

# رشد

## آموزش شیمی



سال دهم - پاییز ۱۳۷۴ - شماره ۴۱ - بها ۱۰۰ تومان

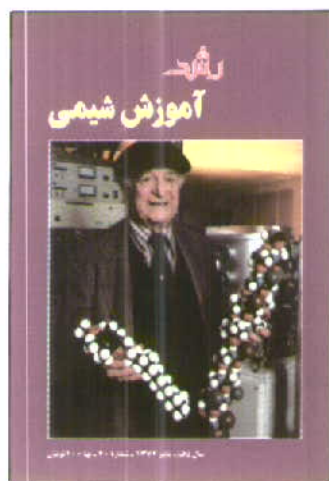
# رشد ۴۱ آموزش شیمی

سال دهم - پاییز ۱۳۷۴ - شماره مسلسل ۴۰

نشریه گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش

نشانی: تهران - صندوق پستی ۳۶۳-۱۵۸۵۵

تلفن: ۴-۰۸۳۹۲۶۲ داخلی ۲۹۳



مجله رشد آموزشی شیمی هر سال سه شماره به منظور اعتلای دانش دبیران و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر دانش پژوهان در این رشته منتشر می‌شود. جهت ارتقاء کیفی آن نظرات ارزنده خود را به صندوق پستی تهران ۳۶۳-۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.

سر دبیر: سیدرضا آقابور مقدم

نویسنده دفتر چاپ و توزیع کتب درسی

رسمی کامپیوتری: محمد رضا طهماسب پور

صفحه‌آرا: سمیرا امین فرامرزی نیکنام

طراح جلد: فرید فرخنده کیش

ناظر چاپ: محمد کشمیری

شورای نویسندگان

دکتر رحمت ا... رحیمی

دکتر مسعود روحی لاریجانی

دکتر حسین آقایی

حسام امینی

دکتر محمدرضا ملاردی

محمداقبر جلالی

سیدرضا آقابور مقدم

سردبیر	۳	پیشگفتار (کارنامه گروه شیمی بخش دوم / جمع جبری)
سیدرضا آقا پورمقدم	۵	نماینده موضوعی مقاله‌ها
سیدرضا آقا پورمقدم	۱۰	پاولیتنگ، لینوس کارل
دکتر محمدرضا ملاردی	۱۲	بک بررسی تحلیلی در زمینه کشف عنصرها
دکتر حسین آقایی	۲۰	سرعت واکنشهای شیمیایی و قانون اثر جرم
دکتر علی سیدی	۲۲	الاستومرها
دکتر منصور عابدینی	۳۰	پیشگویی شکل فضایی مولکولها
دکتر رحمت ا... رحیمی	۳۶	مول
دکتر محمدنبی سریلوکی	۴۱	دانش پلیمر
دکتر زین العابدین غول	۴۶	گذرنامه سفر به ابدیت
حسام امینی	۴۸	برخی از پرسشهای آزمون شیمی گروه آزمایشی ریاضی ۱۳۷۳ فیزیک
گروه المپیاد شیمی ایران	۵۲	پرسشهای مرحله اول چهارمین المپیاد شیمی ایران
	۶۳	نام داوطلبانی که در آزمون مرحله اول چهارمین المپیاد شیمی ایران ۱۵ / ۲ / ۷۳ پذیرفته شده‌اند.
دکتر رحمت ا... رحیمی	۶۲	المپیاد و کارنامه نخبه‌های گروه شیمی ایران ارائه شده در میزگرد
	۶۵	کنگره مهندسی شیمی ایران ۱۳۷۳

بررسی و رأی جلسه مورخ ۲۷ / ۸ / ۶۸ مرکز سنجش علمی و پژوهشی وزارت فرهنگ

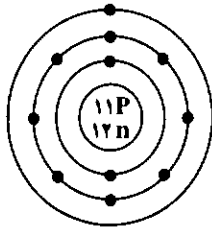
آموزش عالی. اعتبار علمی این نشریه علمی و تخصصی تعیین شده است.

# پیشگفتار

حاسبوا قبل ان تحاسبوا

حضرت امام علی (ع)

## کارنامه گروه شیمی (بخش دوم) جمع جبری



یازدهمین ز ادسال مجله رشد آموزش شیمی مبارک باد

لغزشها و نارساییها را یادآور شوند و عیبها را بگویند. به فرموده امام خمینی (ره): «... نباید ماها گمان کنیم که هر چه می‌گوییم و می‌کنیم کسی را حق آشکال بر آن نیست. اشکال بلکه تخطئه یکی از مواهب الهی است». سعدی هم در این باره چنین گفته است:

هر آن کس که عیبش نگویند پیش

هنر داند از جاهلی عیب خویش

از خدای مهربان می‌خواهیم به ما توفیق عنایت فرماید تا در خدمت به همکاران و علاقه‌مندان محترم به شیمی بتوان باشیم و در برابر نسلهای کنونی و آینده شرمسار نباشیم. امید است رحمت الهی شامل حال ما بشود.

### ۱- تألیف کتابها

- تألیف کتاب شیمی (۱) نظام جدید
- تألیف کتاب شیمی (۲) نظام جدید
- تألیف کتاب شیمی (۳) نظام جدید
- تألیف کتاب شیمی آزمایشگاه (۱) نظام جدید
- تألیف کتاب شیمی آزمایشگاه (۲) نظام جدید
- تألیف کتاب معلم شیمی (۱) نظام جدید (چاپ دوم)

به نام پروردگار، با سلام به پیشگاه حضرت ولی عصر (عج)، با یاد سالار شهیدان و معلم توحید حسین بن علی (ع)، با درود به روان پاک بنیانگذار جمهوری اسلامی و شهیدان جهان اسلام و با سلام و دعا به همکاران و خوانندگان ارجمند، بخش اول کارنامه گروه شیمی دفتر برنامه ریزی و تألیف کتابهای درسی پس از انقلاب شکوهمند اسلامی در شماره ۲۶-۲۵ مجله آمده است و بخش دوم آن از سال ۶۹ تا ۷۳ در همین شماره (۴۱) آمده است. نمایه پدیدآورندگان مقاله‌های مجله از شماره ۱ تا ۴۱ در شماره ۴۲ خواهد آمد.

آنچه در توان داشتیم، تلاش کردیم، اما آنچه را که خواستیم، نتوانستیم به آن برسیم. امیدواریم که جمع جبری کارهای مثبت و منفی بالا، مثبت باشد و کارنامه گروه شیمی در پیشگاه خداوند مهربان پذیرفته شود.

از خدای مهربان می‌خواهیم که به بیش ما بیفزاید زیرا اگر ناآگاهانه و بدون بینش، کاری را انجام دهیم، همچون کسی می‌شویم که از بی‌راهه می‌رود که سرعت سیر و تند رفتن، نتیجه‌ای جز دوری از مقصد برایش نخواهد داشت. از همکاران و علاقه‌مندان محترم به شیمی، می‌خواهیم که برای ما نامه بنویسند، به پرسشنامه‌ها پاسخ دهند و ما را راهنمایی کنند،

- تألیف کتاب معلم شیمی (۲) نظام جدید (زیر چاپ)

## ۲- مقاله ها

در این شماره نمایه موضوعی مقاله های مجله رشد

- تألیف کتاب معلم شیمی (۳) نظام جدید (زیر چاپ)

آموزش شیمی ۲۶ - ۲۵ تا ۴۰ آمده است.

- تألیف کتاب شیمی (۱ و ۲) پیش دانشگاهی نظام جدید

- برخی از پیشگفتارها از شماره ۲۷ ... مجله رشد آموزش شیمی

شماره مسلسل مجله	سال	نویسنده	عنوان
۲۶-۲۵	هفتم	سیدرضا آقاپور مقدم	کارنامه گروه شیمی، جمع جبری، هفتمین زادسال مجله ...
۲۸	هشتم	سیدرضا آقاپور مقدم	• بیست و سومین المپیاد جهانی شیمی (سال ۱۳۷۰ برابر ۱۹۹۱ م)
۲۹	هشتم	سیدرضا آقاپور مقدم	• هشتمین زادسال مجله رشد آموزش شیمی مبارک باد
۳۰	هشتم	سیدرضا آقاپور مقدم	• تاریخ مختصر المپیاد جهانی شیمی
۳۱-۳۲	هشتم	گروه برنامه ریزی و تألیف	• فزاینده ای از بیانات حضرت آیت ا... خامنه ای رهبر معظم انقلاب اسلامی
۳۳	نهم	کتاب درسی	• چرا هر چند سال کتابهای آموزش شیمی تغییر می کند
۳۵-۳۶		سیدرضا آقاپور مقدم	• سخنی با معلمان و خوانندگان ارجمند
		گروه برنامه ریزی و تألیف	• چرا آموزش روش علمی و کسب مهارت در کاربرد آن اهمیت دارد؟
۳۷	دهم	کتاب درسی	
۳۸-۳۹	دهم	سیدرضا آقاپور مقدم	• بیست و پنجمین المپیاد شیمی (۱۳۷۳ برابر ۱۹۹۲ م)
۴۰	دهم	سیدرضا آقاپور مقدم	• همکاران و دوستان محترم علم شیمی
۴۱	دهم	سیدرضا آقاپور مقدم	• کارنامه گروه شیمی، جمع جبری، یازدهمین زادسال مجله مبارک باد

## - گفتگوها

نام و نام خانوادگی	عنوان شغل	سال	شماره مسلسل مجله
دکتر محمود شریفی مقدم	دانشیار دانشگاه تربیت معلم	هفتم	۲۸
ملک ظاهر مقصودلو	مدیر گروه آموزش شیمی دانشگاه تربیت معلم	هشتم	۲۹

- برنامه ریزی آموزشی، تألیف کتاب درس شیمی

موضوع	نویسنده	سال	شماره مسلسل
تولد یک کتاب شیمی دبیرستانی جدید	مرتضی خلخالی	دهم	۳۸-۳۹
چرا اثرهای نسبیتی در کتابهای درسی راه نیافته است؟	دکتر ملاردی، دکتر آقا بزرگ	دهم	۳۸-۳۹

- آشنایی با استادان، معلمان

شماره مسلسل	سال	نام
۳۱-۳۲	هشتم	دکتر محسن فلمکار
۳۳	نهم	علی فرجامی
۳۴	نهم	دکتر محمد رنوف درویش
۳۵-۳۶	نهم	دکتر علی معصومی
۳۸-۳۹	دهم	دکتر فرخ محمد زاده فرحان ۱ در میان ما نیست، یادش گرامی باد!
۴۰	دهم	دکتر میراسماعیل رباطی
۴۰	دهم	فریدون کوشا
۴۰	دهم	نعمت الله ارشدی

۳۱-۳۲ • دنباله یدسنجی، غلامحسین لطیفی، سال نهم، شماره ۳۳ • سنجش ارسنیک در محلول ارسنیت سدیم، غلامحسین لطیفی، سال نهم، شماره ۳۴ • پرسش و پاسخ آزمایشگاهی، غلامحسین لطیفی، سال دهم، شماره ۳۷ • باتری لیمویی، دکتر نبی سربلوکی، سال دهم، شماره ۳۷ • تأثیر حلال در خواص ماده حل شدنی، غلامحسین لطیفی، سال دهم، شماره ۳۸-۳۹ • آموزش شیمی در آزمایشگاه (تهیه اکسیژن در آزمایشگاه) غلامحسین لطیفی، سال دهم شماره ۳۸-۳۹.

### الکتروشیمی

آبکاری، جعفر شیخ الاسلام، سال هفتم، شماره ۲۶-۲۵ • اکسیداسیون و احیا، دکتر منصور عابدینی، سال هفتم، شماره ۲۶-۲۵ • الکتروشیمی، سعید بلا لایی، سال نهم، شماره ۳۳ • چرا پیل دانیل کار می کند؟، یعقوب سیدی، سال دهم، شماره ۳۷ • باتری لیمویی، دکتر محمد نبی سربلوکی، سال دهم، شماره ۳۷.

### المپیاد شیمی

• چهارمین المپیاد بین المللی شیمی، دکتر سیدی، سال هفتم، شماره ۲۶-۲۵  
• پنجمین المپیاد بین المللی شیمی، دکتر سیدی، سال هفتم، شماره ۲۶-۲۵  
• دومین المپیاد بین المللی شیمی لهستان، دکتر سیدی، سال هفتم، شماره ۲۷  
• سومین المپیاد بین المللی شیمی مجارستان، دکتر سیدی، سال هفتم، شماره ۲۷  
• پرسشهای شیمی صنعتی و شیمی عمومی المپیاد، دکتر ملاردی، سال هفتم، شماره ۲۸  
• بخشنامه المپیاد شیمی.  
• شانزدهمین المپیاد بین المللی شیمی، دکتر سیدی، سال هشتم، شماره ۲۹  
• شیمی المپیاد شیمی جهانی ۱۳۷۰، دکتر روحی لاریجانی، سال هفتم، شماره ۲۹

### کنگره های شیمی

- کنگره شیمی و مهندسی شیمی ایران ۱۶ تا ۱۹ شهریور ۱۳۶۶ دانشگاه فردوسی مشهد شرکت کنندگان در این کنگره، سیدرضا آقاپور مقدم، دکتر علی سیدی و دکتر منصور عابدینی.

### سمینار

سومین سمینار شیمی معدنی ایران در دانشگاه تبریز ۱۱ و ۱۲ مرداد ۱۳۷۳، شرکت کننده دکتر رحمت الله رحیمی.

### نمایه موضوعی

### - آزمایشگاه و کار آزمایشگاهی

• طرز تهیه هالوزنها، غلامحسین لطیفی، سال هفتم، شماره ۲۶-۲۵ • منگانیمتری، غلامحسین لطیفی سال هفتم، شماره ۲۷ • شرح چند آزمایش ساده شیمیایی، دکتر محمود شریفی مقدم کاخکی، سال هفتم، شماره ۲۸ • یدسنجی (یدومتری)، غلامحسین لطیفی، سال هشتم، شماره ۳۰ • شیمی برای کودکان (طراحی بر روی کاغذ رنگ شده با جوهر کلم قرمز)، مینا رضایی کهخازاله، سال هشتم، ۳۱-۳۲ • تهیه محلولهای نمونه، غلامحسین لطیفی، سال هشتم، شماره

- یازدهمین المپیاد بین المللی شیمی، دکتر روحی لاریجانی، سال هشتم، شماره ۲۹
- دوازدهمین المپیاد بین المللی شیمی ۱۹۸۰، دکتر ملاردی، سال هشتم، شماره ۳۱-۳۲
- بیست و چهارمین المپیاد بین المللی ۱۳۷۱، دکتر رحیمی، سال نهم، شماره ۳۴، دنباله پرسشهای المپیاد ۱۳۷۱ (۱۹۹۲ م) سال نهم، دکتر رحیمی. مسأله نظری شماره (۱) شیمی معدنی، دکتر عابدینی، دکتر آقائی، دکتر رحیمی، سال دهم، شماره ۳۸-۳۹

### آموزش شیمی

- گزارشی از یک دوره بازآموزی، دکتر ملاردی، سال هفتم، شماره ۲۵-۲۶
- مروری بر چگونگی راه یافتن اندازه گیری در شیمی، دکتر آقائی، سال هفتم، شماره ۳۷
- مروری بر چگونگی پیشگویی ساختارهای مولکولی، سال هفتم، شماره ۲۸
- درباره ساختار مولکولی ترکیبها چه می دانیم؟ دکتر ملاردی، سال هشتم، شماره ۲۹
- آموزش شیمی، دنباله مقاله قبل، دکتر ملاردی، سال هشتم، شماره ۳۰
- مروری بر عوامل مؤثر در اندازه زوایای پیوندی (گفتار اول)، سال نهم، شماره ۳۳
- مروری بر عوامل مؤثر بر اندازه زوایای پیوندی، دکتر ملاردی، سال نهم، شماره ۳۳
- قطبش یونها، دکتر ملاردی، سال دهم، شماره ۳۷
- قطبش یونها تأثیر بر برخی از خواص ترکیبهای یونی، سال نهم، شماره ۳۵-۳۶
- بررسی جنبه های کلی روندهای تناوبی خواص عنصرها، دکتر ملاردی، سال دهم، شماره ۳۸-۳۹

### زیست شیمی (بیوشیمی) و شیمی پزشکی

- نقش سدیم در بدن آدمی، دکتر محمد حسین عزیزی،

سال هفتم، شماره ۲۶-۲۵

- کاتالیز همگن، ناهمگن و آنزیمی، دکتر علی سیدی، سال هفتم، شماره ۲۷
- پژوهشی در عظمت شگرف خلقت در یک سلول، محمدباقر جلالی، سال هفتم، شماره ۲۷
- نقش روی در بدن انسان، دکتر محمدحسین عزیزی، سال هشتم، شماره ۲۹
- اتانول از دیدگاه شیمی پزشکی و زیست شیمی، سیدرضا آقاپور مقدم، سال دهم، شماره ۳۸-۳۹
- کاربرد بیوسرامیکها، دکتر مضطرزاده، سال نهم، شماره ۳۵-۳۶.

### پرسش و پاسخ

- آیا واکنش افزایش کلر با اتیلن می تواند مکانیسم رادیکالی داشته باشد؟ حسام امینی، سال هفتم، شماره ۲۶-۲۵
- پاسخ آزمون شیمی سراسری ۷۱-۷۰، سال هشتم، شماره ۲۹
- آزمون شیمی گروه آزمایشی علوم تجربی ۷۲-۷۱، حسام امینی، سال هشتم، شماره ۳۱-۳۲
- اکی والان اسیدنیتریک را در واکنش با مس چگونه حساب کنیم؟ سال نهم، شماره ۳۳
- پاسخ شیمی گروه آزمایشی تجربی و آزمون شیمی گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی ۷۳-۷۲، حسام امینی، سال دهم، شماره ۳۷
- پاسخ آزمون شیمی گروههای آزمایشی علوم ریاضی و فنی و علوم تجربی (۷۳-۷۲) مرحله دوم، حسام امینی، سال دهم، شماره ۳۸-۳۹
- پرسش و پاسخ در شیمی اتانول، سیدرضا آقاپور مقدم، سال دهم، شماره ۳۸-۳۹

### تاریخ علم شیمی

- تاریخچه نشر رنگ، مهندس ناصر فرزنان، سال هفتم، شماره ۲۵-۲۶

● برندگان جوایز نوبل در شیمی، دکتر سیدی، سال هشتم، شماره ۳۰

● کارور، جورج واشنگتن، سیدرضا آقاپور مقدم، سال هشتم، شماره ۳۱-۳۲

● رؤیایی که به حقیقت پیوست، محمداقبر جلالی، سال هشتم، شماره ۳۱-۳۲

● تاریخ تحول صنعت و هنر رنگ، مهندس ناصر فرزانه، سال هشتم، شماره ۳۱-۳۲

● تاریخچه لاستیک، جعفر شیخ الاسلام، سال نهم، شماره ۳۳

● تاریخ صنعت رنگ، مهندس فرزانه، سال نهم، شماره ۳۳

● برندگان جوایز نوبل شیمی، دکتر سیدی، سال نهم، شماره ۳۴

● تاریخچه صابون، دکتر علی اکبر سودی و دکتر مختار علی نیا، سال نهم، شماره ۳۵-۳۶

● برندگان جایزه نوبل در شیمی، سال نهم، شماره ۳۵-۳۶

● پاولینگ، لینوس کارل، سیدرضا آقاپور مقدم، سال یازدهم، شماره ۴۱

### شیمی آلی

● آرایش مولکولی، دکتر نصیر احمدی، سال هفتم، شماره ۲۷

● منابع اصلی هیدروکربنها، صدیقه براهیمی فراهانی، سال هفتم، شماره ۲۸

● شیمی اتانول (اتیل الکل)، سیدرضا آقاپور مقدم، سال دهم، شماره ۳۷

### شیمی پلیمر

● آشنایی با گروه علوم پلیمر مرکز تحقیقات و توسعه علوم و تکنولوژی مواد پلیمری؛ همبستگی مواد طبیعی و مواد مصنوعی، دکتر علی سیدی، سال دهم، شماره ۳۸-۳۹

### شیمی تجزیه

● تجزیه شیمیایی، دکتر یآوری، سال هشتم، شماره ۳۱-۳۲

● تجزیه شیمیایی، دکتر یآوری، سال هشتم، شماره ۳۳

● نکاتی چند در مورد تیوسولفات، دکتر طباطبایی، سال نهم، شماره ۳۴

### شیمی صنعتی

● آشنایی با کارخانه تولید آلومینیم اراک، عباس زینلی، سال هفتم، شماره ۲۵-۲۶

● آشنایی با مجتمع معدنی سنگ آهن، اصغر نیک طبع، سال هفتم، شماره ۲۸

● شیشه و شیشه سازی، دکتر عابدینی، سال هشتم، شماره ۳۱-۳۲

● شیشه های فتوکرومیک و فتوسن سیتو، سید محمدحسین آل محمد

● کلرزی آب، عبدالله جهانتاب، سال نهم، شماره ۳۴

● آشنایی با شرکت سهامی پتروشیمی اراک، سیدشمس الدین اخلاقی، سال نهم، شماره ۳۴

● تولید سفال سقف، مهندس صادق لر، سال نهم، شماره ۳۴

● آشنایی با مرکز پژوهشهای مواد و انرژی، سیدرضا آقاپور مقدم، سال نهم، شماره ۳۴

● عنصرهای بور و آلومینیم، دکتر رحیمی، سال دهم، شماره ۴۰

### سخنرانیها

نام سخنران	موضوع سخنرانی	تاریخ	شماره
دکتر محمدرضا ملاردی	انتقاض لانتانیدی از چه منشأ می گیرد	۷۰/۸/۲۷	۶۴
حسام امینی	حالت های برانگیخته در مولکولها	۷۰/۸/۲۹	۶۵
دکتر حسین آقائی	نقش کاتالیزورها در واکنشهای شیمیایی	۷۰/۹/۲	۶۶ -

نام سخنران	موضوع سخنرانی	تاریخ	شماره
دکتر محمدرضا ملاردی	انقباض لانتانیدها	۷۰/۹/۱۱	۶۷
حسام امینی	حالت‌های برانگیخته در مولکولها	۷۰/۹/۱۳	۶۸
دکتر حسین آقائی	انرژی از دیدگاه مولکولی	۷۰/۹/۲۳	۶۹
دکتر مسعود روحی	لیزر و کاربرد آن در شیمی	۷۰/۱۰/۱۴	۷۰
لاریجانی			
دکتر منصور عابدینی	لیزرهای دیود	۷۱/۱۱/۳	۷۱
دکتر محمدرضا ملاردی	پیامهای انقباض لانتانیدها	۷۱/۱۱/۵	۷۲
دکتر حسین آقائی	نقش کاتالیزور در سرعت واکنشها	۷۱/۱۱/۱۰	۷۳
حسام امینی	واکنشهای حذفی	۷۱/۱۱/۱۷	۷۴
دکتر علی سیدی	اسید آمینه پروتئین	۷۱/۱۱/۲۴	۷۵
دکتر رحمت‌الله رحیمی	نقش کاتالیزور در واکنشها	۷۱/۱۲/۲	۷۶
دکتر علی سیدی	اسید آمینه پروتئین	۷۱/۱۲/۱۰	۷۷
حسام امینی	واکنشهای حذفی	۷۲/۹/۶	۷۸
دکتر حسین آقائی	بحث انرژی و ماده در ارتباط با آموزش نظام جدید	۷۲/۹/۲۰	۷۹
دکتر منصور عابدینی	پیشگویی شکل فضایی مولکولها بر اساس دافعه	۷۲/۹/۳۰	۸۰
دکتر محمدرضا ملاردی	آموزش آرایش الکترونی اتمها	۷۲/۱۰/۷	۸۱
دکتر علی سیدی	شیمی و زندگی	۷۲/۱۰/۲۱	۸۲
دکتر رحمت‌الله رحیمی	پرفرهای طبیعی و سنتزی	۷۲/۱۱/۳	۸۳
غلامحسین لطیفی	آموزش شیمی در آزمایشگاه	۷۲/۱۱/۱۲	۸۴

### شیمی فیزیک

- مروری بر چگونگی راه یافتن اندازه گیری در شیمی، دکتر آقائی، سال هفتم، شماره ۲۶ - ۲۵
- چگونگی تجسم عدد آووگادرو، سیدجلال امیرآقایی، سال هفتم، شماره ۲۶ - ۲۵.
- انرژی شبکه ای یونی، ابوالفضل سعیدی نام، سال

- هفتم، شماره ۲۷
- روش جدید برای تعیین آرایش الکترونی در اتمها، حاجیمراد گندمکار، سال هفتم، شماره ۲۷
- نکاتی درباره تدریس مبحث ساختار اتم در دوره متوسطه، سال هفتم، شماره ۲۸
- شیمی حالت جامد، دکتر عابدینی، سال هفتم، شماره ۲۸
- مفهوم عنصر چیست، ملک طاهر مقصودلو، سال هشتم، شماره ۳۰
- سرگذشت جوش هسته ای، دکتر آقائی، سال هشتم، شماره ۳۰
- فرآیند انحلال و بحث ترمودینامیکی آن، دکتر آقائی، سال هشتم، شماره ۳۲ - ۳۱
- خوابگاه الکترون، سیدجلال امیر آقایی، سال هشتم، شماره ۳۲ - ۳۱
- نقدی بر نظریه آرنیوس، دکتر حسین آقائی، سال نهم، شماره ۳۳
- دنباله نقدی بر نظریه آرنیوس، دکتر آقائی، سال نهم، شماره ۳۴
- کاتالیزورهای جامد اسیدی، دکتر عابدینی، سال نهم، شماره ۳۴
- فشار اسمزی، دکتر آقائی، سال دهم، شماره ۳۷
- وابستگی و اهمیت خطاها در شیمی، مجید امانعلی خانی، سید محمود نکورپور، سیاوش ریاحی، سال دهم، شماره ۳۷
- اسیدیته و بازیسته کودها، طاهر مقصودلو، سال دهم، شماره ۳۷
- سلاریزاسیون، نویسنده ویلیام جولی، مترجم فریبا دانشور
- نیم رساناها (هادیها)، صدیقه براهیمی فراهانی، سال دهم، شماره ۳۹ - ۳۸
- اثر دما روی سرعت واکنشها، دکتر حسین آقائی، سال نهم، شماره ۳۶ - ۳۵



● درسهایی از شیمی فیزیک دبیرستانی، سال دهم، شماره ۴۰

### شیمی مواد غذایی

● شیر و ترکیبهای موجود در آن، دکتر نصیر احمدی، سال نهم، شماره ۳۳

● شیر و ترکیبهای موجود در آن، دکتر نصیر احمدی، سال نهم، شماره ۳۴

● شیرینی های شیمی، دکتر نصیر احمدی، سال دهم، شماره ۳۷

### شیمی و زندگی

● نقش شیمی در اجتماع، دکتر احمد نصیر احمدی، سال هفتم، شماره ۲۸، متابولیسم مواد شیمیایی زئوبیوتیک

● کاهش ازن در جو زمین، صدیقه براهیمی فراهانی، سال دهم، شماره ۳۷

● اثر گلخانه ای و تعادل گرمایی زمین، دکتر سیدی، سال دهم، شماره ۳۸-۳۹

● شیمی در خدمت مردم، دکتر منصور عابدینی، سال دهم، شماره ۴۰

### فوتوشیمی (نور شیمی، شیمی نور)

● آتش بازی، محمد احمدیان، سال هفتم، شماره ۲۵-۲۶

● سلاریزاسیون، فریبا دانشور، سال نهم، شماره ۳۳

● فرایند فوتوشیمیایی در بینایی، دکتر درویش، سال نهم، شماره ۳۴

### شیمی کشاورزی

● خدمات علم شیمی در محافظت از گیاهان، آرمان طاهرپور، سال هفتم، شماره ۲۷، بخش (۱) و بخش (۲)، سال

هشتم، شماره ۲۹

● اثر مواد شیمیایی بر روی رشد گیاه، سیا.احمد

سعادتمندی، سال دهم، شماره ۳۷

● اسیدیته و بازیسته کودها، ملک طاهر مقصودلو، سال

دهم، شماره ۳۷

● جنگ شیمیایی گیاهان، احمد سعادت مند، سال نهم،

شماره ۳۵-۳۶

### شیمی لیزر

● لیزرهای دیود، دکتر منصور عابدینی، سال نهم،

شماره ۳۵-۳۶

● لیزر و کاربرد آن، دکتر مسعود روحی لاریجانی، سال

دهم، شماره ۴۰

### شیمی معدنی

● چگونه فرمول ساختاری (یا ساختار لوئیس) مولکولها و

یونها را آموزش دهیم؟ دکتر ملاردی، سال هفتم، شماره

۲۵-۲۶

● مروری بر نظریه اوربیتال مولکول، دکتر ملاردی، سال

هفتم، شماره ۲۵-۲۶

● فرو مغناطیس، دکتر عابدینی، سال هفتم، شماره ۲۷

● آشنایی با برخی خواص عناصر، دکتر کوتی، سال

هشتم، شماره ۲۹

● تشکیل عناصر شیمیایی، دکتر عابدینی، سال هشتم،

شماره ۳۰

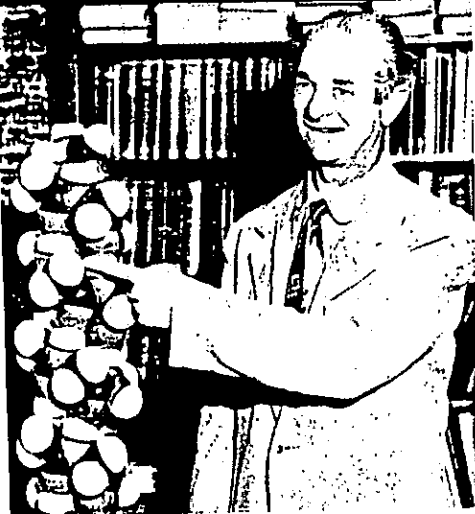
● چرا جیوه مایع است، دکتر محمدرضا ملاردی، دکتر

حسین آقا بزرگ، سال دهم، شماره ۳۷

● پیوندهای چندگانه و مدل نیروی دافعه زوج الکترون

لایه والانس، دکتر عابدینی، سال دهم، شماره ۳۸-۳۹





(۲۰ آگوست ۱۹۹۴ - ۲۸ فوریه ۱۹۰۱)

زیست شیمی‌دان امریکایی، در شهر پرتلند<sup>۲</sup> از ایالات اورگون<sup>۱</sup> زاده شد. سرگرمی او در اوان شباب اغلب، طرح پرسشهای علمی بود. در یازده سالگی به گردآوری حشره‌ها پرداخت و این کار او را به خواندن کتاب حشره‌شناسی کشانید. در ۱۳ سالگی در کتابخانه خانوادگی خود یک کتاب شیمی به دست آورد و در زیرزمین منزل خود یک آزمایشگاه ساخت. هنگامی که به کالج اورگون وارد شد، قصد داشت که در رشته مهندسی شیمی درس بخواند. در ۱۹۲۲ به درجه کارشناسی رسید. در دانشگاههای مونیخ، کپنهاگ و زوریخ هم درس خواند. سپس از انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا در ۱۹۲۵ به دریافت درجه دکتری نایل آمد. در این هنگام عشق او به مطالعه و پژوهش در زمینه‌های اساسی شیمی فزونی یافت و پس از یکسال گذراندن دوره فوق دکتری در علوم پایه دانشکده به انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا پیوست و از آنجا زندگی خود را همراه با نام و شهرت علمی آغاز کرد. یک سال پس از دکتری، بورس تحصیلی از بنیاد گانگنهایم در کپنهاگ دریافت کرد. در همین دوران به مطالعه نظریه جدید مکانیک کوانتومی پرداخت که در همان سالها توسط شروینگر<sup>۳</sup> منتشر شده بود. از سال ۱۹۲۶ تا ۱۹۳۵ مقاله‌هایی در زمینه نظریه پیوند ظرفیت منتشر کرد که در واقع پایه و بنیان تفسیر تازه‌ای از پیوند شیمیایی را استوار ساخت. در ۱۹۲۷ استاد شیمی و مدیر آزمایشگاه انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا شد. در سالهای اولیّه کارش در این انستیتو از خاصیت پراش پرتو ایکس در مواد برای اندازه‌گیری فاصله میان اتمها در مولکول و بلور بهره گرفت. با بهره‌گیری از این

## پاولینگ، لینوس کارل

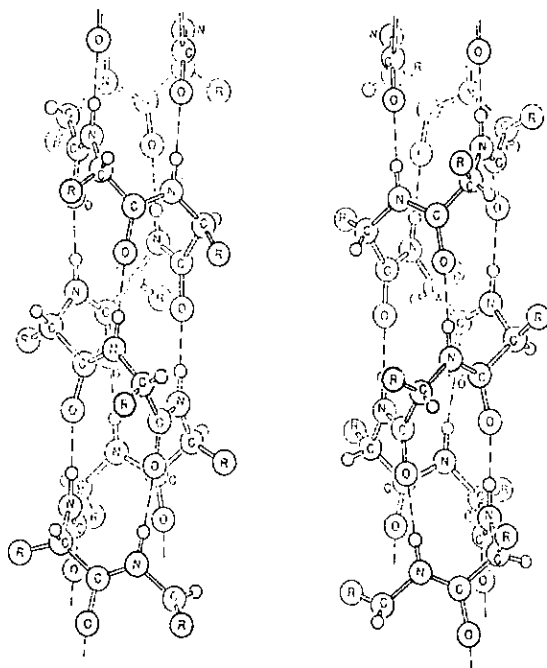
- در سال ۱۹۵۴ نخستین جایزه نوبل خود را به خاطر پژوهش در پیوند شیمیایی بین اتمها در رشته شیمی دریافت کرد.
- در سال ۱۹۶۲ به خاطر پیشگامی در مبارزه علیه سلاحهای اتمی، جایزه صلح نوبل به او داده شد.
- تنها کسی بود که هفت سال پس از دریافت جایزه نوبل شیمی و یکسال پیش از دریافت جایزه نوبل صلح، دیپلم دبیرستان را گرفت.
- پاولینگ و مادام کوری<sup>۴</sup> تنها دانشمندانی هستند که تاکنون دو بار جایزه نوبل گرفته‌اند.
- از گفته‌های پاولینگ است:  
- من هر وقت سیگار را لای انگشت یا کنار لب یک شخصیت مهم می‌بینم که تصمیم او تا اندازه‌ای در سرنوشت دیگران مؤثر است، ناراحت می‌شوم زیرا بعید می‌دانم که او با منطق کامل در کارها تصمیم بگیرد.



- مصرف زیاد قند، ایرانیها را به حمله قلبی تهدید می‌کند.  
- بقای زیست و تمدن وابسته به متروک شدن سلاحهای اتمی

است.

