجود ندارد. ویتامینهای C و D نیز در گوشت یافت نمی‌شوند.

**اهمیت پختن مواد غذایی** - منظور از پختن غذا علاوه بر رفع انگل‌های مضر که ممکن است احتمالاً در غذاهای گوناگون وجود داشته باشد، بیشتر نرم کردن و خوش طعم کردن و تبدیل آنها به مواد ساده‌تری است که بهتر قابل هضم باشند. پختن غذاها به طرق مختلف انجام می‌شود، ولی بطور کلی می‌توان گفت که برای پختن غذاها آنها را یا بطور خشک و بدون اضافه کردن آب حرارت می‌دهند (کباب کردن، بریان کردن، بو دادن...) و یا بطور مرطوب یعنی با اضافه کردن آب آنها را گرم می‌کنند (جوشاندن، پختن با بخار...). هر یک از این طریقه‌ها بنحوی تغییراتی در غذاها بوجود می‌آورد و برای نوعی غذای مخصوص مفید است. مثلاً حرارت تنها، موجب انعقاد پروتئینها و تجزیه بعضی از آنها و تبخیر آب و همچنین تجزیه بعضی ویتامینها می‌شود؛ ولی به هنگام جوشیدن در آب، کلاژن گوشت یعنی ماده پروتئینی بافت پیوندی آن ئیدرولیز شده و به ژلاتین محلول تبدیل می‌شود و در نتیجه تارهای ماهیچه‌ای آن از هم جدا می‌شوند. ضمناً مواد محلول آن هم در آب حل شده از گوشت جدا می‌شوند. به همین دلیل گوشتی مانند گوشت ماهی که بافت پیوندی کمی دارد و مواد محلول آن زیاد است اگر در آب پخته شود، بیمزه می‌شود و گوشتهایی که بافت پیوندی ضخیمی دارند، برای کباب کردن مناسب

شده و مواد پروتئینی شیر (کازئین، لاکتالبومین و گلوبولین) را به پپتونها و اسیدهای آمینه تبدیل می‌کنند. برای تهیه ماست، ابتدا شیر را جوشانده و سپس سرد می‌کنند تا به دمای حدود  $45^{\circ}$  برسد، بعد مقدراری مایه ماست (ماست کهنه) که شامل مخمرهای مزبور می‌باشد، بدان اضافه می‌کنند؛ پس از ۴ تا ۵ ساعت ماست بدست می‌آید. ممکن است به جای ماست کهنه از مخمرهای کشت شده استفاده کرد.

**تخم مرغ** - تخم مرغ شامل مواد غذایی فراوانی است، بطوری که برای مراحل اولیه رشد جنین جوجه کافی می‌باشد. سفیده تخم مرغ مایع بیرنگی است که ۶۰٪ وزن تخم مرغ را تشکیل می‌دهد. یک هشتم این مایع پروتئین و بقیه آن آب است. پروتئین آن اووآلبومین است و مقدار کمی املاح نیز در آن وجود دارد. زرده تخم مرغ شامل مواد غذایی بیشتری است. تقریباً یک سوم زرده تخم مرغ چربی، نیم آن آب و یک ششم آن مواد پروتئینی است و ویتامینهای A، B و D در تخم مرغ وجود دارد. نمکهایی که در آن یافت می‌شوند شامل عناصر آهن، فسفر و کلسیم می‌باشند.

**گوشت** - ترکیب گوشتهای حیوانهای مختلف و اندامهای مختلف یک حیوان با هم متفاوت است. این ترکیب حتی بانژاد و نوع تغذیه حیوان نیز بستگی دارد. معمولاً بافتهای ماهیچه‌ای از سه قسمت آب، یک قسمت پروتئینهایی مانند کلاژن و الاستین، مقدار کمی چربی، در حدود یک درصد عناصری مانند فسفر، پتاسیم و آهن

وتولید مثل به آب نیازمندند. بنابراین اگر مقدار آب غذاها را تا حداقل معینی (که برای غذاهای مختلف فرق می‌کند) کاهش دهیم، تکثیر آنها غیر ممکن می‌شود. عمل خشک کردن غذاها و میوه‌ها به وسیله آفتاب از خیلی قدیم معمول بوده است و در کشتیها و میدانهای جنگ از غذاهای خشک استفاده می‌شده است. امروزه برای خشک کردن غذاها آنها را در ظرفهای مخصوصی قرار می‌دهند و هوای گرمی که دما و رطوبت آن تنظیم شده است، از میان غذاها عبور می‌دهند.

برای غذاهایی که تاب گرما ندارند از خشک‌کننده‌های با فشار کم استفاده می‌کنند که در این صورت عمل خشک کردن در دمای پایین-تری امکان پذیر می‌شود. اخیراً خشک کردن به حال انجماد توسعه یافته است. در این طریق غذای یخ زده را در فشار هوای کم قرار می‌دهند؛ در این صورت بر اثر تصعید، آب آن کم می‌شود. متأسفانه این طریق به مزایایی که دارد بسیار گران تمام می‌شود.

### ۳- سترون کردن به وسیله حرارت - به وسیله حرارت یا

اشعه X یا  $\gamma$  نیز می‌توان موجودات ذره بینی غذاها را از بین برد، ولی برای نگهداری غذاها باید مطمئن بود که مجدداً آن غذاها مورد حمله موجودات مزبور قرار نگیرند و این در صورتی ممکن است که غذا در ظرف سربسته‌ای باقی بماند. به همین دلیل بسیاری از غذاها در قوطیهای فلزی مناسبی که در آنها بطور غیر قابل نفوذی بسته شده است، نگهداری می‌شوند.

در این طریق ابتدا سبزیها، میوه‌ها، یا غذاهای دیگر را در

نیستند، زیرا مواد پروتئینی آنها منعقد شده، سخت می‌شوند.

**نگهداری غذاها** - بیشتر غذاها اگر مدتی در جایی بمانند کم-کم فاسد می‌شوند و دیگر قابل خوردن نیستند. کپکها، مخمرها و باکتریها مهمترین عامل فساد غذاها می‌باشند. غذا در محیطهای گرم و مرطوب محل مناسبی برای رشد این موجودات می‌باشند؛ بنابراین برای نگهداری غذاها باید آنها را از تأثیر موجودات مزبور محفوظ داشت. روشهای نگهداری غذاها معمولاً عبارتند از:

۱- استفاده از مواد شیمیایی، ۲- بی‌آب کردن، ۳- سترون کردن به وسیله حرارت، ۴- سرد کردن.

**۱- استفاده از مواد شیمیایی** - استفاده از مواد شیمیایی مانند نمک، شوره، دود و مانند آنها برای محافظت غذاها روش متداولی است که از قدیم نیز معمول بوده است. مثلاً برای نگهداری گوشت به آن نمک می‌زنند. در این عمل نمک باشیره گوشت مخلوط می‌شود و آن را غلیظ می‌کند. هرگاه موجود زنده‌ای در محیط آبی غلیظی قرار گیرد، آب از سلولهای آن خارج می‌شود و موجود مزبور می-میرد. دود دادن نیز موجب کشتن آنها می‌شود. امروزه از مواد شیمیایی دیگر مانند اسید بنزوئیک، اسید سیتریک، دیفنیل، اورتوفیل-فنل و انیدرید سولفور نیز استفاده می‌شود. استفاده از مواد شیمیایی برای نگهداری غذاها باید به حد کاملاً معینی باشد، زیرا اگر مقدار آن زیادتر از حد مجاز باشد، مسمومیت ایجاد می‌کند.

۲- بی‌آب کردن - کپکها، مخمرها و باکتریها برای رشد

قوطی ریخته و آن را تا حدود يك سانتیمتر پایین تر از لبه قوطی از مایعی پر می کنند (نوع این مایع برای غذاهای مختلف فرق می کند، مثلاً برای سبزیها آب نمک و برای میوه ها محلول قند بکار می رود)، بعد آن را گرم می کنند تا هوای درون قوطی خارج شود؛ سپس در آن را محکم لحیم کرده و مجدداً آن را تا دمای معینی گرم می کنند؛ در این صورت تمام موجودات زنده ای که ممکن است در ظرف وجود داشته باشند می میرند. امروزه این طریق نگهداری غذاها بسیار متداول است و غذاهایی که در این قوطیها نگهداری می شوند مدت ها سالم باقی می مانند.

**۴- سرد کردن** - تکثیر موجودات زنده میکروسکوپی در سرما به مقیاس زیاد کاهش می یابد. بنابراین غذا را می توان برای مدتی در یخچال نگهداری کرد. برای نگهداری مقدار غذای زیادتر و در مدت طولانی تر، علاوه بر سرد کردن، مقداری گاز کربنیک نیز در محیط وارد می کنند. در چنین شرایطی تکثیر میکروها تقریباً متوقف می شود.

## مسائل متفرقه

- ۱- ده سانتیمتر مکعب از یک محلول اسید اگزالیک با ۴ سانتیمتر مکعب سود نیم نرمال خنثی شده است؛ فرمول واکنش را بنویسید و غلظت اسید را حساب کنید . (طبیعی و ریاضی ۳۶)
- ۲- مقدار معینی از یک ئیدرو کربور را که ۲ مرتبه از هوا سنگین تر است با اکسیژن می سوزانیم؛ مشاهده می کنیم که  $۲۵/۸$  گرم اکسیژن برای احتراق کامل آن لازم است و ۹ گرم آب تولید می کند . معین کنید فرمول مولکولی این ئیدرو کربور را . (طبیعی و ریاضی ۳۶)
- ۳- مخلوطی از بوتان و ئیدروژن موجود است . این مخلوط را با اکسیژن می سوزانیم؛ مشاهده می کنیم که ۷۵ سانتیمتر مکعب اکسیژن برای سوزاندن مخلوط لازم است و ۴۵ سانتیمتر مکعب انیدرید کربنیک تولید می شود . مقدار درصد حجمی مخلوط را تعیین کنید . (طبیعی و ریاضی ۳۶)
- ۴- از تجزیه  $۵/۱۹۵$  گرم از یک ئیدرو کربور ،  $۵/۱۸$  گرم کربن و  $۵/۰۱۵$  گرم ئیدروژن بدست می آید . چگالی به حالت بخار ئیدرو کربور نسبت به هوا مساوی ۲٫۷ است . معین کنید : اولاً فرمول آن را . ثانیاً در صورتی که بدانیم این ماده از مواد معطره (بنزنی) است ، گسترده آن را رسم کنید . ثالثاً این ئیدرو کربور را در مجاورت نیکل احیا شده ، در حرارت با ئیدروژن سیر می کنیم؛ گسترده ماده تولید شده را بکشید . رابعاً  $۱۵/۶$  گرم از ئیدرو کربور اولیه را با مخلوط سولفونیتريك عمل می کنیم؛ معین کنید ماده منونیتره حاصل را چگونه می توان به انیلین تبدیل کرد؛ و اگر فرض کنیم

۵/۸۸۰ g/cm<sup>۳</sup> است. معین کنید: اولاً حجم هوای لازم برای سوختن یک حجم بخار حاصل از این مخلوط را؛ ثانیاً ۱ cm<sup>۳</sup> از این مخلوط با چه حجم محلول نرمال پیکرومات پتاسیم اکسید می‌شود.