پرتو، پاولینگ به بسیاری از رازهای ساختار بلورها و نیروهایی پی برد که ذره‌های آنها را به هم پیوند داده است. پشتکار و پژوهشهای وی در این انستیتو سبب شد که این مؤسسه آموزشی به یکی از مراکزهای پژوهشی زیست شیمی در جهان مبدل شود. پاولینگ روشهای شیمی فیزیک را برای گشودن بسیاری از مسأله‌های پزشکی به کار برد. وی ساختار پروتئینها و گلوبولهای سرخ خون را بررسی کرد و سرانجام اصطلاح «بیماری مولکولی» را برای برخی از بیماریهای روانی به کار برد. پاولینگ و استوری<sup>۷</sup> با بهره‌گیری از روش شکست پرتو درباره پروتئینهای رشته‌ای و کندو رو و پروتس<sup>۸</sup> در مورد پروتئینهای کروی شکل، پژوهشهای دامنه‌داری انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که هر مولکول پروتئین باید دارای شکل فضایی ویژه‌ای با بُعدهای معین باشد تا بتواند کار زیستی مربوط به خود را به انجام برساند.



در سال ۱۹۳۱ مفهوم اوربیتال هیبریدی را به صورت مقاله طولانی در مجله انجمن شیمی آمریکا منتشر کرد. به گفته او بحث مفصل اتم کریس چهاروجهی و اوربیتالهای پیوندی هیبریدی تا سه سال منتشر نشد زیرا توابع موجی، بسیار پیچیده هستند. محاسباتی او چنان پیچیده بود که می‌اندیشید، دیگران را قانع نخواهد کرد. به گفته خود او این مفهوم که اوربیتالهای 2s و 2p کریس برای تشکیل چهار اوربیتال هیبریدی هم‌ارز، آمیزش می‌یابند، در یکی از

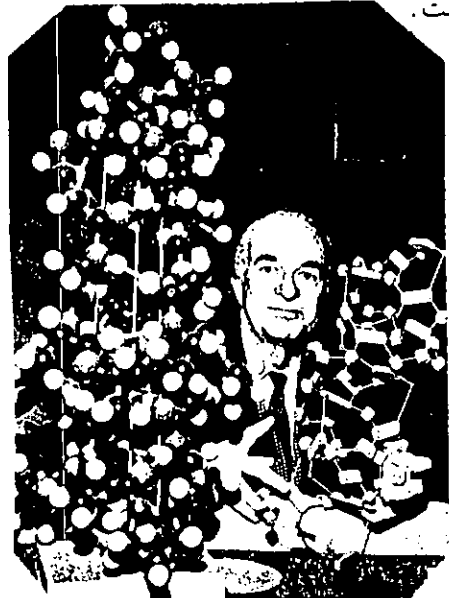
روزهای ماه دسامبر ۱۹۳۰ به اندیشه وی راه یافت و او مانده روز را تا پاسی از شب برای گسترش این مفهوم و اندیشه گذرانیده است. پاولینگ می‌گوید: «از همین اندیشه ساده بود که آگاهیهای فراوانی به دست می‌آید؛ من هنوز هم از آن بهره می‌گیرم. در بیست سال اخیر، حدود ۲۰ مقاله علمی درباره پیوندهای شیمیایی تشکیل شده به وسیله فلزهای واسطه، براساس همان ایده، هیبریدسازی اوربیتالها، منتشر کرده‌ام». پاولینگ سخنرانیهای فرهنگستانی ارزنده‌ای ایراد کرد. وی کارهای برجسته‌ای در زمینه طیف خطی و کاربرد نظریه کوانتوم<sup>۹</sup> در شیمی و هم در زمینه ساختار مولکولی و ظرفیت شیمیایی انجام داد. در این مورد اخیر، نظریه رزنانس<sup>۱۰</sup> یا تشدید را در شیمی وارد کرد. نظریه‌ای که عده‌ای از شیمیدانان از آن انتقاد می‌کنند، اما اغلب آن را به طور مرتب به کار می‌برند. او توجهی دقیق به اندازه‌اتما در مولکولهای گوناگون داشت. او نظریه پیوندهای فلزی را پیشنهاد کرد. با سایر همکارانش وجود ساختار ماریچی پروتئینها را ثابت کرد و طرفدار این نظریه بود. اسید پرگزینیک<sup>۱۱</sup> به فرمول مولکولی  $H_4XeO_6$  را به دست آورد و ثابت کرد که گازهای کمیاب هومایل ترکیبی دارند. با همکاری کمبل<sup>۱۲</sup> و پرسمان<sup>۱۳</sup> پادتنها را سنتز کرد. در ۱۹۴۸ مدال دیوی<sup>۱۴</sup> را گرفت و به نظریه الکترونگاتیوی مفهومی کمی داد و تفاوت خواص پیوندهای یونی و کووالانسی را روشن کرد. در ۱۹۳۹ پاولینگ واحد نسبی برای الکترونگاتیوی عنصرها را منظم کرد. کمترین مقدار برای سزیم (Cs) و یا فرانسیم (Fr) و بیشترین مقدار آن برای فلئور بود. بنابراین فلئور، الکترونگاتیوترین عنصرهاست.

H	He											B	C	N	O	F	Ne
Li	Be											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	Au	Hg	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Pb	Tl	Po	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

جدول الکترونگاتیوی نسبی پاولینگ

به خاطر پژوهشهایش درباره درشت مولکولها به ویژه درباره مولکولهای متصل به پروتئین جایزه نوبل شیمی سال ۱۹۵۴ به او داده شد. پاولینگ حساسیت ژرفی نسبت به رفاه

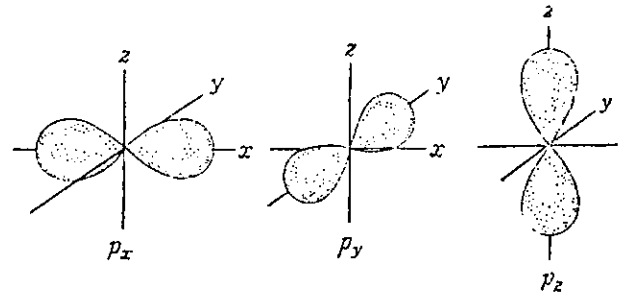
است» و «طبیعت پیوندهای شیمیایی» نوشته است که مورد توجه همگان قرار گرفته است. مقدمه ای بر مکانیک کوانتوم با همکاری ویلسن، شیمی عمومی و شیمی کالچ از جمله تألیفهای اوست. پاولینگ با بهره گیری از ممان دوقطبی یک ترکیب، خصلت نسبی یونی پیوند کووالانسی آن ترکیب را محاسبه کرده است.



مردم داشت و برای بیدار کردن وجدان جامعه و توجه مردم به مسئولیتهای تازه ای که در عصر هسته ای به عهده دارند، تلاش می کرد. پاولینگ هنگام پژوهش درباره مسأله های مربوط به وراثت به طور مرتب، زبانهای ناشی از سلاحهای اتمی را مورد توجه قرار داد و در مورد تأثیرهای ژنتیکی مواد رادیواکتیوی که در نتیجه آزمایشهای هسته ای در جو زمین وارد می شوند، پژوهش کرد. از این رو در اوایل ۱۹۵۸ دادخواستی با امضای ۹۳۲۵ دانشمند به سازمان ملل متحد ارائه داد که در آن خواسته شده بود تا آزمایشهای هسته ای در فضا را تحریم کنند. کوششهای وی منجر به تعیین مهلت قانونی شد و در نتیجه بیش از ۱۰۰ کشور عضو سازمان ملل قرار داد تحریم آزمایشهای هسته ای در فضا را امضا کردند. پاولینگ برای آگاهی مردم و توجه جامعه به نیاز مبرمی که به صلح دائمی حس می شود، کتابی تحت عنوان «جنگ بس است» نوشته است. وی حتی علیه آزمایشهای اتمی کشورهای متحد امریکا و شوروی قدیم به سختی پیاخت. نظری این است که بقای تمدن و زیست وابسته به منع سلاحهای اتمی است. او در طول زندگی بارها در مباحثه های همگانی شرکت کرد. گاه این مباحثه ها و مناظره ها مورد تمسخر قرار می گرفت. به خاطر این کوششها و تلاشها جایزه صلح نوبل سال ۱۹۶۲ را به وی دادند. در سال ۱۹۳۹ کتابی تحت عنوان ماهیت یا طبیعت پیوند شیمیایی منتشر کرد که تأثیر بسزایی بر همه پژوهشها در رشته های گوناگون شیمی برجای گذاشت و در این کتاب پیوند کووالانسی و یونی را به تفصیل شرح داد. فرضیه پاولینگ درباره نقش اوربیتال در تشکیل پیوند شیمیایی و

پاولینگ در ۱۹۳۹ گفته است: ممکن است درباره ساختار هر ماده با انواع پیوندهایش گفتگو کرد و با این روش خواص مشخص آن را پیش بینی کرد. شهرت پاولینگ از حدود آزمایشگاه او گذشت و در سراسر گیتی گسترش یافت. هیچ یک از شیمیدانهای معاصر به اندازه او در درک مفهوم پیوندهای شیمیایی به ما کمک نکرده اند. امروزه، کتابی در شیمی نمی توان یافت که اندیشه های پاولینگ در آن نفوذ نکرده باشند. او مرد بسیار اندیشمندی بود و هفده مدال افتخار به دست آورد.

پاولینگ بر این باور بود که، ویتامین ث هوش را زیاد می کند! حدود ۱۳۴۹ هـ خ پاولینگ کتابی با عنوان «ویتامین ث» در مقابله با بیماریها منتشر کرد و روی جلد آن نوشت «یک برنده جایزه نوبل به شما می گوید که چگونه از بیماریها پیشگیری کنید و تندرستی خود را به دست آورید». این کتاب که نمایشگر بخشی از پژوهشهای پاولینگ در زمینه زیست شناسی است سبب شد که آوازه شهرتش به همه جا برسد. پاولینگ در این کتاب چنین آورده است: «از ویتامین



همچنین نظریه او در مورد توجیه خواص غیر قابل انتظار بنزن ( $C_6H_6$ ) و ... و برخی مولکولهای دیگر نقش مهمی در پیشرفت علم شیمی داشته است. پاولینگ بیش از ۳۰۰ مقاله علمی به چاپ رسانید و چندین کتاب به غیر از «جنگ بس

## پانوشتها

1. Pauling, Linus Carl
2. Curie, M. S
3. Portland
4. Oregon
5. Bourse (واژه فرانسه به معنی دانش‌آموزی به هزینه دولت.)
6. Schrodinger, E
7. Astbury
8. Perutz
9. quantum
10. resonance
11. perxenic acid
12. Campbell
13. Pressman
14. Davy

ث می توان در مقابله با بیماریهایی که ویروسشان از راه بینی به مغز می رسد استفاده کرد. « نظریه پاولینگ در این باره از جهت علمی و پزشکی به هیچ وجه تأیید نشد و اغلب متخصصان با آن مخالفت کردند. دوست نزدیک او پروفیسور «گوتیه» می گوید، پروفیسور پاولینگ به عنوان یک شیمیدان خوب می داند که یک مولکول چیست، اما او درباره پزشکی هیچ نمی داند و تجربه ای ندارد، او شاید به واقعتی رسیده باشد، اما در ارائه آن به این صورت شتاب کرده است و من گمان می کنم که در این مورد تحت تأثیر کسانی قرار گرفته باشد. به هر حال پاولینگ برای نوشتن و نشر آن مطلبی که به نظرش بسنده آید، آزاد است. اما برای ارائه نظریه هایش هیچ نیازی ندارد که جمله «یک برنده جایزه نوبل به شما می گوید...» را در آغاز کتابش چون کلامی از انجیل یادآور شود. زیرا برنده جایزه نوبل هم می تواند، اشتباه کند، به ویژه اگر در راهی گام گذارد که به هیچ وجه در تخصص او نیست.

پاولینگ در مقدمه کتابش شرح می دهد؛ انگیزه ای که مرا به نوشتن این مجموعه درباره ویتامین ث واداشت عبارت بود از نامه ای که در ماه آوریل ۱۹۶۶ از دکتر استون زیست شیمیدان مشهور داشتم، من یک ماه پیش از دریافت این نامه او را در نیویورک ملاقات کرده بودم. استون در نامه اش یادآوری کرده بود که پاولینگ می تواند تا پانزده یا بیست سال دیگر هم به راحتی زندگی کند، مشروط بر این که از رژیم ویتامین ث که نتیجه ۳۰ سال پژوهشهای استون است پیروی کند. پاولینگ و همسرش به دستورهای دکتر استون عمل کردند و بسیار زود نتیجه مثبت گرفتند.

پاولینگ در یک کنگره پزشکی گفت: من هر وقت سیگار را لای انگشت یا کنار لب یک شخصیت مهم می بینم که تصمیم او تا اندازه ای در سرنوشت دیگران مؤثر است، ناراحت می شوم، زیرا بعید می دانم که او با منطق کامل تصمیم بگیرد.

در نوروز ۱۳۵۴ هـ.خ پاولینگ به دعوت جامعه شیمیدانهای ایران برای ایراد سخنرانی در نخستین کنگره شیمیدانهای ایران به کشور ما آمد. این کنگره در دانشگاه شیراز تشکیل شد. «در همان کنگره پاولینگ درباره مصرف زیاد قند در ایران چنین گفت: مصرف زیاد قند، ایرانها را به حمله قلبی تهدید می کند.» پاولینگ در روز یکشنبه ۳۰ مرداد ۱۳۷۳ (۱۹۹۴ م) در کالیفرنیا درگذشت.

## منابع:

- ۱ - دائرةالمعارف شیمیدانهای جهان، سیدرضا آقا پورمقدم
2. General chemistry (second edition), Linus Pauling
3. The architecture of molecules, Linus Pauling and Roger Hayward
4. College chemistry, Linus Pauling.



## یک بررسی تحقیقی در زمینه کشف عناصرها

دکتر محمدرضا ملاردی  
دانشیار دانشگاه تربیت معلم

این مقاله به کتابهای شیمی سال دوم نظام قدیم و شیمی دوره پیش دانشگاهی مربوط است.

### چکیده

«کشف یک عنصر را نباید تنها به معنی تهیه یا استخراج آن عنصر به صورت آزاد دانست بلکه باید به معنی تشخیص آن به کمک ابزار و روشهای فیزیکی و شیمیایی در ترکیبهای آنها تلقی کرد.»

روشن است که این تعریف تنها می تواند درباره کشف عنصرهایی که از نیمه دوم سده هجدهم (از ۱۷۵۰ به بعد) که آغاز توسعه روش تجزیه شیمیایی است، درست باشد. اما برای دوره های پیش از آن قابل پذیرش نیست. زیرا در آن زمانها پژوهشگران ابزار و امکان لازم و کافی برای بررسی اجزای تشکیل دهنده ترکیبهایی که شامل عنصر ناشناخته ای باشد، در اختیار نداشتند.

در هر صورت، تهیه یک عنصر به صورت یک ترکیب را باید قدم اول و مرحله آغازی کشف آن در نظر گرفت. استخراج و جداسازی یک عنصر به صورت آزاد (جسم ساده)، که یک رویداد بسیار مهم در تاریخ کشف آن عنصر است، امکان به دست آوردن اطلاعات لازم و کافی درباره آن عنصر را فراهم می سازد. در واقع تنها در این مرحله است که دانشمندان می توانند بسیاری از خواص شیمیایی و فیزیکی عنصر را مورد بررسی قرار دهند و آن را کاملاً شناسایی کنند. بنابراین، این مرحله، یعنی استخراج و جداسازی یک عنصر به حالت آزاد را باید مرحله نهایی کشف عنصر تلقی کرد.

بررسی تاریخ کشف عناصرها روشن می سازد که به این مرحله پایانی کشف عناصرها همواره دسترسی نبود. براین

دقیقترین تعریف برای مفهوم کشف عناصرها ارائه شد و اهمیت بررسی کشف عناصرها مورد بررسی قرار گرفت و توضیح داده شد که کشف یک عنصر، معمولاً کاری که دانشمند نبوده، بلکه نتیجه تلاش چندین پژوهشگر و گاهی چند گروه از پژوهشگران بوده است. شیمیدانان مشهوری مانند شتل، رامسی برسلوس و ... که سهم های عمده ای در کشف عناصرها داشته اند معرفی و کشفهای آنها مورد بررسی قرار گرفت. سپس کشورهای مختلف و تعداد عنصرهایی که در آنها کشف شدند، به ترتیب تقدم و نام عنصرهای کشف شده در آنها معرفی شدند. در پایان، دوره های مختلف تاریخی از نظر تعداد عنصرهایی که طی آنها کشف شدند به تفکیک مورد بررسی قرار گرفتند.

### مقدمه

«کشف عنصرهای شیمیایی» مفهومی است که تعریف مشخص و روشنی برای آن نمی توان ارائه داد. از این رو، اغلب با برداشتهای متفاوتی به کار برده می شود. برخی، کشف یک عنصر را به معنی تهیه نمونه نسبتاً خالصی از آن و بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی متمایزکننده آن می دانند. اما بهتر است به تعریفی که فیگوروسکی (N. Figurovsky) اندیشمند روسی و نویسنده مشهور تاریخ علم شیمی برای مفهوم «کشف عنصر شیمیایی» ارائه داد توجه کنیم. به نظر وی

## آیا همواره کشف یک عنصر حاصل تلاش یک

فرد بود؟

شاید بر همگان روشن نباشد که کشف بسیاری از عنصرها، حاصل کار و پژوهش یک فرد نبود بلکه تلاش پیگیر چندین پژوهشگر و حتی گاهی چند گروه از تلاشگران را همراه داشت. برای نمونه بد نیست بدانید که بیش از سی تن از دانشمندان در سنتز عنصرهای نایاب ترانس اورانیم (عنصر بعد از اورانیم در جدول تناوبی، یعنی از عنصر ۹۳ تا عنصر ۱۰۹) درگیر بودند که همگی از نظریه پردازان و پژوهشگران در شیمی و یا فیزیک بودند و تکنیکهای پیچیده و نوینی را به ویژه در سنتز عنصرهای سنگین ترانس اورانیم بکار بستند. مثلاً گزارش سنتز عنصر ۱۰۶ تنها در مؤسسه پژوهش هسته‌ای دوبنای (Dubna) در شوروی سابق توسط ۱۱ تن از دانشمندان امضا شد.

شنیدنی است که پس از طرح و ارائه جدول تناوبی (یعنی پس از ۱۸۷۱ میلادی)، برای کشف و سنتز عنصرهای ناشناخته و تکمیل جدول تناوبی حدود ۱۰۰ دانشمند و پژوهشگر دخالت و تلاش داشتند.

## آیا تلاش هر کاشف، تنها در کشف یک عنصر

خلاصه می‌شد؟

نگاهی به تاریخ علم شیمی و کشف عنصرها، این حقیقت را بر ما آشکار می‌سازد که بسیاری از اندیشمندان پژوهشگر دارای همت والایی بودند و حد و مرزی در تلاش پیگیر خود نمی‌شناختند و به کشفهای بیشماری از جمله کشف یا سنتز چندین عنصر دست یافتند. اگر بخواهیم تلاش این ابرمردان و به یادماندنیهای تاریخ علم را به مسابقه و رقابتی تشبیه کنیم و برای برندگان آن رتبه و جایزه‌ای مطابق معمول در نظر بگیریم، بنا به داوری و رأی تاریخ علم شیمی، نتایج زیر اعلام خواهد شد.

نفر اول، کارویلهم شتل (Sheele) شیمیدان مشهور سوئدی قهرمان کشف عنصرهاست که در عمر نسبتاً کوتاه اما پرثمر خود (یعنی ۴۴ سال، از ۱۷۴۲ تا ۱۷۸۶) توانست ۶ عنصر یعنی فلورور (در سال ۱۷۷۱)، کلر (در ۱۷۷۴)، منگنز (در ۱۷۷۴)، باریم (در ۱۷۷۴)، مولیبدن (در ۱۷۷۸) و تنگستن (در ۱۷۸۱) را در فاصله ۱۰ سال کشف کند. افزون بر آن به طور مشترک با پرستلی دانشمند مشهور انگلیسی به کشف اکسیژن (در ۱۷۷۴) نایل آید.

نفر دوم ویلیام رامسی (W. Ramsay) دانشمند معروف

اساس، کشف برخی از عنصرها به این مفهوم نبود که حتماً به صورت آزاد تهیه و ارائه شده باشند بلکه مراحلی گوناگون و داستانی پیچیده داشته‌اند و نمی‌توان هر یک از آنها را یک رویداد تنها و خاتمه یافته در نظر گرفت. از این رو، تاریخی که در مورد کشف برخی از عنصرها در این بررسی آمده است ممکن است حتی به تشخیص غیرمستقیم آن در یک نمونه مربوط باشد. مثلاً عنصرهایی که به روش طیف سنجی کشف شدند، هرگز از راه استخراج از ترکیبهای خود به دست نیامدند.

در اینجا لازم است یادآوری شود که با توجه به برداشتهای متفاوتی که از مفهوم کشف عنصرهای شیمیایی وجود دارد ممکن است در برخی منابع از فرد معینی به عنوان کاشف عنصری نام برده شده باشد اما در منابع دیگر، فرد دیگر را کاشف آن عنصر قلمداد کرده باشند. مثلاً برخی رامسی را کاشف هلیوم و برخی لوکایر ستاره‌شناس انگلیسی و تامسن ستاره‌شناس فرانسوی را کاشف آن می‌دانند. از این نمونه‌ها در تاریخ کشف عنصرها کم نیستند.

## اهمیت بررسی کشف عنصرها

اگر چه کتابهای بسیار زیادی نوشته شده‌اند که در آنها خواص، کاربردها و ترکیبها به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار گرفت ولی از کشف عنصرها در آنها سخنی به میان نیامد و یا توجه اندکی به آن معطوف شد. اما واقعیت این است که کشف عنصرها بخش عمده‌ای از دانش و علم بشری را تشکیل می‌دهد و باید مورد توجه قرار گیرد.

بیش از ۹۰ درصد عنصرهای کشف شده موجود در طبیعت پایدار و غیررادیواکتیو و خانه‌های اول تا هشتاد و سوم (یعنی از هیدروژن تا بیسموت) را اشغال می‌کنند. البته نباید از نظر دور داشت که در این مجموعه و توالی دو شکاف و یا استثنا وجود دارد و آن عنصرهای تکنسیم و پرومیتیم اند که به ترتیب در خانه‌های ۴۳ و ۶۱ جدول تناوبی قرار دارند و ناپایدارند و در طبیعت وجود ندارند و تنها راه دسترسی به آنها روش سنتز است.

تعداد عنصرهای ناپایدار رادیواکتیو طبیعی (موجود در طبیعت) نسبت به تعداد عنصرهای پایدار اندک است. زیرا از عنصر ۸۴ (پولونیم) آغاز و به عنصر ۹۲ (اورانیم) پایان می‌پذیرد. یعنی تنها ۹ عنصر را شامل می‌شود که عبارتند از پولونیم، آستاتین، رادن، فرانسیم، رادیم، آکتینیم، توریم، پروتاکتینیم و اورانیم.

انگلیسی است که با همکاریانش ۵ عنصر آرگون (بارایله در ۱۸۹۴)، هلیوم (باکروکس) آرگون (در ۱۸۹۴)، و کریپتون (در ۱۸۹۸، هر سه عنصر اخیر را با تراورس) را کشف کرد.

برسلیوس شیمیدان مشهور سوئدی و دیوی (H. Davy) شیمیدان معروف انگلیسی و دو بوآبودران (De Boisbaudran) شیمیدان فرانسوی هر یک با کشف ۴ عنصر مقام سوم را حایزند. برسلیوس چهار عنصر سریم (در ۱۸۰۳)، سلنیم (۱۸۱۷)، سیلیسیم (۱۸۲۳) و توریم (۱۸۲۸) و دیوی ۴ عنصر سدیم (۱۸۰۷)، پتاسیم (۱۸۰۷)، منیزیم (۱۸۰۸) و کلسیم (۱۸۰۸) و بوآبودران چهار عنصر گالیم (۱۸۷۵) ساماریم (۱۸۷۹)، دیسپروزیوم (۱۸۸۶) و گادولینیم (۱۸۸۶) با مارینیاک دانشمند دیگر فرانسوی را کشف کردند. کلاپروت (Klaproth) پژوهشگر آلمانی و موزاندر (Mosander) پژوهشگر سوئدی هر کدام با کشف ۳ عنصر، مقام چهارم را کسب کرده اند. کلاپروت عنصرهای اورانیم (در ۱۷۸۹)، زیرکنیم (در ۱۷۸۹) و تیتان (۱۷۹۵) و موزاندر عنصرهای لانتان (۱۸۳۹)، اربیم (۱۸۴۳) و تربیم (۱۸۴۳) را کشف کردند.

دانشمندانی چون وکلن (Vauquelin)، ولاستون (Wollaston)، کلو (Cleve) و تنان (Tennant) در مرتبه پنجم قرار دارند و هر یک دو عنصر، به ترتیب بریلیم و کروم، ردیم و پالایم، هولمیم و توریم، ایریدیم و اسمیم را کشف کردند. بونزن و کرشلف که به اشتراک روییدیم و سزیم را کشف کردند، آوئر و ولسباخ که به اشتراک عنصرهای پرازئودیمیم و نتودیمیم را کشف کردند و کوری ها که دو عنصر رادیواکتیو طبیعی پولونیم و رادیم را کشف کردند، در مرتبه ششم قرار دارند.

### کشورها از نظر کشف عنصرها در چه مقامی

قرار دارند؟

اگر کشورهای مختلف جهان را از نظر فعالیت و رقابت در صحنه کشف عنصرها با هم مقایسه و درجه بندی کنیم، به نتایج زیر می رسیم.

کشور سوئد مقام اول را در بین کشورها حایز است. زیرا دانشمندان سوئدی توانستند در مجموع ۲۲ عنصر را کشف کنند. علت این موفقیت شاید این بود که در سده هجدهم امر استخراج فلزات در نتیجه استخراج آهن، رشد و توسعه فراوان پیدا کرده بود و نیاز به یافتن و ذخیره کردن کانه های آهن، دانشمندان را به جستجوی کانه های جدیدی از

آهن وامی داشت، در این تلاش همراه با کانه های جدید آهن، به کانه های فلزهای دیگر نیز دسترسی پیدا می کردند. افزون بر آن، نیازهای صنایع پیشرفته سوئد در آن روزگاران، عامل مؤثری بود که موجب شد تا دانشمندان سوئدی تجربه و مهارت چشمگیری در تجزیه کانیها و کشف عنصرها کسب کنند. به طوری که در فاصله حدود ۱۴۴ سال یعنی از ۱۷۳۵ تا ۱۸۷۹ توانستند ۲۲ عنصر را کشف کنند که عبارت بودند از:

- ۱- کبالت در ۱۷۳۵ توسط برانت (Brandt)
  - ۲- نیکل در ۱۷۵۱ توسط کروئشند (Cronsted)
  - ۳- فلونور در ۱۷۷۱ توسط شتل (Sheele)
  - ۴- کلر در ۱۷۷۴ توسط شتل
  - ۵- منگنز در ۱۷۷۴ توسط شتل
  - ۶- باریم در ۱۷۷۴ توسط شتل
  - ۷- مولیدن در ۱۷۷۸ توسط شتل
  - ۸- تنگستن در ۱۷۸۱ توسط شتل
  - ۹- ایتیریم در ۱۷۹۴ توسط مارینیاک (Marignac)
  - ۱۰- تانتال در ۱۸۰۲ توسط اکبرگ (Ekeberg)
  - ۱۱- سریم در ۱۸۰۳ توسط برسلیوس
  - ۱۲- لیتیم در ۱۸۱۷ توسط آرفودسون (Arfvedson)
  - ۱۳- سلنیم در ۱۸۱۷ توسط برسلیوس
  - ۱۴- سیلیسیم در ۱۸۲۳ توسط برسلیوس
  - ۱۵- توریم در ۱۸۲۸ توسط برسلیوس
  - ۱۶- وانادیم در ۱۸۳۰ توسط زفستروم (Sefestrom)
  - ۱۷- لانتان در ۱۸۳۹ توسط موزاندر (Mosander)
  - ۱۸- تربیم در ۱۸۴۳ توسط موزاندر
  - ۱۹- اربیم در ۱۸۴۳ توسط موزاندر
  - ۲۰- اسکاندیم در ۱۸۷۹ توسط نیلسون (Nilson)
  - ۲۱- هولمیم در ۱۸۷۹ توسط کلو (Kleve)
  - ۲۲- تولیم در ۱۸۷۹ توسط کلو
- کشور انگلیس از نظر تعداد عنصرهای کشف شده در مرتبه دوم قرار دارد. زیرا در فاصله ۱۳۴ سال یعنی از ۱۷۶۶ تا ۱۹۰۰ دانشمندان انگلیسی توانستند ۲۰ عنصر را کشف کنند. این ۲۰ عنصر عبارت بودند از:
- ۱- هیدروژن در ۱۷۶۶ توسط کوندیش (Kavendish)
  - ۲- نیترژن در ۱۷۷۲ توسط رادرفورد (دانیل) (D. Rutherford)
  - ۳- اکسیژن در ۱۷۷۴ توسط پرستلی (Priestley)
  - ۴- استرنسیم در ۱۷۸۷ توسط کرافورد (Craw Ford)



۵- نیویم در ۱۸۰۱ توسط هاجت (Hatchett)

۶- پالادیم در ۱۸۰۳ توسط ولاستون (Wollaston)

۷- ردیم در ۱۸۰۴ توسط ولاستون

۸- اسمیم در ۱۸۰۴ توسط تنان (Tennant)

۹- ایریدیم در ۱۸۰۴ توسط تنان

۱۰- سدیم در ۱۸۰۷ توسط دیوی (Davy)

۱۱- پتاسیم در ۱۸۰۷ توسط دیوی

۱۲- منیزیم در ۱۸۰۸ توسط دیوی

۱۳- کلسیم در ۱۸۰۸ توسط دیوی

۱۴- تالیم در ۱۸۶۱ توسط کروکس (Krooks)

۱۵- آرگون در ۱۸۹۴ توسط رامسی (Ramsay)

۱۶- هلیوم در ۱۸۹۵ توسط رامسی

۱۷- نئون در ۱۸۹۸ توسط رامسی

۱۸- کریپتون در ۱۸۹۸ توسط رامسی

۱۹- زنون در ۱۸۹۸ توسط رامسی

۲۰- رادن در ۱۹۰۰ توسط دورن (Dom)

علت این موفقیت را از یک طرف به پا گرفتن شیمی هوا (Pneumatic Chemistry) در انگلستان می توان نسبت داد که کشف عنصرهای گازی مانند هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن را به همراه داشت. از طرف دیگر، پیشرفت صنعت مایع کردن هوا در انگلستان، موجب آن شد که با تلاش پیگیر پژوهشگران گروه رامسی گازهای بی اثر موجود در هوا کشف شوند. همچنین در سالهای اول قرن نوزدهم در سایه کشف پیل ولتا، فرایند الکترولیز و شاخه الکتروشیمی در این کشور پیشرفت چشمگیری حاصل کرد و امکان کشف چندین فلز قلیایی و قلیایی خاکی را از راه الکترولیز توسط دیوی فراهم آورد.

کشور فرانسه در مرتبه سوم قرار دارد. زیرا دانشمندان فرانسوی در فاصله ۱۴۲ سال یعنی از ۱۷۹۷ تا ۱۹۳۹ توانستند ۱۵ عنصر را کشف کنند. این عناصر عبارت بودند از:

۱- کروم در ۱۷۹۷ توسط وکلن (Vauqlin)

۲- بریلیم ۱۷۹۸ توسط وکلن

۳- بور ۱۸۰۸ توسط گیلوساک و تنار

۴- ید ۱۸۱۱ توسط کورتوا (Courtois)

۵- برم در ۱۸۲۶ توسط بالار (Balard)

۶- گالیم در ۱۸۷۵ توسط دوبوآدران

(De Boisbaudran)

۷- ساماریم در ۱۸۷۹ توسط دوبوآدران

۸- گادولینیم در ۱۸۸۶ توسط دوبوآدران و ماریتاک

۹- دیسپروزیوم در ۱۸۸۶ توسط دوبوآدران

۱۰- رادیم در ۱۸۹۸ توسط کوری

۱۱- پولونیم در ۱۸۹۸ توسط کوری

۱۲- آکتینیم در ۱۸۹۹ توسط دبیرنه (Debiere)

۱۳- اورپیم در ۱۹۰۱ توسط دمارکی (Demarcay)

۱۴- لوتسیم در ۱۹۰۷ توسط اوربن (Urbain)

۱۵- فرانسیم در ۱۹۳۹ توسط پری (Perey)

علت این موفقیت که از یک طرف کشف پدیده رادیواکتیو و بررسیهای اولیه این پدیده توسط هانری بکرل فرانسوی صورت گرفت و این خود موجب شد که عنصرهای رادیواکتیوی مانند رادیم، پولونیم، اکتینیم و فرانسیم در فرانسه کشف شوند؛ از طرف دیگر، وجود طیف شناس مشهوری چون لوکک دوبوآدران در فرانسه که در تجزیه طیفی مهارت به سزایی داشت، سبب کشف گالیم و سه عنصر خاکهای کمیاب ساماریم، گادولینیم و دیسپروزیوم شد. همچنین وکلن که در دانش شیمی تجزیه زمان خود سرآمد بود توانست دو عنصر کروم و بریلیم را کشف کند.

در صحنه کشف عناصرها، کشور آلمان دارای مقام چهارم است؛ زیرا دانشمندان آلمانی در فاصله ۱۳۶ سال یعنی از ۱۸۸۹ تا ۱۹۲۵ توانستند ده عنصر به شرح زیر کشف کنند.

۱- زیرکیم در ۱۷۸۹ توسط کلپروت (Claproth)

۲- اورانیم در ۱۷۸۹ توسط کلپروت

۳- تیتان در ۱۷۹۵ توسط کلپروت

۴- کادمیم در ۱۸۱۷ توسط اشترومیر (Stromeyer)

۵- سزیم در ۱۸۶۰ توسط بونزن (Bunsen)،

کرشوف

۶- روییدیم در ۱۸۶۱ توسط بونزن، کرشوف

(Kirchhoff)

۷- ایندیم در ۱۸۶۴ توسط رایش (Reich)

۸- ژرمانیم در ۱۸۸۶ توسط وینکلر (Winkler)

۹- پروتاکتینیم در ۱۹۱۸ توسط هان، مایتنر

(Hahn, Meitner)

۱۰- رنیم در ۱۹۲۵ توسط نوداک، تاکه

(Noddack, Take)

کشور اتریش با فاصله نسبتاً زیاد یعنی تنها با کشف سه عنصر در مرتبه پنجم قرار دارد. دانشمندان اتریشی در فاصله ۱۰۳ سال یعنی از ۱۷۸۲ تا ۱۸۸۵ توانستند تنها سه عنصر زیر را کشف کنند.

۱- تلور در ۱۸۷۲ توسط مولر و ریچنشتین

۲- پرازئودیمیم در ۱۸۸۵ توسط آنوثر و ولسباخ

۳- نئودیمیم در ۱۸۸۵ توسط آنوثر و ولسباخ

کشور دانمارک پس از کشور اتریش در مرتبه ششم قرار دارد. دانشمندان دانمارکی در فاصله ۹۸ سال یعنی از ۱۸۲۵ تا ۱۹۲۳ توانستند تنها دو عنصر آلومینیم در ۱۸۲۵ توسط اورستد (Orsted) و هافنیم در ۱۹۲۳ توسط هوزی (Hevesy) و کاستر (Coster) کشف کنند.