۹- اترسلی است که از الکل اتیلیک و یک اسیدآلی سیرشده یک ظرفیتی تشکیل شده است. ۵/۸ گرم این اترسل را با ۱۰۰ سانتیمتر مکعب محلول پتاس ۰/۷۵ نرمال مخلوط کرده حرارت می‌دهیم. پس از مدتی چند قطره فنل فتالین به آن می‌افزاییم، مشاهده می‌کنیم که رنگ محلول قرمز می‌شود. برای از بین بردن این رنگ یعنی از بین بردن پتاس زیادی ۲۵ سانتیمتر مکعب اسید سولفوریک نرمال لازم است. جرم مولکولی و فرمول مولکولی و نام اسیدآلی و اترسل را مشخص کنید. (نهایی ۳۶)

۱۰- از تجزیه ۰/۵۱ گرم ماده آلی اضافه وزن لوله‌های پتاس ۱/۱ گرم و اضافه وزن لوله‌های اسید سولفوریک ۰/۴۵ گرم شده است. چگالی بخار آن نسبت به هوا ۳/۵۱ است. اولاً فرمول مولکولی آن را معین کنید؛ ثانیاً در صورتی که بدانیم این ماده اترسل است و از تأثیر اسید استیک بریک الکل بدست آمده است، فرمول مولکولی این الکل را بنویسید؛ ثالثاً معین کنید چه اسیدی را باید با الکل اتیلیک عمل کرد تا اترسل حاصل ایزومر اترسل فوق باشد. نام اترسل اخیر و فرمول گسترده آن را بنویسید. (نهایی ۳۹)

۱۱- ۰/۶ گرم ماده آلی را تجزیه می‌کنیم، ۰/۸۸ گرم CO<sub>۲</sub> و ۰/۳۶ گرم H<sub>۲</sub>O تولید می‌شود. چگالی به حالت بخار ماده نسبت به هوا ۲/۰۶ است. اولاً فرمول مولکولی ماده را معین کنید؛ ثانیاً در صورتی که بدانیم این ماده اسید است، گسترده آن را رسم کنید؛ ثالثاً ماده دیگری که الدول است دارای همین فرمول مولکولی است، گسترده آن را رسم کنید؛ رابعاً ۴/۱ گرم از نمک سدیم اسید فوق را با آهک سوددار تکلیس می‌کنیم. معین کنید گاز حاصل را با چه حجم هوا مخلوط کنیم تا در مجاورت شعله انفجار ماکزیمم باشد. (نهایی ۴۰)

و آنتشها کامل باشد، وزن انیلین تولید شده را حساب کنید.

(طبیعی و ریاضی ۴۲)

۵- ۵۰ گرم کربورکلسیم را با آب عمل می‌کنیم؛ ۱۶/۸ لیتر استیلن در شرایط متعارفی تولید می‌کند. اولاً درجه خلوص کربورکلسیم را تعیین کنید. ثانیاً این مقدار استیلن با چه حجم اکسیژن بطور کامل می‌سوزد؟ ثالثاً اگر این مقدار استیلن را حرارت دهیم، چه مقدار بنزن بدست می‌آوریم؟ فرض می‌کنیم راندمان عمل ۹۰ درصد باشد. (طبیعی و ریاضی ۴۱)

۶- از تجزیه ۰/۷۷ گرم از یک ماده آلی A که از کربن و تیدروژن و اکسیژن مرکب است، ۰/۶۳ گرم آب و ۱/۵۴ گرم گاز کربنیک بدست آمده است. اگر ۱/۶۵ گرم ماده A را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، نزول نقطه انجماد آب ۰/۶۹ درجه می‌شود، در صورتی که اگر  $\frac{1}{50}$  مولکول گرم از یک ماده دیگر B را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، نزول نقطه انجماد ۰/۳۷ درجه می‌گردد. تعیین کنید: اولاً فرمول مولکولی ماده آلی A را. ثانیاً فرمول گسترده آن را، در صورتی که می‌دانیم ماده A الئید است. و تعیین کنید چه مقدار آن را اکسید کنیم تا ۱/۲ گرم اسید بدست آید. فرمول واکنشها را بنویسید. (طبیعی و ریاضی ۳۹)

۷- از تجزیه ۰/۸۸ گرم یک ماده آلی که فقط یک اتم اکسیژن در هر مولکول دارد، معلوم شده است که ۰/۶ گرم آن کربن و ۰/۱۲ گرم آن تیدروژن است. اولاً فرمول مولکولی ماده را تعیین کنید. ثانیاً گسترده ایزومرهای C<sub>۵</sub>H<sub>۱۲</sub>O را رسم کنید. ثالثاً کدام گسترده قسمت ثانیاً را باید انتخاب کرد، در صورتی که بدانیم ماده مورد نظر، قابل اکسید شدن بوده ولی از اکسیداسیون آن نمی‌توان الئید یا سنتی که ۵ کربن دارا باشد بدست آورد. (ریاضی ۳۸)

۸- جرم مخصوص مخلوطی از بنزن و الکل اتیلیک  $0.8028 \text{ g/cm}^3$  است. جرم مخصوص الکل و بنزن بترتیب  $0.780 \text{ g/cm}^3$  و

شده است. ۱۰cc دیگر ادرار در اوره سنج، ۵cc گاز نیتروژن تولید کرده است. ۱۰cc دیگر ادرار، مخلوط ۱۰cc فلهینگ A و ۱۰cc فلهینگ B را بیرنگ کرده و مخلوط ۱۰cc فلهینگ A و ۱۰cc فلهینگ B به وسیله ۸cc محلول گلوکز ده در هزار بیرنگ می‌شود. از معلومات بالا اسیدیته ادرار را (برحسب اسید سولفوریک) و غلظت اوره و قند را حساب کنید.

۱۷ - محلولی از دیمیتیل‌امین و کلرورمیل و کلریدرات منومیتیل‌امین موجود است. این محلول دارای خواص زیر است:

محلول با ۱۰cc اسید کلریدریک نرمال خنثی می‌شود و چون محلول خنثی شده را تبخیر کنیم، ۲۲/۴cc گاز خشک در شرایط متعارفی بدست می‌آید و بعلاوه ۱/۴۹ گرم گرد خشک نیز در ظرف تبخیر باقی می‌ماند. اولاً مقدار سه ماده را تعیین کنید.

ثانیاً اگر گرد مزبور را با آهک تکلیس کنیم، چندلیتر گاز خشک در شرایط متعارفی بدست می‌آید و این گازها چندسانتیمتر مکعب اسید سولفوریک نرمال را خنثی می‌کند؟

ثالثاً تمام فرمولها را بنویسید. (ششم طبیعی شهریور ۲۹)

۱۸ - ۵/۴۴ گرم یک اسید آلی با ۲/۵cc محلول سود خنثی می‌شود و ۴cc محلول سود با ۴cc اسید نیتریک به غلظت ۱۲۶ گرم در لیتر خنثی می‌گردد. اسید آلی، یک ظرفیتی است. جرم مولکولی آن را تعیین کنید.

از تجزیه ۵/۸۸ گرم اسید آلی مزبور، ۶۷۲cc در شرایط متعارفی گاز کربنیک بدست می‌آید و ۵/۳۶ گرم آب تولید می‌شود. فرمول مولکولی ماده را تعیین کنید و گسترده ایزومرهایش را بکشید.

۱۹ - مخلوطی است از الدیید اتیلیک و اسید استیک. بر مخلوط، قطره‌ای فنل فتالین ریخته‌ایم. برای خنثی شدن آن ۱۰cc سود دسینرمال لازم است. چون نتیجه عمل را تبخیر و مواد خارج شده را در مایع فلهینگ وارد کنیم، ۱/۴۴ گرم رسوب قرمز بدست می‌آید. مقدار دو ماده را تعیین کنید. معلوم

۱۲ - از سوختن ۵/۳۳ گرم ماده آلی ۵/۶۶ گرم  $\text{CO}_2$  و ۵/۲۷ گرم  $\text{H}_2\text{O}$  تولید می‌شود. در هر مولکول این ماده آلی فقط دو اتم اکسیژن وجود دارد. اولاً فرمول مولکولی آن را معین کنید؛ ثانیاً ماده آلی فوق اترسل است. معین کنید چه فرمولهای گسترده‌ای را می‌توان برای آن پیش‌بینی کرد؛ ثالثاً اگر این اترسل را با سود عمل کنیم، نمکی حاصل می‌شود که جرمش  $\frac{41}{44}$  جرم اترسل است. معین کنید نام اترسل و نام اسید و الکلی را که از واکنش آنها اترسل فوق تولید می‌شود. (نهایی ۴۱)

۱۳ - مقدار عناصر درصد گرم یک اسید آلی به قرار زیر است: کربن ۴۵٪، اکسیژن ۵۳/۳۳٪ و هیدروژن ۶/۶۷٪. چگالی به حالت بخار آن نسبت به هوا مساوی با ۲/۵۶ است. اولاً فرمول گسترده آن را معین کنید؛ ثانیاً اگر ۲۴ گرم از اسید فوق را اختیار کرده و بخوایم ابتدا آن را به نمک آمونیم و سپس به امید آن اسید تبدیل کنیم، معین کنید چگونه باید عمل نمود. فرمولهای واکنشها را بنویسید و وزن امیدی را که می‌توان بدست آورد حساب کنید، فرض می‌کنیم بازده عمل ۹۵ درصد باشد؛ ثالثاً چگونه می‌توان امید فوق را به امین تبدیل کرد؟ (نهایی ۴۲)

۱۴ - ۱۲ گرم محلول اسید استیک، ۵۰cc محلول نرمال پتاس را خنثی می‌کند. عیار اسید را معین کنید.

۱۵ - ۹/۴ گرم فنل را با مخلوط اسید نیتریک و اسید سولفوریک عمل کرده‌ایم. راندمان عمل ۸۰٪ است. اولاً تعیین کنید جرم ماده نیترو شده بدست آمده را؛ ثانیاً ۵/۲۲۹ گرم این ماده را سوزانده‌ایم و گازهای بدست آمده را از ظروف اسید سولفوریک غلیظ و پتاس عبور داده‌ایم. حجم نیتروژن باقیمانده را حساب کنید. ج: اول ۱۸/۳۲ گرم، دوم  $33/6 \text{ cm}^3$ .

۱۶ - ادرار مریض مبتلا به مرض قند را برای تجزیه به آزمایشگاه فرستاده‌اند. ۱۰cc ادرار در مجاورت فنل فتالین با ۲cc سود دسینرمال قرمز

۲۳- از تجزیه ۰/۷۴ گرم ماده آلی مرکب از کربن و نیدروژن و اکسیژن، نتایج زیر حاصل شده است:

$\text{CO}_2$  ۱/۷۶ گرم و آب ۰/۹ گرم. از طرف دیگر، با آزمایش معلوم شده است که  $528/5^\circ\text{C}$  از بخار این ماده در  $100^\circ$  حرارت و فشار ۷۵۰ میلیمتر جیوه، ۱/۸۰ گرم وزن دارد. معین کنید: اولاً وزن مولکولی و فرمول مولکولی ماده را. ثانیاً همه ایزومرهای آن را. ثالثاً در صورتی که بدانیم این ماده اتراکسید نیست و از اکسیداسیون ۰/۲۰۳۵ گرم آن محلول اسیدی بدست می آید که با  $55^\circ\text{C}$  پتاس دسینرمال خنثی می شود، معین کنید فرمول گسترده ماده مزبور را. ج:  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

۲۴- از تجزیه ۰/۹۰ گرم ماده آلی مرکب از کربن و نیدروژن و اکسیژن، اضافه وزن لوله پتاس ۱/۳۲ گرم و اضافه وزن لوله های اسید ۰/۵۴ گرم است. آزمایش نشان می دهد که این ماده اسید یک ظرفیتی است؛ و اگر همان مقدار ماده را با سود نرمال عمل کنیم،  $100^\circ\text{C}$  آن را خنثی می کند. معین کنید اولاً فرمول مولکولی ماده را، در صورتی که بدانیم این ماده عامل الکلی نوع اول نیز دارد. ثانیاً فرمول گسترده ایزومرهای آن را بنویسید.

۲۵- ماده آلی مرکب از کربن، اکسیژن و نیدروژن موجود است.  $m$  گرم از آن را می سوزانیم؛  $0/88$  گرم  $\text{CO}_2$  و  $0/27$  گرم آب می دهد. از طرف دیگر، اگر  $\frac{1}{1000}$  مولکول گرم ماده را بسوزانیم،  $\text{CO}_2$  حاصل،  $400^\circ\text{C}$  آب باریت ۰/۲ نرمال را خنثی می کند در صورتی که می دانیم این ماده «بی اسید» است و نمک نقره آن را اگر تجزیه کنیم از ۱/۱۶ گرم آن  $0/72$  گرم نقره خالص بدست می آید، معین کنید: اولاً وزن مولکولی و ثانیاً وزن ماده مورد تجزیه ( $m$ ) و ثالثاً فرمول مولکولی ماده و رابعاً فرمول گسترده ماده را، در صورتی که می دانیم این ماده دارای عامل الکلی نوع سوم نیز هست. ج:  $m = 0/67$  و ۱۳۴

کنید که در مجاورت اسید سولفوریک، مخلوط مزبور چند  $^\circ\text{C}$  پرمنگنات نرمال را می تواند بیرنگ کند.

۲۰- از احتراق ۰/۳ گرم ماده آلی،  $0/66$  گرم  $\text{CO}_2$  و  $0/36$  گرم آب بدست آمده است. از طرف دیگر، محلول یک درصد آن در آب در  $0/3^\circ\text{C}$  - درجه منجمد می شود. ضریب ثابت رائول  $1800$  است. تعیین کنید اولاً فرمول مولکولی ماده و فرمول گسترده تمام ایزومرهای آن را. ثانیاً اگر از اکسیداسیون کامل ۰/۳ گرم ماده، محلول اسیدی بدست آید که با  $100^\circ\text{C}$  سود نرمال خنثی شود، تعیین کنید کدامیک از فرمولهای گسترده با این خاصیت تطبیق می کند. (نهایی ششم ریاضی)

ج:  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$

۲۱- از سوزاندن ۰/۳ گرم ماده آلی نیتروژن دار،  $0/22$  گرم  $\text{CO}_2$  و  $0/18$  گرم آب بدست آمده است. در آزمایش دیگر، همان مقدار ماده را اختیار می کنیم و آن را با آهنک سوددار عمل می کنیم. گاز حاصل  $50^\circ\text{C}$  محلول دو نرمال اسید سولفوریک را خنثی می کند. در صورتی که بدانیم اگر  $0/12$  گرم از ملح منوکلریدرات آن در آب حل شود با نیترات نقره  $0/178$  گرم رسوب کلرور نقره می دهد، فرمول ماده را تعیین کنید. (نهایی)

ج:  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

۲۲- مخلوطی از اسید کلریدریک و اسید فرمیک و اسید استیک با  $36^\circ\text{C}$  محلول  $\frac{1}{4}$  نرمال پتاس خنثی می شود. نمکهای حاصل را بطور خالص با پتاس نکلیس می کنیم. گازهای متصاعد ( $\text{H}$  و  $\text{CH}_4$ ) در شرایط متعارفی  $156/8^\circ\text{C}$  حجم دارند. به این مخلوط گازی مقدار زیادی اکسیژن اضافه و جرقه الکتریک تولید می کنیم. پس از سرد کردن گازهای حاصل،  $88^\circ\text{C}$  گاز می ماند که قسمتی از آن جذب پتاس می شود و بقیه که  $20/8^\circ\text{C}$  است، جذب فسفر می گردد. وزن هریک از ۳ اسید را در مخلوط و حجم اکسیژنی را که در ابتدا به مخلوط گازی اضافه شده است، معلوم کنید.

ج:  $200\text{cm}^3$  و  $\text{HCl}$   $0/073$  و اسید فرمیک  $0/184$  و اسید استیک  $0/18$



۲۶- يك اسيد آلی کلردار دارای خواص زیر است :

الف - از تجزیه ۱/۰۸۵ گرم آن ۱/۳۲ گرم  $\text{CO}_2$  و ۰/۴۵ گرم آب تولید می شود .

ب - ۲/۱۷ گرم اسید چون با سدیم و سود تکلیر شود و نتیجه با مخلوط جوهر شوره و نترات نقره بجوشد ، ۲/۸۷ گرم رسوب سفید تولید می کند .  
ج - ۱/۰۸۵ گرم اسید ، ۱۰۰cc سود نرمال را خنثی می کند و از مخلوط شدن مقدار معین اسید با مقادیر متغیر و مختلف سود ، بیش از یک نوع نمک بدست نمی آید .

اولاً فرمول مولکولی ماده را پیدا کنید . ثانیاً گسترده تمام ایزومرهای اسیدی اسید مزبور را رسم کنید و نام هر فرمول را بنویسید . ثالثاً با توجه به فرض چهار وجهی کربن و نتایج آن ، تعیین کنید که هر فرمول گسترده نظیر با چند ماده متفاوت است و این تفاوت از چه قرار است . (شهریور ۲۹ ریاضی)

۲۷- شرابی که دارای ۱۲۰cc الکل در لیتر است ، تبدیل به سرکه می شود . اولاً حساب کنید منتهای غلظتی را که دارا خواهد بود ( به ازای وزن اسید در لیتر) . ثانیاً به چه طریقی از سرکه حاصل می توان متان تهیه کرد؟ حجم متان که از یک لیتر سرکه بدست می آید در  $15^\circ\text{C}$  و ۶۶۰ میلیمتر جیوه فشار چقدر خواهد بود؟ وزن یک سانتیمتر مکعب الکل ۰/۷۹۵ گرم می باشد . ثالثاً اگر برای اکسیداسیون الکل مذکور جهت تبدیل به سرکه محلول نرمال پرمنگنات پتاسیم بکار بریم ، چه حجمی از محلول اخیر برای یک لیتر شراب لازم خواهد بود ؟ (خرداد ۲۸ طبیعی)

۲۸- اگر ۱/۸۴ گرم از یک ماده آلی مرکب از C و H و O را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم ، نزول نقطه انجماد حلال همان قدر خواهد بود که ۰/۹۲ گرم الکل اتیلیک را در همین مقدار آب حل کنیم . از طرف دیگر از تجزیه ۰/۴۶ گرم از همین ماده ، ۰/۶۶ گرم  $\text{CO}_2$  و ۰/۳۶ گرم آب تولید می شود . بالاخره یک گرم از این ماده با ۱/۹۶ گرم اسید استیک تولید یک

استر خنثی می نماید . تعیین کنید : اولاً وزن مولکولی این ماده را . ثانیاً فرمول مولکولی این ماده را . ثالثاً فرمول گسترده ماده و فرمول استر تشکیل شده را . (خرداد ۲۹ ریاضی)

ج :  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_2$

۲۹- ۱/۵۶۵ گرم از اسید آلی کلردار يك ظرفیتی در اثر ۱۰۰cc محلول نرمال سود خنثی می شود . ۳/۱۳ گرم از این اسید را با سدیم عمل نموده با اسید نیتريك می جوشانیم و سپس نترات نقره زیاد می افزاییم ؛ ۲/۸۷ گرم رسوب حاصل می شود . از سوختن ۱/۵۶۵ گرم از این اسید ، ۳/۰۸ گرم گاز کربنیک و ۰/۴۵ گرم آب بدست آمده است . فرمول این اسید را معلوم کنید و فرمول ایزومرهای مختلف آن را بنویسید . (خرداد ۲۸ ریاضی)

ج :  $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClCOOH}$

۳۰- محلولی از مخلوط يك الدئید يك عاملی (يك ظرفیتی) و اسیدش موجود است . به وسیله آزمایش ، نتایج زیر بدست آمده است :  
الف - ۱۰۰cc از این محلول با ۲۰cc سود دسینرمال خنثی شده است ، و از تجزیر محلول خنثی شده حاصل ۱/۰۶ گرم الدئید خالص بدست آمده است .

ب- ۷cc از محلول الدئید ، پس از خنثی شدن می تواند محلول حاصل از مخلوط شدن ۱۰۰cc محلول فهلینگک A و ۱۰۰cc محلول فهلینگک B را بیرنگ کند (فهلینگک A در هر لیتر ۳۵ گرم سولفات متبور دارد  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )  
ج - از احتراق کامل ۱/۰۶ گرم الدئید مزبور ، ۳/۰۸ گرم گاز کربنیک و ۰/۵۴ گرم آب بدست می آید .

اولاً فرمول تمام اعمال شیمیایی انجام شده را بنویسید .

ثانیاً فرمول الدئید و اسیدش را پیدا کنید .

ثالثاً غلظت دو ماده را تعیین کنید . (خرداد ۲۷ طبیعی)

ج :  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$

نرمال سود خنثی می‌شود. ۱۰۰cc از همان محلول با مقدار زیادی کلرور کلسیم تولید رسوب اکسالات می‌کند که به حالت خشک و بی آب ۱/۲۸ گرم وزن دارد. اولاً وزن هر کدام از اسیدها را در یک لیتر محلول تعیین کنید. ثانیاً همان مقدار اسیداکسالیك موجود در  $100\text{cm}^3$  را به حال خشک با اسیدسولفوریک غلیظ گرم می‌کنیم و گاز حاصل را از لوله‌ای که به حرارت قرمز، سرخ شده و محتوی اکسید سیاه مس است، عبور می‌دهیم. حجم گاز حاصل را در صفر درجه و فشار متعارفی (۷۶) حساب کنید و فرمول عملیات را بنویسید.