آنچه که جای تعجب است موقعیت کشور روسیه است. زیرا تنها یک عنصر روتنیم در ۱۸۴۴ توسط کلاوس در آنجا کشف شد. البته دانشمندان روسی برخی از عنصرهای کشف شده به ویژه فلزهای دسته پلاتین، کروم و استرنسیم را از کانه آنها به دست آوردند و خواص آنها را جداگانه بررسی کردند. از طرفی باید به خاطر داشت که کشف قانون تناوبی و تنظیم جدول تناوبی در ۱۸۷۱ توسط مندلیف در روسیه، این کمبود و جای خالی در زمینه شیمی را پر کرده است. مهمتر از همه اینکه دشوارترین ستر عنصرهای ترانس اورانیم یعنی از عنصر ۱۰۲ تا ۱۰۷ توسط دانشمندان شوروی به طور قطعی در دوبنا انجام گرفت.

### مقایسه تعداد عنصرهای کشف شده در دوره های

#### مختلف تاریخ

در این بررسی، پس از دوران ماقبل تاریخ و نیز از پس آن تا سال ۱۷۵۰ (یک دوران حدود ۹۰۰۰ سال) را جدا در نظر می گیریم و از سال ۱۷۵۰ که تاریخ تقریبی آغاز توسعه کاربرد تجزیه شیمیایی است تا سال ۱۹۲۵ را که در آن با کشف رنیم کشف عنصرهای پایدار موجود در طبیعت پایان یافته است (یعنی یک دوران ۱۵۰ ساله) را به ۶ دوره ۲۵ ساله تقسیم می کنیم.

#### دوره ماقبل تاریخ

در این دوره، یعنی تا حدود ۷۰۰۰ سال پیش از میلاد، بشر پنج عنصر، یعنی نقره، طلا، کربن، فسفر و گوگرد را می شناخت.

از حدود ۷۰۰۰ سال پیش از میلاد تا ۱۷۵۰

در این دوره ۱۱ عنصر یعنی مس، آهن، جیوه، سرب، قلع، آرسنیک، روی، آنتیموان، بیسموت، کبالت و پلاتین کشف شد.

از ۱۷۵۱ تا ۱۷۷۵

در این دوره ۲۵ ساله، تنها هشت عنصر که عمدتاً گازند یعنی هیدروژن، نیتروژن، اکسیژن، فلئوثر، کلر، منگنز، نیکل و باریم کشف شد و تعداد عنصرها در مجموع به ۲۴ رسید.

از ۱۷۷۶ تا ۱۸۰۰

در این دوره ۲۵ ساله، ۱۰ عنصر یعنی بریلیم، تیتان، کروم، ایتیم، زیرکنیم، مولیبدن، تلور، تنگستن، اورانیم و استرنسیم کشف شد و تعداد عنصرها به ۳۴ رسید.

از ۱۸۰۱ تا ۱۸۲۵

در این دوره ۲۵ ساله، تعداد نسبتاً زیادی یعنی ۱۸ عنصر کشف شد که عبارت اند از: لیتیم، بور، سدیم، منیزیم، آلومینیم، سیلیسیم، پتاسیم، کلسیم، نیریم، روبیدیم، پالادیم، کادمیم، ید، سرب، تانتال، اسمیم و ایندیم. به این ترتیب تعداد عنصرها به ۵۲ رسید.

از ۱۸۲۶ تا ۱۸۵۰

در این دوره ۲۵ ساله، تنها ۷ عنصر یعنی وانادیم، برم، روتنیم، لاتان، تربیم، اربیم و توریم کشف شد و تعداد عنصرها به ۵۹ رسید.

از ۱۸۵۱ تا ۱۸۷۵

در این دوره ۲۵ ساله نیز تعداد اندکی از عنصرها یعنی تنها ۵ عنصر روبیدیم، ایندیم، سزیم، تالیسم و گالیم کشف شدند. به این ترتیب تا پایان یعنی ۴ سال پس از انتشار جدول تناوبی قطعی مندلیف، تعداد عنصرها به ۶۳ رسیده بود. با توجه به اینکه در بین این عنصرها تنها گالیم پس از انتشار جدول مندلیف کشف شد، بنابراین در سال انتشار جدول مندلیف (۱۸۷۱) جدول طبقه بندی ۶۳ عنصر را در برداشت.

از ۱۸۷۶ تا ۱۹۰۰

در این دوره ۲۵ ساله، بیشترین تعداد عنصرها یعنی ۱۹ عنصر شامل گازهای نجیب (بی اثر) هوا کشف شد. این عنصرها عبارت بودند از: هلیم، نئون، آرگون، اسکاندیم، ژرمانیم، کریپتون، زنون، پرازئودیمیم، نئودیمیم، ساماریم، گادولینیم، دیسپروزیوم، هولیم، تولیم، ایتیم، پولونیم، رادیم، آکتینیم و رادن. بنابراین در سال ۱۹۰۰ تعداد عنصرهای شناخته شده به ۸۳ رسید.

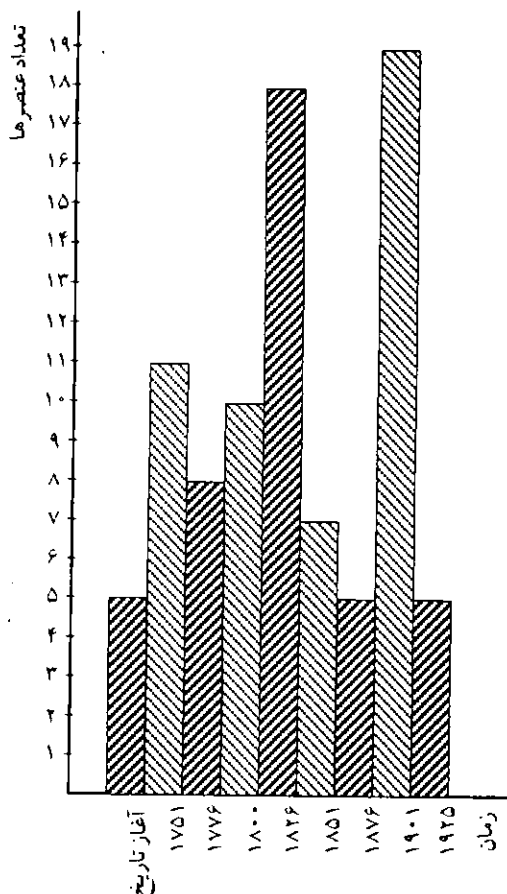
از ۱۹۰۱ تا ۱۹۲۵

در این دوره ۲۵ ساله، تنها ۵ عنصر سنگین یعنی اروپیم، لوتسیم، هافنیم، پروتاکتینیم و رنیم کشف شد و تعداد عنصرها به ۸۸ رسید. بنابراین تنها ۴ عنصر طبیعی که نایاب و کمیابند، یعنی تکنسیم، آستاتین، پروتیم و فرانسیم

پیشرفت شیمی خاکهای کمیاب عاملهای مؤثری در کشف عنصرها در این دوره به ویژه کشف عنصرهای خاکهای کمیاب شد. به طوری که بین ۱۹ عنصر کشف شده در این دوره، ۸ عنصر پرازئودیمیم، نئودیمیم، ساماریم، گادولینیم، دیسپروزیم، هولمیم، تولیم و ایتربیم از عنصرها خاکهای کمیابند.

در مورد فاصله ۵۰ ساله بین دو دوره، در واقع یک وقفه نسبی در کشف عنصرها در آن مشاهده می شود. علت این است که قسمت عمده عنصرهایی که به روش تجزیه شیمیایی متداول آن زمان قابل شناسایی بودند، جلوتر کشف شده بودند و تعداد کمی از آنها باقیمانده بود که کشف آنها در توان تجزیه شیمیایی بود. از طرف دیگر، روش طیف سنجی که با توسعه و تکامل خود در دوره های بعد امکان کشف بسیاری از عنصرها را فراهم آورده بود، در این دوره هنوز، دانشی نوپا و در واقع در موقعیت آزمایش قدرت خود بود.

در مورد اینکه در ۲۵ سال اول قرن حاضر، دانشمندان توانسته بودند تنها ۵ عنصر را کشف کنند، نباید گمان کرد که توان علمی دانشمندان و پژوهشگران محدود شده بود، بلکه علت آن این است که همه عنصرهای پایدار موجود در طبیعت، عملاً کشف شده بودند.



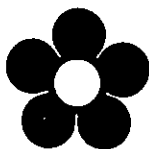
شکل ۱

بعد از ۱۹۲۵ کشف شدند.

خلاصه این بررسی و مقایسه در نمودار شکل ۱ به صورت نمایان تری نشان داده شده است.

همان طور که در نمودار شکل ۴ نیز آشکار است، در دو دوره ۲۵ ساله یعنی بین سالهای ۱۸۰۱ تا ۱۸۲۵ و بین سالهای ۱۸۷۶ تا ۱۹۰۰ تعداد قابل توجهی از عنصرها (یعنی  $37 = 19 + 18$  عنصر) کشف شدند. در صورتی که در فاصله زمانی نسبتاً طولانی پنجاه ساله یعنی از ۱۸۲۶ تا ۱۸۷۶ تنها ۱۲ عنصر کشف شدند. علت آن است که در اولین دوره ۲۵ ساله درخشان، کشف عنصرها با تلاش و نبوغ دانشمندان برجسته ای چون کلاپروت و برزلیوس و غیره، شیمی تجزیه از تحولی شگرف برخوردار و از پیشرفتهای چشمگیری بهره مند شد و دیوی نیز با توسعه روش الکتروشیمیایی و گشودن راه جدیدی برای کشف عنصرها، زمینه کشف چندین عنصر قلیایی و قلیایی خاکی را فراهم آورد.

در مورد دومین دوره ۲۵ ساله در کشف عنصرها نیز باید خاطر نشان کرد که توسعه روش طیف سنجی و



# سرعت واکنشهای شیمیایی و قانون اثر جرم

این مقاله به کتاب شیمی ۲ نظام قدیم و شیمی ۳ نظام جدید مربوط است.

دکتر حسین آقائی

استاد دانشگاه تربیت معلم

## چکیده

با دخالت دادن یک ثابت تناسب،  $k$ ، می توان بستگی بسالارابه یک تساوی تبدیل کرد.

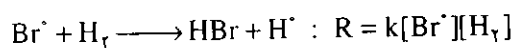
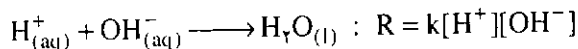
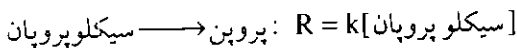
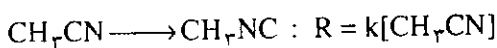
$$R = k[A]^\alpha[B]^\beta \quad (2)$$

$k$  ثابت سرعت واکنش نام دارد. تساوی (۲) به نوعی قانون اثر جرم را بیان می کند که بهتر است به آن قانون اثر غلظت بگویند.  $[A]$  و  $[B]$  به ترتیب تعداد مولهای واکنش دهنده  $A$  و واکنش دهنده  $B$  را در یک لیتر مخلوط واکنش می رساند.

لازم است توجه داشته باشیم که اگر واکنش نوعی داده شده یک مرحله ای نباشد، در آن صورت ممکن است که نماهای غلظتها در معادله (۲) با  $\alpha$  و  $\beta$  یکی نباشد، بلکه اعدادی متفاوت از آنها باشد. معادله (۲) برای چنین واکنشهایی به صورت زیر در خواهد آمد.

$$R = k[A]^{n_1}[B]^{n_2} \quad (3)$$

که  $n_1$  و  $n_2$  معمولاً اعدادی متفاوت از ضریبهای  $\alpha$  و  $\beta$  هستند. به چند مثال توجه می کنیم. هر یک از واکنشهای زیر یک مرحله ای است و بنابراین، نوشتن عبارت سرعت واکنش برای آنها آسان است



از سوی دیگر، هر یک از واکنشهای زیر یک مرحله ای نیست، بلکه دارای چند مرحله است و از این رو، نمی توان

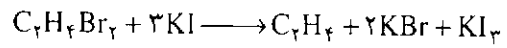
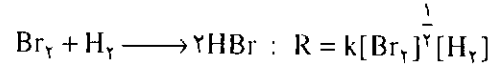
بحث سرعت واکنشهای شیمیایی و تأثیر غلظت مواد واکنش دهنده بر روی آن جالب و آموزنده است. مطالعه این موضوع با در نظر گرفتن قانون اثر جرم آسان تر خواهد شد. در این مقاله موضوع سرعت واکنشهای شیمیایی و بستگی آن با غلظت مواد واکنش دهنده با تکیه بر قانون اثر جرم را به بحث خواهیم گذاشت و در این میان در مورد مرتبه واکنش، برخی معادله های غلظت-زمان، زمان نیم عمر و واکنشهای برگشت پذیر نیز مطالبی بیان خواهیم کرد.

## ۱- بستگی سرعت واکنش با غلظت

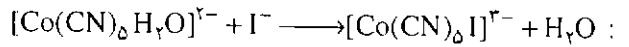
واکنشی مانند  $\alpha A + \beta B \longrightarrow \gamma C + \delta D$  را که در یک مرحله انجام می شود در نظر می گیریم. این واکنش را در حجم و دمای ثابت مورد توجه قرار داده و فعلاً فرض می کنیم که واکنش یک طرفه باشد؛ یعنی واکنش برگشت آن که شامل تبدیل مواد حاصل به مواد واکنش دهنده است قابل صرف نظر کردن باشد. سرعت چنین واکنشی در این شرایط، تابع غلظت واکنش دهنده های  $A$  و  $B$  است و براساس شواهد تجربی و دیدگاههای نظری، سرعت واکنش با افزایش غلظت واکنش دهنده ها افزایش می یابد. برای مثال، با دو برابر کردن غلظت واکنش دهنده  $A$  در محیط واکنش، سرعت واکنش داده شده ممکن است دو یا چند برابر شود و همینطور، سرعت واکنش با دو برابر کردن غلظت  $B$  ممکن است دو یا چند برابر شود. رویهمرفته، سرعت،  $R$ ، واکنش مورد بحث با رعایت ثابت بودن دما و حجم مخلوط واکنش، مطابق رابطه زیر با غلظت واکنش دهنده ها،  $[A]$ ،  $[B]$ ، تغییر خواهد کرد.

$$R \propto [A]^\alpha[B]^\beta \quad (1)$$

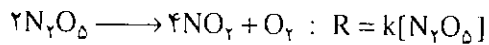
معادله سرعت آنها را از روی معادله شیمیایی آنها نوشت. برای نوشتن معادله سرعت اینگونه واکنشها به معلومات بیشتری که از تجربه حاصل می شود نیاز است.



$$R = k[\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2][\text{KI}]$$



$$R = \frac{k[\text{Co}(\text{CN})_5\text{H}_2\text{O}]^{2-}[\text{I}^-]}{k' + k''[\text{I}^-]}$$



## ۲- مرتبه واکنش

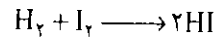
واکنش یک مرحله ای  $\alpha A + \beta B \longrightarrow \gamma C + \delta D$  را با  $\alpha$  و  $\beta$  دیگر در دما و حجم ثابت مورد توجه قرار می دهیم. عبارت سرعت این واکنش برابر است با

$$R = k[A]^\alpha[B]^\beta$$

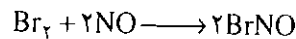
وقتی غلظتهای  $[A]$  و  $[B]$  با هم برابر باشد به نتیجه زیر می رسیم

$$R = k[A]^{(\alpha+\beta)} = k[B]^{(\alpha+\beta)} = k[A]^n \quad (۴)$$

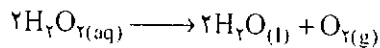
در حالی که  $n = \alpha + \beta$ . بنابه قرارداد به نمای  $n$  مرتبه<sup>۱</sup> واکنش گفته می شود. به مثالهای زیر توجه کنید



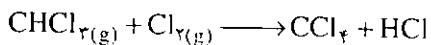
$$R = k[\text{H}_2][\text{I}_2] = k[\text{H}_2]^2 : \text{واکنش مرتبه دوم}$$



$$R = k[\text{Br}_2][\text{NO}]^2 = k[\text{Br}_2]^3 : \text{واکنش مرتبه سوم}$$



$$R = k[\text{H}_2\text{O}_2] : \text{واکنش مرتبه اول}$$



$$R = k[\text{CHCl}_3][\text{Cl}_2]^{1/2} = k[\text{CHCl}_3]^{3/2} : \text{واکنش مرتبه سه دویم}$$

## ۳- معادله های غلظت - زمان

برای هر یک از واکنشهای مرتبه اول، دوم و غیره می توان معادله هایی را بر حسب غلظت - زمان در دما و حجم ثابت به دست آورد. برخی از این واکنشها و معادله غلظت - زمان آنها را

در زیر می آوریم

واکنش مرتبه اول: محصولات  $\alpha A \longrightarrow$

عبارت سرعت واکنش:  $R = k[A]^1$

معادله غلظت - زمان:

$$\ln\left(\frac{[A]}{[A]_0}\right) = -\alpha kt \quad (۵)$$

$[A]$  و  $[A]_0$  به ترتیب غلظت واکنش دهنده  $A$  را در شروع واکنش ( $t=0$ ) و در زمانی پس از شروع واکنش ( $t=t$ ) می رساند.

واکنش مرتبه دوم: محصولات  $A + B \longrightarrow$

عبارت سرعت واکنش در غلظتهای مساوی:

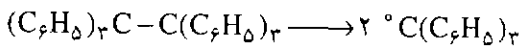
$$R = k[A]^2$$

معادله غلظت - زمان:

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = kt \quad (۶)$$

مثال ۱: کاربرد معادله غلظت - زمان

واکنش



یک واکنش مرتبه اول است. ثابت سرعت آن در یک شرایط معین عبارت است از  $k = 0.216 \text{ min}^{-1}$ . در چند دقیقه ۴٪ این واکنش انجام می شود؟ (min علامت دقیقه، minute، است)

پاسخ: معادله غلظت - زمان برای واکنش مرتبه اول را

می نویسیم

$$\ln\left(\frac{[A]}{[A]_0}\right) = -\alpha kt$$

موقعی که ۴٪ واکنش انجام شده باشد، ۶۰٪ آن باقیمانده است. بدینسان

$$[A] = 0.6[A]_0$$

با توجه به آن

$$\ln\left(\frac{0.6[A]_0}{[A]_0}\right) = -\alpha kt$$

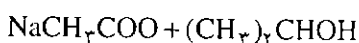
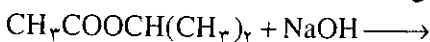
و یا

$$\ln(0.6) = -1 \times 0.216 \text{ min}^{-1} \times t$$

$$t = 2.365 \text{ min}$$

مثال ۲: کاربرد معادله غلظت - زمان

واکنش



$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{k[A]} \quad (8)$$

مثال ۳: کاربرد زمان نیم عمر

کربن ۱۴ از راه فتوسنتز در بافت گیاهان سبز تولید می شود. این کربن ناپایدار است و در تلاشی هسته ای شرکت می کند. درصد فراوانی کربن ۱۴ در بافت گیاهان سبز تقریباً ثابت است، یعنی به هر میزان که از آن راه تلاشی هسته ای از بین می رود، از راه فتوستتر جایگزین می شود. در مقابل، محتوای کربن ۱۴ در یک چوب خشک کمتر از یک چوب سبز است، چرا؟ هر گاه میزان پرتوزدایی یک نمونه چوب قدیمی ۷۲ درصد چوب تازه باشد، عمر این نمونه چوب قدیمی چندسال است؟ زمان نیم عمر تلاشی هسته ای کربن ۱۴ در حدود ۵۷۳۰ سال است و واکنش آن مرتبه اول است.

پاسخ: نخست به کمک معادله زمان نیم عمر، ثابت تلاشی هسته ای کربن ۱۴ را حساب می کنیم

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{k} \Rightarrow k = \frac{0.693}{t_{\frac{1}{2}}}$$

و یا

$$k = 1/21 \times 10^{-4} \text{ year}^{-1}$$

حال، از معادله غلظت-زمان برای حساب کردن عمر نمونه چوب قدیمی استفاده می کنیم

$$\ln\left(\frac{[A]}{[A]_0}\right) = -kt \quad (9)$$

$$\ln\left(\frac{0.72[A]_0}{[A]_0}\right) = 1/21 \times 10^{-4} t$$

و یا

$$t = 2716/2 \text{ year}$$

تذکر: به کمک چنین روشی می توان عمر معدنها،

اقیانوسها و مانند آنها را تخمین زد. در هر مورد از ویژگی یک عنصر رادیواکتیو و مقایسه میزان پرتوزایی آن با میزان پرتوزایی اولیه بهره گرفته می شود.

تمرین: ساکاروز در محلول اسیدی مطابق واکنش مرتبه اول به فروکتوز و گلوکز تجزیه می شود. ثابت سرعت آن در ۲۵°C برابر با  $k = 0.20 \text{ hr}^{-1}$  است. زمان نیم عمر این واکنش را حساب کنید (hr علامت ساعت، hour، است).

تمرین: در یک آزمایش، تجزیه پراکسید هیدروژن،  $\text{H}_2\text{O}_2$ ، مورد مطالعه قرار گرفت و دیده شد که برای آنکه غلظت  $\text{H}_2\text{O}_2$  از  $0.02 \text{ M}$  به  $0.01 \text{ M}$  کاهش یابد در حدود ۶۵۴ دقیقه طول می کشد. مطلوبست محاسبه (الف) ثابت سرعت واکنش. (ب) زمان  $\frac{3}{4}$  عمر واکنش. (ج) سرعت واکنش در غلظت

مرتبه دوم است. ثابت سرعت آن در یک شرایط معین برابر با  $k = 1/54 \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$  است. پس از چند دقیقه، در غلظتهای اولیه یکسان  $1 \text{ mol L}^{-1}$ ، چهل درصد واکنش انجام می شود؟

پاسخ: معادله غلظت-زمان را برای واکنش مرتبه دوم در غلظتهای مساوی می نویسیم

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = kt$$

موقعی که ۴۰٪ واکنش انجام شده باشد، ۶۰٪ آن باقیمانده است. بدینسان

$$[A] = 0.6[A]_0 = 0.6 \times 1 \text{ mol L}^{-1} = 0.6 \text{ mol L}^{-1}$$

با توجه به آن

$$\frac{1}{0.6} - \frac{1}{1} = 1/54 \times t$$

و یا

$$t = 0.43 \text{ min}$$

#### ۴- زمان نیم عمر واکنش

زمان نیم عمر یک واکنش، زمان لازم برای انجام نیمی از واکنش را می رساند. معمولاً این زمان را با  $t_{\frac{1}{2}}$  نشان می دهند. پیداست که در موقع  $t = t_{\frac{1}{2}}$  خواهیم داشت  $[A] = \frac{1}{2}[A]_0$ . هر گاه در معادله غلظت-زمان به جای  $[A]$  مقدار مساوی  $\frac{1}{4}[A]_0$  قرار دهیم، می رسیم به معادله نشان دهنده زمان نیم عمر.

در واکنش مرتبه اول

$$\ln\left(\frac{[A]}{[A]_0}\right) = -\alpha kt$$

و یا

$$\ln\left(\frac{\frac{1}{4}[A]_0}{[A]_0}\right) = -\alpha kt_{\frac{1}{4}}$$

$$t_{\frac{1}{4}} = \frac{\ln 4}{\alpha k} = \frac{0.693}{\alpha k} \equiv \frac{0.7}{\alpha k} \quad (7)$$

به همین ترتیب برای یک واکنش مرتبه دوم با غلظتهای مساوی خواهیم داشت

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = kt$$

و یا

$$\frac{1}{\frac{1}{4}[A]_0} - \frac{1}{[A]_0} = kt_{\frac{1}{4}}$$

مستقیم و معکوس و ثابت تعادل واکنش را آشکار می کند. برای هر واکنش دو طرفه یا برگشت پذیر دیگر نیز چنین رابطه هایی برقرار است مثال ۴: به کار بردن قانون اثر جرم

برای واکنش  $H_2O_{(l)} + OH_{(aq)}^- \rightleftharpoons H_2O_{(aq)} + H_{(aq)}^+$  در دمای ۲۵°C در دست است.

$K_C = 5 / 55 \times 10^{15}$  و  $k_{\text{رفت}} = 1 / 4 \times 10^{11} \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  (مستقیم) (الف) ثابت سرعت واکنش برگشت، برگشت  $k$ ، را حساب کنید. (ب) سرعت هر یک از واکنشهای رفت و برگشت را در تعادل بالا در محلول خنثی در دمای داده شده حساب کنید.

پاسخ: (الف) با توجه به معادله (۱۰) می نویسیم

$$K_C = \frac{k_{\text{رفت}}}{k_{\text{برگشت}}}$$

$$5 / 55 \times 10^{15} = \frac{1 / 4 \times 10^{11}}{k_{\text{برگشت}}} \Rightarrow k_{\text{برگشت}}$$

$$= 2 / 52 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

(ب) در موقع تعادل می توان نوشت:

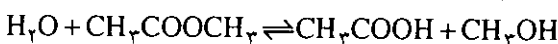
$$R_{\text{رفت}} = R_{\text{برگشت}} = k_{\text{رفت}} [H^+] [OH^-]$$

در محلول خنثی در ۲۵°C داریم

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol L}^{-1} \quad \text{با توجه به آن}$$

$$R_{\text{رفت}} = R_{\text{برگشت}} = 1 / 4 \times 10^{11} \times 10^{-7} \times 10^{-7} = 1 / 4 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

تمرین: برای واکنش دو طرفه



در ۲۵°C داریم

$$k_{\text{رفت}} = 1 / 652 \times 10^{-4} \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$k_{\text{برگشت}} = 7 / 55 \times 10^{-4} \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1} \quad \text{و}$$

(الف) ثابت تعادل واکنش داده شده را در ۲۵°C حساب

کنید. (ب) اگر غلظت آب و استات متیل در آغاز به ترتیب

۴۵/۳۸۰ و ۱/۷۴۱ مول بر لیتر بوده باشد، غلظت تعادلی هر

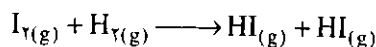
یک از مواد شرکت کننده در تعادل را حساب کنید.

### مراجع

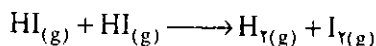
1. Chemistry and Chemical Reactivity; by Kotz and Purcell, 1991.
2. Chemistry; by Raymond Chang, 1984.
3. Chemistry (principles and Reactions); by Masterton / Hurley, 1989.

### ۵- واکنشهای دو طرفه یا برگشت پذیر

واکنش  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  یک واکنش دو طرفه یا برگشت پذیر است. در این واکنش همانطور که از تأثیر H<sub>2</sub> و I<sub>2</sub> بر هم، گاز یدید هیدروژن، HI، حاصل می شود، از برخورد مولکولهای HI با هم نیز H<sub>2</sub> و I<sub>2</sub> به دست می آید. در واقع واکنش یاد شده شامل دو واکنش است، یکی واکنش مستقیم (یا واکنش رفت)



و دیگری واکنش معکوس (یا برگشت)



که به طور همزمان در ظرف واکنش انجام می شوند. در حجم و دمای ثابت، برای آن دو تقریباً می توان نوشت

$$R_{\text{رفت}} = k [I_2][H_2]$$

$$R_{\text{برگشت}} = k [HI][HI] = k [HI]^2$$

تا پیش از آنکه واکنش به تعادل رسیده باشد، برای آن

$$R_{\text{رفت}} > R_{\text{برگشت}}$$

داریم

و در موقعی که واکنش به تعادل برسد، خواهیم داشت

$$R_{\text{رفت}} = R_{\text{برگشت}}$$

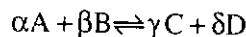
و از آنجا

$$k [I_2][H_2] = k [HI]^2 \quad \text{(قانون اثر جرم)}$$

و یا

$$\frac{[HI]^2}{[I_2][H_2]} = \frac{k_{\text{رفت}}}{k_{\text{برگشت}}} = K_C$$

در حالی که K<sub>C</sub> ثابت تعادل واکنش را می رساند. برای یک واکنش نوعی



می توان نوشت

$$\frac{k_{\text{رفت}}}{k_{\text{برگشت}}} = K_C = \frac{[C]^\gamma [D]^\delta}{[A]^\alpha [B]^\beta} \quad (10)$$

این معادله شکل ریاضی قانون اثر جرم را نشان می دهد که نخستین بار توسط دو پژوهنده نروژی به نامهای گولدرگ و واک در سال ۱۸۶۴ پیشنهاد شد. معادله (۱۰) به عنوان یک نتیجه با ارزش است، زیرا که آن از یک طرف ارتباط میان غلظت‌های تعادلی و ثابت تعادل در یک واکنش برگشت پذیر را می رساند و از سوی دیگر ارتباط میان ثابت‌های سرعت واکنشهای

# الاستومرها

این مقاله به کتاب شیمی سال چهارم تجربی  
و ریاضی فیزیک و دوره پیش دانشگاهی  
مربوط است.

دکتر علی سیدی - دانشیار دانشگاه تهران

## چکیده

کائوچو از شیره چند نوع درخت مانند هوا و گواپول که در مناطق استوایی می رویند، به دست می آید. در ۱۷۳۵ از آمازون به اروپا آورده شد. بیش از ۹۰٪ کائوچوی طبیعی مورد نیاز جهان در مالزی و اندونزی تولید می شود. این کشورها با تلقیح مصنوعی درختان کائوچو و با استفاده از محرک‌هایی مانند اتفون یا اتریل (۲-کلرواتیل فسفونیک اسید) تولید کائوچو را افزایش داده‌اند. کائوچو یک هیدروکربن سیر نشده و پلیمر ایزوپرن با وزن مولکولی ۵۰,۰۰۰ تا ۳,۰۰۰,۰۰۰ است. با گوگرد و لکمانیزه می شود. ضد اکسندرها (آنتی اکسیدانها) بر دوام اشیاء ساخته شده از کائوچو می افزایند.

## ۱- کائوچوی طبیعی

کائوچو یکی از فراورده های بی همتای طبیعت است. سرخ پوستان امریکا قباایلهای استنایی این کشسان (الاستومر) رامی شناختند. دریانورد و تاریخ نویس اسپانیایی، گونزالو الوالدز<sup>۱</sup> (۱۴۷۸-۱۵۵۷) نخستین کسی است که توبهای کائوچویی بومیهای امریکا را توصیف می کند. در اواخر قرن ۱۶، تاریخ نویس اسپانیایی آنتونیو تور دیسلاس<sup>۲</sup> (۱۵۵۹-۱۶۲۵) در یادداشتهای روزانه اش

می نویسد:

«کریستوفر کلمبوس<sup>۳</sup> که برای بار دوم در جزیره هیسپانیولا<sup>۴</sup> (تایی تی) پیاده شده بود، در سفر دوم به امریکا، در ۱۴۹۳، تصمیم گرفت از محل سکونت خود بهره برداری کند و به جستجوی طلا پرداخت. بومیهای محلی را مشاهده کرد. او آنها را هندی می نامید زیرا تصور می کرد که به هند (شرقی) رسیده است. کلمبوس ملاحظه کردیکی از سرگرمیهای بومیان در دهکده های خود، نوعی مسابقه است که با توبهای ساخته شده از صمغ درخت انجام می شود. جهش این توبها، با وجود سنگینی، بهتر از توبهایی است که در اسپانیا با باد پر می شوند.»

کائوچو در سال ۱۷۳۵ به وسیله چارلز کندامین<sup>۵</sup> (۱۷۰۱-۱۷۷۴) زمین شناس و ریاضی دان فرانسوی، از آمازون به اروپا آورده شد، ولی بیشتر به عنوان یک چیز شگفت آور در موزه باقی ماند. گرچه کاربردهای محدودی برای غیر قابل نفوذ کردن چکمه ها، کفشها و لباسها در برابر آب پیدا کرد، اما به علت اینکه در سرما سخت و شکننده و در گرما، ذوب می شد، به قابلیت های آن پی نبردند تا اینکه مخترع امریکایی چارلز گودیر<sup>۶</sup> (۱۸۰۰-۱۸۶۰) فرایند ولکانش<sup>۷</sup> را کشف کرد. بومیها این ماده را «کائوچوی»<sup>۸</sup> (از واژه Cau به



معنی چوب و او - چو (o-chu به معنی اشک) می نامیند تا اینکه در سال ۱۷۷۰، هنگامی که ژرف پریستلی<sup>۹</sup> برای آن نام رابر<sup>۱۰</sup> (به معنی پاک کن) را پیشنهاد کرد زیرا با کشیدن آن بر روی کاغذ می توان نوشته های مدادی را پاک کرد. پیش از آن برای پاک کردن نوشته های مدادی از مغز نان استفاده می شد.

### منابع کائوچوی طبیعی

کائوچو معمولاً به صورت امولسیون کلوییدی در یک مایع سفید رنگ شیری موسوم به لاتکس<sup>۱۱</sup> یافت می شود و بطور وسیع در قلمرو نباتات گسترده است، زمانی بیش از ۹۸٪ کائوچوی طبیعی مصرفی جهان، از درختهای کائوچو هوآی برزیلی<sup>۱۲</sup> به دست می آمد. این درخت بطور خودرو به ارتفاع ۱۲۰ پارسد می کرد و مخصوص منطقه آمازون در برزیل بود و تا ۱۴ ژوئن سال ۱۸۲۶ که سر هنری ویکهام<sup>۱۳</sup> (۱۸۴۶ - ۱۹۲۶) کاشف انگلیسی، ۷۰،۰۰۰ بذر این درخت را از برزیل خارج کرد و آنها را به انگلستان آورد، در انحصار برزیل بود. تقریباً ۳۰،۰۰۰ از این بذرها در انگلستان در کیوگاردن<sup>۱۴</sup> در نزدیکی لندن با موفقیت جوانه زدند. این نهالهای جوان به مستعمرات گوناگون انگلستان در شرق دور منتقل شدند و در سیلان (سریلانکا) و مالزی کاشته شدند. امروزه بیشتر تولید سالانه ۳ میلیون تنی کائوچوی طبیعی از کشتزارهای مانزی، اندونزی، سنگاپور، تایلند و سریلانکا به دست می آید.

تولیدکنندگان کائوچو پیوسته در تکاپوی منابع دیگر کائوچو هستند. درختان دیگری نیز یافت شده است که می توان آنها را در خارج از منطقه استوایی کشت کرد. برای مثال، اسکورزونراتوسقز<sup>۱۵</sup> گیاهی است شبیه به شنگ تره ای<sup>۱۶</sup> که در ترکستان می روید. همچنین داندیلیون روسی<sup>۱۷</sup> که لاتکسی با ۳۰٪ کائوچوی خشک به دست می دهد. در جریان جنگ جهانی دوم، از این گیاهان به عنوان منبع کائوچو استفاده می شد و دانشمندان دانشگاه کالیفرنیا پیوسته در جستجوی راههایی برای استفاده از گویول<sup>۱۸</sup> به عنوان منبع تجارتهی کائوچو می باشند. کائوچویی که هم اکنون از شیر گویول به دست می آید، بیشتر از کائوچوی تولید شده از درختهای هوآ در برزیل است. این کشور امروزه واردکننده کائوچوی طبیعی و تولیدکننده SBR (کائوچوی استیرن-بوتادی ان) سنتزی است.