(شهریور ۲۸ طبیعی)

۳۴- يك ماده‌آلی مایع و خالص را تجزیه می‌کنیم. از احتراق ۰/۵۰ گرم آن، ۱/۴۱۹ گرم  $\text{CO}_2$  و ۰/۳۳۹ گرم آب بدست می‌آید. از طرف دیگر ۰/۴۶۵ گرم از ماده مزبور را با آهک سوددار تکلیس می‌کنیم و جریان نیدروژن از روی آن عبور می‌دهیم و گاز حاصل را در ۲۰۰cc محلول اسید-سولفوریک وارد می‌کنیم. مشاهده می‌شود که برای خنثی شدن بقیه محلول، ۵cc از محلول نیم نرمال پتاس لازم می‌شود؛ در صورتی که می‌دانیم فعلاً برای خنثی کردن همین محلول اسید سولفوریک فقط ۱۵cc محلول پتاس مزبور لازم است، فرمول مولکولی ماده و غلظت اسیدسولفوریک را تعیین کنید چگالی بخار ماده مزبور نسبت به هوا ۳/۲۱ است. (خرداد ۲۹ طبیعی)

ج:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

۳۵- ۷۹ گرم استات کلسیم را در قرعی کاملاً حرارت می‌دهند. معین کنید:

اولاً چه ماده‌آلی متصاعد می‌شود و مقدار آن چقدر است.

ثانیاً اگر روی ماده‌آلی حاصل، جریانی از کلر وارد کنند بطوری که فقط دو اتم کلر در روی کربن آن استخلاف شود و بعد این ماده حاصل را با محلول KOH عمل نموده سپس اکسید نمایند، چه ماده‌ای بدست خواهد آمد؟

ثالثاً- اگر همان ۷۹ گرم استات کلسیم خشک را تکلیس کرده با  $\text{PCl}_5$  عمل کنند، چه ماده‌ای بدست خواهد آمد و مقدارش چقدر است؟

رابعاً بالاخره اگر همان ۷۹ گرم استات کلسیم را براسید سولفوریک

اثر دهند پس از ختم عمل، جریانی از کلر روی اسید حاصل اثر دهند بطوری

۳۱- محلولی از نمک طعام و اوره و یک اسید موجود است. با آن این سه آزمایش را انجام می‌دهیم:

الف - ۱۰۰cc آن را با سود نرمال خنثی می‌کنیم؛ ۲cc سود مصرف می‌شود.

ب - ۱۰۰cc دیگر را خنثی می‌کنیم و سپس چند قطره محلول کرومات پتاسیم افزوده و از بورت، قطره قطره محلول دسینرمال نیترات نقره می‌افزاییم. پس از ریختن ۱۰۰cc محلول نیترات نقره مزبور، رنگ قرمز آجری ظاهر می‌شود.

ج - ۱۰۰cc دیگر محلول را با هیپو برمیت سدیم و سود در اوره سنج وارد می‌کنیم. در آخر آزمایش، سطح جیوه داخل سرپوش مدرج ۱۰cm از سطح جیوه طشتک بالاتر و حجم گاز در زیر سرپوش ۱۵cc و درجه حرارتش ۲۷/۳ و فشار جو ۷۶ سانتیمتر جیوه است. غلظت نمک و اوره و نرمالیتة اسید را حساب کنید.

۳۲- از احتراق ۰/۵۴ گرم ماده‌آلی نیتروژن دار؛ اضافه وزن لوله‌های

پتاس ۱/۳۲ گرم و اضافه وزن ظروف پلاتین آغشته به اسیدسولفوریک ۰/۳۶ گرم می‌شود. همان وزن از ماده‌آلی را در مجاورت آهک سوددار حرارت داده و گاز حاصل را وارد ۲۰۰cc محلول اسید سولفوریک نرمال می‌کنیم. بعد از پایان عمل، دو قطره فنل فتالین به محلول اسید اضافه می‌کنیم. اسید سولفوریک باقیمانده را با محلول KOH نرمال خنثی می‌نماییم. برای اینکه رنگ قرمز در محلول پیدا شود، ۱۰۰cc از محلول پتاس مصرف می‌شود. چگالی به حالت بخار این ماده‌آلی نسبت به هوا ۳/۷۲ است. فرمول مولکولی ماده‌آلی را تعیین کنید، و از طرف دیگر، یک مولکول ماده مذکور با دو مولکول HCl خنثی می‌شود. مطلوب است فرمول گسترده آن. (شهریور ۲۷ طبیعی)

ج:  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$

۳۳- ۱۰۰cc محلول اسیداکسالیك و اسیداستیک به وسیله ۳cc محلول

۳۸- از تجزیه  $\frac{1}{100}$  مولکول گرم از يك ماده آلی مرکب از C و H

و Br،  $\frac{1}{40}$  مولکول گرم آب و  $1/344$  لیتر  $CO_2$  بدست آمده است .  
در آزمایش دیگر، برم همان ماده آلی را به صورت برمورسیدیم تبدیل کرده و بر آن نیترات نقره می ریزند. وزن رسوب حاصل  $1/88$  گرم می گردد. اولاً وزن ماده آلی و نام آن را تعیین کنید . ثانیاً اگر بخواهیم از همان مقدار ماده آلی، تولوئن تهیه کنیم، چگونه باید عمل کرد و چه مقدار تولوئن بدست می آید؟ ثالثاً تولوئن بدست آمده را به حالت جوش با کلر عمل می کنیم و ترکیب منوکلر حاصل را با پتاس عمل می نماییم . معین کنید اگر نتیجه را اکسید کنیم ، چند گرم اسید بدست می آید . رابعاً  $\frac{1}{10}$  مولکول گرم دیگر از ماده اولیه را با برموراتیل در مجاورت سدیم عمل می کنیم. وزن ماده حاصل را بدست آورید و ایزومرهای آن را بکشید و نام هریک از آنها را ذکر کنید .

ج :  $C_6H_5Br$

۳۹- از تجزیه  $1/18$  گرم ماده آلی نیتروژن دار ، اضافه وزن لوله پتاس  $1/76$  گرم و اضافه وزن لوله اسید سولفوریک  $0/9$  گرم می شود و  $224cc$  گاز نیتروژن در شرایط متعارفی نیز بدست می آید .  
از طرف دیگر، محلول ۱ درصد آن در آب در  $0/313$  — درجه منجمد می شود . معین کنید :

اولاً فرمول مولکولی ماده را (ضریب ثابت را نول ۱۸۵۰ است) .  
ثانیاً ماده ای به فرمول  $C_6H_5NO$  موجود است در صورتی که بدانیم این ماده امید است، فرمول گسترده آن را بنویسید .

ثالثاً محلولی از امید را اختیار می کنند و آن را با سود می جوشانند و گاز حاصل را در  $100cc$  محلول نرمال اسید سولفوریک وارد می کنند. قسمتی از اسید سولفوریک را خنثی می کند . برای خنثی کردن باقیمانده اسید، یک گرم سود لازم است . معین کنید مقدار امید را . (طبیعی خرداد ۳۱)

که تمام نیتروژن رادیکال اسید با Cl استخلاف گردد ، چه ماده ای بدست خواهد آمد ؟ و اگر ماده بدست آمده را با KOH عمل نمایند ، ماده آلی جدیدی تولید می شود؛ مقدار آن چقدر است؟ (خرداد ۳۰ طبیعی)  
۳۶-  $1/295$  گرم ازنوکلریدرات يك ماده آلی را در آب حل کرده و بانیترات نقره عمل می نماییم. در نتیجه مقدار  $1/435$  گرم رسوب کلرور نقره بدست می آید . از طرف دیگر،  $1/86$  گرم ماده آلی اولیه را تجزیه نمودیم، در نتیجه  $5/28$  گرم  $CO_2$  و  $1/26$  گرم آب و در آزمایش دیگر  $0/34$  گرم امونیاک تولید شد. معین کنید :

اولاً فرمول مولکولی و وزن مولکولی و ترکیب و شکل ساختمانی این ماده را .

ثانیاً چگونه می توان این ماده آلی را تهیه کرد؟

ثالثاً از عمل این ماده با محلول سولفات مس چه ماده ای تولید می گردد؟  
(خرداد ۲۰ ریاضی)

ج :  $C_6H_5NH_2$

۳۷- از تجزیه  $0/87$  گرم ماده آلی مرکب از کربن و نیتروژن و اکسیژن ، اضافه وزن لوله های اسید سولفوریک  $0/81$  گرم و اضافه وزن لوله های پتاس  $1/98$  گرم می گردد . چگالی به حالت بخار ماده نسبت به هوا مساوی ۲ است . تعیین کنید :  
اولاً فرمول مولکولی ماده را .

ثانیاً در صورتی که بدانیم این ماده بر نیترات نقره امونیاکی و مایع فلهینگ اثر دارد و آنها را احیا می کند، فرمول گسترده ماده را بنویسید .

ثالثاً همان مقدار از ماده را مجدداً اختیار کرده با پتاکلرور فسفر عمل می کنیم . وزن ماده آلی بدست آمده را حساب کنید و گسترده تمام ایزومرهای ماده آلی اخیر را بنویسید و نام شیمیایی آنها را ذکر کنید و اثر محلول پتاس را بر ایزومری که دارای کربن نامتقارن است شرح دهید .

ج :  $C_6H_5CHO$

ثانیاً اگر حجم محلول اسید در آزمایش اخیر مساوی ۱۰۰۰ باشد ،  
نرمالیتت و غلظت مولکولی اسید را حساب کنید .

ثالثاً نمک پتاسیم را با پتاس تکلیس می کنند. وزن ماده آلی بدست آمده را  
حساب کنید (جرم مولکولی را اگر نتوانستید حساب کنید ۱۶۳/۵ محسوب  
دارید) . (طبیعی شهریور ۳۱)

۴۳- از تجزیه ۰/۴۴ گرم از یک ماده آلی ، اضافه وزن لوله های  
اسیدسولفوریک ۰/۳۶ گرم و اضافه وزن لوله های پتاس ۰/۸۸ گرم شده است.  
اولاً فرمول ساده ماده را بدست آورید .

ثانیاً در صورتی که بدانیم از حل کردن ۱/۲ گرم ماده در ۱۰۰ گرم آب  
نقطه انجماد آب ۰/۴۸ - درجه می گردد ، فرمول مولکولی ماده را تعیین  
کنید . ضریب ثابت را ۱۸۰۰ فرض می شود .

ثالثاً در صورتی که بدانیم این ماده اللئید است ، فرمول گسترده آن را  
بکشید .

رابعاً ۰/۴۴ گرم ماده را اختیار می کنیم و در مجاورت اسیدسولفوریک  
با بیکرومات پتاسیم دسینرمال آن را اکسید می کنیم . چند بیکرومات  
مصرف می شود ؟

خامساً اگر در مجاورت چند قطره اسید سولفوریک ، سه مولکول آن  
پولیمریزه شود ، چه ماده ای بدست می آید؟ فرمول گسترده آن را رسم کنید.

(ریاضی خرداد ۳۳)

۴۴- از تجزیه ۰/۱۴۵ گرم یک ماده آلی مرکب از C و O و H ،  
اضافه وزن لوله های پتاس ۰/۳۳ گرم و اضافه وزن لوله های اسیدسولفوریک  
۰/۱۳۵ گرم شده است .

اولاً معین کنید ترکیب صد قسمتی آن را .

ثانیاً اگر ۰/۲۹ گرم از این ماده آلی را در دستگاه میرر قرار دهیم ، هوایی  
هم حجم خود را جایجا می کند که در شرایط متعارفی حجم آن برابر ۱۱۲۰۰  
است . معین کنید فرمول مولکولی ماده را .

۴۰- محلولی از اسیدکلریدریک و اسیداستیک موجود است. ۱۰۰۰ از  
آن با ۸۰۰ محلول نرمال سود خنثی می شود . نمکهای حاصل را به حالت  
خشک با آهک سوددار تکلیس می کنند . گازی متصاعد می شود که آن را با  
مقدار زیادی اکسیژن مخلوط نموده و در آن جرعه الکتریک تولید می کنند .  
پس از خاتمه واکنش سرد کردن، گازها را از ظرف پتاس عبور می دهند ۶۷/۲۰۰  
از حجم آنها کاسته می شود. از این آزمایشها غلظت هردو اسید را در محلول  
حساب کنید . (ریاضی خرداد ۳۱)

۴۱- از تجزیه ۱/۴۸ گرم ماده آلی مرکب از C و O و H ، اضافه  
وزن لوله پتاس ۳/۵۱ گرم و اضافه وزن لوله اسیدسولفوریک ۱/۸۲۵ گرم  
است. چگالی به حالت بخار ماده نسبت به هوا ۲/۵۵ است. معین کنید :  
اولاً فرمول مولکولی ماده را .

ثانیاً در صورتی که بدانیم این ماده الکل نوع سوم است، فرمول گسترده  
آن را تعیین کنید .

ثالثاً تعیین کنید از اکسیداسیون همان مقدار الکل نوع اول و دوم ایزومر  
آن، چند گرم اسید بدست می آید و نام هر یک از اسیدها را ذکر کنید، و حساب  
کنید هر یک با چند cc سود ۰/۸ نرمال خنثی می شود .

(ریاضی شهریور ۳۱)

۴۲- از تجزیه ۰/۳۲۷ گرم از یک اسید آلی کلردار یک ظرفیتی، اضافه  
وزن لوله های پتاس ۰/۱۷۶ گرم و اضافه وزن لوله های اسید سولفوریک  
۰/۵۱۸ گرم شده است . در آزمایش دیگر ، همان مقدار از ماده را اختیار  
کرده با سدیم تکلیس می کنند ؛ سپس با اسید نیتریک جوشانده نترات نقره  
می افزایند؛ وزن رسوب حاصل ۰/۸۶۱ گرم می شود . در صورتی که بدانیم  
محلولی از این اسید با ۸۰۰ پتاس نیم نرمال خنثی می شود و نمک پتاس بدست  
آمده ، ۰/۸۰۶ گرم وزن دارد، معین کنید :

اولاً فرمول گسترده ماده آلی را .

۱۸۵۵ و آب تبلور سولفات مس پنج مولکول است . (طبیعی و ریاضی ۴۳)  
 ۴۷- مخلوطی از گازهای متان و اتیلن را با اکسیژن کافی در آب منجمی وارد کرده جرقه الکتریک برقرار می کنیم؛ عمل احتراق کامل می شود. حاصل احتراق را از لوله های محتوی اسید سولفوریک غلیظ و پتاس می گذرانیم . اضافه وزن لوله های اسید ۰/۷۲۲ گرم و اضافه وزن لوله های پتاس ۱/۳۲ گرم می شود. معلوم کنید نسبت درصد حجمی هریک از دو گاز متان و اتیلن را در مخلوط.  
 ۴۸- معلوم کنید : الف - برای تهیه ۲۵ لیتر شراب به درجه الکلی ۹ چه حجم محلول پنج گرم در لیتر گلوکز لازم است .

ب - در نتیجه تبدیل ۲۵ لیتر شراب فوق به سرکه، چه مقدار اسید استیک خالص می توان بدست آورد ؟

وزن مخصوص الکل  $D = 0.8$  . (طبیعی و ریاضی متفرقه ۴۳)

۴۹- ترکیب درصد یک ماده آلی نیتروژن دار به قرار زیر است :  
 کربن ۵۳/۳۳ گرم، نیتروژن ۱۵/۵۵ گرم، نیتروژن ۳۱/۱۲ گرم.  
 از تأثیر ۵/۸۱۵ گرم منوکلریدرات این ماده آلی بر نیترات نقره ، ۱/۴۳۵ گرم رسوب حاصل می شود. معلوم کنید فرمول مولکولی ماده آلی و فرمول گسترده ایزومرهای آن را . (طبیعی و ریاضی متفرقه ۴۳)

۵۰- مخلوطی از اسید کلریدریک و اسید فرمیک به وسیله بیست سانتیمتر مکعب محلول نرمال سودسوزآور خنثی می شود. نمکهای حاصل را به حالت خلوص با سود تکلیس می کنیم . ۲۲۴ سانتیمتر مکعب گاز در شرایط متعارفی بدست می آید . معلوم کنید وزن هریک از دو اسید را در مخلوط فوق .

(طبیعی ۴۴)

۵۱- از تجزیه ۱/۱۸ گرم از یک ماده آلی نیتروژن دار، ۱/۶۲ گرم آب و ۱۳۴۴ سانتیمتر مکعب گاز کربنیک و ۲۲۴ سانتیمتر مکعب نیتروژن در شرایط متعارفی بدست می آید . از طرف دیگر ، ۱/۱۸ گرم از این ماده آلی را در ۱۰۰ گرم آب حل می کنیم ؛ نزول نقطه انجماد ۰/۳۷ درجه

ثالثاً در صورتی که بدانیم این ماده ستن است، فرمول گسترده آن را بنویسید .  
 رابعاً طرز تهیه این ماده را بیان کنید .

خامساً اثر نیتروژن و اکسیژن اکسیدکننده را روی آن بنویسید .

(ریاضی شهریور ۳۳)

۴۵- یک مولکول گرم از یک ماده آلی نیتروژن دار با یک مولکول گرم اسید کلریدریک خنثی می شود . در یک آزمایش ، ۵۰۰۰ از محلول ۱۱/۸ گرم در لیتر این ماده آلی در آب با ۲۰۰۰۰ اسید کلریدریک نیم نرمال خنثی می شود و از سوختن ۵/۲۳۶ گرم ماده آلی، ۵/۵۲۸ گرم  $CO_2$  و ۵/۳۲۴ گرم آب و ۴۴/۸۰۰ نیتروژن در شرایط متعارفی تولید می شود .  
 اولاً فرمول مولکولی ماده و فرمول گسترده تمام ایزومرهای آن را بنویسید .

ثانیاً در صورتی که بدانیم این ماده امین نوع سوم است، فرمول گسترده آن را بنویسید و نام آن را ذکر کنید .

ثالثاً  $\frac{1}{10}$  مولکول گرم از این ماده آلی را اختیار نموده و آن را با محلول سولفات آهن دو ظرفیتی عمل می کنیم. وزن رسوب حاصل را پیدا کنید و فرمول گسترده ماده محلول بدست آمده را بنویسید .

رابعاً اگر به جای سولفات آهن ، محلول کلرور آلومینیم اختیار کنیم، فرمول واکنش را بنویسید و وزن رسوب حاصل را تعیین کنید (اگر نتوانستید جرم مولکولی را حساب کنید، آن را ۵۹ بگیرید) . (طبیعی خرداد ۳۳)  
 ۴۶- از حل یک گرم از یک الئید سیر شده یک ظرفیتی (یک عاملی) در صد گرم آب ، نزول نقطه انجمادی برابر ۰/۳۲ درجه حاصل می شود . معلوم کنید :

الف - فرمول الئید و نام آن را .

ب - ۵/۲۹ گرم از این الئید ، چند سانتیمتر مکعب مایع فهلینگ (۳۵ گرم سولفات مس متبلور در لیتر) را بیرنگ می کند. ضریب ثابت راتول

نرمال سود سوزآور خنثی شد. جرم نیتروژن موجود در ۱۰۰ گرم ماده آلی را حساب کنید .  
(ریاضی ۴۵)

۵۷- ساده‌ترین فرمول یک ئیدروکربور گازی شکل،  $\text{CH}_4$  و جرم یک لیتر آن در شرایط متعارفی،  $2/5$  گرم است. فرمول مولکولی ئیدروکربور را تعیین کنید .  
(ریاضی ۴۵)

۵۸- مخلوط گازی شکل قابل احتراقی از  $10\text{cm}^3$  از یک ئیدروکربور و  $70\text{cm}^3$  اکسیژن تشکیل شده است . پس از احتراق مخلوط و سرد کردن مواد حاصل ،  $45\text{cm}^3$  گاز بدست می‌آید که  $\frac{1}{9}$  آن قابل جذب پتاس و بقیه قابل جذب فسفر است . حجم گازها در شرایط متساوی (دما و فشار) اندازه‌گیری شده است .

۱- فرمول مولکولی ئیدروکربور را بدست آورید .

۲- چگالی گاز را بطور تقریب نسبت به هوا حساب کنید .

۳- فرمولهای گسترده ایزومرهای مختلف آن را بنویسید .

ج :  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  (رشته علوم تجربی - لیون)

۵۹- مخلوطی است از متان، اتیلن و ئیدروژن به حجم  $40\text{cm}^3$  . این مخلوط را همراه با  $130\text{cm}^3$  اکسیژن در آب‌سنجی وارد می‌کنیم. پس از ایجاد جرقه برق در آب‌سنج و سرد کردن محصول، حجم گاز باقیمانده  $94\text{cm}^3$  است که  $56\text{cm}^3$  آن قابل جذب پتاس و بقیه قابل جذب فسفر است .

۱- معادلات سوختن را بنویسید . ۲- ترکیب مخلوط اولیه را پیدا کنید.