مزرعه دارهای مالزی و اندونزی که بیش از ۹۰٪ کائوچوی طبیعی جهان را تولید می کنند، کوشش دارند سهم خود را در بازار جهانی با تلقیح مصنوعی درختان کائوچو و تولید مشتقات کائوچو در محل، حفظ کنند. با تلقیح مصنوعی درختان کائوچو، بازده کائوچو در مالزی از حدود ۱،۲۰۰ پوند در هکتار ( $10 \times 10^3 m^2$ ) تا بیش از ۲،۰۰۰ پوند در هکتار افزایش یافته است. بطور آزمایشی، توانسته اند ۷،۵۰۰ پوند کائوچو در هکتار تولید کنند و پیش بینی می شود که دست یافتن به بازده های ۲۰،۰۰۰ پوندی در هکتار نیز با تلقیح مصنوعی و رشد برانگیخته امکانپذیر است. بازده تولید کائوچو با استفاده از محرک هایی مانند اتفون<sup>۱۹</sup> یا اتریل<sup>۲۰</sup> - کلرواتیل فسفونیک اسید) که به تنه درخت در زیر منطقه برش شیره کشی تزریق می شود، افزایش داده شده است. اتفون در مجاورت رطوبت، اتیلن آزاد می کند که محرک رشد است.

### ساختار شیمیایی و خواص کائوچو

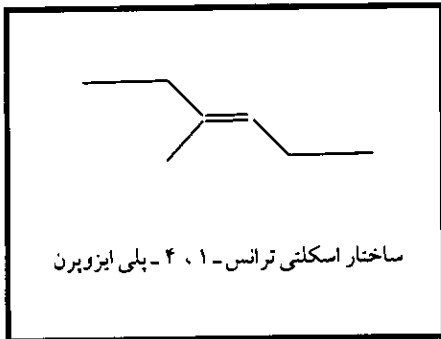
کائوچوی خام، به دست آمده از گیاه، از هیدروکربنی موسوم به کائوچو تشکیل شده که مایکل فارادی<sup>۲۱</sup> (۱۷۹۱ - ۱۸۶۷) فرمول تجربی آن را در سال ۱۸۲۶ به صورت  $C_5H_8$  همراه با ۲ - ۴٪ پروتئین و ۱ - ۴٪ ماده انحلال پذیر در استون (رزین، اسیدهای چرب و استرول) تعیین کرد. در سال ۱۸۳۵، شیمیدان اسکاتلندی ویلیام گرگوری<sup>۲۲</sup> (۱۸۰۳ - ۱۸۵۸) کائوچو را تقطیر کرد و ایزوپرن خام (۲ - متیل - ۱،۳ - بوتادی ان،  $CH_2 = C - CH = CH_2$ ) به دست آورد. در



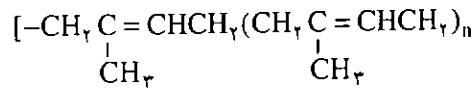
سال ۱۸۳۸ پزشک و داروساز فرانسوی آپولینر بوشاردات<sup>۲۳</sup> (۱۸۰۶ - ۱۸۸۶) به همین ترتیب با تقطیر کائوچو ایزوپرن ناخالص به دست آورد و آن را «کوشن Cauchene» نامید. ایزوپرن خالص را چارلز ویلیامز<sup>۲۴</sup> (۱۸۲۹ - ۱۹۱۰) شیمیدان انگلیسی از تقطیر کائوچو به دست آورد و نام امروزی را به آن داد. او چگالی بخار و فرمول مولکولی ایزوپرن را تعیین کرد و نشان داد که به فرآورده ای مانند کائوچو پلیمری می شود. این مشاهده ثابت کرد که کائوچو پلیمر ایزوپرن است.

کائوچو سیر نشده است و به ازاء هر پنج اتم کربن، یک مول برم یا یک مول کلرید هیدروژن جذب می کند که وجود یک پیوند دوگانه را در هر واحد ایزوپرنی نشان می دهد. در

اگر آرایش پیوندهای دوگانه ترانس باشد، یعنی گسترش زنجیر از دو سوی پیوند دوگانه اتیلنی انجام شده باشد، پلیمر به دست آمده یک پلاستیک سخت است.

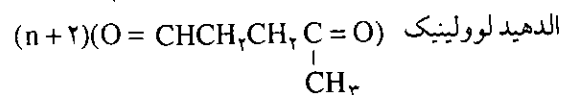
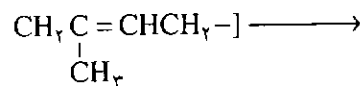


سال ۱۹۰۴، کارل هاریز<sup>۲۵</sup> (۱۸۶۶-۱۹۲۳)، استاد شیمی دانشگاه کیل<sup>۲۶</sup>، آزمایشهای فشرده خود را برای تعیین موضع پیوندهای دوگانه با اوزونولیز ترکیبهای آلی سیر نشده آغاز کرد. او با اوزون دار کردن کائوچو و هیدرولیز فرآورده‌ها، آلدهید لوولینیک و اسید لوولینیک به دست آورد. در سال ۱۹۱۰، شیمیدان انگلیسی، ساموئل پیکلز<sup>۲۷</sup> (۱۸۷۸-۱۹۶۲) کائوچو را به صورت یک پلیمر خطی ایزوپرن با ساختار زیر پیشنهاد کرد:



کائوچو

اوزونولیز

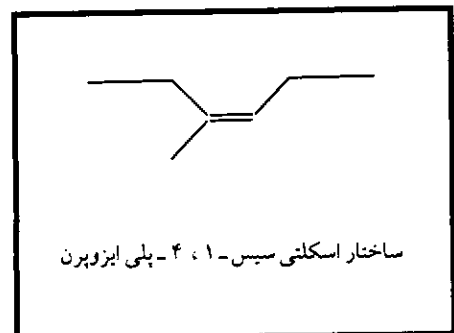


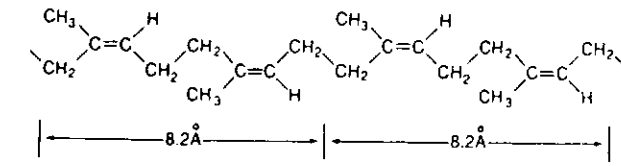
ایزومرهای ترانس در طبیعت به صورت گوتا-پرشا<sup>۲۸</sup> (از برگ درختهایی که در مالزی و هند شرقی می‌رویند، به دست می‌آید) و بالاتا<sup>۲۹</sup> (شبهه گوتا-پرشا است ولی از درختان محلی پاناما و بخشهای شمالی امریکای جنوبی به دست می‌آید) یافت می‌شوند. گوتا-پرشا در جریان قرن نوزدهم برای روکش کردن سیم و کابل ترجیح داده می‌شد و از بالاتا برای روکش توپ گلف و بسیاری اشیاء دیگر استفاده می‌شود.

هیدروکربنهای گوتا-پرشا و بالاتا شبیه یکدیگرند و دارای همان ترکیب درصد کائوچوی طبیعی می‌باشند، ولی برخلاف کائوچو، شاخ مانندند. گوتا-پرشا در دو نوع وجود دارد. نوع آلفا با دوره همانندی<sup>۳۰</sup> ۸/۷ Å (منطبق با آرایش ترانس به صورتی که اتمهای کربن زنجیر در یک صفحه قرار می‌گیرند) و نوع بتا با دوره همانندی ۴/۸ Å (منطبق با آرایش ترانس به صورتی که اتمهای کربن زنجیر در یک صفحه نیستند، مانند کائوچوی طبیعی). دوره همانندی (۸/۲ Å) اندازه گیری شده با پراش پرتو X، در مورد کائوچوی کشیده شده تنها با آرایش سیس پیوندهای دوگانه، با قدری پیش آمدگی، سازگار است، بطوری که اتمهای کربن زنجیر در یک صفحه قرار نمی‌گیرند. ساختار این سه هیدروکربن مرتبط با یکدیگر در شکل صفحه بعد نشان داده شده است.

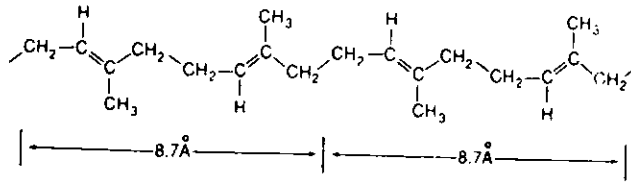
تجزیه دقیق فرآورده‌های اوزونولیز، ۹۵٪ از محتوی کربنی مولکول کائوچو را توجیه می‌کند و نشان می‌دهد که ۹۰٪ از فرآورده‌های جدا شده را می‌توان به عنوان مشتقی از آلدهید لوولینیک به شمار آورد که با ساختار پیشنهاد شده به وسیله پیکلز سازگار است. یک بررسی نشان می‌دهد که اوزان مولکولی کائوچو در محدوده ۵۰,۰۰۰ تا ۳,۰۰۰,۰۰۰ قرار می‌گیرد (۶۰٪ مولکولها اوزان مولکولی بزرگتر از ۱,۳۰۰,۰۰۰ دارند).

واحد تکرار شونده در کائوچوی طبیعی (سیس-۱،۴- پلی ایزوپرن)،  $-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-$  است. این آرایش سیس که در آن گسترش زنجیر از یک سوی پیوند دوگانه اتیلنی انجام می‌شود، برای کشسان بودن پلی ایزوپرن فوق العاده اهمیت دارد.

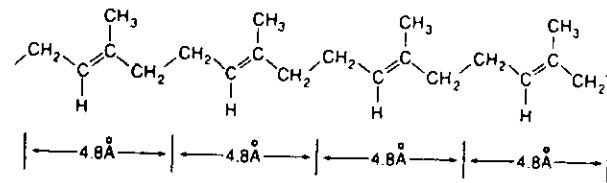




(الف) کائوچو



(ب)  $\alpha$ -گوننا-پرشا



(ج)  $\beta$ -گوننا-پرشا

شکل ۱- ساختارهای کائوچو و  $\alpha$ - و  $\beta$ -گوننا-پرشا

کشیده شده را گرم کنیم، متراکم می شود. این کاهش طول نوار کائوچوی کشیده شده بر اثر گرما، عکس اثری است که در مورد سایر مواد، مثلاً فلزها، مشاهده می کنیم.

### ولکانش (ولکانیزاسیون)

به علت اینکه بین زنجیرهای کائوچوی طبیعی پیوند عرضی وجود ندارد و یا شمار پیوندهای عرضی در آن بسیار کم است، کائوچوی طبیعی یک ترموپلاستیک (گرم-نرم) به شمار می آید. یعنی در تابستان نرم و چسبنده و در زمستان سخت و شکننده می شود. بوی بدی نیز دارد و به وسیله حلالهای گوناگون نرم یا حل می شود. وقتی چارلز گودیر در سال ۱۸۳۹، بعد از پنج سال آزمایش مستمر، بطور اتفاقی مقداری کائوچو را با گوگرد و لیتارژ (مونوکسید سرب، PbO) بر روی بخاری گرم کرد، بر این خواص نامطلوب فایز آمد. این فرایند، کائوچو را به جسمی محکم، کشسان، پایدار در برابر گرما و سرما تبدیل کرد که برای ساخت تایر

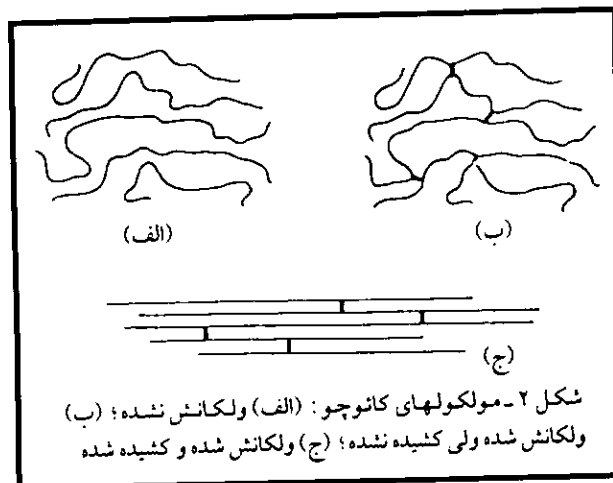
می گیرند و تمایل به تشکیل بلور پیدا می کنند. کائوچوی کشیده شده ای که رنگدانه به آن افزوده نشده باشد، به خاطر تشکیل بلور مات<sup>۲۱</sup> است.

یک نوار کائوچو بر اثر کشش گرم می شود. این گرما را می توان با فشردن نوار کائوچوی تازه کشیده شده بین لبها، حس کرد. زیرا آرایش زنجیرهایی که پیش آنها بر اثر کشش باز شده و در یک امتداد قرار گرفته اند، منظم تر از آرایش زنجیرهای پیچیده و نامنظم کائوچوی کشیده نشده است. بنابراین، آنتروپی یا بی نظمی زنجیرهای کائوچوی کشیده شده کاهش یافته است. وقتی کشش را از روی نوار کشیده شده برداریم، آنتروپی افزایش می یابد و نوار تازه رها شده، بین لبهایمان احساس سرما به وجود می آورد.

اگر نوار کشیده شده را تا زیر دمای شیشه<sup>۲۲</sup> آن ( $-7^{\circ}\text{C}$ ) سرد کنیم، همچنان کشیده شده باقی می ماند، ولی وقتی دمای این نوار کائوچو را به بالاتر از  $7^{\circ}\text{C}$  برسانیم، به طول نخستین خود باز می گردد. وقتی کائوچوی

فرآورده‌های گوناگون دیگر مناسب بود و نشانه‌ای از تولد صنعت کائوچوی مدرن به شمار می‌آمد. با کشفهای بعدی، روش ابتدایی گودیر تا حدودی تغییر کرده ولی ولکانش امروزی در اصل، همان فرایندی است که یکصد و پنجاه سال پیش مورد استفاده بود.

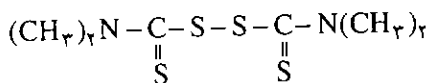
واکنشهای انجام شده بین کائوچو و گوگرد پیچیده و هنوز هم بطور کامل درک نشده‌اند، ولی می‌دانیم که گوگرد در کائوچوی ولکانش شده، حل یا پراکنده نشده است. ولکانش یک واکنش شیمیایی بین کائوچو و گوگرد است که موجب به وجود آمدن پیوندهای عرضی بین مولکولهای زنجیری کائوچو می‌شود و در نتیجه از لغزش زنجیرها بر روی یکدیگر جلوگیری به عمل می‌آید و کشسانی آن محفوظ می‌ماند (شکل ۲ ب).



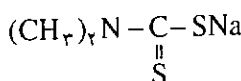
شکل ۲- مولکولهای کائوچو: (الف) ولکانش نشده؛ (ب) ولکانش شده ولی کشیده نشده؛ (ج) ولکانش شده و کشیده شده

دوگانه. به نظر می‌رسد که افزایش گوگرد به پیوندهای دوگانه نتیجه تشکیل ترکیبهای گوگرددار حلقوی است. حتی مقدار کمی گوگرد، در حدود ۳/۰٪، موجب ولکانش می‌شود، با وجود این، کائوچوی نرم، معمولاً دارای ۱-۳٪ گوگرد است و کائوچوی سخت یا ابونیت<sup>۲۳</sup> (که به وسیله نلسون<sup>۲۴</sup> برادر گودیر تهیه شد)، ۲۳-۳۵٪ گوگرد دارد. کسار کردن با کائوچوهایی که گوگرد آنها بین این محدوده‌ها باشد، عملی نیست و قابل استفاده نخواهند بود. در ایالات متحده امریکا، در سال ۱۹۸۸، برای ولکانش کائوچوی طبیعی و مصنوعی بیش از ۳۵۰۰۰ تن گوگرد مصرف شده است. عوامل ولکانش کننده دیگر، مانند اکسیدهای فلزی، پراکسیدهای آلی یا ترکیبهای نیتروی آروماتیک نیز قابل استفاده‌اند. وقتی صفحه‌های نازکی از کائوچو را در معرض نور قرار می‌دهند، موجب برقراری پیوندهای عرضی بین زنجیرهای آن می‌شود و اثری همانند ولکانش بر جای می‌گذارد.

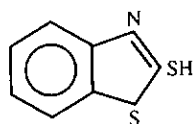
در ولکانشهای مدرن، از دماهای ۱۴۰-۱۸۰°C و علاوه بر گوگرد، از افزودنیهای دیگر نیز استفاده می‌شود. تشدیدکننده‌هایی مانند ۲- مرکاپتوبنزیوتیازول (کاپتاکس<sup>۲۵</sup>) و دی‌سولفیدمریپت، دی‌متیل، دی‌اتیل و دی‌بوتیل دی‌تیوکاربامات‌های سدیم و روی و تترامتیل تیورام دی‌سولفید (تواژ<sup>۲۶</sup>) موجب می‌شوند که واکنش در دماهای پایین‌تر و در زمانی کوتاه‌تر و در بعضی موارد، با گوگرد کمتر اجرا شود.



تترامتیل تیورام دی‌سولفید



دی‌متیل دی‌تیوکاربامات سدیم



۲- مرکاپتوبنزیوتیازول

معمولاً تشدیدکننده‌های آلی در مجاورت تشدیدکننده‌ها و فعال کننده‌هایی مانند اکسید روی که به منظور افزایش انحلال پذیری در کائوچو همراه با اسید استتاریک

اگر شمار پیوندهای عرضی نسبتاً کم باشد، بخشهایی از مولکولها، موسوم به بخشهای اصلی، می‌توانند بر اثر کشش در یک امتداد قرار گیرند و بر طول آنها بطور قابل توجهی افزوده شود، اما مولکولها نمی‌توانند بر روی یکدیگر بلغزند. وقتی کشش برداشته شود، بهم خوردگی گرمایی موجب می‌شود که این مولکولها به جهت گیری تصادفی نخستین خود بازگردند (شکلهای ۲ (ب) و (ج) را مقایسه کنید).

در گذشته، تصور می‌شد که ولکانش یک فرایند رادیکالی است، اما امروزه آن را فرایندی قطبی به شمار می‌آورند. برقراری پیوندهای عرضی، به احتمال قوی، شامل ایجاد پیوندهای دی یا پلی‌سولفیدی بین اتمهای کربن  $\alpha$ ، مجاور با پیوندهای دوگانه، است نه افزایش به پیوندهای

14. Kew Gardens
15. Scorzonera tau Saghys
16. Salsify
17. Russian Dandelion
18. Guayule
19. Ethephon
20. Ethryl
21. Michael Faraday
22. William Gregory
23. Appolinaire Bouchardat
24. Charles Williams
25. Carl Harries
26. Kiel
27. Samuel Pickels
28. Gutta Percha
29. Balata
30. Identical Period
31. Opaque
32. Glass Temperature
33. Ebonite
34. Nelson
35. Captax
36. Tuads

#### منابع:

1. Kauffman, G. B. *The World @ I*, 1989, 4(5), 294.
2. Asimov, I. *Asimov, s Biographical Encyclopedia of Science @ Technology*, new rev. ed. Doubleday: Garden city. NY, 1978, pp 430 - 431.
3. Kauffman, G. B. *Educ. Chem.* 1989, 26(6), 167.
4. Mernagh, L. R. In *The New Encyclopedia Britanica*, 15 th Ed. Encyclopaedia Britnnica: Chicago, IL, 1978, Macropaedia, Vol. 15, pp 1174 - 1183.
5. Nagel, W., et al. *Z. angew. Chem.* 1924, 37, 105, Willstatter R. *Ber.* 1926, 59A, 123, Kauffmann, G.B. In *Scienziati e Tecnologi dalle Origine al 1975*. Mondadori: Milan, 1976, vol. 2, p. 81.
6. Morris, P. J. T. *Polymer Pioneers: A Popular History of the Science and Technology of the Large Molecules*, Centre for History of Chemistry: Philadelphia, PA, 1986, pp 42 - 43.



مورد استفاده قرار می گیرند، مؤثرترند. ضد اکسندها (آنتی اکسیدانها)، یعنی آمینهای آروماتیک نوع دوّم، مانند N- فنیل -β- نفتیل آمین، بر عمر اشیاء ساخته شده از کائوچو می افزایند زیرا از فساد کائوچو به وسیله اکسیژن یا اوزون موجود در آتمسفر جلوگیری می کنند. کهنه شدن کائوچو ناشی از خود-کاتالیز و اکسایش خود به خودی مراکز سیر نشده است که موجب شکستن پیوندها و کاهش وزن مولکولی می شود.

از عوامل تقویت کننده مانند دوده نیز استفاده می شود تا سختی، مقاومت در برابر کشش و مقاومت در برابر سایش کائوچو را افزایش دهد. «زغال سفید» (گرد بسیار نرم سیلیس بی شکل) نیز مؤثر است و از این نظر شهرت دارد و در ضمن موجب افزایش رنگ کائوچو نمی شود. از پرکننده هایی همچون سولفات باریم، کربنات کلسیم یا خاک دیاتومه می توان به عنوان پرکننده استفاده کرد تا بهای اشیاء ساخته شده کاهش یابد، ولی این مواد از استحکام کائوچو کم می کنند. نرم کننده هایی همچون اسیدهای چرب، صمغ چوب، روغن کاج، قطران کاج یا فراورده های فرعی قطران زغال سنگ مانند قیر نیز گاهی افزوده می شود. عوامل رنگ کننده یا رنگدانه باید در دماهای ولکانش پایدار بمانند. بنابراین، در عملیات گرمایی بالا، این رنگها به مواد معدنی مانند اکسید روی، دی اکسید تیتان، اکسید آهن و اولترامارین محدود می شوند، در حالیکه در عملیات انجام شده در دماهای پایین تر، می توان از رنگهای آلی گوناگون استفاده کرد.

امروزه کائوچو در بسیاری از صنایع و در ساخت فراورده های گوناگون اهمیت فراوان دارد و نمی توان از آن صرف نظر کرد و دنیای مدرن ما با نیازهای گونه گون و تجملاتی خود، بدون وجود آن غیرقابل تصور است. بررسی کائوچوهای سنتزی را در بخش دوّم این نوشته دنبال می کنیم.

#### پانوشتها:

1. Gonzalo Valdes
2. Antonio Tordesillas
3. Christopher Columbus
4. Hispaniola
5. Charles Condamine
6. Charles Goodyear
7. Vulcanization
8. Caoutchouc
9. Joseph Priestly
10. Rubber
11. Latex
12. Hevea Brasiliensis
13. Sir Henry A. Wickham

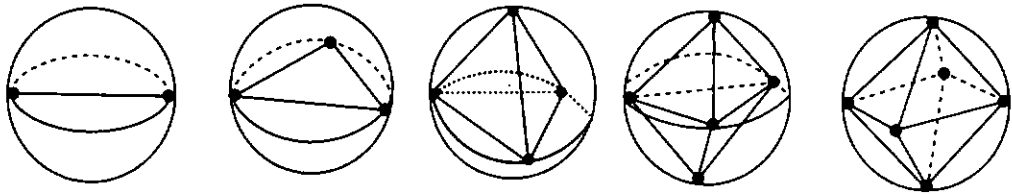
این مقاله به کتابهای  
شیمی سال چهارم تجربی و  
ریاضی فیزیک و  
پیش‌دانشگاهی مربوط  
است.

## پیشگویی شکل فضایی مولکولها

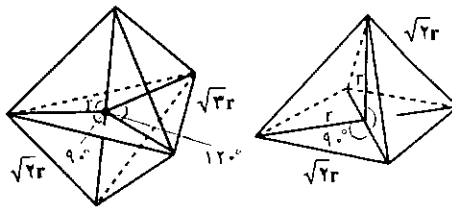
سخنرانی ۳۰ آذر ۱۳۷۲  
برای معلمان شیمی تهران  
دکتر منصور عابدینی  
استاد دانشگاه تهران

الکترونهاى ظرفیت اتم مرکزی A در این مولکول، بسنگی دارد. همان طور که اشاره شد جفت الکترونهاى ظرفیت، هر دو نوع جفت الکترونهاى پیوندی و تنها را شامل می شود. مدل نیروهای دافعه جفت الکترونهاى لایه ظرفیت بر پایه این فرض استوار است که جفت الکترونهاى لایه ظرفیت اتم مرکزی به گونه ای آرایش پیدا می کنند که بیشترین فاصله را نسبت به یکدیگر داشته باشند. چنانچه هر جفت الکترون را به عنوان یک واحد بار تلقی کنیم از نظر دافعه الکتروستاتیک بین واحدهای بار منفی توزیع دو تا شش واحد بار (یا جفت الکترونها) بر روی سطح کره ای به شعاع ۲ به صورتی است که در شکل ۱ نشان داده شده است. برای دو واحد بار آرایش خطی، سه واحد بار آرایش مثلث متساوی الاضلاع، چهار واحد بار آرایش چهاروجهی و برای شش واحد بار نیز آرایش هشت وجهی منتظم نتیجه می شود. برای پنج واحد بار، علاوه بر آرایش دو هرمی مثلث القاعده، آرایش هرم با قاعده مربع هم قابل پیشگویی است. اما، در یک دو هرمی مثلث القاعده، کمترین فاصله بین واحدهای بار ( $\sqrt{2}$ ) شامل شش فاصله است حال آنکه در آرایش هرم با قاعده مربع تعداد این قبیل فاصله ها هشت است. بنابراین پنج واحد بار در یک آرایش دو هرمی مثلث القاعده به طور متوسط در مقایسه با یک هرم مربع القاعده، نسبت به یکدیگر فاصله بیشتری خواهند داشت (شکل ۲).

در کتاب شیمی ۲ نظام جدید آموزش متوسطه، دانش آموز با چگونگی تشکیل پیوند کووالانسی و همچنین شکل فضایی چند مولکول ساده معدنی آشنا می شود. در این کتاب همچنین دانش آموز با نحوه ترسیم مدل الکترون-نقطه ای تعدادی از مولکولها آشنایی پیدا می کند. ما به عنوان معلم شیمی وظیفه داریم دانش آموز را از همان ابتدای آموزش شیمی با این واقعیت آشنا کنیم که هر مولکولی برای خود شکل فضایی معینی دارد. سؤالی که مسلماً برای او مطرح می شود این است که چگونه می توان شکل فضایی مولکولها را پیشگویی کرد. راه ساده و قابل فهمی که در این کتاب در ارتباط با پیشگویی شکل فضایی مولکولها عنوان شده استفاده از مدل VSEPR<sup>۱</sup> یا نیروهای دافعه جفت الکترونهاى لایه ظرفیت است. به طوری که خواهیم دید پیشگویی شکل فضایی مولکولها بر اساس این مدل در اکثر موارد با آنچه که به طور تجربی تعیین شده است مطابقت دارد و از این رو می توان این مدل را با اطمینان خاطر به کار برد. در این مقاله برای نشان دادن کاربرد این مدل جهت پیشگویی شکل فضایی مولکولها با مثالهای متعددی از مولکولهای مربوط به عنصرهای گروههای اصلی جدول تناوبی آشنا می شوید. بنابر مدل VSEPR، آرایش فضایی اتمها یا گروههای X در اطراف اتم مرکزی A در مولکولی از نوع  $AX_nE_m$  که در آن n نماینده تعداد جفت الکترونهاى پیوندی (bonding) و m نماینده تعداد جفت الکترونهاى تنها یا غیرمشارک (nonbonding) است، در درجه اول به تعداد جفت

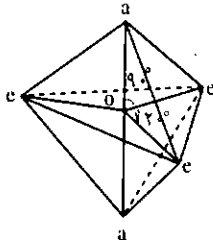


شکل ۱ - آرایش دو ناشش واحد بار بر روی سطح کره ای به شعاع  $r$  که بیشترین فاصله را بین واحدهای بار برقرار می کند.



شکل ۲ - تعداد کمترین فاصله ها ( $\sqrt{2}r$ ) در یک آرایش دوهرمی مثلث القاعده کوچکتر (۶) از یک آرایش هرم مربع القاعده (۸) است.

استوایی است بنابراین در مولکولی از نوع  $AX_4E$  برای جفت تنها یکی از دو موقعیت محوری یا استوایی امکان پذیر است. برای یک جفت تنها در موقعیت محوری سه همسایه نزدیک در زاویه  $90^\circ$  وجود دارد حال آنکه جفت تنها در موقعیت استوایی دو همسایه نزدیک در زاویه  $90^\circ$  و دو همسایه دیگر در زاویه  $120^\circ$  دارد (شکل ۳). این تفاوت به طور کلی در تعیین شکل فضایی مولکولهای نوع  $AX_nE_m$  که اتم مرکزی آنها پنج جفت الکترون در لایه ظرفیت دارد و یک یا چند جفت آنها تنها



شکل ۳ - نمایش نابرابری موقعیتهای محوری (axial) و استوایی (equatorial) در یک دوهرمی مثلث القاعده.

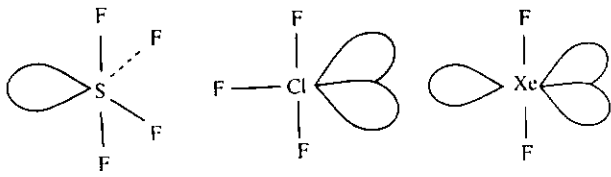
هستند تأثیر مهمی دارد. با توجه به ازدحام فضایی بیشتر برای موقعیت محوری، جفت الکترون تنها موقعیت استوایی را که دارای فضای بیشتری برای این جفت الکترون است، اشغال می کند. در اینجا باید به این نکته توجه داشته باشیم که جفت الکترون تنها صرفاً تحت تأثیر بار هسته اتم مرکزی است و از این رو قلمرو مربوط به آن در مقایسه با جفت الکترون پیوندی که تحت تأثیر دو هسته  $A$  و  $X$  است، وسیعتر است و در نتیجه

### شکل مولکولها بر اساس دو ناشش جفت الکترون در لایه ظرفیت اتم مرکزی

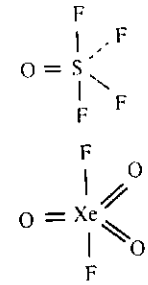
برای دو جفت الکترون، همان طور که در بالا اشاره شد، یک آرایش خطی، مثلاً آرایش خطی  $BeCl_2$  گازی که در آن اتم بریلیم دو الکترون ظرفیت دارد و از این رو فقط دو پیوند کووالانسی تشکیل می دهد، پیشگویی می شود. اما، برای سه ناشش جفت الکترون بر حسب اینکه چه تعداد از آنها از نوع پیوندی و چه تعداد از نوع تنها یا غیر مشترک باشند، دو یا چند آرایش هندسی برای مولکول مورد نظر قابل پیشگویی است. این آرایشهای هندسی مختلف در جدول ۱ آمده است. آرایش سه جفت الکترون پیوندی به صورت مثلث متساوی الاضلاع است از این رو مولکول نوع  $AX_3$  مانند تری کلرید بور،  $BCl_3$ ، به صورت مثلث متساوی الاضلاع است. یک مولکول نوع  $AX_4E$  که آن هم سه جفت الکترون دارد اما یک جفت آن غیر مشترک است، مانند کلرید قلع (II)،  $SnCl_4$ ، ساختار خمیده دارد. چهار جفت الکترون پیوندی در مولکول نوع  $AX_4$  مثل مولکول  $CH_4$  شکل هندسی چهاروجهی دارد. مولکول نوع  $AX_3E$  مثل آمونیاک به شکل هرم است و مولکول نوع  $AX_2E_2$ ، مثل مولکول  $H_2O$  به صورت خمیده است.

پنج جفت الکترون پیوندی در مولکول نوع  $AX_5$  مثل  $PCl_5$  گازی شکل دوهرمی مثلث القاعده دارد. در یک دوهرمی مثلث القاعده چون طول پیوند محوری بلندتر از پیوند

اثر دافعه ای که از سوی جفت الکترون تنها وارد می شود بیشتر خواهد بود. بر همین اساس می توان نتیجه گرفت که چنانچه در مولکولی علاوه بر پیوندهای یگانه، پیوند دوگانه هم موجود باشد با توجه به بیشتر بودن چگالی الکترون در یک پیوند دوگانه و اثر دافعه بیشتری که اعمال می کند، موقعیت استوایی برای پیوند دوگانه مناسبتر است. مولکول تترافلورید گوگرد،  $SF_4$ ، که از نوع  $AX_4E$  است شکل چهاروجهی واپیچیده دارد و مولکول تری فلورید کلر،  $ClF_3$ ، که از نوع  $AX_3E_2$  است به شکل حرف T است و



شکل ۴- نمایش مولکولهای نوع  $AX_4E$ ،  $AX_3E_2$  و  $AX_2E_2$  که در آنها جفت الکترون تنها در موقعیت استوایی است و همچنین در مولکولهایی که پیوند دوگانه دارند این پیوند موقعیت استوایی را اشغال می کند.



جدول ۱- آرایش جفت الکترونها و شکل هندسی مولکولهای نوع  $AX_nE_m$

مثال	نوع مولکول	شکل مولکول	m	n	آرایش جفت الکترونها	تعداد جفت الکترونها
$BcCl_2$ ، $BcH_2$ (گازی)	$AX_2$	خطی	۰	۲	خطی	۲
$AlCl_3$ ، $BCl_3$ (گازی)	$AX_3$	مثلث متساوی الاضلاع	۰	۳	مثلث متساوی الاضلاع	۳
$SnCl_4$	$AX_4E$	خمیده	۱	۲	چهاروجهی	۴
$SiCl_4$ ، $CH_4$	$AX_4$	چهاروجهی	۰	۴	چهاروجهی	۴
$PCl_5$ ، $NH_5$	$AX_5E$	هرم مثلث القاعده	۱	۳		
$SCl_2$ ، $H_2O$	$AX_2E_2$	خمیده	۲	۲		
$AsF_5$ ، $PCl_5$	$AX_5$	دوهرمی مثلث القاعده	۰	۵	دوهرمی مثلث القاعده	۵
$SF_6$	$AX_6E$	چهاروجهی واپیچیده	۱	۴		
$ClF_3$	$AX_3E_2$	T-شکل	۲	۳		
$XeF_4$	$AX_4E_2$	خطی	۳	۲		
$SF_6$	$AX_6$	هشت وجهی	۰	۶	هشت وجهی	۶
$BrF_3$	$AX_3E$	هرم مربع القاعده	۱	۵		
$XeF_4$	$AX_4E_2$	مسطح مربعی	۲	۴		

$n =$  تعداد جفت الکترونهای پیوندی  $m =$  تعداد جفت الکترونهای غیر مشترک

الکترون پیوندی مربوط به آن فضای بیشتری را می طلبد، در موقعیت استوایی قرار می گیرد و اتم یا گروه الکتروننگاتیوتر موقعیت محوری را اشغال می کند. در دو مثال بالا اتمهای فلورین در موقعیتهای محوری قرار می گیرند.

برای شش جفت الکترون یک آرایش هشت وجهی پیشگویی می شود و از این رو مولکولی مانند  $SF_6$  که از نوع  $AX_6$  است به شکل هشت وجهی است. مولکولی از نوع  $AX_5E$  مانند  $IF_5$  به شکل هرم مربع القاعده است و در مولکول نوع  $AX_4E_2$ ، مثل  $XeF_4$ ، دو جفت الکترون تنها

هر چهار اتم در یک صفحه قرار دارند و مولکول  $XeF_4$  هم که از نوع  $AX_4E_2$  است به صورت خطی است و در تمام این نوع مولکولها جفتهای تنها در موقعیتهای استوایی قرار می گیرند (شکل ۴). در مولکولهای  $OSF_4$  و  $XeO_3F_2$  هم که در آنها علاوه بر پیوندهای یگانه، پیوند دوگانه نیز وجود دارد، این نوع پیوند در موقعیت استوایی است (شکل ۴).

چنانچه مولکول نوع  $AX_5$  دارای اتمها یا گروههای با الکتروننگاتیوی متفاوت باشد مثلاً در  $PF_5$  یا  $PF_3Cl_2$ ، اتم یا گروهی که الکتروننگاتیوی آن کمتر است قلمرو جفت



موقعیتهای ترانس را اشغال می کنند و مولکول به صورت مسطح مربعی است. از مولکول نوع  $AX_3E_2$  نمونه ای شناخته نشده است اما می توان پیشگویی کرد که چنین مولکولی باید به شکل حرف T باشد.

بر اساس مدل VSEPR علاوه بر شکل فضایی مولکولها می توان اندازه نسبی زاویه پیوندها را نیز پیشگویی کرد. در این مورد همان طور که در بالا اشاره شد باید به نکات زیر توجه داشته باشیم:

- ۱- قلمرو مربوط به جفت الکترون تنها یا غیر مشترک وسیعتر از قلمرو جفت الکترون پیوندی است.
- ۲- اندازه قلمرو جفت الکترون پیوندی در لایه ظرفیت اتم مرکزی A با افزایش الکترونگاتیوی X، کاهش می یابد و با افزایش الکترونگاتیوی اتم مرکزی A، وسیعتر می شود.
- ۳- قلمرو مربوط به پیوندهای دو گانه و سه گانه که به ترتیب دو و سه جفت الکترون دارند، از قلمرو پیوند یگانه وسیعتر است.

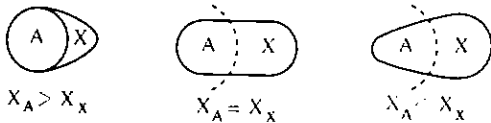
با توجه به اندازه های نسبی قلمروهای مربوط به جفت الکترونها و تنه های یگانه می توان دافعه های متقابل الکتروستاتیک بین این جفت الکترونها را به صورت زیر در نظر گرفت:

جفت پیوندی > جفت پیوندی > جفت پیوندی : جفت تنها > جفت تنها : جفت تنها

از این رو در مولکول نوع  $AX_3E$ ، به علت دافعه بیشتر جفت الکترون تنها، انتظار می رود که زاویه پیوند XAX از زاویه ایده آل  $109.5^\circ$  چهاروجهی که بر اساس چهار جفت الکترون پیشگویی می شود کوچکتر باشد. برای مثال زاویه پیوند در  $NH_3$ ،  $107.5^\circ$  است. در مولکول نوع  $AX_2E_2$  چون دو جفت الکترون تنها قلمرو بیشتری از لایه ظرفیت اتم مرکزی A را در مقایسه با جفتهای پیوندی به خود اختصاص می دهند انتظار می رود که زاویه پیوند در این نوع مولکول نسبت به مولکول نوع  $AX_2E$  کوچکتر باشد. برای مثال، زاویه پیوند در  $H_2O$   $104.5^\circ$  است. اما، باید توجه داشت که به علت پاره ای عوامل دیگر این موضوع ممکن است در مواردی صادق نباشد. برای مثال زاویه پیوند در  $NF_3$   $102.1^\circ$  است حال آنکه در  $OF_2$   $103.2^\circ$  است. در اینجا اکسیژن الکترونگاتیوتر از نیتروژن است. بنابراین قطبیت پیوندهای OF کمتر از پیوندهای NF است، در نتیجه با

توجه به نکته دوم در بالا پیوندهای مذکور در مقایسه با پیوندهای NF یکدیگر را بیشتر دفع می کنند و این احتمالاً دلیل بزرگتر بودن زاویه FOF نسبت به زاویه FNF است. به هر صورت نمی توان با اطمینان پیشگویی کرد که آیا زاویه پیوند در مولکول  $AX_2E_2$  بزرگتر یا کوچکتر از مولکول وابسته از نوع  $AX_2E$  است.

یک اتم الکترونگاتیو چگالی، الکترون جفت پیوندی را بیشتر به سمت خود می کشد و آن را از اتم مرکزی دور می کند به طوری که قلمرو جفت پیوندی نامتقارن است و فضایی که در لایه ظرفیت اتم مرکزی در مقایسه با لایه ظرفیت اتم X اشغال می کند، کمتر است. به این ترتیب، با افزایش الکترونگاتیوی X فضای اشغال شده به وسیله قلمرو جفت الکترون پیوندی در لایه ظرفیت اتم مرکزی کاهش می یابد (شکل ۵). در نتیجه زاویه پیوند بین پیوندهای با اتمهای الکترونگاتیوتر X کوچکتر از زاویه پیوند بین پیوندهای با اتمهای X که الکترونگاتیوی کمتری دارند می باشد. چند مثال در جدول ۲ داده شده است.



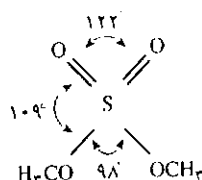
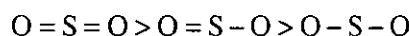
شکل ۵- اندازه قلمرو جفت الکترون پیوندی در لایه ظرفیت اتم مرکزی A با افزایش الکترونگاتیوی اتم X، کاهش می یابد.

جدول ۲- تغییر زاویه پیوند با تغییر الکترونگاتیوی X

$PX_3$	$XPX(^\circ)$	$OSX_2$	$XSX(^\circ)$
$PF_3$	97/8	$OSF_2$	92/3
$PCl_3$	100/3	$OSCl_2$	96/2
$PBr_3$	101/0	$OSBr_2$	98/2

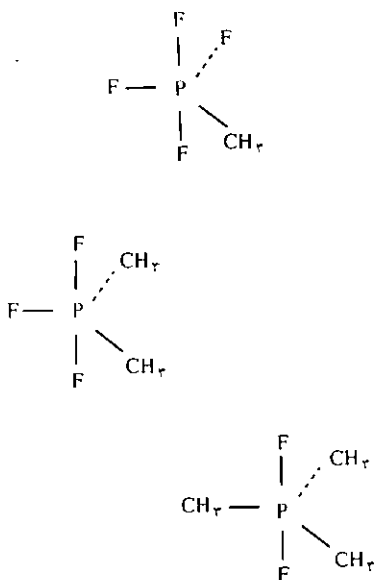
در مدل VSEPR آرایش پیوندها در اطراف اتم مرکزی تنها به مجموع قلمروهای الکترونی (اعم از جفت تنها، جفتهای یگانه، دو گانه یا سه گانه) در لایه ظرفیت اتم مرکزی بستگی دارد و مستقل از ماهیت این نوع پیوندها است، خواه به صورت یگانه یا چندگانه باشند. اما، زاویه پیوند به ماهیت این پیوندها بستگی دارد چون قلمرو پیوند دو گانه بزرگتر از قلمرو پیوند یگانه است و قلمرو پیوند سه گانه هم بزرگتر از دو گانه و یگانه است. بنابراین زاویه ای که بین دو پیوند

سه گانه وجود دارد باید بزرگتر از زاویه بین دو پیوند دو گانه باشد و این زاویه هم به نوبه خود بزرگتر از زاویه موجود بین دو پیوند یگانه است. ساختاری متیل سولفات  $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2$  مثال خوبی است که در آن سه نوع متفاوت زاویه  $\text{OSO}$  وجود دارد که اندازه آنها به ترتیب زیر کاهش می یابد (شکل ۶):



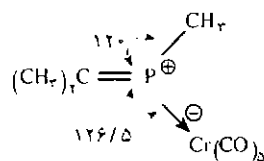
شکل ۶- زاویه پیوند در دی متیل سولفات

مولکول  $\text{PF}_5$  همان طور که انتظار می رود به صورت دو هرمی مثلث القاعده است اما چنانچه به جای اتم فلئور گروه متیل جانشین شود بر اساس اختلاف الکترونگاتیوی بین گروه  $\text{CH}_3$  و اتم فلئور پیش بینی می شود که گروه متیل در موقعیت استوایی قرار گیرد و ساختار ترکیبهای شناخته شده زیر در واقع این نظر را تأیید می کند.



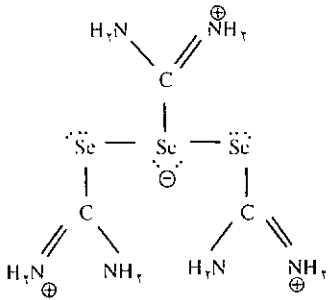
چنانچه اتمهای فلئور در  $\text{PF}_5$  به وسیله گروه تری فلئورومتیل که تصور می رود الکترونگاتیوی آن اندکی کمتر از فلئور باشد جانشین شوند، پیشگویی می شود که همانند  $\text{CH}_3$ ، گروههای مذکور نیز در موقعیت استوایی قرار گیرند. اما، اختلاف الکترونگاتیوی خیلی کوچک است، در نتیجه اختلاف انرژی بین دو ایزومر مربوط به اشغال موقعیتهای محوری و استوایی به وسیله گروه  $\text{CF}_3$ ، خیلی کوچک خواهد بود. از این رو جای تعجب نیست که نتایج تجربی در مورد ساختار  $\text{PF}_4\text{CF}_3$  تا اندازه ای مبهم باشد.

برای آشنایی با کاربرد مدل VSEPR نمونه های به نسبت پیچیده تری از مولکولهای مربوط به بعضی از عنصرهای گروههای اصلی را ذکر می کنیم. اتم فسفر در مولکول زیر با توجه به یک پیوند یگانه با گروه متیل، یک پیوند دو گانه با گروه  $(\text{CH}_3)_2\text{C}$  و یک پیوند داتیو با گروه  $\text{Cr}(\text{CO})_5$  که روی هم نماینده سه واحد بار می باشند آرایش هندسی سطح مثلثی دارد و به علت بزرگتر بودن اندازه قلمرو مربوط به پیوند دو گانه و اثر دافعه بیشتری از زاویه های پیوند از زاویه پیش بینی شده  $120^\circ$  بزرگتر است.

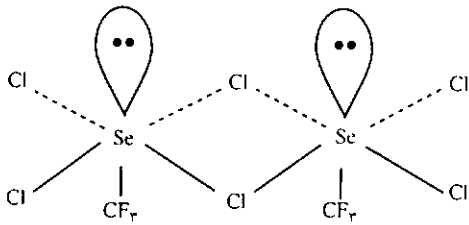


تری کلرید آنتیموان به عنوان یک اسید لوویس با  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  به عنوان یک باز لوویس، ترکیب افزایشی  $\text{SbCl}_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  را می دهد که بر اساس وجود پنج جفت الکترون در لایه ظرفیت آنتیموان و الکترونگاتیوی بیشتر نیتروژن، آرایش هندسی زیر برای آن قابل پیشگویی است که به طور تجربی هم تأیید شده است.

روی اتم نیتروژن قرار دارد.



یون گوگرد پنتا فلورید،  $SF_5^-$ ، از نوع  $AX_5E$  است و آرایش هندسی آن به صورت هرم با قاعده مربع است. اتم سلنیم در ترکیب زیر که دیمر تری فلورومتیل سلنیم تری کلرید،  $[CF_3SeCl_3]_2$ ، است نیز آرایش هندسی هرم با قاعده مربع دارد که با پنج جفت الکترون پیوندی و یک جفت الکترون تنها در لایه ظرفیت اتم سلنیم مطابقت می کند.



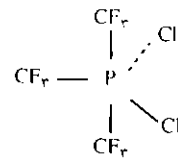
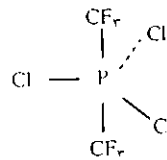
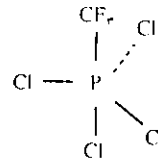
زیر نویس:

1 - VSEPR = Valence Shell Electron Pair Repulsion



بعضی اندازه گیریهای طیف بینی با ساختار یک ایزومر و بعضی دیگر با ساختار ایزومر دوم سازگارند در حالی که آزمایش پراش الکترون (electron diffraction) مخلوط هر دو ایزومر را نشان می دهد و این داده های تجربی را می توان به صورت تبدیل درونی سریع بین این دو ایزومر تعبیر کرد. در  $(CF_3)_3PF_6$  هر سه گروه تری فلورومتیل در موقعیتهای استوایی اندامادر  $(CF_3)_2PF_6$  هر دو گروه  $CF_3$  در موقعیت محوری اند که متقارن ترین ساختار را می دهد. چون الکترون گاتیوی گروه  $CF_3$  و اتم فلورین خیلی به هم نزدیک است جای تعجب نیست که در بعضی از این مولکولها عواملی غیر از اختلاف الکترون گاتیوی، مثل اندازه  $CF_3$ ، ممکن است در تعیین شکل هندسی مولکول مؤثر باشند.

چنانچه با پنتا کلرید فسفر شروع کنیم و اتمهای کلر را با  $CF_3$  جانشین سازیم به علت الکترون گاتیوی بیشتر گروه  $CF_3$  نسبت به کلر، انتظار می رود که گروه  $CF_3$  ترجیحاً در موقعیت محوری باشد و داده های ساختاری برای مولکولهای زیر در تأیید این مطلب است.



یون تریس (سلنواوره)،  $[SeC(NH_2)_3]^{2+}$  که در زیر نشان داده شده است به شکل T است که باید از آرایش دو هرمی مثلث القاعده، پنج جفت الکترون در لایه ظرفیت سلنیم نتیجه شده باشد. از این پنج جفت الکترون دو جفت آن ناپیوندی اند و در موقعیتهای استوایی قرار دارند. در این ساختار اتم مرکزی سلنیم بار قراردادی منفی دارد و بار مثبت

علت انتخاب این ایزوتوپ به عنوان مبنای تعریف این است که تعداد اتمهای موجود در ۱۲ گرم آن را می توان به روشهای تجربی بدست آورد. می توان گفت مول نیز همچون کیلوگرم و متریک واحد است و بهترین تعریف تجربی اکنون این است که یک مول برابر  $6.022 \times 10^{23}$  عدد از هر ذره است. ما همیشه به ویژه نوع ذره را بیان می کنیم. با این توصیف بسیار غیرعلمی و نامربوط است اگر بگوییم «یک مول هیدروژن»، چرا که چنین بیانی شنونده را سردرگم می کند که آیا منظور یک مول اتم هیدروژن است، یا یک مول مولکول هیدروژن و یا حتی  $6.022 \times 10^{23}$  کامیون سیلندر هیدروژن! به این ترتیب لازم است همیشه در صحبت های علمی و مسائل، نوع ذره به دقت مشخص شود. مثلاً بگویید ۱ مول H (یک مول اتم هیدروژن) و یا یک مول  $H_2$  (یک مول مولکول هیدروژن).

## مقدار ماده

همانطور که کیلوگرم واحدی برای اندازه گیری یک کمیت فیزیکی بنام جرم<sup>۱</sup> است، مول نیز واحد اندازه گیری کمیت فیزیکی دیگری تحت عنوان مقدار ماده است. مقدار ماده را معمولاً با نشانه n نشان می دهند. بنابراین مثلاً مقدار ماده موجود در یک نمونه مسی ممکن است بصورت ۲ مول اتم مس گزارش شود ( $n_{Cu} = 2 \text{ mol}$ )، همانطور که جرم ماده ای می تواند ۲ کیلوگرم باشد ( $m = 2 \text{ kg}$ ). در سرتاسر این بخش واژه «مقدار» اختصاراً به معنی «مقدار ماده» بکار برده شده و به صورت مول بیان می شود.

## ثابت آووگادرو

یک ثابت بنیادی و خیلی مهم در شیمی، ثابت آووگادرو است. این ثابت را که معمولاً با علامت L نشان داده می شود به ترتیب زیر تعریف می کنیم  $L = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  از این ثابت معمولاً برای تبدیل مقدار ماده بر حسب مول

شیمی، مانند دیگر علوم فیزیکی به اندازه گیری وابسته است. شیمیدانها در بیان واحدهای اندازه گیری به همان روش فیزیکدانها عمل می کنند، متر را برای طول، کیلوگرم را برای جرم و ثانیه را برای زمان. شیمیدانها همچنین با تعداد زیادی اتم، مولکول و یون سر و کار دارند و واحد مخصوصی را برای آسانی در اندازه گیری آنها معرفی کردند. این واحد مخصوص شیمی، مول (mol) نام دارد که با نشانه mol مشخص می شود. واژه مول گرفته شده از لاتین است به معنی «جرم زیاد». واژه مول در همه شیمی مورد استفاده قرار می گیرد و در این بخش معانی و کاربرد آن توضیح داده خواهد شد.

مول از دید یک شیمیدان مانند جین یک مغازه دار است. برای یک مغازه دار اغلب فروش کالا به صورت جین آسان تر است. نسبت جین با کالا به این صورت است که هر جین برابر ۱۲ عدد کالا است. با تصور اینکه یک شیمیدان با موادی سر و کار دارد که تعداد اتمها و مولکولهای موجود در آنها از تعداد کل ستارگان کهکشان بیشتر است می توانید دریابید که چرا در شیمی یک مول برابر  $6.022 \times 10^{23}$  عدد از هر چیز است. با این تعریف می توان گفت یک مول اتم مس برابر  $6.022 \times 10^{23}$  اتم Cu و یک مول، مولکول آب برابر  $6.022 \times 10^{23}$  مولکول  $H_2O$  است.

انتخاب عدد  $6.022 \times 10^{23}$  ممکن است تا حدودی شگفت به نظر رسد، اما آن بر اساس یک تعریف دقیق است: یک مول از هر ماده برابر مقداری از آن ماده است که تعداد ذره های موجود در آن دقیقاً برابر تعداد ذره های موجود در ۱۲ گرم  $^{12}\text{C}$  باشد. (کربن ۱۲ یکی از ایزوتوپهای ویژه عنصر کربن است)

۱ - mol  
۲ - mass

پاسخ - از اینکه  $m = 6/634 \times 10^{-26} \text{ kg}$

$$M = 6/634 \times 10^{-26} \text{ kg} \times 6/022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$= 3/995 \times 10^{-2} \text{ kg mol}^{-1} = 39/95 \text{ g mol}^{-1}$$

توضیح - هر مول اتمهای آرگون (یعنی  $6/022 \times 10^{23}$  اتم Ar) تقریباً ۴۰ گرم جرم دارد. معمولاً در محاسبه ها، جرم مولی را بر حسب گرم بر مول ( $\text{g mol}^{-1}$ ) نشان می دهند.

### جرم مولی

بنا به تعریف جرم مولی هر ماده مرکب (M) برابر است با مجموع جبری جرم اتمهای عنصرهای تشکیل دهنده آن که با واحد  $\text{g mol}^{-1}$  نشان داده می شود. جرم اتمی همه عنصرها در جدول تناوبی آمده است، بنابراین به سادگی می توان جرم مولی هر ترکیب را محاسبه کرد. مثلاً نحوه محاسبه جرم مولی متانول،  $\text{CH}_3\text{OH}$  به قرار زیر است:

$$M(\text{CH}_3\text{OH}) = M(\text{C}) + 3M(\text{H}) + M(\text{O}) + M(\text{H})$$

$$= M(\text{C}) + 4M(\text{H}) + M(\text{O})$$

$$= (12/01 + 4 \times 1/008 + 16/00) \text{ g mol}^{-1}$$

$$= 32/04 \text{ g mol}^{-1}$$

اگرچه، چیزی تحت عنوان مولکولهای کلرید سدیم وجود ندارد (چرا که کلرید سدیم یک ترکیب یونی است)، با این وجود واحد فرمولی این ماده یعنی NaCl بیانگر یک ذره محدود است. بنابراین جرم مولی نمک طعام و دیگر ترکیبهای یونی را نیز می توان از مجموع جبری جرمهای عنصرهای تشکیل دهنده آنها محاسبه کرد.

$$M(\text{NaCl}) = M(\text{Na}) + M(\text{Cl})$$

$$= (22/99 + 35/45) \text{ g mol}^{-1}$$

$$= 58/44 \text{ g mol}^{-1}$$

یعنی یک مول واحد فرمولی NaCl، ۵۸/۴۴ گرم جرم دارد.

با دقت در مفهوم جرم مولی می توان با داشتن جرم یک نمونه، مقدار ماده آن را به سادگی بر حسب مول بدست آورد. به عنوان مثال، جرم مولی متانول ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )، ۳۲/۰۴ گرم بر مول است. با توجه به این کمیت می توان به راحتی مقدار ماده موجود (مول) در نمونه ۵۰ گرمی از متانول را محاسبه کرد.

(n) به تعداد واقعی ذره ها (N) استفاده می شود. داریم:

$$N = n \times L \quad (1a)$$

$$n = N/L \quad (1b)$$

مثال:

مقدار مولکولهای کلرید هیدروژن را در نمونه ای که شامل  $1/2 \times 10^{24}$  مولکول HCl است به دست آورید. راه حل - با توجه به  $L = 6/022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  از فرمول 1b استفاده می کنیم.

پاسخ - مقدار هیدروژن در نمونه ای که حاوی  $1/2 \times 10^{24}$  مولکول HCl است برابر است با:

$$n(\text{HCl}) = \frac{1/2 \times 10^{24}}{6/022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 2/0 \text{ mol}$$

توضیح - دقت کنید که چگونه به کارگیری واحد مول، عددهای بسیار بزرگ را ساده تر کرده و محاسبه ها را آسان تر می کند. عیناً همانطور که یک مغازه دار با استفاده از واحد «جین» کار حسابداری خود را آسانتر می کند.

افزون بر این همانطور که ضرب کردن قیمت یک تخم مرغ در عدد ثابت  $12 \text{ doz}^{-1}$ ، قیمت یک جین تخم مرغ را بدست می دهد، از ضرب کردن جرم یک ذره مشخص (مثلاً یک اتم یا مولکول) در L می توان جرم یک مول از همان ذره ها را به دست آورد.

جرم یک مول از هر ماده ای جرم مولی نامیده می شود. با تعریفی مشابه حجم مولی، حجم اشغال شده توسط یک مول از ذره ها معین است.

مثال:

جرم هر اتم آرگون  $6/634 \times 10^{-26}$  کیلوگرم است. جرم مولی اتمهای آرگون را محاسبه کنید.

راه حل - جرم مولی اتمهای آرگون را می توان با ضرب کردن هر اتم در عدد آووگادرو محاسبه کرد. با توجه به اینکه جرم مولی را با M و جرم هر اتم را با m نشان می دهند می توان نوشت:

$$M = mL$$

یعنی:

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{50\text{g}}{32/04\text{g mol}^{-1}} = 1/6\text{mol}$$

به طور کلی اگر جرم مولی هر ماده را با  $M$  و جرم یک نمونه از آن را با  $m$  و مقدار ماده آن را با  $n$  نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$n = \frac{m}{M} \quad (2)$$

مثال:

مقدار ماده موجود در یک نمونه ۷۳ گرمی از کلرید هیدروژن را حساب کنید.

راه حل - با استفاده از جدول تناوبی جرم مولی کلرید هیدروژن ( $\text{HCl}$ ) را محاسبه کنید سپس مقادیر بدست آمده را در معادله بالا (۲) قرار دهید.

$$M(\text{HCl}) = M(\text{H}) + M(\text{Cl}) \quad \text{پاسخ -}$$

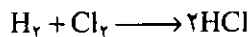
$$= (1/008 + 35/45)\text{g mol}^{-1} = 36/46\text{g mol}^{-1}$$

با توجه به  $m = 73\text{g}$  خواهیم داشت:

$$n = \frac{73\text{g}}{36/46\text{g mol}^{-1}} = 2\text{mol}$$

مول و واکنشهای شیمیایی

افزون بر موارد بالا، یک شیمیدان در حل مسائلی که با واکنشهای شیمیایی سروکار دارند، از واحد مول استفاده می کند. مثلاً واکنش شیمیایی زیر را در نظر بگیرید.



تفسیر مولکولی این معادله از این قرار است: یک مولکول هیدروژن با یک مولکول کلر واکنش داده تا دو مولکول کلرید هیدروژن تولید شود.

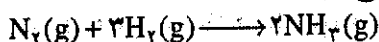
همین معادله را می توان بر حسب مول و صف کرد. یک مول مولکول هیدروژن با یک مول مولکول کلر واکنش داده تا دو مول مولکول کلرید هیدروژن تولید شود.

مثال:

در واکنش تهیه آمونیاک، چه مقدار  $\text{NH}_3$  از یک مول  $\text{H}_2$  تولید می شود.

راه حل - نخست معادله واکنش تهیه آمونیاک را بنویسید و از روی آن رابطه میان مقدار  $\text{NH}_3$  و مقدار  $\text{H}_2$  را معین کنید؛ سپس این رابطه را بر حسب یک مول  $\text{H}_2$  بازنویسی کنید.

پاسخ - معادله واکنش تهیه آمونیاک از نیتروژن و هیدروژن به شرح زیر است:



با توجه به این معادله و اینکه ۳ مول  $\text{H}_2$ ، دو مول  $\text{NH}_3$  تولید می کند، می توان نتیجه گرفت که یک مول  $\text{H}_2$ ،  $\frac{2}{3}$  مول  $\text{NH}_3$  پدید می آورد.

واکنشهای شیمیایی و جرم مواد واکنش دهنده

با توجه به مطالب گذشته، دریافته ایم که در هر واکنش شیمیایی، با استفاده از مفاهیم مول و جرم مولی می توان با دانستن جرم یکی از مواد شرکت کننده در واکنش، جرم دیگر مواد را بدست آورد. این دسته محاسبه ها، در واقع نمایشی از ارتباط مستقیم مفاهیم مولی اتم ها و مولکولها با روشهای معمولی اندازه گیری جرم این ذره ها بر حسب گرم است. در ذیل نحوه محاسبه (الف) جرم ماده حاصله در اثر واکنش جرم معینی از یکی از مواد واکنش دهنده یا (ب) مقدار جرم ماده واکنش دهنده که برای تولید جرم معینی محصول واکنش نیاز است را خواهید دید.

موارد ذیل را حتماً رعایت کنید:

- ۱- هر گونه مقادیر و آگاهیهای داده شده در مورد هر یک از مواد را به مول تبدیل کنید.
- ۲- با استفاده از معادله واکنش رابطه میان مقادیر (مول) را پیدا کنید.
- ۳- با استفاده از رابطه بدست آمده تعداد مولهای آن جزء از واکنش که مورد نظر است را بدست آورید.
- ۴- و سرانجام مقدار ماده بدست آمده (مول) را بار دیگر به واحد جرم تبدیل کرده و بر حسب گرم بنویسید.

$$M(\text{NaCl}) = M(\text{Na}) + M(\text{Cl}) \\ = (22/99 + 35/45) \text{g mol}^{-1} \\ = 58/44 \text{g mol}^{-1}$$

پاسخ -

۱- تعداد مولهای NaOH موجود در ۱۰ گرم از این ماده برابر است با:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{10 \text{g}}{40 \text{g mol}^{-1}} = 0/25 \text{mol}$$

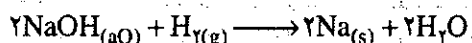
۲- معادله شیمیایی نشان می دهد که هر مول NaOH، یک مول NaCl تولید می کند.

۳- پس ۰/۲۵ مول NaOH، ۰/۲۵ مول NaCl پدید می آورد.

۴- سرانجام جرم ۰/۲۵ مول NaCl بر حسب گرم برابر است با:

$$0/25 \text{mol} \times 58/44 \text{g mol}^{-1} = 15 \text{g}$$

توضیح - در مسائل مربوط به محاسبه حجم محصولهای گازی (مثلاً در واکنش



باید مقدار ماده بر حسب مول را تبدیل به حجم کرد و این تبدیل با استفاده از قوانین گازها انجام می گیرد.

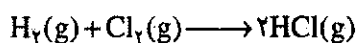
### محلولها

شیمیدانها اغلب برای انتقال مواد از ظرفی به ظرف دیگر، آنها را به صورت محلول در می آورند. معروفترین حلال آب است؛ و بنا به تعریف ماده ای که در حلال حل می شود، ماده حل شنی نام دارد. مقدار ماده حل شده در واحد حجم هر محلول را غلظت آن محلول می گویند. اگر غلظت محلولی مشخص باشد، می توان فهمید در حجم معینی از آن چه مقدار ماده حل شنی وجود دارد. غلظت را معمولاً بر حسب  $\text{mol dm}^{-3}$  بیان می کنند. اگر یک مول NaOH (به جرم ۴۰ گرم) را به ظرف مندرج (فلاسک) بریزیم و آنقدر آب به آن بیفزاییم تا حجم آن به یک  $\text{dm}^3$  برسد، غلظت محلول حاصل  $1 \text{mol dm}^{-3}$  خواهد بود. بنابراین می توان تعداد مولهای NaOH موجود در مثلاً  $1 \text{dm}^3$  از این محلول را به ترتیب زیر محاسبه نمود:

$$n(\text{NaOH}) = 1 \text{dm}^3 \times 1 \text{mol dm}^{-3} = 1 \text{mol}$$

مثال:

حساب کنید، جرم کلرید هیدروژن حاصل از ۱۰۰ گرم گاز کلر؟



۱- ۱۰۰ گرم گاز کلر داده شده را بر حسب تعداد مولهای  $\text{Cl}_2$  می نویسیم داریم:

$$n = \frac{\text{جرم کلر}}{\text{جرم مولی } \text{Cl}_2}$$

با توجه به اینکه جرم مولی  $\text{Cl}_2$  برابر  $70/9 \text{g mol}^{-1}$  است، خواهیم داشت:

$$n = \frac{100 \text{g}}{70/9 \text{g mol}^{-1}} = 1/41 \text{mol}$$

۲- با دقت در معادله واکنش می توان نتیجه گرفت که یک مول  $\text{Cl}_2$  سبب تولید ۲ مول HCl می شود.

۳- با توجه به این رابطه بدیهی است  $1/41$  مول  $\text{Cl}_2$ ،  $2 \times 1/41$  مول یا  $2/82$  مول گاز HCl پدید می آورد.

۴- از اینکه جرم مولی HCl  $36/46$  گرم بر مول است، در نتیجه جرم HCl  $2/82$  مول خواهد بود:

$$2/82 \text{mol} \times 36/46 \text{g mol}^{-1} = 10/3 \text{g}$$

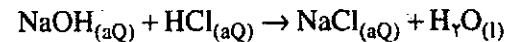
یعنی از مصرف ۱۰۰ گرم گاز کلر در واکنش بالا می توان ۱۰۳ گرم کلرید هیدروژن بدست آورد.

مثال:

حساب کنید، جرم کلرید سدیم تولید شده را هنگامی که ۱۰ گرم هیدروکسید سدیم با اسید هیدروکلریک اضافی واکنش می دهد.

راه حل - جرم محصول واکنش وابستگی مستقیمی به جرم هیدروکسید سدیم بکار برده شده دارد.

برای حل مسأله باید نخست معادله واکنش را نوشته و از روشی که در بالا بیان شد استفاده کرد.



با استفاده از جدول تناوبی جرمهای مولی واحدهای فرمولی NaOH و NaCl را محاسبه کنید.

$$M(\text{NaOH}) = M(\text{Na}) + M(\text{O}) + M(\text{H}) \\ = (22/99 + 16/00 + 1/008) \text{g mol}^{-1} \\ = 40/00 \text{g mol}^{-1}$$

جرم ۰/۴ مول NaCl رانیز از رابطه زیر بدست می آوریم:

$$m(\text{NaCl}) = 0.4 \text{ mol} \times (22.99 + 35.45) \text{ g mol}^{-1} \\ = 23.4 \text{ g}$$

توضیح - چون انتقال محلولها از گازها و جامدها بسیار آسان تر است، اسیدها و بازها را معمولاً به حالت محلول در آورده و در محاسبه های مربوط به آنها از واحد حجم استفاده می کنند.

مثال:

حساب کنید جرم رسوب هیدروکسید آهن (II) که در اثر واکنش  $10 \text{ cm}^3$  هیدروکسید سدیم آبشار  $2.0 \text{ mol dm}^{-3}$  تشکیل می شود.

راه حل - همانطور که می دانید تعداد مولهای ماده را می توان از ضرب کردن حجم آن (بر حسب  $\text{dm}^3$ ) در غلظت محلول (بر حسب  $\text{mol dm}^{-3}$ ) بدست آورد.

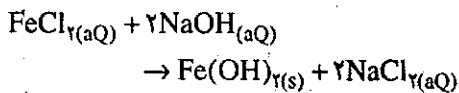
$$n = V \times c$$

پاسخ -

۱- تعداد مولهای NaOH از رابطه زیر بدست می آید.

$$n(\text{NaOH}) = 0.01 \text{ dm}^3 \times 2.0 \text{ mol dm}^{-3} = 0.02 \text{ mol}$$

۲- معادله واکنش به صورت زیر نوشته می شود:



به سادگی می توان نتیجه گرفت که به ازای واکنش ۲ مول NaOH، یک مول  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  تشکیل می شود.

۳- پس هر  $0.02$  مول NaOH،  $0.01$  مول  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  تشکیل می کند.

۴- سرانجام جرم  $0.01$  مول  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  از رابطه زیر بدست می آید:

$$m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 0.01 \text{ mol} \times (55.85 + 2 \times 16 + 2 \times 17.01) \text{ g mol}^{-1} = 0.9 \text{ g}$$

توضیح - رنگ سبز هیدروکسید آهن (II) از جمله راههای کیفی تشخیص نمکهای آهن (II) از آهن (III) است.

با وجود آنکه غلظت محلولها را معمولاً بر حسب مول بر  $\text{dm}^3$  بیان می کنیم، اما حجم محلولها را عموماً با واحد  $\text{cm}^3$  (سانتیمتر مکعب) اندازه می گیریم، همانطور که می دانید، واحدهای بالا به سادگی قابل تبدیل به یکدیگر هستند یعنی:  $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$  برای مثال می توان نوشت  $1/6 \text{ dm}^3 = 160 \text{ cm}^3$ ، بد نیست بدانید اغلب اتوموبلهایی که حجم موتور آنها  $1600 \text{ cm}^3$  (۱۶۰۰ cc) است را «۱/۶» نامگذاری می کنند.

مثال:

چه حجمی از محلول  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  هیدروکسید سدیم با  $20 \text{ cm}^3$  اسید هیدروکلریک آبشار  $2.0 \text{ mol dm}^{-3}$  خنثی می شود، و جرم کلرید سدیم حاصل را بدست آورید.

راه حل - از روشی که قبلاً در مورد محاسبه جرم بیان شد، استفاده کنید. به یاد داشته باشید که تعداد مولهای ماده از ضرب کردن حجم محلول بر حسب  $\text{dm}^3$  در غلظت آن بر حسب  $\text{mol dm}^{-3}$  بدست می آید. یعنی

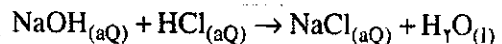
$$n = V \times c$$

پاسخ -

۱- تعداد مولهای HCl برابر است با:

$$n(\text{HCl}) = 0.02 \text{ dm}^3 \times 2.0 \text{ mol dm}^{-3} = 0.04 \text{ mol}$$

۲- معادله شیمیایی واکنش عبارت است از:



معادله بالا نشان می دهد که یک مول HCl، یک مول NaOH را خنثی کرده و یک مول NaCl تولید می کند.