(رشته ریاضی - پواتیه)

ج : ئیدروژن  $8\text{cm}^3$  ، متان  $8\text{cm}^3$  ، اتیلن  $24\text{cm}^3$

۶۰- از احتراق  $5/244$  گرم ماده آلی که مرکب از کربن، ئیدروژن و اکسیژن است ،  $5/581$  گرم انیدرید کربنیک و  $5/297$  گرم آب بدست آمده است . از طرف دیگر ، آزمایش نشان می‌دهد که چگالی بخار این ماده نسبت به هوا بین  $2/1$  و  $2/6$  است. معین کنید :

می‌شود ، در صورتی که اگر یک دهم مولکول گرم از یک ماده غیر مشخص را که یونیزه نمی‌شود در هزار گرم آب حل کنیم ، نزول نقطه انجماد  $5/185$  درجه می‌گردد . فرمول مولکولی ماده و فرمول گسترده تمام ایزومرهای آن را بنویسید .  
(طبیعی ۴۴)

۵۲- بیست سانتیمتر مکعب از یک محلول استامید را با مقداری کافی سود سوزآور حرارت داده‌ایم. گاز حاصل را درصد سانتیمتر مکعب محلول دسینرمال اسید سولفوریک وارد کرده‌ایم ؛ مشاهده گردید که برای خنثی شدن کامل اسید، باید پنج سانتیمتر مکعب محلول نیم‌نرمال سود سوزآور نیز اضافه کنیم. معلوم کنید مقدار استامید را در یک لیتر محلول فوق . (ریاضی ۴۴)

۵۳- از تجزیه  $2/26$  گرم از یک ماده آلی که در هر مولکول دو اتم کلر دارد ،  $1/08$  گرم آب و  $1/344$  لیتر گاز کربنیک در شرایط متعارفی بدست آمده است . از طرف دیگر ، همان مقدار ماده آلی را با سدیم تکلیس کرده و در مجاورت اسید نیتريك با نترات نقره عمل کرده‌ایم ؛  $5/74$  گرم رسوب حاصل شده است. فرمول مولکولی ماده و نام آن و فرمول گسترده تمام ایزومرهای آن را بنویسید ، و اثر پتاس را برای زموری که دارای کربن غیر-متقارن (کربن بی‌تقارن) است ، بنویسید .  
(ریاضی ۴۴)

۵۴-  $5/84$  گرم از یک ئیدروکربور اتیلنی (متشابه ترکیب با اتیلن) با  $3/2$  گرم برم سیر می‌شود. فرمول مولکولی ئیدروکربور را تعیین کنید.  
(طبیعی ۴۵)

۵۵- ئیدروکربور گازی شکل ۸۰ درصد کربن دارد و چگالی آن نسبت به ئیدروژن مساوی با ۱۵ است. فرمول مولکولی ئیدروکربور را تعیین کنید.  
(طبیعی ۴۵)

۵۶-  $1/75$  گرم ماده آلی نیتروژن‌دار را تجزیه کردیم و گاز امونیاک تشکیل شده را در  $10$  سانتیمتر مکعب محلول اسید سولفوریک  $29/4$  گرم در لیتر وارد نمودیم. زیادی اسید به وسیله  $50$  سانتیمتر مکعب محلول  $0/8$

باقی مانند که ۵ سانتیمتر مکعب آن به وسیلهٔ محلول پتاس و به وسیلهٔ مسفر جذب شد. اندازه گیریهادر شرایط یکسان حرارت و فشار صورت گرفت. معادله کلی سوختن ئیدروکربور را بنویسید و فرمول مولکولی آن را تعیین کنید. (ریاضی ۴۴)

۶۵- مخلوطی گازی شکل، با حجم مساوی از پروپان و پروپیلن در اختیار داریم. اولاً محاسبه کنید که برای احتراق کامل یک لیتر از مخلوط چه حجمی هوا لازم است ( $\frac{1}{5}$  حجم هوا را اکسیژن بگیرید).

ثانیاً تعیین کنید که برای ئیدروژناسیون یک لیتر مخلوط، چه حجمی گاز ئیدروژن لازم است. ثالثاً چگالی مخلوط را نسبت به گاز ئیدروژن تعیین کنید (حجم گازها تحت شرایط یکسان منظور شده است). (شهریور ۴۶ ریاضی)

۶۶- الدئیدی است به فرمول  $R-CHO$  با بنیان سیر شده زنجیری (مشابه ترکیب بالدئیداستیک). از اکسیداسیون این الدئید اسیدی حاصل می شود که چون اسید حاصل را تحت اثر پنتاکلورور فسفر قرار دهیم، در این واکنش، ترکیب آلی کلرداری نتیجه می گردد که در ۱/۸۵ گرم آن ۵/۷۱ گرم کلر تمرکز دارد. واکنشها را بنویسید. الدئید و اسید مربوط را مشخص کنید و نام علمی آنها را بگویید. (شهریور ۴۶ ریاضی)

۶۷- از سوختن ۳/۵ گرم از یک ئیدروکربور گازی شکل ۱۱ گرم انیدرید کربنیک تشکیل شده است. جرم یک لیتر این ئیدروکربور در شرایط متعارفی ۱/۲۵ گرم است. فرمول مولکولی ئیدروکربور را تعیین کنید.

۶۸- مقداری از یک ئیدروکربور را از لولهٔ محتوی اکسید مس گذاشته عبور می دهیم و گازهای احتراق را از لوله های کلرور کلسیم و پتاس می گذرانیم. به وزن لوله ها بترتیب ۵/۹ و ۲/۲ گرم اضافه می شود با در نظر گرفتن اینکه وزن این ئیدروکربور در مجاورت ئیدروژن و کاتالیزور  $\frac{۴۵}{۴۳}$  وزن اولیه اش می-رسید، مطلوب است:

۱- فرمول ئیدروکربور.

۱- فرمول مولکولی ماده را؛ ۲- نام و فرمول گستردهٔ تمام ایزومر-های آن را. ج:  $C_4H_{10}O$  (رشتهٔ ریاضی - پاریس)

۶۱- مخلوطی است از الکل اتیلیک و الکل متیلیک. در صورتی که بدانیم چگالی به حالت بخار این مخلوط نسبت به ئیدروژن برابر ۱۹/۵ می باشد، معین کنید: اولاً به چه نسبت مولکولی این دو الکل مخلوط می-باشند. ثانیاً مقداری از این مخلوط را اختیار کرده و با اکسیژن می سوزانیم. جرم انیدرید کربنیک حاصل برابر ۵/۲۶۴ گرم می گردد؛ جرم هر یک از دو الکل را در این مقدار از مخلوط حساب کنید. ثالثاً اگر همین مقدار از مخلوط دو الکل را مجدداً اختیار کرده و آنها را اکسید کنیم تا به اسیدهای مربوط تبدیل گردند، معین کنید اسیدهای حاصل روی هم رفته با چه حجم سود نیم نرمال خنثی می شوند. (کنکور دانشگاه صنعتی آریامهر ۴۵)

۶۲- از تجزیهٔ مادهٔ آلی معلوم شده است که در آن ۲۴/۲۴ درصد کربن، ۴/۵۵ درصد ئیدروژن و ۷۱/۷۱ درصد کلر موجود است. الف- فرمول سادهٔ ماده را تعیین کنید. ب- چگالی به حالت بخار ماده نسبت به هوا ۳/۴۲ است؛ جرم مولکولی و فرمول مولکولی آن را تعیین کنید و گستردهٔ کلیهٔ ایزومرهای آن را رسم کنید و نام هر یک را بنویسید. ج- معادلهٔ شیمیایی اثر هر یک از ایزومرها را بر محلول پتاس بنویسید و نام هر یک از مواد آلی تولید شده را ذکر کنید. (طبیعی ۴۶)

۶۳- از گرم کردن ۳ گرم الکل یک ظرفیتی سیر شدهٔ غیر حلقوی با اسید سولفوریک غلیظ، ۵/۸۴ لیتر در شرایط متعارفی ئیدروکربور گازی شکل تولید شده است. راندمان عمل ۷۵ درصد است. معادلهٔ کلی تبدیل الکل را به ئیدروکربور بنویسید و جرم مولکولی و فرمول مولکولی الکل را تعیین کنید. (ریاضی ۴۶)

۶۴- برای تعیین فرمول مولکولی یک ئیدروکربور گازی شکل، ۵ سانتیمتر مکعب آن را با ۱۲ سانتیمتر مکعب اکسیژن در آب سنج وارد کردیم و جرقه زدیم؛ پس از مایع کردن بخار آب تولید شده، ۷ سانتیمتر مکعب گاز

۴- از تراکم اسید **B** ، و امین **C** ، چه ماده‌ای نتیجه می‌شود؟ واکنش مربوطه را نوشته ، نام محصول عمل و مواد استعمال صنعتی آن را شرح دهید .  
 (۱) (۴۷ پلای تکنیک تهران)  
 ۷۳- در این آزمایشها : الف - انحلال يك دهم مولکول گلوکز در يك لیتر آب ، ب - انحلال يك دهم مولکول موم در يك لیتر آب ، نزول نقطه انجماد آب در کدامیک بیشتر است ؟ (۴۷ ریاضی)  
 ۷۴- چگالی مخلوطی از گازهای اتان و استیلن نسبت به تاز اندروژن  $14/2$  است . اولاً نسبت درصد حجمی گازها را در مخلوط محاسبه کنید . ثانیاً چگونه می‌توان با روش شیمیایی از مخلوط گازهای فوق نام اتان را جدانمود (فرمول واکنش را بنویسید). (شهریور ۴۷ ریاضی)  
 ۷۵-  $1/2$  گرم اوره را با محلول سود کافی می‌جوشانیم . تاز محاسبه را در  $125$  سانتیمتر مکعب اسید سولفوریک با غلظت  $39/2$  گرم در لیتر وارد می‌نماییم . محاسبه کنید برای خنثی کردن باقیمانده اسید چه حجمی سود  $\frac{N}{8}$  لازم است .  
 ثانیاً همان مقدار اوره را تحت اثر اسید نیترو قرار می‌دهیم . گازهای متصاعده از واکنش کامل را از محلول پتاس می‌گذرانیم . حجم گاز باقیمانده تحت شرایط متعارفی چه خواهد بود ؟ (شهریور ۴۷ ریاضی)  
 ۷۶- از  $15/6$  گرم بنزن ، اسید بنزن منوسولفونیک تهیه شده است (راندمان ۷۵٪) . اولاً برای خنثی کردن اسید حاصل چند سانتیمتر مکعب سود (۲N) لازم است ؟ ثانیاً از اسید حاصل چگونه می‌توان فنل معمولی تهیه نمود؟ (فرمولهای واکنش را بنویسید). (شهریور ۴۷ ریاضی)  
 ۷۷- بر اثر سوختن  $3/66$  گرم ماده آلی  $9/24$  گرم انیدرید کربنیک و  $1/62$  گرم آب تولید شده است . از طرف دیگر محلول ۱۰ درصد آن در اثر متعارفی در  $37/53^{\circ}\text{C}$  بجوش می‌آید ، در صورتی که نقطه جوش اثر خالص در همان شرایط  $35/6^{\circ}\text{C}$  است . ضریب ثابت بالا رفتن نقطه جوش

۲- ماده حاصل از ترکیب این ئیدروکربور و آب با ذکر کاتالیزور و فرمولهای مربوطه .  
 ۳- اگر  $2/3$  گرم از ماده حاصل را تبدیل به اسید نماییم با ذکر فرمولهای مربوطه معین کنید چند سانتیمتر مکعب سود ۲ نرمال برای خنثی کردن این اسید لازم است . (دانشگاه صنعتی آریامهر ۴۶)  
 ۶۹- يك ترکیب آلی به فرمول  $C_7H_{10}O_2$  مفروض است که ۴۰ درصد وزن آن را کربن تشکیل می‌دهد . فرمول مولکولی ترکیب آلی را بدست آورید . ترکیب مورد نظر از گروه اسید - الکلهاست ؛ چه گسترده‌هایی برای آن می‌توان نوشت و نام شیمیایی آنها چیست؟ توضیح دهید که با هر يك از آنها چند نوع منطبق است . (خرداد ۴۷ ریاضی)  
 ۷۰- از سوختن  $156/8$  سانتیمتر مکعب (در شرایط متعارفی) ئیدرو-کربور گازی شکل  $627/2$  سانتیمتر مکعب (در شرایط متعارفی) گاز کربنیک و  $504/5$  گرم آب تولید شده است . فرمول مولکولی ئیدروکربور را تعیین کنید . (خرداد ۴۷ طبیعی)  
 ۷۱-  $10$  سانتیمتر مکعب محلول منومتیل‌امین به وسیله  $8$  سانتیمتر مکعب اسید کلریدریک با غلظت  $43/8$  گرم در لیتر خنثی می‌شود ؛ فرمول واکنش را بنویسید و محاسبه کنید که يك لیتر از محلول امین چه حجمی گاز منومتیل‌امین تحت شرایط متعارفی در بر دارد . (خرداد ۴۷ ریاضی)  
 ۷۲- از احتراق کامل  $1/1$  گرم ئیدروکربوری ،  $1/26$  گرم آب حاصل شده است . يك مولکول از این ئیدروکربور می‌تواند در مجاور کاتالیزور ، دو مولکول ئیدروژن جذب نماید ، و تحت تأثیر اوزن و آب به دو مولکول الدئید فرمیک و يك مولکول الدئید **A** (بدون انشعاب) تبدیل شود ، معلوم کنید :  
 ۱- فرمول مولکولی و گسترده ئیدروکربور .  
 ۲- تعداد و نوع اربیتالهای شرکت کننده در تشکیل پیوندهای  $\pi$  .  
 ۳- چگونه الدئید **A** را به دی‌اسید **B** و امین مربوطه (امین **C**) ، تبدیل می‌نمایند ؟ واکنشهای آن را بنویسید .



**آزمایش** نشان می‌دهد که ترکیب **A** الکل است که چون از یک مولکول آن یک مولکول آب بگیریم، نیدروکربور اتیلنی **B** نتیجه می‌شود. الف - فرمول مولکولی الکل را مشخص کنید؛ ب - گسترده ایزومرهای الکل **A** و گسترده ایزومرهای اتیلنی **B** را بنویسید. (خرداد ۴۹ ریاضی)

۸۴- اسید اکسالیك با دومولکول آب متبلور است. چه مقدار اسید-اکسالیك متبلور را باید در آب حل کنیم و حجم محلول را به ۲۵۰cc برسانیم تا ۲۵cc از این محلول به کمک ۲۰cc سود با غلظت ۵ گرم در لیتر خنثی شود (فرمول و محاسبه). (خرداد ۴۹ ریاضی)

۸۵- برای سنجش غلظت اوره در محلولی، ۱۰cc آن را تحت اثر محلول قلبایی هیپو برومیت سدیم قرار داده‌ایم. از این واکنش ۰/۱۱۲ گرم نیتروژن آزاد شده است. غلظت اوره را بدست آورید. (خرداد ۴۹ طبیعی)

۸۶- ۰/۳ مولکول گرم اسید استیک خالص را با ۰/۳ مولکول گرم الکل اتیلیك آمیخته‌ایم. آزمایش نشان می‌دهد که هنگام برقراری تعادل شیمیایی، مقداری اسید در محیط عمل موجود است که به کمک ۵۰cc سود ۲N خنثی می‌شود. با استفاده از این معلومات، تعیین کنید که هنگام تعادل، چند گرم الکل اتیلیك و چند گرم استر در محیط عمل وجود داشته است. (خرداد ۴۹ طبیعی)

۸۷- راندمان تبدیل منونیتروبنزن به انیلین ۹۰٪ است. الف - برای تهیه ۹/۳ گرم انیلین، چند گرم منونیتروبنزن لازم است؟ ب - از این مقدار انیلین در واکنش کامل با اسید کلریدریك چه مقدار نمک می‌توان نتیجه گرفت؟ (خرداد ۴۹ طبیعی)

۸۸- از اثر آب بر کربور آلومینیم گاز **A** و از اثر آب بر کربور کلسیم گاز **B** متصاعد می‌شود. اگر بخواهیم حجم گاز **A**، ۱/۵ برابر حجم گاز **B** باشد (شرایط یکسان) محاسبه کنید؛ اولاً با چه نسبت وزنی باید کربور آلومینیم و کربور کلسیم خالص را تحت اثر آب قرار دهیم؛ ثانیاً یک حجم مخلوط فوق

حلال (اتر) مساوی با ۲۱۲۰ است. اولاً جرم مولکولی و فرمول مولکولی ماده آلی را معین کنید. ثانیاً ماده آلی اسید معطره است، فرمول گسترده و نام آن را بنویسید. (شهریور ۴۷ طبیعی)

۷۸- مخلوطی از گازهای اتیلن و استیلن داریم. این مخلوط با ۱/۲۵ برابر حجمش گاز نیدروژن سیر می‌شود (حجمها تحت شرایط یکسان). اولاً درصد حجمی مخلوط را حساب کنید. ثانیاً چه جرمی از این مخلوط را انتخاب کنیم که تحت شرایط متعارفی ۲۲/۴ لیتر حجم داشته باشد.

(خرداد ۴۸ ریاضی)

۷۹- برای تهیه الدئید استیک از اثر سولفورومیک بر الکل استفاده شده است. فرمول واکنش را بنویسید و محاسبه کنید که  $\frac{1}{30}$  مولکول گرم بیکرومات پتاسیم در واکنش کامل برای تهیه چه مقدار الدئید استیک لازم است. (خرداد ۴۸ ریاضی)

۸۰- مقدار درصد عناصر در یک ترکیب آلی که جرم مولکولی آن در حدود ۶۰ نتیجه شده است، به قرار زیر می‌باشد: کربن ۴۰/۶۷٪، نیدروژن ۸/۴۷٪، اکسیژن ۲۷/۱۲٪، نیتروژن ۲۳/۷۳٪. اولاً فرمول ساده، ثانیاً فرمول مولکولی ماده را پیدا کنید. ماده مورد آزمایش، در نتیجه ترکیب با آب به نمک امونیم تبدیل می‌شود. این ماده چیست؟ (خرداد ۴۸ ریاضی)

۸۱- برای خنثی کردن ۴/۸ گرم اسید چرب متشابه ترکیب با اسید فرمیک ۱۶/۹۵ سانتیمتر مکعب محلول ۲۲/۴ درصد پتاس بکار رفته است (جرم مخصوص محلول پتاس  $1.18 \text{ g/cm}^3$  است). جرم مولکولی و فرمول مولکولی اسید را مشخص کنید. (خرداد ۴۸ طبیعی)

۸۲- یک حجم مخلوط به حالت بخار بنزن و سیکلو هگزان به کمک ۸/۴ حجم گاز اکسیژن احتراق کامل می‌یابد. الف - درصد حجمی هر یک را در مخلوط بدست آورید؛ ب - برای سیر کردن یک حجم مخلوط چه حجمی گاز نیدروژن لازم است؟ (حجمها در شرایط یکسان) (خرداد ۴۹ ریاضی)

۸۳- ۶۴/۸۶ درصد وزن یک ترکیب آلی **A** را کربن تشکیل می‌دهد.

چه حجمی محلول برم با غلظت ۶/۴ گرم در لیتر را می‌تواند برنگ کند ؟  
(خرداد ۵۰ ریاضی)

۹۵ - الکل نوع دومی مفروض است. از اکسیداسیون این الکل متغی به فرمول  $C_nH_{2n}O$  نتیجه می‌شود که چگالی بخار آن نسبت به هوا  $d = 2/48$  می‌باشد. اولاً الکل نوع دوم را مشخص کنید. ثانیاً اگر اکسیداسیون این الکل را تا تشکیل اسید های آلی متوقف بدانیم، تعیین کنید چه مقدار الکل را اکسید نماییم تا محصول اکسیداسیون به نمک ۱۰۰ سانتیمتر مکعب سود نرمال خنثی شود ( فرمول واکنشها را بنویسید ).

(خرداد ۵۰ ریاضی)

۹۶ - از تیروژناسیون ۳/۲۸ گرم نیتریلی به فرمول مولکولی  $C_4H_3N$  مقداری آمین نتیجه می‌شود که می‌تواند ۶۴ سانتیمتر مکعب محلول نرمال اسید سولفوریک را خنثی کند. راندمان تبدیل نیتریل را به آمین محاسبه کنید (فرمولهای واکنش را بنویسید). (خرداد ۵۰ ریاضی)

۹۷ - برای احتراق کامل  $\frac{1}{10}$  مولکول گرم تیروکربور سیر شده زنجیری ۱۷/۹۲ لیتر گاز اکسیژن (شرایط متعارفی) لازم است. تیروکربور را مشخص کنید و ایزومرهای آن را بنویسید. (خرداد ۵۰ طبیعی)

۹۸ - از واکنش اسید فرمیک با الکل نوع اولی از گروه الکل اتیلیک استری نتیجه می‌شود که چگالی به حالت بخار آن نسبت به گاز کربنیک  $d = 2$  می‌باشد. اولاً استر را مشخص کنید و گسترده آن را رسم نمایید. ثانیاً گسترده اسیدهایی را رسم کنید که با استر فوق ایزومر باشند. (خرداد ۵۰ طبیعی)

۹۹ - از اکسیداسیون ۲/۳۶ گرم استامید به کمک هیپوبرومیت سدیم مقداری آمین نتیجه می‌شود که می‌تواند ۳۶ سانتیمتر مکعب محلول نرمال اسید سولفوریک را خنثی کند. راندمان تبدیل امید را به آمین محاسبه کنید (فرمول واکنشها را بنویسید). (خرداد ۵۰ طبیعی)

۱۰۰ - از تجزیه ۱/۳۲ گرم یک ترکیب آلی به فرمول  $C_xH_yO_4$ ، ۲/۶۴ گرم انیدرید کربنیک و ۱/۰۸ گرم آب نتیجه می‌شود. فرمول

از گازهای A و B به کمک چند حجم گاز اکسیژن (شرایط یکسان) احتراق کامل می‌یابد.