۳- می توان نتیجه گرفت که  $0.04$  مول HCl،  $0.04$  مول NaOH را خنثی کرده و  $0.04$  مول NaCl به وجود می آورد.

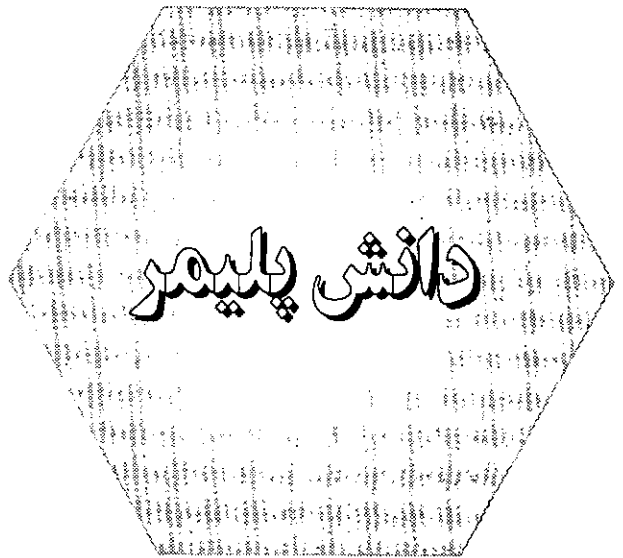
۴- با استفاده از فرمول  $V = n/c$  حجم  $0.04$  مول محلول  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  هیدروکسید سدیم را بدست می آوریم:

$$V(\text{NaOH}) = \frac{0.04 \text{ mol}}{1.0 \text{ mol dm}^{-3}} = 0.04 \text{ dm}^3 = 40 \text{ cm}^3$$



دکتر محمد نبی سرولو کی  
درگز تحقیقات بیوشیمی - بیوفیزیک و دانشکاه قهرانی

این مقاله به کتابهای شیمی سال چهارم تجربی و ریاضی  
فیزیک و شیمی (۳) نظام جدید مربوط است.



## شرعی کوتاه از تاریخ پیدایش و تکامل

۳- دوره انقلاب ۱۹۲۰ - پیدایش و پذیرش نظریه  
ماکرو مولکولی

پیشرفت‌های بنیادی که در شیمی آلی به وقوع  
می‌پیوست موجب پیدایش نظریه کربن چهار وجهی و تجسم  
فضایی مولکول‌ها گردید و طبعاً این نگرش‌ها درباره ساختار  
مواد پلیمری مثل سلولز و لاستیک اعمال گردید. برای  
روشن‌تر شدن موضوع درباره ساختار سلولز کمی به عقب  
برمی‌گردیم. از سال‌های ۱۸۳۰ کارهای مربوط به جداسازی  
و شناسایی سلولز از گونه‌های مختلف گیاهی توسط کسانی  
مثل براکوننو (Henri Braconnot) آنسلم پین (Anselme  
Payen فرمی (Edmund Fermi) پلوز (Theophile Jules  
Pelouze) شروع و بعدها تجزیه شیمیایی آن توسط کسانی مثل  
اُست (Heinrich Ost) و تولنس (Bernhard Tollens)  
پیگیری می‌شود. تجزیه شیمیایی سلولز و شناسایی نشان  
می‌دهد که این دو نسبت به هم حالت ایزومری دارند و از پاره  
شدن آنها قندهای ساده تری مثل D - گلوکز بدست می‌آید.  
دانش این افراد در این باره به حدی رشد می‌کند که تولنس در  
کتابش بنام کتاب جامع هیدرات‌های کربن (Handbuch der  
Kohlenhydrate) بر این نکته تأکید می‌کند که سلولز احتمالاً  
از زنجیری از واحدهای گلوکزی بهم پیوسته ساخته شده  
است. اما حتی تا سال ۱۹۲۰ هم شواهد تجربی که بتواند این  
نظر را تأیید کند در دست نبود در نتیجه کلاً کارها و نظرات بین

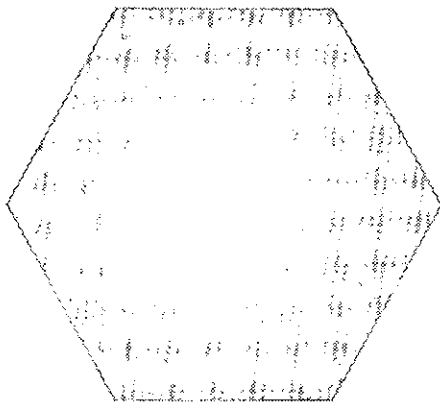
۱۸۹۹ تا ۱۹۲۰ در این خلاصه می‌گردید که سلولز اساساً از  
گلوکز تشکیل شده و برخی را اعتقاد بر این بود که اینها  
به صورت زنجیر بهم وصل‌اند و برخی آن را بصورت  
حلقه‌هایی کوچک که هر کدام از چند واحد گلوکز تشکیل  
یافته، تجسم می‌کردند.

در سالهای ۱۹۲۰ و ۱۹۲۱ سه مقاله مهم که در جهت  
پذیرش زنجیر بلند گلوکزی مؤثر بودند منتشر شدند:

۱- مقاله ۱۹۲۰ اشتاودینگر (Hermann Staudinger)  
که در آن فرمول زنجیری برای پلیمرهایی مثل  
استیرن و پلی‌اکسی متیلن و لاستیک پیشنهاد کرده بود و اینها  
همان ساختمان‌هایی است که امروزه مورد قبول همه است.

۲- مقاله فرویدنبیگ (Karl Freudenberg) که  
شواهدی بر تولید سلویوز به هنگام تخریب سلولز عرضه کرد  
و اظهار داشت این شواهد فرمول زنجیری سلولز را تأیید  
می‌کند و یا این که حداقل با آن تناقضی ندارد.

۳- سخنرانی پولانی (Michael Polanyi) در ۷  
مارس ۱۹۲۱ که در مورد کارهای پرتو X هر تسوگ (R. O.  
Herzog) و جانکه (William Jancke) درباره سلولز ایراد  
نمود و به این نتیجه رسید که نتایج مذکور هم با الگوی زنجیری  
سلولز و هم با الگوی حلقوی متشکل از دو گلوکز سازش دارد  
و لذا پرتو X به تنهایی نمی‌تواند در انتخاب یکی از این دو  
الگو کمک نماید. این استنتاج محتاطانه سبب شد که برخی



اصرار کنند که سلولز مولکولی است کوچک که اندازه اش همان واحد بلوری آن است و حتی امروز هم کسانی بر این عقیده اصرار می ورزند. چند سال بعد هاورث (N. Haworth) و ایرواین (J. C. Irvine) ثابت کردند که عوامل هیدروکسیلی موقعیت های ۲، ۳ و ۶ گلوکزی آزادند و لذا پیوند بین واحدهای گلوکزی می بایست بین اتمهای کربن موقعیت های ۱ و ۴ صورت گیرد. با استفاده از این نتیجه بس مهم اسپنسلر (H. L. Spenser) و دُر (W. H. Dore) در ۱۹۲۶ گام بزرگتری در تفسیر نتایج پراش اشعه X برداشتند بدین ترتیب که بین حلقه های گلوکزی پیشنهاد شده توسط هاورث و ابعاد اتمی که براگ (William Bragg) عرضه کرده بود ارتباطی برقرار کردند و ساختار بس مفصل تری از زنجیر سلولزی پولانی پیشنهاد کردند و متأسفانه آنها زنجیری پیشنهاد کردند که در آن واحدهای گلوکز به طور یک در میان پیوندهای ۱-۴ و ۴-۴ تشکیل می دادند و نتایج به دست آمده نمی شد با الگوی پیوندی ۱-۴ که هاورث پیشنهاد کرده بود، تطبیق داد. لازم است توجه کنیم که اگر پولانی در ۱۹۲۱ از مقاله ۱۹۲۰ اشتاودینگر که در آن وی برای برخی پلیمرهای طبیعی ساختار زنجیری پیشنهاد کرده بود خبر می داشت به احتمال زیاد او هم بر ساختار زنجیری تأکید کرده بود و همچنین اگر اسپنسلر و در مقاله ۱۹۲۱ پولانی که در آن توالی غیرقطبی واحدهای گلوکزی را رد کرده بود، دیده بودند هیچ گاه توالی یک در میان پیوندهای ۱-۴ و ۴-۴ را پیشنهاد نمی کردند. حتی یازده سال بعد از انتشار مقاله پولانی هم اشتاودینگر از مقاله وی ذکری به میان نمی آورد اگر چه اشتاودینگر در این موقع نخستین ساختار زنجیره ماکرومولکولی را که تاکنون مورد قبول است عرضه نمود. این مسائل نشان می دهد که در آن موقع ارتباطات علمی کند و ناکافی بوده است و مثلاً هس (Kurt Hess) در کتاب معروفش «شیمی سلولز» همه فرمولها و ساختارهای پیشنهادی سلولز تا ۱۹۲۸ را خلاصه کرد، اما در مورد اینکه سرانجام در میان آنها کدام اصلح است، نتیجه گیری نمی کند.

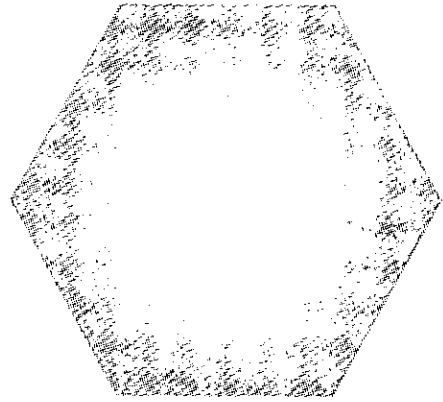
در سال ۱۹۲۸ مایر (Kurt H. Meyer) و مارک (Herman F. Mark) همه شواهد مربوط به پراش در موارد پرتو X توسط سلولز و مشتقاتش و همچنین درباره فعالیت نوری سلولز و محصولات تخریبی آن را گردآوری نموده و با شواهد جدیدتری توسط خودشان در مورد بخش بلورین سلولز تکمیل نمودند و با پذیرش نخستین الگوی کلی سایر جزئیات مثل موقعیت اتمها در سلول واحد بلوری، محل و

جهت پیوندهای هیدروژنی و رابطه بین نواحی بلورین و آمورف را مشخص کردند. خلاصه اینکه تغییرات و اصلاحات بعدی که تاکنون در مورد ساختار سلولز پیشنهاد شده همگی بر اساس ساختمان اصلی است که توسط اشتاودینگر، فرویدنبرگ، پولانی، مایر و مارک پیشنهاد شده است.

اما راجع به لاستیک و سایر پلی هیدروکربن ها

در سال ۱۹۰۰ بمبرگر (Eugen Bamberger) و چیرنر (F. Tschirner) دیازومتان را با  $\beta$ -آریل هیدروکسیل آمین ها ترکیب کردند، به این منظور که گروه های هیدروکسیل آنها را متیله نمایند. اما در عوض ملاحظه کردند که در عمل دو فنیل هیدروکسیل آمین توسط بل متیلینی بهم پیوند می خورند و لذا نتیجه گرفتند که دیازومتان  $CH_2=N=N$  یا  $CH_3$  به  $N_2$  و  $CH_2$  تفکیک می شود که  $CH_2$  حاصل می تواند با آمین ترکیب شود و یا اینکه خودش پلیمریزه شده و پلی متیلن  $(CH_2)_n$  تولید نماید. این محصول دوم پودری سفید و گچ مانند و به ظاهری شکل بادمای ذوب  $128^\circ C$  بود. این نخستین فرمول و توصیف درست از یک پلی هیدروکربن خطی (پلی متیلن) بود که ساختمان و خواصش مشابه پلی اتیلن خطی می باشد. اما چون در آن موقع این فرآورده جنسی و آمورف جلب توجه نمی کرد بلااستفاده ماند.

اما از سوی دیگر به خاطر گستردگی کاربردهای لاستیک طبیعی هوا (Hevea) که در اواخر قرن ۱۹ پیدا کرده بود کنجکاوی ها در مورد این پلی هیدروکربن برانگیخته شده بود. همان طور که گفتیم در ۱۸۸۶ تیلدن (William Tilden) دیده بود که از ایزوپرن می توان جسم لاستیک گونه ای بدست آورد و در سال ۱۹۰۰ وبر (C. O. Weber) لاستیک را پلی ایزوپرن تشخیص داد و در همان موقع هم



$(CH_2)_n$  بدست آورد. اگر نظریه هریتز درست می بود از میان رفتن پیوندهای دوگانه می بایست موجب تولید یک ماده پارافینی با جرم مولکولی کم و در نتیجه نقطه ذوب و جوش مشخص شود، در حالی که محصولی که اشتاودینگر بدست آورد جرم مولکولی و گرانیروی بالایی داشت و متبلور و دمای ذوب مشخصی نداشت و اصلاً بدون تخریب ذوب نمی شد. شواهد دیگری از جمله پراش اشعه X لاستیک کش یافته توسط کتز (IR. Katz) و تفسیر آن توسط ارنست هاووزر (Ernest A. Hauser) و مارک و مایر در ۱۹۲۸ موجب پیشنهاد ساختار پلی سیس ایزوپرن برای لاستیک شد.<sup>۵</sup>

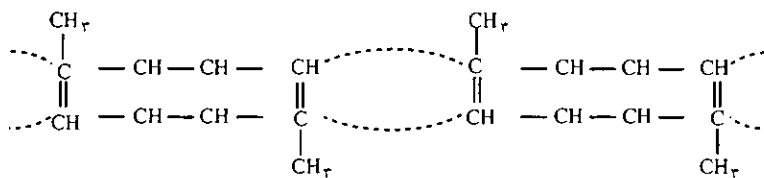
#### ۴- دوران تکامل پس از انقلاب

۴-۱- دهه جهش ۴۰-۱۹۳۰

این دوره را می توان چنین خلاصه کرد که نظریه ماکرومولکولی پذیرش همگان واقع شد و درک بنیادی از فرآیندهای پلیمریزاسیون (افزایشی و تراکمی) موجب پیدایش بسیاری از منورها جهت استفاده در دوزوش شد. افزون بر این پیشرفتهای مهمی در شیوه های تشخیص خصوصیات و شناسایی پلیمرها حاصل گردید. بدین ترتیب که بعد از پذیرش نظریه زنجیری ماکرومولکول هاروش های کمی جهت شناسایی پیشرفت و اکسش های پلیمریزاسیون نقش آسانگرها (کاتالیزرها) و ارتباط ساختار مولکولی با خواص توده ای پلیمرها تکوین شد. در همین دوران نخستین نظریه در مورد تشریح خاصیت کشسانی (ارتجاعی) عجیب لاستیک ها (نظریه جنبشی توسط گاث (E. Guth در سال ۱۹۳۶) عرضه گردید. همین طور نظریه ترمودینامیکی محلول های پلیمری ظاهر گشت. در زمینه تولید صنعتی و تجاری هم پلیمرهای

مشاهدات ولادیمیر ایپاتیف (Vladimir N. Ipatiev) و اولر (W. Euler) نظریه پلی ایزوپرن بودن لاستیک را تأیید و تقویت نمود. اما چیزی که هنوز مشخص نبود شیوه پیوند این منورهای ایزوپرن در پلیمر مربوطه بود.

خصوصیات انحلالی لاستیک در حلال های آروماتیک، بالا بودن گرانیروی محلولات حاصل، چسبندگی شان، نرمی و ارتجاع خود لاستیک به خیلی از ویژگی های بسیاری از کلویدها شباهت داشت. از آن جا که ثابت شده بود لاستیک دارای پیوندهای دوگانه است، هریتز (Harries) سعی کرد این ویژگی های کلویدها را طبق نظریه پیوندهای جزئی تیل (Johanes Thiele) که در ۱۸۹۹ ابراز شده بود (و در واقع مشابه آنچه امروز درباره ماهیت پیوند  $\pi$  گفته می شود بود) توجیه نماید. بر این اساس هریتز پیشنهاد کرد که لاستیک از واحدهای ایزوپرنی مطابق زیر تشکیل یافته است.



مهمی نظیر پلی استایرن، پلی وینیل کلراید (PVC) الیاف نایلون لاستیک مصنوعی پایه عرصه وجود نهادند که تاریخ پیدایش هر کدام خود در خور مقالات مفصلی است. شاید یکی از پیشرفت ها و جالب ترین حوادث این دوره

این فرمول موقعیت حساسی را برای اشتاودینگر به دست داد تا بتواند صحت فرمول زنجیری خود را ثابت کند و نظر تجمعی و کلویدهی هریتز را رد نماید. بدین منظور لاستیک راهی درازنه نمود و در نتیجه پلیمری پارافینی با فرمول

پلیمریزاسیون غیر مترقبه اتیلن در فشارهای بالا توسط محققین انگلیسی در شرکت ICI است. (این مینومر تا قبل از آن زمان علیرغم تلاشهای زیاد توسط بسیاری از محققین پلیمریزه نگردیده بود.)

پلی اتیلن در جنگ دوم جهانی به عنوان روکش کابل های زیر دریایی نقش بسیار حساسی از خود ایفا کرد.

۴-۲- دهه پر آشوب ۵۰-۱۹۴۰

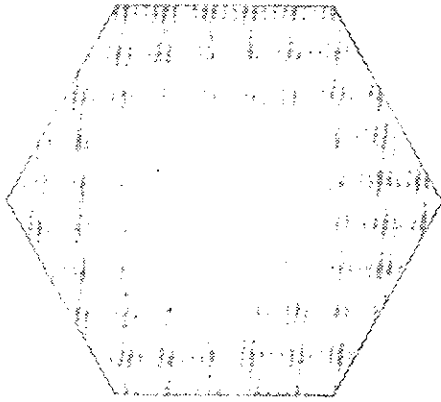
جنگ جهانی دوم کلیه فعالیت ها به ویژه گسترش از آزمایشگاه تا صنعت را به شدت تحریک و تسریع نمود و در نتیجه چندین نوع مواد پلیمری قابل تبدیل به الیاف پا به عرصه وجود نهادند که سه تای آنها به مرحله صنعتی رسیدند (پلی آمید، پلی استر و اکریلیک).

فنوری (تکنولوژی) تولید فیلم ها و پلاستیک ها با پیدایش مواد پلیمری جدید مثل پلی آمیدها، پلی اتیلن، فلئوروپلیمرها، سیلیکون ها، حیات تازه ای بخود می بیند و در نتیجه گسترش آنها شدت می یابد. پلی اپوکسیدها پلی کربنات ها در این دوران ظاهر می شوند. پیدایش پلی اورتان ها و پلی اپوکسیدها از این لحاظ حائز اهمیت است که گرچه در دوران قبلی وضعیت علمی پلیمریزاسیون های افزایشی و تراکمی روشن گردیده بود، پلیمرهای تراکمی عمدتاً طی فرآیندهایی که نیاز به دماهای بالا داشت تهیه می گردیدند اما محققین، بویژه بایر (Otto Bayer) آلمانی از پس آن برآمدند که عمل تراکم را در دماهای معمولی به انجام رسانند.

یکی دیگر از شاخص های این دوره این است که لا لحاظ کمیت، تنوع، ساختار و کاربرد لاستیک های مصنوعی به شدت وسعت می یابند و همان طور که گفته شد افزون بر اصلاح روش های قبلی برای بررسی و شناسایی پلیمرها، روشهای جدیدی مثل کروماتوگرافی گازی تجزیه حرارتی تفاضلی (DTA)، مادون فرمز پلاریزه و پراش پرتو X در زوایای کم (SAXD) ابداع شده و قدرت شناخت و بررسی مولکول های پلیمری را بسیار عمیق تر و دقیق تر کردند.

۴-۳- دهه ۶۰-۱۹۵۰

این دوره را غالباً دوره «مهندسی مولکولی» و یا «طراحی و خیاطی پلیمرها» برای مصارف از پیش تعیین شده می نامند. زیرا در این زمان توانایی علمی پژوهشگران به حدی رسیده بود که افرادی می توانستند برای هر کاربرد با توجه به خصوصیات پلیمری که جوابگوی آن نیاز باشد، ماکرومولکول مربوطه را طراحی و سپس عملاً سنتز نمایند.

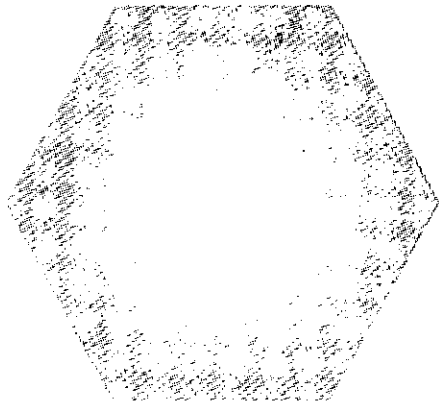


بدین طریق شیوه قدیمی و آمریک که بیشتر بر اساس سعی و خطا و شامه مبتکرانه پژوهشگر و نتیجتاً مستلزم صرف وقت و پول زیاد می شد، به تدریج به کنار افتاد.

چندین دستاورد غیر مترقبه و بس مهم در این دوران حاصل گردید که به اختصار عبارتند از: کشف تا شدن منظم و مکرر و خودبخودی زنجیرهای ماکرومولکولی در تشکیل لایه های تک بلور توسط کلر (Andrew Keller) در انگلستان که این خود دید تازه ای در ساختار فرامولکول (Supra Molecular Structure) به ماداد. با کشف آسانگرهای (کاتالیزرهای) کمپلکس کوئوردیناسیونی توسط زیگلر (Karl Ziegler) و به دنبالش سنتز پلیمرهای منظم فضا (Stereoregular) توسط ناتا در ایتالیا (Giulio Natta)، عرضه نظریه زنجیر مارپیچی ( $\alpha$ -Helix) توسط پاولینگ (Linus Pauling) و کوری در آمریکا (Robert B. Corey)، پیدایش روش تجزیه قدم به قدم در شناسایی توالی اسیدهای آمینه در زنجیر پروتئین ها (ساختار اول مولکول پروتئین) و سپس تکمیل آن با ابتکار عمل معکوس آن یعنی سنتز مهار شده زنجیره پلی پپتیدهای مصنوعی پیشرفت های حاصل در زمینه آخر برای نخستین بار درجه دنیای وسیع ژنتیک مولکولی را بر ما گشود و به این ترتیب در اثر زحمات پاولینگ، کوری، پرو (Max Perutz)، واتسون (James D. Watson) و کریک (Francis H. C. Crick) و دیگران، انسان برای اولین مرتبه توانست شناخت اصولی از کد وراثتی و ساختار سه بعدی پروتئین ها پیدا نماید.

۴-۴- دهه ۷۰-۱۹۶۰

دوران پر آشوب دهه ۱۹۵۰ آنقدر مواد پلیمری جدید و مصارف غیر منتظره ای را به میان آورد که مجال کمال



بهره‌برداری از آنها میسر نبود و لذا در دهه ۱۹۶۰ دوران جا افتادن این ثمرات فراهم گشت و کارهای آزمایشگاهی نیمه صنعتی (Pilot Plant) گذشته به عملیات صنعتی عظیم و پردرآمدی منتهی شدند. از لحظه‌ای که کار تهیه یک لاستیک یا یک لیف مصنوعی در آزمایشگاه با موفقیت به پایان می‌رسید تدارک درشت‌نمایی (Scale UP) فرآیند مربوطه در مقیاس تولید صنعتی با ملایمت و پیوستگی فراهم می‌آمد. خلاصه این که بر پرچم نسل دانش‌آموختگان شیمی و فیزیک این دوران شعار «مهندسی» نقش بر بسته بود. نمره این تلاش‌ها بطور خیلی خلاصه عبارتند از همه‌گیر شدن مصارف پلیمرها، توسعه مواد پلیمری مرکب و به‌ویژه مواد پلیمری تقویت‌یافته در کاربردهای جدید پلیمرها در زمینه صنایع اتومبیل‌سازی، هواپیماسازی و فضایی.

در عین حال دانش پلیمرها در گستره تازه‌اش که همانا دنیای زیست‌پلیمر (Biopolymers) باشد زرق‌رقت و وسیع‌تر بسط یافت و تخصص‌هایی مثل مهندسی آنزیمی (Enzyme Engineering) و ژنتیک مولکولی (Molecular Genetics) برای نسل جوان گشوده شد.

۴-۵- از ۱۹۷۰ تاکنون (۱۹۸۷)

پیشرفت علوم و صنایع پلیمری در این دوران به حدی وسیع است که خلاصه کردن آنها در این مختصر میسر نیست. یکی از بهترین شاخص‌ها بر این مدعا افزایش عجیب و بی‌سابقه در تعداد نشریه‌ها، مقاله‌ها و کتابها و همچنین گشایش دپارتمان‌های پلیمر در دانشگاه‌های سراسر جهان از یک طرف و گسترش هر چه بیشتر صنایع عظیم لاستیک، پلاستیک و الیاف مصنوعی از طرف دیگر است. بطور کلی می‌توان گفت در این دوران پیشرفت چشمگیری در زمینه

پلیمرها صورت نگرفته است اما حجم کار در علوم و صنایع به حد بی‌سابقه‌ای رشد پیدا کرده است. شاخص‌های علمی این دوره عبارتند از: درک ژرف‌تر از خصوصیات زنجیرهای ماکرومولکولی به‌خصوص با ابتکارات ریاضی فیزیکی افرادی مثل ولکنشتاین (M. V. Volkenshtein)، فلوری فقید (Paul J. Flory) به کمک امکانات محاسبه‌های کامپیوتری، تعیین و تشخیص وضعیت زنجیر ماکرومولکولی در توده جامد و آمورف پلیمرها به کمک مطالعات پراش نوترونی (Neutron Scattering) امکانات بررسی پدیده‌های بسیار کوتاه (در حد نانو ثانیه  $10^{-9}$ ) در پلیمرها با استفاده از روش‌های جدید اسپکتروسکوپی بوسیله تبدیل فوری طیف زیر سرخ (Fourier Transform Infrared) درک بهتر و بیشتر از مکانیسم‌های فتو اکسیداسیون پلیمرها هنگام قرار گرفتن آنها در معرض عوامل محیطی و نتیجتاً پیدا کردن شیوه‌های توقف یا مبارزه با مکانیسم‌های تخریبی پلیمرها، توسعه کاربرد روش NMR در مورد پلیمرها به منظور مطالعه زیربنا و پدیده‌های موضعی در آنها، گسترش هر چه بیشتر و وسیع‌تر دانش زیست‌پلیمرها بویژه مهندسی ژنتیک (Genetic Engineering) توسعه روش سنتز پلی‌پپتیدها بر اساس استفاده از فاز جامد توسط مرفیلد (B. B. Merrifield)، توسعه روش‌های تهیه و کاربرد غشاء‌های پلیمری و کاربردهای متنوع پلیمرها در بیوتکنولوژی و ... اما در رابطه با پیشرفت و توسعه کاربرد پلیمرها در این دوران مطالب به قدری وسیع و متنوع است که لازم است هر کدام از آنها در مقاله‌ای جداگانه عرضه شود.

\* خویست بدانیم بسیاری از شیمیدانان برجسته آن زمان نظریه

ماکرومولکولی اشتاودینگر را قبول نداشتند و شواهدی را برای پذیرش نظریه‌ی کافی نمی‌دانستند. از این افراد می‌توان کارر (Karrer)، پرینگرهایم (Pringsheim)، هرتسوک (Herzog)، هس (Hess) و برگمان (Bergmann) را نام برد. کسانی مثل مارک (H. F. Mark) و مایر (K. Meyer) که خود در ابتدا به نظریه میسلی معتقد بودند به زودی تحت تأثیر شواهد قانع‌کننده، پیرو نظریه اشتاودینگر شدند. یکی از اشکالات عمده نظریه اشتاودینگر خطی فرض کردن زنجیره ماکرومولکولی و عدم توانایی آنها در آسوسیه شدن آنها بود که البته اندکی بعد شواهد تجربی وی را قانع به تغییر نظر نمود.

# «گذرنامه سفر به ابدیت»

در حال حاضر شکی نیست که قیر طبیعی یکی از اجزای ضمیر استفاده شده توسط مصریها برای مومیایی کردن مرده‌ها بوده است.

## چکیده

وجود قیر طبیعی در خمیرهای مومیایی باقی مانده از زمان بطلمیوس نشان می‌دهد که قیر طبیعی یکی از اجزای خمیری بوده است که توسط مصریها برای مومیایی کردن مرده‌ها استفاده می‌شده است. این قیر طبیعی به احتمال قوی از منطقه بحرالمیت و عراق تأمین می‌شده است و به عنوان ضد عفونی کننده و کمک به حفظ اجساد و نیز ایجاد رنگ سیاه به مومیایی (سمبل زندگی دوباره)، استفاده می‌شده است.

وجود قیر (آسفالت) طبیعی در خمیر استفاده شده برای مومیایی کردن مرده‌ها در مصر قدیم تا چند سال پیش موضوعی ناشناخته و در حد فرضیات متناقض باقی مانده بود. اساس نظریه‌ای که استفاده از قیر طبیعی را ارائه کرده بود، در کتابهای قدیم وجود داشت. Diodore که با جولیوس سزار معاصر بود صدور این ماده گرانبه را توسط ساکنین نزدیک بحرالمیت به مصر روایت کرده است. در سال ۱۹۷۹ در موزه منچستر به منظور فهم بهتر روشهای مومیایی در مصر قدیم طرحی تحت عنوان «مومیایی» به اجرا درآمد و نتایج رضایت بخشی از آن بدست آمد. این نتایج مؤکداً استفاده از قیر طبیعی را در خمیر مومیایی نشان داد. علی رغم این نتیجه حتی فکر وجود قیر طبیعی در خمیرهای مومیایی را به سختی می‌توان به مورخین قبولاند. ممکن است علت این امر، تناقض موجود در منابع مطالعاتی قدیمی باشد.

اخیراً از یک طرف تعدادی آنالیز که توسط J. Rullkötter از مؤسسه Kern Forshunganlage در شهر Jülich آلمان و A. Nissenbaum از مؤسسه Weizmann در شهر Rehovot اسرائیل و از طرف دیگر توسط گروه ما در Elf Aquitaine انجام شد، وجود قیر طبیعی در خمیرهای

مومیایی باقی مانده از زمان بطلمیوس را نشان داده است. اما این اطلاعات مربوط به دوره محدودی از زمان یعنی ۳۰۰ تا ۴۰۰ سال پیش از میلاد حضرت مسیح (ع) بوده است. به تازگی با تشخیص قیر طبیعی در ۱۲ خمیر مومیایی که مربوط به دوره‌های امپراطوری جدید (Nouvel Empire) (۱۱۸۸-۱۲۹۵ قبل از میلاد برابر با دوره رامسس دوم) و قرون اول تا سوم میلادی ر.م بوده، یک خلأ اطلاعاتی پر شده است. وجود هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای سیر شده فسیلی، استران‌ها<sup>۱</sup> و ترپان‌ها<sup>۲</sup> در تمامی نمونه‌ها بدون تردید ثابت می‌کنند که قیر طبیعی یکی از اجزای مخلوط مورد استفاده مومیایگرها بوده است. نمودارهای حاصله از کروماتوگرافی گازی (GC) این هیدروکربن‌ها مقدار زیادی مولکولهای آلکان با تعداد اتم کربن فرد و جرم مولکول بسیار زیاد ( $C_{۲۱} - C_{۳۳}$ ) را نشان داده است که به احتمال قوی از مومهای غشای گیاهی حاصل شده‌اند. خمیرهای فوق‌الذکر علاوه بر رزین‌های درختان کاج مانند (یک گروه از موادی که در این رزین‌ها شناخته شد، هیدروکربنهای چند حلقه‌ای از گروه  $C_{۱۵}H_{۲۴}$  بود، که فراوان‌ترین آنها، Longifolene بود)، موم زنبور عسل را نیز در خود داشتند (موم زنبور عسل شامل اولفین‌هایی است که تعداد اتمهای کربن موجود در مولکول آنها ۳۳ و ۳۵ تا است). همچنین وجود پرستان<sup>۳</sup> و فیتان<sup>۴</sup> که در موجودات زنده فعلی یافت نشده ولی در مواد فسیلی مثل نفت، آسفالت و زغال یافت می‌شوند، نشان داده شده است.

پس از اثبات وجود قیر طبیعی، شناخت منطقه‌ای که این ماده از آنجا به مصر برده می‌شد، باقی مانده است. مقایسه

نتایج بدست آمده توسط ما با قیرهایی که منبع شناخته شده‌ای دارند، نشان داده است که قیر طبیعی موجود در خمیرهای مومیایی به احتمال قوی از منطقه بحرالمیت و همچنین منطقه Hit - Abujir در عراق به مصر برده می‌شود. مقدار قیر طبیعی موجود در خمیرها از ۳ تا ۸۱٪ تغییر می‌کرد و مقادیر معمولی بین ۱۰ تا ۳۰٪ بودند. این محدوده وسیع مقادیر نشان می‌دهد که درصدهای موجود از مواد در خمیرهای تهیه شده، همیشه یکسان نبودند. این موضوع از طریق اندازه‌گیری مقدار موم زنبور عسل نیز تأیید شده است.

تشخیص قیر طبیعی در خمیرهای مومیایی یک پرسش پیش می‌آورد:

چرا مومی‌گرها از قیر طبیعی که می‌بایستی از مناطق دور به مصر وارد شود، استفاده می‌کردند؟

دو توضیح پیشنهاد می‌کنیم: اول اینکه امکان دارد قیر طبیعی بدلیل خواص دارویی آن مورد استفاده قرار گرفته باشد. برای اینکه در زمان قدیم از آن به عنوان یک ماده ضد عفونی کننده به مقدار زیاد استفاده می‌شد. مثلاً آن را بر روی وسایل چوبی می‌مالیدند تا از فاسد شدن آنها توسط قارچ‌ها جلوگیری کنند. با استفاده از این توضیح می‌توان گفت که این کار با هدف مورد نظرشان یعنی بدست آوردن یک گذرنامه برای سفر به ابدیت مطابقت داشت. نتیجه دوم آغشته کردن بدن با خمیر قیر طبیعی آن بود که یک مومیایی سیاه رنگ حاصل می‌شد. نقشی از این موضوع را بر روی تابوت Djed - Bastet Juef - Anch (۶۰۰ سال قبل از میلاد) - که هنوز باقی مانده است - می‌توان دید. این تابوت در حال حاضر در موزه Hildesheim در آلمان نگهداری می‌شود.

برای عده زیادی از باستان شناسان، تبدیل رنگ مومیایی به سیاه، نکته مورد سؤالی بود. ممکن است روشن شدن این موضوع کلید فهم علت افزایش قیر طبیعی در خمیر مورد استفاده برای مومیایی کردن اجساد باشد. در یک پاپیروس متعلق به قرن اول قبل از میلاد (پاپیروس / AE N5158 موزه لوور) از قیر طبیعی به عنوان «روغن معدنی سیاه کننده» نام برده شده است. معمولاً اصطلاح روغن معدنی برای نفت، آسفالت و قیر طبیعی بکار می‌رود. ظاهراً نویسنده پاپیروس فوق با نوشتن این موضوع، می‌خواست تبدیل رنگ خمیر به سیاه را متذکر شود. برخلاف رسوم تمدنهای غربی فعلی رنگ سیاه نزد مصریان قدیم، علامت عزان بود بلکه برعکس این رنگ سمبل دوباره زنده شدن بود. گاو نر آپیس<sup>۵</sup> که سمبل قدرت جنسی و زندگی دوباره است، به رنگ سیاه

بود. در مراسم مومیایی کردن، خدایان اوزیریس<sup>۶</sup> آمون<sup>۷</sup> رع<sup>۸</sup> و آنوبیس<sup>۹</sup> حضور داشتند و آنها نیز به رنگ سیاه بودند. بر روی خدای مین<sup>۱۰</sup> (Min) که در Koptos به عنوان خدای باروری پرستیده می‌شد، یک لایه از مخلوط رزین با قیر طبیعی مالیده می‌شد. بنابراین اضافه کردن قیر طبیعی به خمیرهای مومیایی حداقل دو علت داشت: یکی اینکه اثر ضد عفونی کننده داشت و کمک به حفظ اجساد می‌کرد و دوم اینکه با دادن رنگ سیاه به مومیایی، رنگ جادویی زندگی دوباره به آن می‌بخشید. در حال حاضر سؤال مطرح شده در مورد رنگ سیاه مومیایی یک توضیح منطقی پیدا کرده است. مهم ترین عاملی که به پیدا کردن این جواب کمک کرد، تکنولوژیهای پیشرفته شناسایی اجزای مختلف قیر طبیعی بود. هنوز تحقیقات در این زمینه خاتمه نیافته است زیرا بایستی فهمید که آیا از قیر طبیعی در مراسم قدیمی تر مومیایی کردن از ۱۲۰۰ تا ۲۶۰۰ سال پیش از میلاد حضرت مسیح (ع) استفاده می‌شد یا خیر؟ آنالیزهای آینده به این موضوع جواب خواهند داد.

### پانویس

- ۱ - استران (Jterane): الکان حلقوی که از یک استرول بدست می‌آید (استرولها مواد طبیعی هستند که هسته استروئیدی داشته باشند. تمام آنها به حالت روغنی، بی‌رنگ و محلول در بیشتر حلالهای آلی و غیر محلول در آب هستند. این مواد یک گروه الکی دارند.)
- ۲ - تریان یا متان: هیدروکربن بی‌رنگ مایع و غیر محلول در آب با فرمول  $C_{10}H_{16}$ .
- ۳ - پرستان (Pristane): ترکیبی با فرمول  $C_{19}H_{40}$ . مایعی است که در بعضی از حلالهای آلی مثل اترا، پترولیوم، بنزن و کلروفرم حل می‌شود و به عنوان لوپریکت یا روغن مورد استفاده در مبدل‌های حرارتی و به عنوان ماده ضد خوردگی از آن استفاده می‌شود. پام نور فیستان (Norphytane) نیز شناخته شده است.
- ۴ - فیتان (phytane): ترکیبی با فرمول  $C_{10}H_{22}$  است.
- ۵ - گاو مقدس مصریان (Afis).
- ۶ - خدای مصری (Osiris).
- ۷ - خدای بزرگ مصر، خدای خورشید (Amon - Rê).
- ۸ و ۹ - خدایان مصری (Anubis).

ترجمه از:

LA RECHERCHE

238, Decembre 1991, Vol. 22

# برخی از پرسشهای آزمون شیمی

## گروه آزمایشی ریاضی فیزیک

۱۳۷۳

تجهیز: حساب آمپنی

### سؤالات شیمی

۱-  $Al_2(SO_4)_3$  جزء مواد چندتایی (چندعنصری) است؟

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۱۷

۲- فرمول شیمیایی تیوسولفات نقره کدام است؟

(۱)  $Ag_2S_2O_3$  (۲)  $Ag_2SO_3$

(۳)  $Hg_2SO_4$  (۴)  $Hg_2S_2O_3$

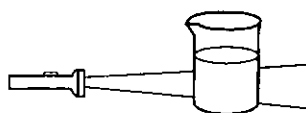
۳- شکل روبرو مربوط به شناختن کدام دو نوع مخلوط از یکدیگر است؟

(۱) کلوتید از سوسپانسیون

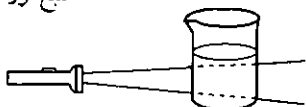
(۲) کلوتید از امولسیون

(۳) امولسیون از سوسپانسیون

(۴) حقیقی از کلوتید



منع نور



۴- ۱۰۰ گرم کربنات کلسیم را گرما می دهیم در صورتی که ۱۰ درصد آن تجزیه شود، جرم مواد برجامانده کدام است؟

$O=16$  ،  $Ca=40$  ،  $C=12$  ،  $H=1$

(۱) ۸۵/۸ (۲) ۹۵/۴ (۳) ۹۵/۶ (۴) ۹۶

۵- در ۱۶۰ گرم محلول نیترات پتاسیم در دمای  $11^\circ C$  مقدار ۶۰ گرم نمک وجود دارد، حلالیت آن در این دما کدام

است؟

(۱) ۲۰ (۲) ۴۰ (۳) ۶۰ (۴) ۱۲۰

۶- در واکنش ۸ مترمکعب گاز متان با بخار آب در شرایط مناسب چند مترمکعب گاز  $H_2$  (در شرایط متعارفی) بدست

می آید؟

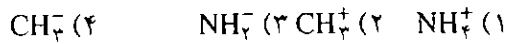
(۱) ۳۲ (۲) ۳۳ (۳) ۴۲ (۴) ۵۰

۷- کدامیک در دمای معمولی گازی شکل است؟

(۱)  $BeF_2$  (۲)  $BF_3$  (۳)  $AlCl_3$  (۴)  $CCl_4$

۸- زاویه پیوند در کدام یک کوچکتر است؟





۹ - کدام عنصر ترکیبهای رنگین دارد؟

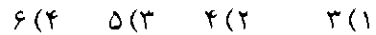


۱۰ - براساس واکنش  $\text{N}_2 + \text{O}_2 + 42\text{kcal} \longrightarrow 2\text{NO}$  گرمای تشکیل مولی NO کدام است؟

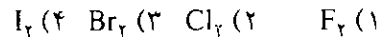


۱۱ - انرژیهای یونیزاسیون متوالی عنصری بر حسب کیلوکالری بر مول ۱۵۳۸۱، ۱۲۷۲۹، ۲۲۵۵، ۱۷۸۷، ۱۰۹۳،

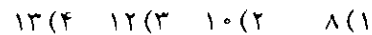
۶۸۳، ۳۳۴ است، این عنصر در کدام گروه جای دارد؟



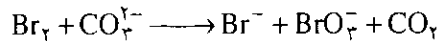
۱۲ - محصول واکنش یک مول از کدامیک با تیروژن به سطح آنتالپی پایین تری می رسد؟



۱۳ - در یون تیروژنیم چند الکترون موجود است؟



۱۴ - در واکنش



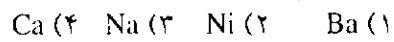
پس از موازنه نسبت ضریب  $\text{CO}_2$  به ضریب  $\text{BrO}_3^-$  کدام است؟



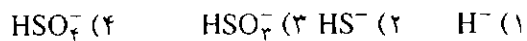
۱۵ - کدام یک محصول روش سلولی نیست؟



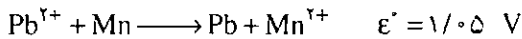
۱۶ - کدام فلز با آب سرد، هیدروژن آزاد نمی کند؟



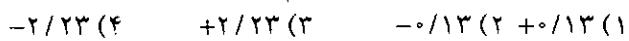
۱۷ - کدامیک باز قویتری است؟



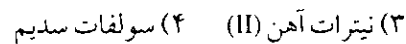
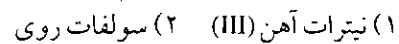
۱۸ - با توجه به داده های رویرو :



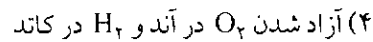
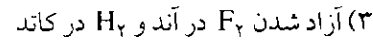
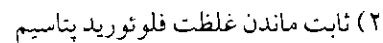
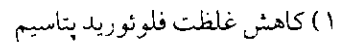
پتانسیل الکترودی  $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$  کدام است؟



۱۹ - آمونیاک، با محلول کدام نمک، واکنش نمی دهد؟



۲۰ - در عمل الکترولیز فلوئورید پتاسیم در آب، کدام پدیده روی می دهد؟

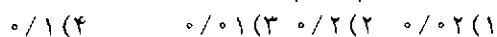


۲۱ - کدام عدد اتمی مربوط به عنصری است که عدد اکسیداسیون متنوع ندارد؟

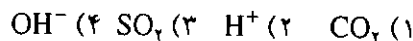


۲۲ - ۵۰ سانتیمتر مکعب محلول نیترات باریم ۴/۰ نرمال و ۴۰ سانتیمتر مکعب محلول اسید سولفوریک ۲۵/۰ مولار

با هم مخلوط می کنیم. جرم رسوب تولید شده بر حسب مول کدام است؟



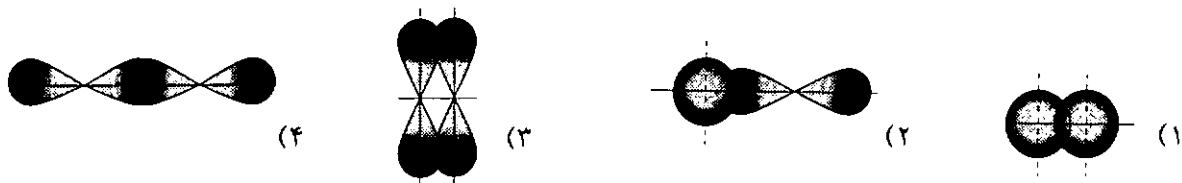
۲۳- وجود کدامیک در هوای مرطوب موجب کندی زنگ زدن آهن می شود؟



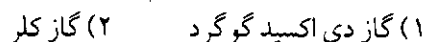
۲۴- در یون  $\text{PCl}_6^-$  اتم فسفر چند اوربیتال d در تشکیل پیوند شرکت داده است؟



۲۵- میزان همپوشانی در کدام پیوند به جهت برخورد اوربیتالها بستگی ندارد؟



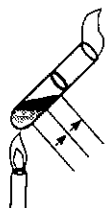
۲۶- تورنسل در محلول کدام یک بی رنگ می شود؟



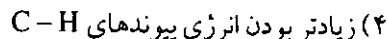
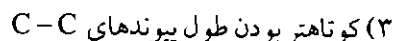
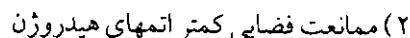
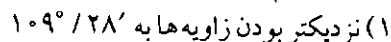
۲۷- از حرارت دادن اسید سولفوریک با نیترات سدیم در دمای  $200^\circ\text{C}$  علاوه بر  $\text{HNO}_3$  کدام ترکیب نیز به دست می آید؟



۲۸- با توجه به شکل روبرو، گوگردی که در میانه لوله آزمایش دیده می شود از کدام نوع است؟



۲۹- به کدام دلیل سیکلو هگزان صندلی از سیکلو هگزان قایق پایدارتر است؟



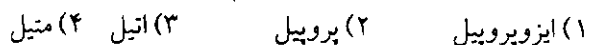
۳۰- چند ایزومر الکلی نوع اول به فرمول  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$  می توان در نظر گرفت (با توجه به ایزومری نوری)؟



۳۱- کدام یک با کمترین تعداد اتمهای کربن در مولکول، دارای کربن نامتقارن است؟



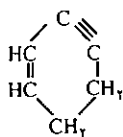
۳۲- در فرمول ساختمانی آلانین کدام بنیان دیده می شود؟



۳۳- برای تهیه دکان از بوتان به روش الکیلاسیون، کدام فیدروکربن لازم است؟



۳۴- کدام ترکیب دارای ایزومر هندسی است؟



۳۵- در نامگذاری محصول واکنش افزایشی کلر با ترتیب شماره گذاری چگونه است؟

۶،۵،۳،۲،۱،۱ (۲ ۶،۴،۵،۵،۲،۱ (۱

۴،۳،۲،۲،۱،۱ (۴ ۴،۴،۳،۳،۲،۱ (۳

۳۶- چه گازهایی از تخمیر سلولز در اثر میکروارگانیسمها در مردابها حاصل می شود؟

$H_2, CO_2, C_2H_4$  (۲  $CO, CH_4$  (۱

$H_2, CO, CH_4$  (۴  $CO_2, CH_4$  (۳

۳۷- از حرارت دادن استات آمونیم در مجاورت  $P_4O_{10}$  برای تهیه کدام ترکیب استفاده می شود؟

(۱ استامید (۲ فرمامید

(۳ کربامید (۴ سیانید متیل

۳۸- هگزامتیلن دی آمین و اسید آدیپیک منومرهای کدام پلیمرند؟

(۱ نئوپرن (۲ نایلون (۳ تفلون (۴ اورلون

۳۹- از تخمیر ۱/۸ گرم گلوکز، چند گرم اسید اتانویک می توان به دست آورد؟  $H=1, C=12, O=16$

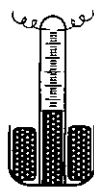
$2/1$  (۴  $2/4$  (۳  $1/2$  (۲  $1/3$  (۱

۴۰- برای سوختن کامل یک مول متیل آمین چند لیتر هوا (در شرایط متعارفی) لازم است؟

$100$  (۲  $80$  (۳  $252$  (۴  $102$  (۱

۴۱- در شکل رویرو کدام عمل در مورد آب صورت می گیرد؟

(۱ تقطیر (۲ آنالیز (۳ تصعید (۴ سنتز



۴۲- محلول کلرید تیروژن و محلول کلرید سدیم را به ملایمت گرما می دهیم، غلظت آنها به ترتیب دستخوش کدام تغییر

می شود؟

(۱ زیاد، زیاد (۲ کم، کم (۳ کم، زیاد (۴ زیاد، کم

۴۳- از ۲/۵ گرم نمک متبلور، ۱/۶ گرم نمک بی آب بدست آمده است، چند مول آب آزاد شده است؟ ( $O=16, H=1$ )

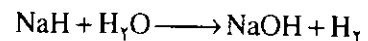
$1/10$  (۱  $1/15$  (۲  $1/30$  (۳  $1/40$  (۴

۴۴- قابلیت حل شدن کدام ماده، با افزایش دما کاهش می یابد؟

(۱ نترات پتاسیم (۲ کلرید کلسیم

(۳ کلرید سدیم (۴ نترات نقره

۴۵- علت خودبخودی بودن واکنش:



(۱ انحلال کم  $H_2$  در محلول سود

(۲ تشکیل گاز هیدروژن

(۳ تمایل زیاد تیروکسید سدیم برای از دست دادن  $OH^-$

(۴ عدم تمایل  $H_2$  برای از دست دادن پروتون

۴۶- در یون  $XCl_4^-$  اتم مرکزی آرایش الکترونی گاز بی اثر را دارد، عنصر X به کدام گروه جدول تناوبی تعلق دارد؟

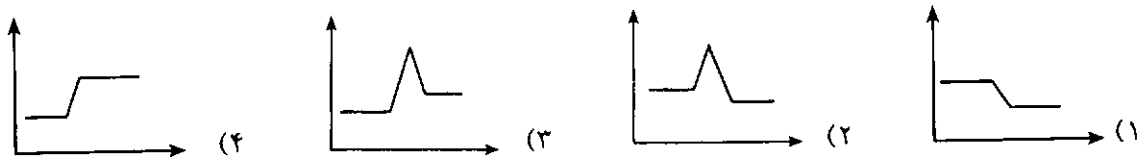
III (۱ IV (۲ V (۳ VI (۴

۴۷- در آزمایشی سرعت متوسط تولید گاز اکسیژن، ۷۵ لیتر بر دقیقه است. این سرعت بر حسب مول بر ثانیه چقدر

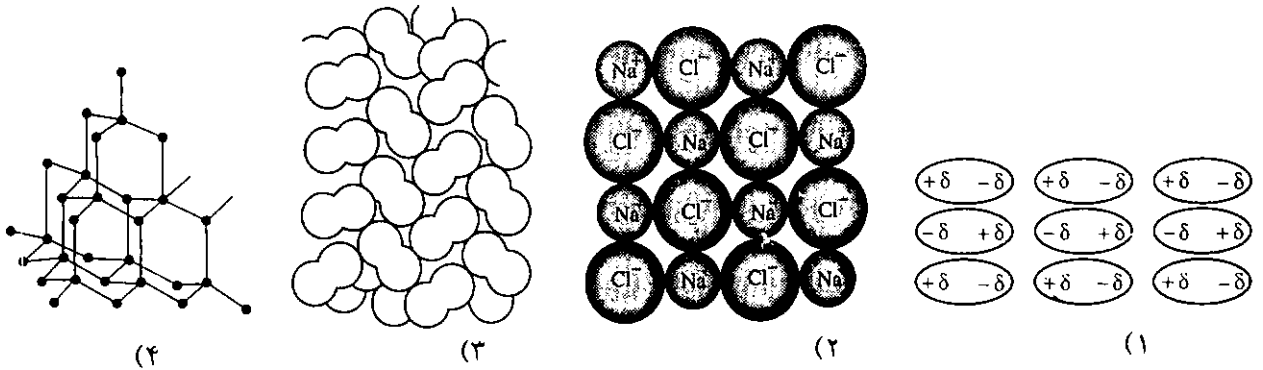
است؟ (در شرایط آزمایش هر مول اکسیژن ۲۵ لیتر حجم دارد)

$1/10$  (۱  $1/20$  (۲  $1/30$  (۳  $1/40$  (۴

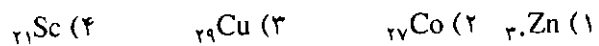
۴۸- نمودار تغییر آنتالپی ضمن تبدیل اکسیژن به ازن کدام است؟ (محور عمودی نشان دهنده آنتالپی و محور افقی نشان دهنده جهت پیشرفت واکنش است)؟



۴۹- در کدام نوع جامد، نیروی بین مولکولی منحصرأ از نوع لاندن است؟



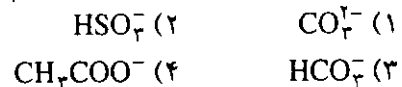
۵۰- در عنصرهای واسطه دوره چهارم، فعالترین عنصر کدام است؟



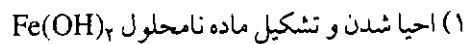
۵۱- پیوند هیدروژنی بین کدام دو ماده محکمتر است؟



۵۲- خاصیت بافری خون مربوط به کدام آنیون است؟



۵۳- به کدام علت، از کلرید آهن (III) در تصفیه آب شهر استفاده می شود؟



(۲) داشتن حلالیت زیاد در آب

(۳) داشتن خصالت اکسیدکنندگی زیاد

(۴) تیرولیز شدن و تشکیل ماده نامحلول  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

۵۴- ۱۰٪ اکی والان سولفات آهن (II) در واکنش  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$  بر حسب گرم چقدر است؟ ( $\text{FeSO}_4 = 152$ )



۵۵- در واکنش  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  تعداد مولهای تیروژن مصرف شده به ازای هر مول اسید، پس از

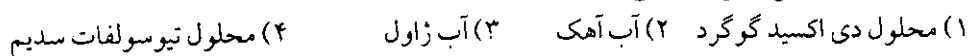
موازنه کدام است؟



۵۶- از عنصرهای دوره چهارم، کدامیک دمای ذوب پایین تری دارند؟



۵۷- کدامیک تورنسل را بی رنگ می کند؟



۵۸- ذوب شدن گوگرد و پدید آمدن حالت روان اولیه، نشان کدام پدیده است؟

(۱) آزاد شدن زنجیرهای  $S_8$  (۲) آزاد شدن حلقه های  $S_8$

(۳) بهم پیوستن زنجیرهای  $S_x$  (۴) بهم پیوستن حلقه های  $S_x$

۵۹-  $25^{\circ}C$  از یک محلول نیترات باریم  $0/4$  نرمال با  $100^{\circ}C$  از یک محلول اسید سولفوریک رسوب کامل می دهد،

مولاریته محلول اسید کدام است؟

(۱)  $0/05$  (۲)  $1/5$  (۳)  $0/5$  (۴)  $0/15$

۶۰- چند ترکیب به فرمول  $C_5H_{12}O$  فعال نوری است؟

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۶۱- هیبریداسیون اوربیتالهای اتم کربن در مولکول فسژن از کدام نوع است؟

(۱)  $sp$  (۲)  $sp^1$  (۳)  $sp^2$  (۴)  $sp^3d$

۶۲- جرم مولی نوعی تفلون  $10^6$  هزار است، این ترکیب از چند مونمر درست شده است؟ ( $F=19$ ،  $C=12$ )

(۱)  $100$  (۲)  $150$  (۳)  $200$  (۴)  $250$

۶۳- در مولکول  $C_1H_5CH(CH_3)CH_2CH(C_2H_5)CH_2C_2H_5$  چند اتم کربن نوع دوم وجود دارد؟

(۱) ۵ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

۶۴- در صورتی که در مولکول متان، بجای دو اتم هیدروژن، گروه متیل و بجای دو اتم هیدروژن دیگر، گروه اتیل قرار

گیرد، نام ماده حاصل به روش نامگذاری ایوپاک کدام است؟

(۱) ۲، ۲- دی اتیل پروپان

(۲) ۳، ۳- دی متیل پنتان

(۳) دی متیل دی اتیل متان

(۴) دی اتیل دی متیل متان

۶۵- کدامیک ستوهگروز است؟ (۱) گالاکتوز (۲) گلوکز (۳) فروکتوز (۴) مالتوز

۶۶- پاک کننده ای که از دو دسیل بنزن ساخته می شود، . . . . .

(۱) سبب از بین رفتن جانوران دریایی می شود.

(۲) سبب رشد غیرعادی جلبکها در دریاچه ها می شود.

(۳) سبب آلودگی محیط زیست می شود.

(۴) در مولکول دارای شاخه جانبی نیست.

CHO

۶۷- فرمول  $HO-C-H$  مربوط به کدام گلیسرآلدئید است؟

CH<sub>2</sub>OH

(۱) (+)-D (۲) (+)-L (۳) (-)-D (۴) (-)-L

۶۸- کدامیک محصول تقطیر نفت خام در برج تقطیر نیست؟

(۱) نفت گاز (۲) نفت سفید

(۳) بنزین (۴) روغنهای روان کننده

۶۹- از واکنش  $3/7$  گرم الکل یک عاملی سیر شده زنجیری بسا سدیم،  $0/56$  لیتر گاز هیدروژن در شرایط متعارفی آزاد

شده است، تعداد اتمهای کربن در مولکول آن کدام است؟

( $C=12$ ،  $O=16$ ،  $H=1$ )

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

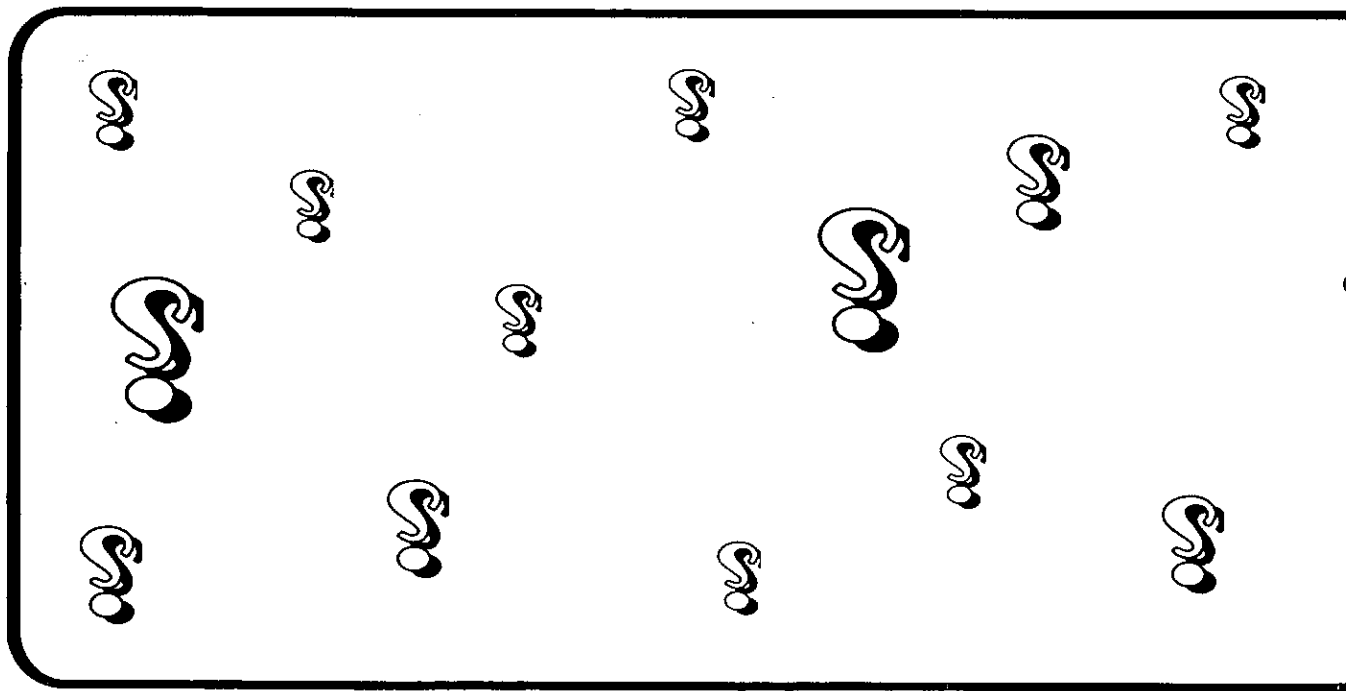
۷۰- از واکنش  $8/8$  گرم دی اکسید کربن با آمونیاک چند مول اوره به دست می آید؟ ( $C=12$ ،  $O=16$ )

(۱)  $0/2$  (۲)  $0/02$  (۳)  $0/01$  (۴)  $0/03$

پرسشهای  
مرحله اول  
چهارمین المپیاد  
شیمی ایران

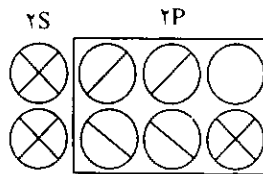
۱۵ اردیبهشت ماه ۷۳  
مدت ۲ ساعت

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جستجو و کشف واقعیتهاست.  
«امام خمینی قدس سره الشریف»



۱- آرایش اوربیتالی زیر مربوط به کدام مولکول است؟

NO-۱    N<sub>۲</sub>-۲    BeO-۳    CO-۴



۲- عناصر A و B از گروههای اصلی جدول تناوبی، با بالاترین ظرفیت خود در ترکیب با اکسیژن اکسیدهای AO<sub>۳</sub> و BO<sub>۲</sub> را به وجود آورده اند. کدام اعداد اتمی به ترتیب به آنها تعلق دارند؟

۱- ۱۴ و ۳۲    ۲- ۱۶ و ۲۳    ۳- ۳۴ و ۱۴    ۴- ۳۴ و ۳۰

۳- کدام ترکیب نقطه ذوب بالاتری دارد؟

۱- LiF    ۲- BeF<sub>۲</sub>    ۳- BF<sub>۳</sub>    ۴- NF<sub>۳</sub>

۴- کدامیک از یونهای زیر، همزمان بعنوان اسید و باز برونشتند عمل می کنند؟

۱- PO<sub>۴</sub><sup>۳-</sup>    ۲- NO<sub>۲</sub><sup>-</sup>    ۳- HCO<sub>۲</sub><sup>-</sup>    ۴- H<sub>۲</sub>PO<sub>۲</sub><sup>-</sup>

۵- اگر ۸۰ سانتی متر مکعب از یک اسید ۱۰٪ مولار بوسیله ۴۰ سانتی متر مکعب محلول هیدروکسید سدیم ۶۰٪

مولار کاملاً خنثی شود، ظرفیت اسید برابر است با:

۱- یک    ۲- سه    ۳- دو    ۴- چهار

۶- ۲/۲۴ لیتر گاز دی اکسید گوگرد، در شرایط متعارفی، را وارد ۵۰۰CC محلول دسی نرمال هیدروکسید سدیم

می کنیم. جرم نمک حاصل را حساب کنید.

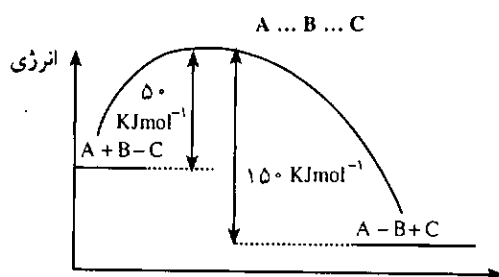
H=۱    Na=۲۳    O=۱۶    S=۳۲

۱- ۵/۲    ۲- ۱۰/۴    ۳- ۱۲/۶    ۴- ۶/۳

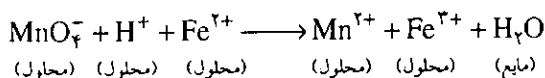
۷- محلولی شامل یونهای Ag<sup>+</sup>، Hg<sub>۲</sub><sup>۲+</sup>، Al<sup>۳+</sup>، Sr<sup>۲+</sup> است. با افزایش HCl رقیق به آن، کدام یک رسوب

می کند؟

- ۱- کلریدهای آلومینیم و نقره      ۲- کلریدهای آلومینیم و استرنسیم  
 ۳- کلریدهای جیوه (I) و نقره      ۴- کلریدهای استرنسیم و جیوه (I)  
 ۸- کدام آرایش الکترونی زیر را می توان فقط به یک کاتیون نسبت داد؟  
 ۱-  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^1$       ۲-  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^9$   
 ۳-  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^1$       ۴-  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6$   
 ۹- با در نظر گرفتن نمودار داده شده، تفاوت میان انرژی پیوند B-C و A-B که با  $\Delta$  معرفی می شود،  
 (انرژی پیوند A-B) - (انرژی پیوند B-C) =  $\Delta$  بر حسب کیلوژول بر مول عبارت است از:  
 ۱-  $2000 - 2$       ۲-  $2000 - 2$       ۳-  $1000 - 3$       ۴-  $1000 - 4$

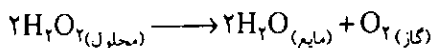


۱۰- کدام عامل زیر کمترین تأثیر را در تغییر سرعت واکنش زیر دارد؟



- ۱- کاتالیزور      ۲- غلظت      ۳- دما      ۴- فشار

۱۱- در یک آزمایش، تجزیه پراکسید هیدروژن در  $10^\circ\text{C}$  و فشار  $1\text{atm}$  مورد مطالعه قرار گرفت.



آزمایش نشان داده که در  $10$  دقیقه  $20\%$  مول پراکسید هیدروژن تجزیه می شود. سرعت واکنش تجزیه داده شده بر حسب لیتر بر دقیقه گاز اکسیژن بدست آمده در شرایط آزمایش کدام است؟

- ۱-  $22/4$       ۲-  $4/48$       ۳-  $0/224$       ۴-  $0/448$

۱۲- یک واکنش در دمای ثابت در فاز محلول مورد مطالعه قرار گرفت و برخلاف انتظار دیده شد که سرعت آن تا مدتی با

گذشت زمان افزایش می یابد و سپس با کاهش همراه می شود. علت آن چنین است که:

- ۱- یکی از واکنش دهنده ها دارای نقش کاتالیزوری هم هست.      ۲- یکی از محصولات دارای نقش کاتالیزوری است.  
 ۳- انرژی یک واکنش فرعی انرژی زا باعث افزایش سرعت شده است.  
 ۴- در مطالعه سرعت هر واکنشی در محلول چنین روندی مشاهده می شود.

۱۳- به  $100$  سانتی متر مکعب محلول هیدروکسید سدیم با  $\text{pH} = 12$ ، چند سانتی متر مکعب از محلول اسید نیتریک با

- $\text{pH} = 0$  بیافزاییم تا  $\text{pH}$  مساوی یک شود.      ۱-  $11/11$       ۲-  $11/22$       ۳-  $12/22$       ۴-  $10/11$

۱۴- چگالی یک محلول اسید نیتریک  $15/230$  نرمال، مساوی  $1/40$  گرم بر سانتی متر مکعب است. مولاریته آب در

- این محلول برابر است با:      ۱-  $16/31$       ۲-  $12/23$       ۳-  $24/47$       ۴-  $36/69$

۱۵- ثابت حاصل ضرب انحلال کلرید نقره و یدید نقره به ترتیب مساوی  $10^{-10}$  و  $10^{-16}$  است. به یک محلول کلرید نقره

اشباع شده با قابلیت حل شدن S، کمی یدید پتاسیم خشک می افزاییم. اگر قابلیت حل شدن کلرید نقره را در این شرایط S' فرض کنیم و محلول نسبت به کلرید نقره هنوز اشباع شده باشد، کدام مورد درست است؟  
 ۱-  $S' > S$  و یدید نقره هم رسوب می کند.      ۲-  $S' = S$  و یدید نقره هم رسوب می کند.



۳-  $S' < S$  و یدید نقره هم رسوب می کند.

۴-  $S' > S$  و رسوب یدید نقره تشکیل نمی شود.

۱۶- سیانید هیدروژن در آب یک اسید است ( $K_a = 10^{-9}$ ) و سیانید نقره در آب رسوب است. ( $K_{sp} = 10^{-16}$ ) دو محلول با pH یکسان از سیانید هیدروژن تهیه می کنیم. به یک محلول  $AgNO_3$  جامد و به دیگری KCN جامد (مولهای مساوی) می افزاییم. اگر pH محلول اولیه HCN را  $pH_1$  و pH محلول محتوی  $AgNO_3$  را  $pH_2$  و pH محلول محتوی KCN را  $pH_3$  فرض کنیم. کدام مورد درست است؟

۱-  $pH_3 < pH_1$  و  $pH_2 > pH_1$

۲-  $pH_2 > pH_1$  و  $pH_3 < pH_1$

۳-  $pH_1 = pH_2 = pH_3$

۴-  $pH_2 = pH_1$  و  $pH_3 < pH_1$

۱۷- pH محلول یک مولار از باز ضعیف BOH مساوی  $11/60$  است. درجه تفکیک باز BOH برابر است با:

۱-  $0/200$  ۲-  $0/250$  ۳-  $0/0030$  ۴-  $0/004$

۱۸- ۱۰۰ سانتی متر مکعب محلول محتوی اسید کلریدریک (اسید هیدروکلریک) و کلرید پتاسیم به وسیله  $10$  سانتی متر مکعب سود  $\frac{N}{10}$  خنثی می گردد،  $100^\circ C$  از همان محلول به وسیله  $50$  سانتی متر مکعب نیترات نقره  $\frac{N}{10}$  واکنش می دهد. مولاریته HCl و کلرید پتاسیم به ترتیب مساوی است با:

۱-  $10^{-2} M$  HCl ،  $4 \times 10^{-2} M$  KCl

۲-  $10^{-2} M$  HCl ،  $3 \times 10^{-2} M$  KCl

۳-  $2 \times 10^{-2} M$  HCl ،  $1 \times 10^{-2} M$  KCl

۴-  $2 \times 10^{-2} M$  HCl ،  $4 \times 10^{-2} M$  KCl

۱۹- ۴۰۰ سانتی متر مکعب اسید سولفوریک ۹۵٪ با چگالی  $1/83$  گرم بر سانتی متر مکعب، را با  $200$  سانتی متر مکعب اسید سولفوریک ۶ نرمال مخلوط می کنیم. مولاریته محلول اسید سولفوریک برابر است با:

۱-  $12/82$  ۲-  $13/82$  ۳-  $25/64$  ۴-  $27/64$

۲۰- ۴ سانتی متر مکعب از محلول HCl ،  $0/15$  مولار،  $20$  سانتی متر مکعب از هیدروکسید باریم  $0/2$  مولار می افزاییم، pH محلول برابر است با: ( $\log 3 = 0/47$ )

۱-  $12/47$  ۲-  $12/18$  ۳-  $11/47$  ۴-  $10/18$

۲۱- از سوختن  $10/00$  گرم هیدروژن مولکولی، در اکسیژن، در  $25^\circ C$  و  $1 atm$ ، گرمایی برابر با  $1209/10 kJ$  آزاد می شود. از سوی دیگر، از سوختن  $10/000$  گرم هیدروژن اتمی در اکسیژن در شرایط داده شده، گرمایی برابر  $3389/1 kJ$  آزاد می شود. با توجه به معلومات داده شده، انرژی پیوند H-H بر حسب  $kJ mol^{-1}$  عبارت است از: ( $H_2 = 2$ )

۱-  $2180/00$  ۲-  $436/00$  ۳-  $218/00$  ۴-  $109/00$

۲۲- در پیل حاصل از مس و روی:

ولت  $E^\circ = -0/76$   $Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$

ولت  $E^\circ = 0/34$   $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$

ولتاژ به وجود آمده چقدر است؟

۱-  $0/76$  ۲-  $0/42$  ۳-  $0/34$  ۴-  $1/1$

۲۳- کدام عبارت در مورد اثر اسید کلریدریک بر مس و روی صحیح است؟

۱- تنها بر مس اثر می کند چون  $E^\circ$  مس از  $E^\circ$  مربوط به هیدروژن مثبت تر است.