۸۹ - از نکلوس نمک کلسیم منواسیدی (از گروه اسیداستیک)، ستنی حاصل می‌شود که از احتراق کامل ۵/۴۳ گرم آن، ۱/۱ گرم گاز کربنیک بدست می‌آید. اسید آلی وستن حاصل را مشخص کنید (فرمولهای واکنش را بنویسید). (شهریور ۴۹ ریاضی)

۹۰ - برای خنثی کردن کامل ۱۰۰ cc محلول اتیلآمین ۲۰ cc اسید -

کلریدریک ۲ مولکول گرم در لیتر و ۴۰ cc اسید سولفوریک  $\frac{1}{4}$  مولکول گرم در لیتر لازم است. غلظت محلول اتیلآمین را بر حسب مولکول گرم در لیتر محاسبه کنید (فرمولهای واکنش را بنویسید). (شهریور ۴۹ ریاضی)

۹۱ - از احتراق کامل ۵/۳ گرم ترکیب آلی به فرمول  $C_xH_yO$ ، ۵/۶۶ گرم گاز کربنیک و ۵/۳۶ گرم آب نتیجه می‌شود. فرمول این ترکیب را مشخص کنید. ایزومرهای آن را نشان دهید. (شهریور ۴۹ طبیعی)

۹۲ - برای اکسیداسیون  $m$  گرم الکل پروپیلک، در تبدیل به اسید مربوط، ۲ گرم اکسیژن (از ماده اکسیدکننده) لازم است. اولاً  $m$  را تعیین کنید؛ ثانیاً اگر بخواهیم همین عمل را در شرایط مناسب، به کمک محلول دسینرمال بیکرومات پتاسیم، در محیط سولفوریک انجام دهیم، در واکنش کامل چه حجمی محلول بیکرومات لازم خواهد بود ( فرمول واکنشها را بنویسید) (شهریور ۴۹ طبیعی)

۹۳ - محلولی از فنل معمولی را به دو قسمت مساوی تقسیم نموده‌ایم. قسمت اول با افزایش ۵/۸ گرم سود کاملاً به فئات تبدیل می‌شود. محاسبه کنید که قسمت دوم در واکنش کامل با چه مقدار برم وارد عمل می‌شود (گسترده محصول واکنش را رسم کنید). (شهریور ۴۹ طبیعی)

۹۴ - ۵۶۰ سانتیمتر مکعب مخلوط گازهای اتیلن و استیلن (شرایط متعارفی) که ۲۰٪ حجم آن را اتیلن تشکیل می‌دهد، در واکنش اضافی کامل،

مولکولی ترکیب آلی را مشخص کنید. ماده آلی اسید است. ایزومرهای اسیدی آن را بنویسید.

(شهریور ۵۰ ریاضی)

۱۰۱ - ۲/۳۶ گرم استامید را به دو قسمت مساوی تقسیم نموده ایم:

۱ - قسمت اول را با محلول سود کافسی می جوشانیم. گاز متصاعده چند سانتیمتر مکعب اسید سولفوریک  $\frac{N}{4}$  را خنثی می کند؟

۲ - قسمت دوم را تحت اثر اسید نیترو قرار می دهیم، حجم گاز متصاعده را تحت شرایط متعارفی بدست آورید ( فرمول کلیه واکنشها را بنویسید).

۱۰۲ - در آزمایشی از یدروژناسیون  $\frac{1}{8}$  مولکول گرم بنزن  $\frac{1}{4}$  مولکول گرم سیکلو هگزان

را بدست آوردید ( فرمول واکنش را بنویسید). (شهریور ۵۰ ریاضی)

۱۰۳ - ۱/۷۷ گرم ماده آلی نیتروژن دار را مورد تجزیه شیمیایی قرار داده ایم. ۳/۹۶ گرم انیدرید کربنیک و ۲/۴۳ گرم آب نتیجه می شود. در آزمایش دیگر همان مقدار ماده آلی را طبق روش دوم عمل می کنیم، حجم گاز نیتروژن در شرایط متعارفی ۳۳۶ سانتیمتر مکعب است. فرمول ساده ماده آلی را بدست آورید.

۱۰۴ - الدیئیدی با فرمول مولکولی  $C_4H_6O$  در اختیار داریم.

اولاً ۲/۳۲ گرم الدیئید فوق در واکنش بر محلول نیترات نقره آمونیاکی چه مقدار نقره آزاد می کند؟

ثانیاً ۲/۳۲ گرم دیگر الدیئید فوق، با چه مقدار بیسولفیت سدیم تولید ترکیب اضافی می نماید؟ واکنشها را کامل در نظر بگیرید (فرمولهای واکنش را بنویسید).

۱۰۵ - راندمان تبدیل بنزن به اسید بنزن متوسولفونیک ۷۵٪ است. برای تهیه یک مولکول گرم اسید بنزن متوسولفونیک چند گرم بنزن لازم است؟ (فرمول واکنش را بنویسید).

(شهریور ۵۰ طبیعی)

ردیف	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۱	هیدروژن	H	۱	۱	مس	Cu	۶۳/۵
۲	هلیوم	He	۴	۲	روی	Zn	۶۵
۳	لیتیم	Li	۷	۳	گالیم	Ga	۶۹/۵
۴	بریلیم	Be	۹	۴	ژرمانیم	Ge	۷۲/۵
۵	بر	B	۱۱	۵	ارسنیک	As	۷۵
۶	کربن	C	۱۲	۶	سلنیم	Se	۷۹
۷	نیتروژن	N	۱۴	۷	برم	Br	۸۰
۸	اکسیژن	O	۱۶	۸	کریپتون	Kr	۸۳/۵
۹	فلوئور	F	۱۹	۹	رویدیم	Rb	۸۵/۵
۱۰	نئون	Ne	۲۰	۱۰	استرنسیم	Sr	۸۷/۵
۱۱	سدیم	Na	۲۳	۱۱	ایتزیم	Y	۸۹
۱۲	منیزیم	Mg	۲۴	۱۲	زیرکونیم	Zr	۹۱
۱۳	آلومینیم	Al	۲۷	۱۳	نیوبیم	Nb	۹۳
۱۴	سیلیسیم	Si	۲۸	۱۴	مولیبیدن	Mo	۹۶
۱۵	فسفر	P	۳۱	۱۵	تکنسیم	Tc	۹۹*
۱۶	گوگرد	S	۳۲	۱۶	روتیم	Ru	۱۰۱
۱۷	کلر	Cl	۳۵/۵	۱۷	رودیم	Rh	۱۰۳
۱۸	آرگن	Ar	۴۰	۱۸	پالادیم	Pd	۱۰۶/۵
۱۹	پتاسیم	K	۳۹	۱۹	نقره	Ag	۱۰۸
۲۰	کلسیم	Ca	۴۰	۲۰	کادمیم	Cd	۱۱۲/۵
۲۱	اسکاندیم	Sc	۴۵	۲۱	اندیم	In	۱۱۴/۵
۲۲	تیتانیم	Ti	۴۷	۲۲	قلع	Sn	۱۱۸/۵
۲۳	وانادیم	V	۵۱	۲۳	انتیموان	Sb	۱۲۱/۵
۲۴	کروم	Cr	۵۲	۲۴	تلور	Te	۱۲۷/۵
۲۵	منگنز	Mn	۵۵	۲۵	ید	I	۱۲۷
۲۶	آهن	Fe	۵۶	۲۶	گزنون	Xe	۱۳۱
۲۷	کوبالت	Co	۵۹	۲۷	سزیم	Cs	۱۳۳
۲۸	نیکل	Ni	۵۸/۵	۲۸	باریم	Ba	۱۳۷

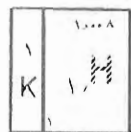
## جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۲۰۴	Tl	تالیوم	۸۱	۱۳۹	La	لانتانم	۵۷
۲۰۷	Pb	سرب	۸۲	۱۴۰	Ce	سریوم	۵۸
۲۰۹	Bi	بیسموت	۸۳	۱۴۱	Pr	پراسئودیم	۵۹
۲۱۰	Po	پولونیوم	۸۴	۱۴۴	Nd	نتودیوم	۶۰
۲۱۰*	At	استاتین	۸۵	۱۴۷	Pm	پرومتیم	۶۱
۲۲۲*	Rn	رادون	۸۶	۱۵۰/۵	Sm	ساماریوم	۶۲
۲۲۳*	Fr	فرانسیوم	۸۷	۱۵۲	Eu	اروپیم	۶۳
۲۲۶*	Ra	رادیوم	۸۸	۱۵۷	Gd	گادولینیم	۶۴
۲۲۷*	Ac	آکتینیم	۸۹	۱۵۹	Tb	تریم	۶۵
۲۳۲	Th	توریم	۹۰	۱۶۲/۵	Dy	دیسمیرونیوم	۶۶
۲۳۱*	Pa	پروتاکتینیم	۹۱	۱۶۵	Ho	هولمیم	۶۷
۲۳۸	U	اورانیوم	۹۲	۱۶۷	Er	اریتم	۶۸
۲۳۷*	Np	نپتونیم	۹۳	۱۶۹	Tm	تولیم	۶۹
۲۴۲*	Pu	پلوتونیوم	۹۴	۱۷۳	Yb	ایتریم	۷۰
۲۴۳*	Am	امریسیم	۹۵	۱۷۵	Lu	لوتسیوم	۷۱
۲۴۷*	Cm	کوریم	۹۶	۱۷۸/۵	Hf	هافنیم	۷۲
۲۴۹*	Bk	برکلیم	۹۷	۱۸۱	Ta	تاننال	۷۳
۲۵۱*	Cf	کالیفورنیم	۹۸	۱۸۴	W	تنگستن	۷۴
۲۵۲*	Es	اینشتینیم	۹۹	۱۸۶	Re	رنیم	۷۵
۲۵۳*	Fm	فرمیوم	۱۰۰	۱۹۰	Os	اسمیم	۷۶
۲۵۶*	Md	مנדلیوم	۱۰۱	۱۹۲	Ir	ایریدیوم	۷۷
۲۵۴*	No	نوبلیوم	۱۰۲	۱۹۵	Pt	پلاتین	۷۸
۲۵۷*	Lw	لاورانسیوم	۱۰۳	۱۹۷	Au	طلا	۷۹
۲۶۴*	Ku	کوریچاتوویوم	۱۰۴	۲۰۰/۵	Hg	جیوه	۸۰

اوزان اتمی عناصری که به علامت \* مشخص شده مربوط به فراوانترین یا پایدارترین ایزوتوپهای آن عنصر است.

پایان

# جدول تناوبی عناصر



- فلزات
- شبه فلزات
- غیر فلزات
- گازهای بی اثر

گازهای بی اثر

آرایش الکترونی  
عناصر انتهایی هر دوره

$1s^2 = 2$  الکترون  
 $2s^2 2p^6 = 8e$   
 $3s^2 3p^6 = 8e$   
 $4s^2 4p^6 4d^6 = 18e$   
 $5s^2 5p^6 5d^6 = 18e$   
 $6s^2 6p^6 5d^6 4f^1 = 32e$

	IA		IIA		غیر فلزات										VIIA	VIII	He			
	B		C		N		O		F		Ne	B	C	N	O	F	Ne			
	Al		Si		P		S		Cl		Ar	Al	Si	P	S	Cl	Ar			
	K		Ca		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	Rb		Sr		Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	Cs		Ba		La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	Fr		Ra		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw	

با شروع دوره ششم و هفتم تا پایان دوره پنجم و ششم

دولت‌های آبی داخل پرانتز تعداد جرمی باید در آخرین ایزوتوپ عناصر را در نظر بگیرید.

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw

وزن اتمی در پرانتز کربن-۱۲

علامت اختصاری

عدد اتمی

ساختار الکترونی