۲- تنها بر روی اثر می کند چون  $E^\circ$  روی از  $E^\circ$  هیدروژن منفی تر است.

۳- بر هر دو اثر می کند ولی سرعت اثر آن بر روی بیشتر است.

۴- بر هر دو اثر می کند ولی سرعت اثر آن بر مس بیشتر است.

۲۴- با توجه به دو واکنش نیم پیل زیر، کدام مورد درست است؟



۱- A اکسیدکننده ای قوی است.

۲- B احیاء کننده ای قوی است.

۳- در پیل حاصل از A و B، A آند و B کاتد است.

۴- در پیل حاصل از A و B الکترون از الکتروود B به سوی الکتروود A روانه می شود.

۲۵- اگر یک میله مسی را در محلولی از نمک روی و میله مسی دیگری را در محلولی از نمک نقره فرو بریم:

۱- شاهد آزاد شدن هیدروژن از محلول نمک روی و انحلال مس در محلول نمک نقره خواهیم بود.

۲- شاهد آزاد شدن روی و انحلال مس در محلول نمک نقره خواهیم بود.

۳- در محلول اول اتفاقی رخ نمی دهد ولی در محلول دوم یون مس وارد محلول شده و فلز نقره آزاد می شود.

۴- در محلول اول فلز روی آزاد شده و در محلول دوم اتفاقی رخ نمی دهد.

۲۶- نقش پل نمکی در پیل الکتروشیمیایی چیست؟

۱- بین دو نیم پیل هدایت الکترونی برقرار می کند.

۲- باعث عدم اختلاط محلولها و در عین حال ارتباط الکتریکی آنها می شود.

۳- هدایت یونها را آسان می کند.

۴- جلوی عبور برخی یونها را می گیرد.

۲۷- وزن اتمی بور ۱۰/۸۱۰۹ است. این عنصر دو ایزوتوپ دارد که جرم دقیق آنها ۱۰/۰۱۲۹ و ۱۱/۰۰۹۳ است.

درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین تر کدام است؟

۱- ۹۰/۰۸    ۲- ۸۰/۰۹    ۳- ۹/۹۲    ۴- ۱۹/۹۱

۲۸- از هر تن سنگ معدن آهن مورد استفاده در کارخانه ذوب آهن که فقط حاوی ۷۵٪  $Fe_3O_4$  است، عملاً فقط ۲۷۰

کیلوگرم آهن به دست می آید. بازده کارخانه ذوب آهن حدوداً چند درصد است؟ ( $O=16$  ,  $Fe=56$ )

۱- ۷۲/۴    ۲- ۵۰    ۳- ۲۷    ۴- ۳۶/۲

۲۹- در کدام مورد برای ذوب کردن باید به پیوندهای کووالانسی غلبه کرد؟

۱-  $SiO_2$     ۲-  $CCl_4$     ۳-  $MgCl_2$     ۴-  $CO_2$

۳۰- عنصری با عدد اتمی ۷، با کدام عنصر که عدد اتمی آن در زیر داده شده است، از نظر خواص شیمیایی شباهت دارد؟

۱- ۱۶    ۲- ۲۴    ۳- ۱۸    ۴- ۳۳

۳۱- نمودار انرژی یونیزاسیون در مقابل عدد اتمی برای کدام عنصر سه جهش بزرگ را نشان می دهد؟

۱- کلسیم    ۲- آرگون    ۳- سدیم    ۴- بریلیم

۳۲- طی کدام واکنش زیر یوآزاد می شود؟

۱- اکسید شدن  $I^-$  توسط  $Cl^-$

۲- اکسید شدن  $I^-$  توسط  $Cl_2$

۳- اکسید شدن  $I^-$  توسط  $Br^-$

۴- اکسید شدن  $Cl_2$  توسط  $I^-$

۳۳- عنصری از عناصر عادی مربوط به دوره سوم و گروه ششم است. آرایش الکترونی آخرین تراز انرژی آن چه

مشخصه ای دارد؟

۱- شش الکترون    ۲- دو اوربیتال نیمه پر

۳- سه اوربیتال نیمه پر    ۴- پنج الکترون

۳۴- از ذره های زیر کدام یک بیشترین شعاع را دارد؟

۱-  $Na^+$     ۲-  $Ne$     ۳-  $F^-$     ۴-  $O^{2-}$

۳۵- در استخراج کدام فلز از سنگ معدن مربوط، از یک احیاء کننده فلزی استفاده می شود؟

۱- مس ۲- کرم ۳- روی ۴- جیوه

۳۶- در کدام جفت از اجسام زیر باید برای انجام کاری که ذکر شده به نوع یکسان از نیروهای جاذبه غلبه کرد؟

۱- جوشاندن،  $H_2$  و HF ۲- حل، LiCl و ICl

۳- ذوب، C و Ca ۴- ذوب،  $CCl_4$  و  $I_2$

۳۷- محلول آبی کدام هالید هیدروژن الکترولیت قوی نیست؟

۱- HF ۲- HCl ۳- HBr ۴- HI

۳۸- کدام ترکیب خصلت کووالانسی بیشتری دارد؟

۱-  $BaCl_2$  ۲-  $BCl_3$  ۳-  $AlCl_3$  ۴- KCl

۳۹- انرژی نخستین یونش چند عنصر متوالی از جدول تناوبی در زیر داده شده است. کدام مربوط به یک فلز قلیایی خاکی

است؟

عنصر A B C D E F

۳۳۴ ۳۱۴ ۴۰۱ ۴۹۸ ۱۱۸ ۱۷۵

A-۱ B-۲ C-۳ D-۴

۴۰- کدام آرایش الکترونی مربوط به اتم عنصری از تناوب سوم و گروه چهارم جدول تناوبی است؟

۱-  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^2$

۲-  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^2$

۳-  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^1, 4s^2 4p^2$

۴-  $1s^2, 2s^2 2p^4$

۴۱- کدام یک از مواد زیر یک جامد کووالانسی است؟

۱- مس ۲- کلرید کلسیم ۳- سیلیس ۴- ید

۴۲- آرایش الکترون - نقطه ای گونه های زیر بجز گزینه ... درست است.

۱-  $:\ddot{Cl}:\ddot{S}:\ddot{Cl}:$  ۲-  $:\ddot{Cl}:\ddot{P}:\ddot{Cl}:$

۳-  $[:C:\ddot{N}:]^-$  ۴-  $:\ddot{Cl}:\left[\begin{array}{c} H \\ | \\ H:\ddot{N}:H \\ | \\ H \end{array}\right]^+$

۴۳- کدام ترکیب تحت یک اتمسفر فشار و در دمای اتاق به آسانی تصعید می شود؟

۱- برم ۲- دی اکسید کربن ۳- ید ۴- نیتروژن

۴۴- در واکنش اتم عنصری با آرایش الکترونی  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^1, 4s^2 4p^5$  کدام مورد درست است؟

۱- یک الکترون از دست می دهد.

۲- یک الکترون کسب می کند.

۳- سه الکترون کسب می کند.

۴- دو الکترون از دست می دهد.

۴۵- کدام عبارت زیر صحیح است؟

۱- انرژی یونیزاسیون اول پتاسیم بیشتر از انرژی یونیزاسیون اول کلسیم است.

۲- انرژی یونیزاسیون اول پتاسیم کمتر از انرژی یونیزاسیون اول روبیدیم است.

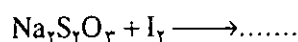
۳- انرژی یونیزاسیون اول اکسیژن بیشتر از انرژی یونیزاسیون اول نیتروژن است.

۴- انرژی یونیزاسیون  $S^+$  بیشتر از انرژی یونیزاسیون اول گوگرد است.

۴۶ - علت اینکه در شهرهای ساحلی اشیاء آهنی به سرعت زنگ می‌زنند این است که :

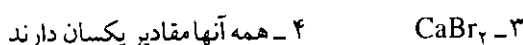
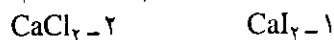
- ۱ - رطوبت هوا زیاد است .
- ۲ - رطوبت و دمای هوا زیاد است .
- ۳ - رطوبت همراه با املاح آب دریا در هوا پخش است و دما هم بالا است .
- ۴ - اشیاء آهنی اغلب ناخالصی دارند .

۴۷ - در واکنش زیر :



- ۱ - ید اکسیدکننده و تیوسولفات احیاء کننده است و محصولات واکنش یدید سدیم و سولفیت سدیم است .
  - ۲ - ید هم احیاء کننده و هم اکسیدکننده و محصولات واکنش یدات سدیم و تتراتیونات سدیم است .
  - ۳ - تیوسولفات سدیم احیاء کننده و ید اکسیدکننده است و محصولات واکنش یدید سدیم و تتراتیونات سدیم است .
  - ۴ - ید احیاء کننده و تیوسولفات سدیم اکسیدکننده و محصولات واکنش یدات سدیم و سولفیت سدیم است .
- ۴۸ - کلرید سدیم مذاب هنگام الکترولیز تولید سدیم و کلر می‌کند در حالی که محلول آبی آن تولید هیدروژن و کلر می‌کند . زیرا :

- ۱ - سدیم آزاد شده فوراً با آب واکنش می‌دهد و هیدروژن آزاد می‌شود .
  - ۲ - مولکولهای آب که دور یون سدیم را پوشانده اند مانع رسیدن الکترون به آن می‌شوند .
  - ۳ - در رقابت بین  $\text{H}^+$  و  $\text{Na}^+$  برای کسب الکترون ، یون هیدروژن برنده است .
  - ۴ -  $\text{E}^-$  زوج  $\text{Na}^+/\text{Na}$  در پایین  $\text{E}^-$  زوج  $2\text{H}^+/\text{H}_2$  واقع است .
- ۴۹ - به ازای هر گرم نمک کلسیم ، بیشترین مقدار کلسیم از کدام نمک بدست می‌آید؟



۵۰ - کدام محصول فرعی در تأمین ماده مورد نیاز برای تهیه کربنات سدیم به روش سلوی مورد استفاده قرار می‌گیرد؟



۵۱ - ۱۰۰ مول گاز  $\text{A}_2$  و ۱۰۰ مول گاز  $\text{B}_2$  در یک ظرف ۱۰۰ لیتری در دمای  $100^\circ\text{C}$  با هم مخلوط شدند . پس از

برقراری تعادل (گاز)  $2\text{AB} \rightleftharpoons (\text{گاز}) \text{A}_2 + (\text{گاز}) \text{B}_2$  دیده شد که ۱۰۰ مول گاز  $\text{AB}$  در ظرف تولید شده است . ثابت تعادل ،  $K_C$  ، این واکنش در دمای داده شده کدام است؟

- ۱ - ۴      ۲ - ۴۰      ۳ - ۴۰۰      ۴ - ۴۰۰۰

۵۲ - عبارت ثابت تعادل ،  $K_p$  ، برای واکنش (گاز)  $\text{Cl}_2 + (\text{گاز}) \text{PCl}_3 \rightleftharpoons (\text{گاز}) \text{PCl}_5$  به صورت زیر است :

$$K_p = \frac{[\text{PCl}_3][\text{PCl}_5]}{[\text{PCl}_5]}$$

کل فشار گاز مورد نظر را در مخلوط گازها می‌رساند . در دمای  $29^\circ\text{C}$  برای ثابت تعادل این واکنش داریم

$K_p = 9 / \text{atm}$  ، حال هر گاه در یک ظرف دارای حجم ثابت در دمای  $29^\circ\text{C}$  آنقدر  $\text{PCl}_5$  داخل کنیم که فشار اولیه آن ۱

اتمسفیر شود ، آنگاه فشار کل در ظرف در موقع برقراری تعادل در همان دمای  $29^\circ\text{C}$  کدام است؟

- ۱ - ۱/۱      ۲ - ۱/۳      ۳ - ۱/۸      ۴ - ۱/۹

۵۳ - دو ثابت تعادل داده شده است ، ثابت تعادل خواسته شده کدام است؟





$$1/100 \times 10^2 \text{ - ۲} \quad 5/100 \times 10^2 \text{ - ۱}$$

$$6/100 \times 10^8 \text{ - ۴} \quad 6/100 \times 10^2 \text{ - ۳}$$

۵۴- ثابت تعادل  $K_C$  واکنش  $N_2O_4(\text{گاز}) \rightleftharpoons 2NO_2(\text{گاز})$  در  $25^\circ C$  برابر  $17^0$  است. هر گاه ۱ مول  $N_2O_4$  و ۲ مول  $NO_2$  را در یک ظرف  $10^0$  لیتری در  $25^\circ C$  با هم مخلوط کنیم مخلوط به دست آمده:

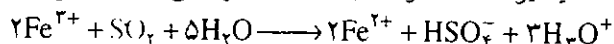
۱- به حالت تعادل است

۲- سرعت واکنش مستقیم در آن بزرگتر از سرعت واکنش معکوس است

۳- سرعت واکنش مستقیم در آن کوچکتر از سرعت واکنش معکوس است

۴- دارای فشار کل ثابتی است

۵۵- احیاء یون  $Fe^{3+}$  توسط  $SO_2$  در محلول آبی طبق واکنش زیر صورت می گیرد.



در صورتی که به یک لیتر محلول  $0/45$  مولار  $Fe(ClO_4)_3$ ،  $1/1$  مول  $SO_2$  اضافه نمایند، کدامیک از یونهای زیر

نهایتاً دارای حداکثر غلظت می باشد؟



۵۶- ثابت تفکیک اسید نیتریک و  $K_{aHNO_3} = 10^{-3}$  و  $K_{aNH_4^+} = 10^{-9}$  است. یک محلول محتوی  $NaNO_3$  و یک محلول

محتوی  $NH_4NO_3$  با غلظت یکسان در آب تهیه می کنیم. pH محلول محتوی  $NaNO_3$  را  $pH_1$  و pH محلول محتوی

$NH_4NO_3$  را  $pH_2$  فرض می کنیم.

$$pH_2 > 7, \quad pH_1 = 7 \text{ - ۲} \quad pH_1 = pH_2 = 7 \text{ - ۱}$$

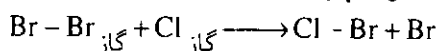
$$pH_1 > 7, \quad pH_2 < 7 \text{ - ۴} \quad pH_1 = pH_2 < 7 \text{ - ۳}$$

۵۷- ثابت  $K_{H_2O}$  در دمای  $10^\circ C$  مساوی  $10^{-12/3}$  است. pH محلولی از هیدروکسید کلسیم  $0/020$  مولار در دمای

$10^\circ C$  برابر است با: ( $\log 2 = 0/3$ ،  $\log 4 = 0/6$ )

$$12/6 \text{ - ۴} \quad 12/3 \text{ - ۳} \quad 10/9 \text{ - ۲} \quad 10/6 \text{ - ۱}$$

۵۸- انرژی پیوند  $Br - Br$  برابر با  $193$  کیلوژول بر مول است. انرژی فعال سازی،  $E_a$  واکنش:

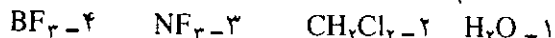


کدام است؟

$$E_a > 193 \text{ kJ} \text{ - ۲} \quad E_a = 193 \text{ kJ} \text{ - ۱}$$

$$E_a = 0 \text{ - ۴} \quad E_a < 193 \text{ kJ} \text{ - ۳}$$

۵۹- کدام مولکول غیر قطبی است؟



۶۰- حلیبی در اثر خراش براحتی زنگ می زند در حالی که آهن سفید چنین نیست، علتش این است که:

۱- در اثر تشکیل پیل در اولی آهن قطب مثبت و در دومی آهن قطب منفی را تشکیل می دهد.

۲- در اثر تشکیل پیل در اولی آهن قطب منفی و در دومی آهن قطب مثبت را تشکیل می دهد.

۳- قلع نقش دهنده الکترون و آهن نقش گیرنده الکترون را دارد.

۴- قلع زودتر از روی، خراش برمی دارد و آهن در معرض محیط قرار می گیرد.

# پاسخنامه

الف	ب	ج	د	۳۲-۳۳-۳۴-۳۵-۳۶-۳۷-۳۸-۳۹-۴۰-۴۱-۴۲-۴۳-۴۴-۴۵-۴۶-۴۷-۴۸-۴۹-۵۰-۵۱-۵۲-۵۳-۵۴-۵۵-۵۶-۵۷-۵۸-۵۹-۶۰	۱-۲-۳-۴-۵-۶-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱۴-۱۵-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۰-۲۱-۲۲-۲۳-۲۴-۲۵-۲۶-۲۷-۲۸-۲۹-۳۰-۳۱
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۳۲	-۱
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-۳۳	-۲
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۳۴	-۳
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۳۵	-۴
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۳۶	-۵
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-۳۷	-۶
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۳۸	-۷
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۳۹	-۸
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۴۰	-۹
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-۴۱	-۱۰
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-۴۲	-۱۱
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۴۳	-۱۲
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۴۴	-۱۳
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۴۵	-۱۴
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۴۶	-۱۵
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۴۷	-۱۶
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۴۸	-۱۷
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-۴۹	-۱۸
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۵۰	-۱۹
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-۵۱	-۲۰
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۵۲	-۲۱
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۵۳	-۲۲
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۵۴	-۲۳
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۵۵	-۲۴
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۵۶	-۲۵
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-۵۷	-۲۶
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۵۸	-۲۷
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۵۹	-۲۸
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-۶۰	-۲۹
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		-۳۰
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		-۳۱

برای هر پاسخ غلط  $\frac{1}{3}$  نمره منفی منظور می شود.

# داوطلبانی که در آزمون مرحله اول چهارمین المپیاد شیمی ایران ۱۵ / ۲ / ۷۳ پذیرفته شده اند نام - خانوادگی آنها به ترتیب الفبا عبارتند از:

نام خانوادگی	نام	استان	شهرستان	نام خانوادگی	نام	استان	شهرستان
اسدی	مهرناز	اصفهان	اصفهان	شاه اکبری	رضا	خراسان	نیشابور
اسماعیلی سیگارودی ژاله	گیلان	لنگرود	شریفی	علی اصغر	اصفهان	اصفهان	اصفهان
بهارلو	کیما	تهران	تهران	شکری سلطان آبادی	پریسا	تهران	تهران
ترابی	علی	کرمان	کرمان	صادقیان بروجنی	بایندر	تهران	تهران
ترابی گودرزی	رضا	لرستان	بروجرد	طالبی	سعید	خراسان	مشهد
ترابی	محمدعلی	فارس	شیراز	طالبی	علی نبی	چهارمحال و بختیاری	شهرکرد
جلالی	علی	خراسان	مشهد	طاهری	آرش	چهارمحال و بختیاری	شهرکرد
حدیدی	رامبد	آذربایجان شرقی	تبریز	طهماسبی	علی	مرکزی	اراک
حسین خان ناظر	فرهنگ	فارس	شیراز	طیبه مبینی	علی	گیلان	رشت
حسینیان	مهدی	آذربایجان شرقی	تبریز	عدیمی	شهاب الدین	اصفهان	اصفهان
حسینی	سیدعلی	همدان	ملایر	فانی پاکدل	فرزاد	خراسان	مشهد
حق جو	لیلا	فارس	شیراز	کیانی	روزبه	مازندران	آمل
حکیم الهی	جعفر	شهرستانهای تهران	قم	مدرس مصلی	سیدمحمدعلی	یزد	یزد
خلیلی	علیرضا	تهران	تهران	مسلمان	حمیده	یزد	یزد
خواجه امینیان	محسن	یزد	یزد	مظاهری کلهروری	امیر	تهران	تهران
دلیلی	کیا	تهران	تهران	معززی	رضا	تهران	تهران
دوزنده بصیر	آناهیتا	اصفهان	اصفهان	مقتدر	بابک	آذربایجان غربی	ارومیه
رادفر	محمدهادی	شهرستانهای تهران	شهریار	منشی زاده	سیاوش	کرمان	کرمان
رادمند	آرش	تهران	تهران	متصوری	سیدرضا	فارس	شیراز
رزاقی	مهدی	تهران	تهران	مهدیان کله بستی	عباس	مازندران	آمل
رستگار	محمدرضا	مرکزی	ساوه	میرعربشاهی	پیمان	تهران	تهران
روحانی	روح الله	کرمان	کرمان	وحدت	سحر	هرمزگان	بندرعباس
روحانی رهبر	علی	خراسان	مشهد	وزیر بزرگ	سیدمهران	یزد	یزد
سجادپور	امیر	تهران	شمیرانات	وطن دوست	سینا	تهران	تهران
سینا	امیرحسین	خوزستان	اهواز	وفائی	علی	تهران	تهران



دکتر رحمت‌الله رحیمی

استادیار دانشگاه علم و صنعت ایران و نماینده وزارت آموزش و پرورش  
در انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران



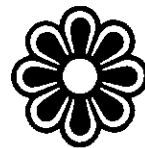
## ارائه شده در میزگرد

### چکیده

در این مقاله فعالیت سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی و ادارات آموزش و پرورش در زمینه گسترش آموزش شیمی و ارتباط آن با المپیاد بین‌المللی ارائه شده، همچنین نحوه عملکرد المپیاد داخلی و شرایط چگونگی اجرای المپیاد بین‌المللی مورد بررسی قرار گرفته است.

در دنیای کنونی فعالیت‌های علمی در سطح پیش‌دانشگاهی به صورت مسابقه‌های بین‌المللی تحت نام «المپیاد» به نمایش گذاشته می‌شود. المپیادهای برگزار شده در رشته‌های علمی تاکنون در زمینه‌های ریاضی، کامپیوتر، فیزیک و شیمی بوده است. و سوابق المپیاد بین‌المللی هر کدام از این رشته‌ها متفاوت است، از میان آنها المپیاد بین‌المللی شیمی هست که سابقه ۲۸ ساله دارد. بخش المپیاد گروه شیمی ایران، فعالیت‌های خود را نشأت گرفته از فرمایشات رهبر کبیر انقلاب اسلامی ایران امام خمینی (ره) که فرمودند: «مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جستجو و کشف واقعیتهای و حقیقتهاست» جهت داده است تا در صحنه‌های بین‌المللی ایران اسلامی را به جهانیان بشناساند. در این زمینه تاکنون سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش ایران برای شناساندن اهمیت روزافزون شیمی در زمینه‌های متفاوت علمی و به منظور اعتلای سطح آموزش شیمی و گسترش ارتباط علمی بین معلمان و دانش‌آموزان سراسر کشور، توانسته است، پنجمین المپیاد شیمی ایران را بین دانش‌آموزان مدارس متوسطه سراسر کشور برگزار کند، و از دومین المپیاد شیمی ایران چهار نفر از جمع شش نفر آموزش‌دیدگان انتخاب شده را به بیست و پنجمین المپیاد بین‌المللی شیمی که در ایتالیا برگزار شد اعزام کند. این نخستین باری بود که دانش‌آموزان ایران در المپیاد بین‌المللی شیمی

المپیاد و کارنامه فعالیت‌های گروه شیمی ایران





# کنگره مهندسی شیمی ایران ۱۳۷۳

چهار ساعت به طول می انجامد.

(پ) از میان کل دانش آموزان شرکت کننده از استانهای کشور، حدود چهل دانش آموز انتخاب می شوند.

(ت) تعداد چهار نفر از دانش آموزان انتخاب شده از مرحله اول به مدت ده هفته در اردوگاه المپیاد در تهران دوره آموزشی خواهند داشت. این دوره از اول تیرماه همان سال آغاز می شود که شامل آموزشهای نظری (تئوری) و آزمایشگاهی (عملی) است.

(ث) پس از اتمام دوره آموزشی مرحله اول، شش نفر انتخاب می شوند که می توانند تا تابستان سال آینده ضمن شرکت در کلاسهای چهارم مدارس مربوط با کمیته المپیاد شیمی مرتباً در ارتباط باشند. ضمناً این تعداد شش نفر بدون امتحان کنکور در هر رشته دلخواه دانشگاهی می توانند ادامه تحصیل دهند.

(ج) در پایان سال تحصیلی این شش نفر در یک دوره آموزشی فشرده قرار می گیرند که در مرحله دوم آزمون شرکت می کنند. چهار نفر از بین آنها برگزیده شده تا به المپیاد بین المللی شیمی که در تابستان همان سال برگزار می شود اعزام شوند. البته گفتن و نوشتن مراحل فوق بنظر ساده می رسد، اما انجام آنها بسیار سخت و نیاز به صبر و تحمل زیاد دارد که بجاست از همه افراد کمیته المپیاد شیمی و بخصوص مسئول گروه شیمی دفتر برنامه ریزی و تألیف سیدرضا آقاپور مقدم قدردانی و تشکر نمود.

## شرایط و چگونگی اجرای المپیاد بین المللی

نخستین المپیاد بین المللی شیمی در سال ۱۹۶۸ م در کشور چک و اسلواکی با شرکت سه کشور اروپایی لهستان، مجارستان و چک و اسلواکی برگزار شد. هیأت داوران متشکل از سرپرستان دانش آموزان هر کشور بود که مسئولیت اجرای همه

شرکت کردند و توانستند مدالهای افتخار را برای کشور خود کسب کنند. نکته قابل توجه اینکه در تاریخ المپیاد بین المللی شیمی بی سابقه بوده است که کشوری برای نخستین بار شرکت کند و همه اعضای شرکت کننده بتوانند مدال کسب کنند. این خود یک افتخار و سربلندی برای ملت ایران است. عنوان کارهایی که پس از انقلاب شکوهمند اسلامی تاکنون در گروه شیمی آموزش و پرورش صورت گرفته بقرار ذیل می باشد.

۱- تألیف و بررسی کتابهای شیمی دبیرستان، هنرستانهای

آموزش فنی و آموزش حرفه ای بهداشتی و تربیت معلم

۲- تهیه و تدوین مقاله های مجله رشد آموزش شیمی

۳- برگزاری جلسه های سخنرانی شیمی

۴- برگزاری دوره های کارآموزی و بازآموزی معلمان

شیمی تهران و استانها

۵- شرکت در کنگره ها و سمینارهای وابسته به شیمی و

تهیه پرسشها و تدارک لازم برای المپیاد شیمی

۶- تألیف کتاب معلم (روش تدریس) و غیره ...

شرایط و چگونگی اجرای مسابقه های المپیاد داخلی به شرح زیر است.

(الف) دانش آموزان سال سوم دبیرستان که دارای شرایط

زیر هستند برای مرحله اول رقابت انتخاب خواهند شد.

۱- معدل کل مساوی یا بالاتر از هجده باشد.

۲- معدل شیمی سالهای اول و دوم و ثلث دوم سال سوم

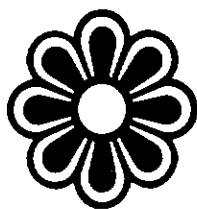
بایستی بالاتر یا برابر هجده باشد.

۳- معدل دروس ریاضی و فیزیک سال دوم بایستی بالاتر

یا برابر هجده باشد.

(ب) انتخاب شدگان بالا در نیمه اول اردیبهشت هر سال

در نخستین مرحله رقابت شرکت می کنند. آزمون مسابقه به مدت



میزبان برای این دو گروه پرسشهای آماده سازی را تهیه نمی بیند.

### تقسیم بندی گروه ها بقرار زیر است:

۱- آن دسته از موضوعاتی که برنامه اصلی شیمی دبیرستان را تشکیل می دهند.

۲- آن دسته از موضوعاتی که در بیشتر دبیرستانها تدریس نمی شود، ولی از دانش آموزان سطح المپیاد انتظار می رود که با آنها آشنا شده باشند.

۳- آن دسته از موضوعاتی که اصلاً در برنامه شیمی دوره دبیرستان نمی باشد.

برای کشور میزبان دیگر ضرورت تهیه مسائل آماده سازی برای دو گروه اول و دوم وجود ندارد اگر چه برای گروه دوم، لیست موضوعات خاص که ممکن است بخشی از آزمونهای المپیاد باشد داده می شود. المپیاد بین المللی شیمی معمولاً در نیمه اول ماه جولای هر سال میلادی انجام می گیرد که به مدت دو هفته به طول می انجامد. در ارتباط با هزینه برگزاری المپیاد، کشور میزبان هزینه های دانش آموزان و سرپرستان کشورهای شرکت کننده در المپیاد را متقبل می شود بجز ناظران را که می بایست مخارج آنها را کشور مبدأ پرداخت کند که در حال حاضر، هر ناظر می بایستی مبلغ ۱۵۰۰ دلار به کشور میزبان ارسال نماید. البته مبلغ فوق را در سال ۱۹۹۲ کشور آمریکا معین کرد، به بیان دیگر بدعت گذاشت.

در سال آینده (۱۳۷۵)، بیست و هشتمین المپیاد بین المللی شیمی قرار است که در کشور کانادا برگزار شود. در این ارتباط، دوره های آماده سازی دانش آموزان هم اکنون بسیار فعال است، که بخواست خدای متعال و پشتیبانی و پیگیری جدی مسئولان محترم آموزش و پرورش امید است که نتایج بهتری نصیب کشور عزیز ایران اسلامی شود.

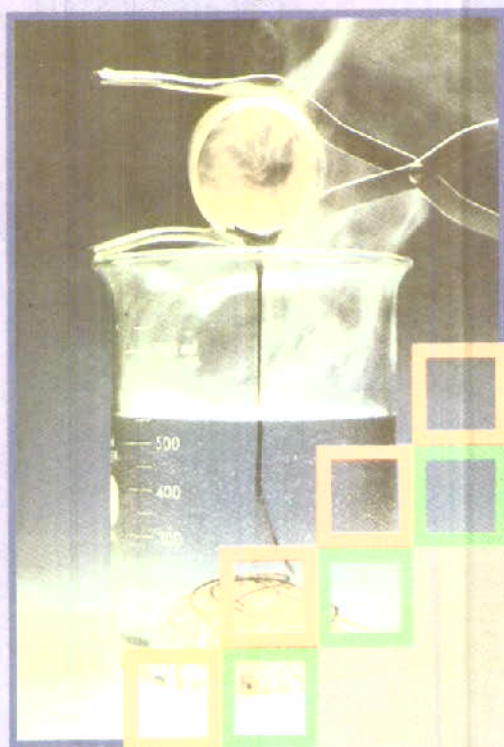
برنامه های رقابت دانش آموزان را به عهده داشتند. رقابت های دانش آموزان در دو مرحله انجام می گرفت. مرحله نخست، امتحان نظری بود که به مدت چهار ساعت به طول می انجامید. مرحله دوم قسمت آزمایشگاهی بود که مجموع نمره های کسب شده از دو مرحله، موقعیت شرکت کننده را در کسب مدال ارزیابی می کرد. در سالهای اخیر که مجموع کشورهای شرکت کننده بیش از ۴۰ کشور می باشد، دستور کلی المپیاد فرق کرده است. به این ترتیب که کشور میزبان مسئولیت همه امور المپیاد را به عهده می گیرد. هیأت جهانی داوران تنها در پرسشهای طرح شده از سوی کشور میزبان حق اظهار نظر دارند اما تغییر اصل پرسش تنها در حیطه اختیارات کشورهای میزبان است. در طی جلسه ژوری، کشورهای میزبان سالهای آینده نیز مشخص می شود. البته تا حال کشورهای میزبان بطور داوطلب تا پنج سال آینده خود را معرفی می کنند. در تصحیح اوراق آزمون، طراحان سوال و سرپرستان گروه اعزامی، پرسشها را به طور جداگانه نمره گذاری می کنند، که موافقت هر دو در جلسه داوران نمره نهایی را معین می کند که بوسیله آن تعداد مدالها مشخص می شود. کشور میزبان المپیاد سال بعد، در اوائل سال میلادی به کشورهای می فرستد و همچنین از تعدادی از کشورهای دیگر هنوز شرکت نکرده اند خواسته می شود تا ناظر بفرستند. پس از کسب پاسخ مثبت تعدادی از پرسشهای آماده سازی را همراه پاسخ به کشورهای عضو المپیاد ارسال می دارد. البته این قسمت در سال اخیر فرق کرده است به این ترتیب که کشور میزبان پرسشها را به سه گروه تقسیم کرده است که تنها برای گروه سوم، پرسشهای آماده سازی تهیه می نماید که این گروه شامل موضوعاتی است که در اکثر برنامه های درسی دبیرستان نیست ولی دو گروه دیگر را که دارای موضوعات اصلی برنامه های دبیرستانی هستند، کشور



رنگ‌شناساگرهای گوناگون در PH های متفاوت



دوره پیش دانشگاهی - رشته های علوم تجربی و علوم ریاضی



۲۸۹/۱

نام کتاب شیمی ۱ و ۲ دوره پیش دانشگاهی - رشته علوم تجربی و علوم ریاضی کد ۲۸۹/۱  
مؤلفان: دکتر حسین آفاتی، سیدرضا آقاپور مقدم، مرتضی خلخالی، دکتر محمدرضا سعیدی، دکتر علی سیدی اصفهانی و دکتر منصور عابدینی

این کتاب ۱۳ فصل دارد: فصل ۱ (جدول تناوبی عنصرها)، فصل ۲ (پیوند کووالانسی و شکل هندسی مولکولها)، فصل ۳ (محلولها و خواص وابسته به غلظت آنها)، فصل ۴ (الکتروشیمی)، فصل ۵ (بررسی گروهی عنصرها) فصل ۶ (بررسی دوره ای عنصرها)، فصل ۷ (عنصرهای واسطه و متالورژی آهن، مس و آلومینیم)، فصل ۸ (شیمی آلی یا شیمی ترکیبهای کربن)، فصل ۹ (آلکنها، آلکینها)، فصل ۱۰ (سیکلو آلکانها)، فصل ۱۱ (برخی ترکیبهای اکسیژن دار)، فصل ۱۲ (برخی ترکیبهای آلی نیتروژن دار)، فصل ۱۳ (پلیمرها).