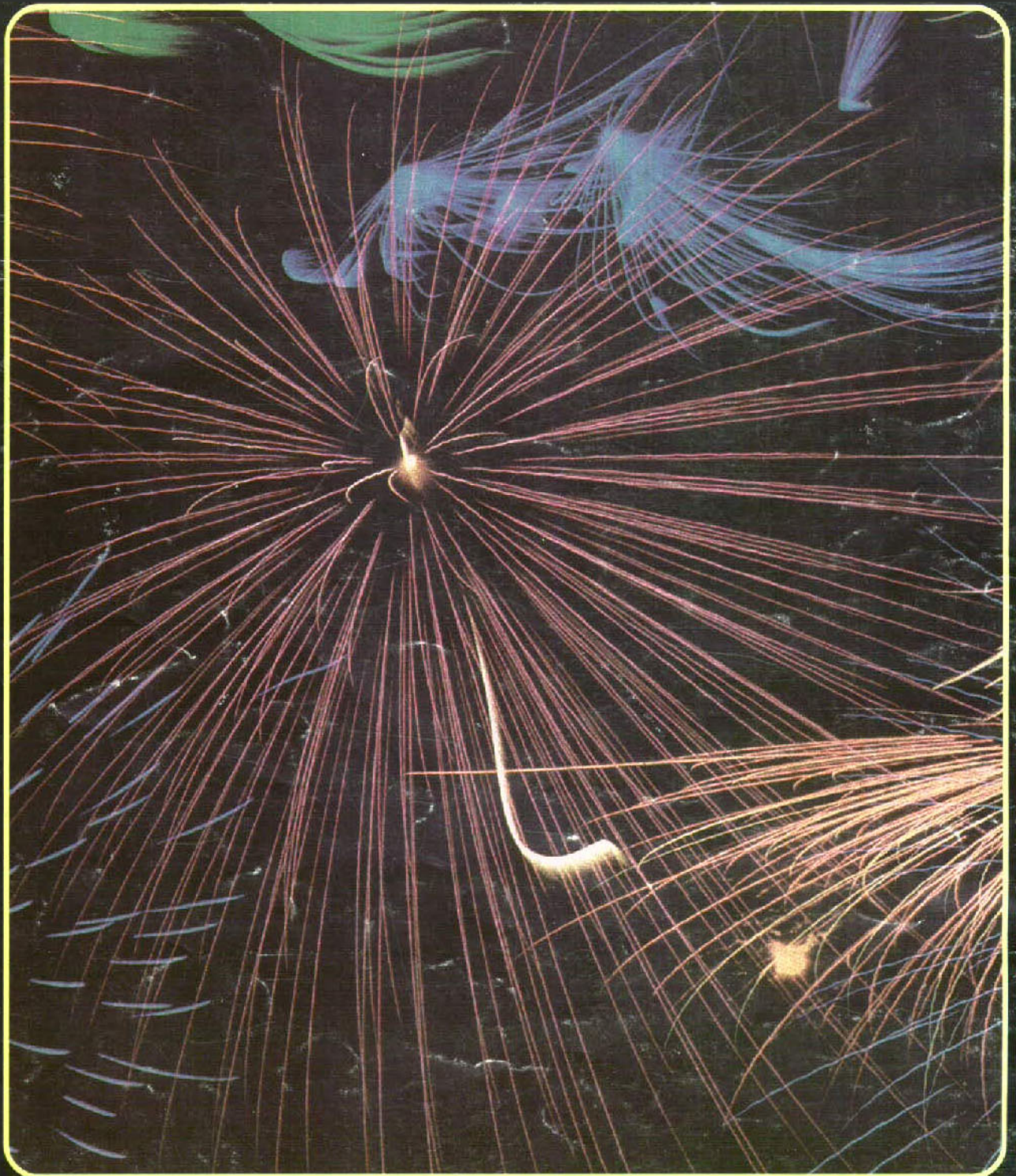


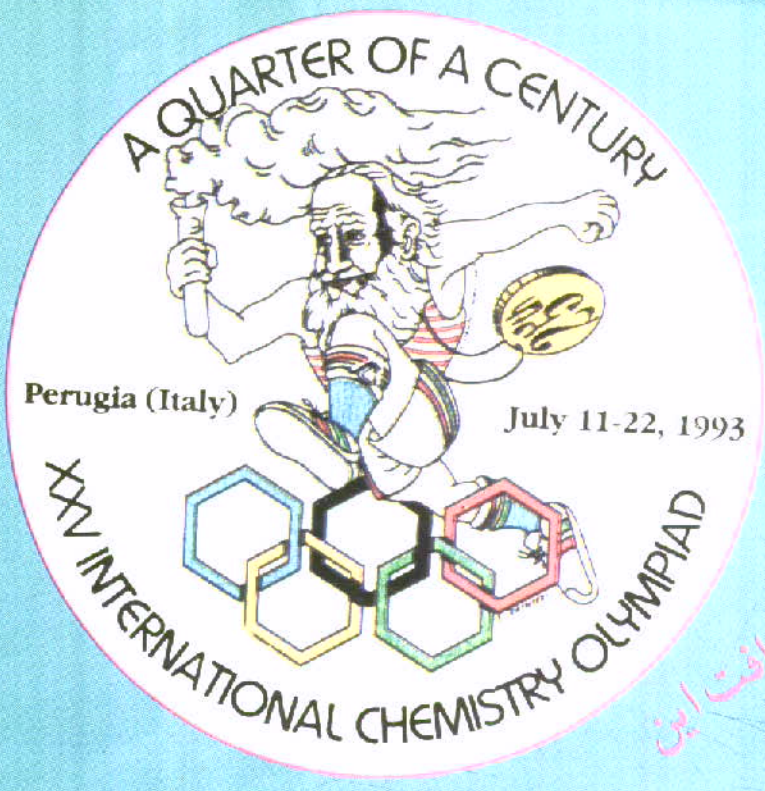
# رشد آموزش شیمی

بها: ۲۵۰ ریال

سال دهم - زمستان ۷۲ - بهار ۱۳۷۳ - شماره مسلسل ۲۸-۲۹



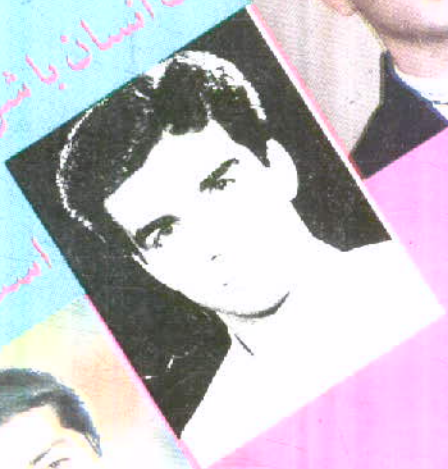




با ارزشترین تخصصهای



یک انسان با شرافت این



است که علم و فهمش



در نظرش



بزرگ جلوه نکند.

«نهج البلاغه»



طایر ضیاء سعیدی  
مختلر ضیاء اکبری

بابک افشاریان

محمد شماری

روزبه خفاری

ایمان ضیاء من زاده



وزارت آموزش پرورش

سازمان پژوهش‌ها و برنامه‌ریزی آموزشی

## دند آموزش شیمی

سال دهم - زمستان ۷۲ - بهار ۱۳۷۳ - شماره مسلسل ۳۸ - ۳۹

نشریه گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی سازمان

پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش

نشانی: تهران - صندوق پستی ۳۶۲ - ۱۵۸۵۵

تلفن: ۴ - ۸۳۹۲۶۲ داخلی ۴۲

سردبیر: سیدرضا آقابور مقدم

شورای نویسندگان

حده امینی

دکتر حسین آقایی

سیدرضا آقابور مقدم

دکتر رحمت‌الله رحیمی

دکتر محمدرضا ملاردی

محمدباقر حلالی

دکتر سعید روحی لاریجانی

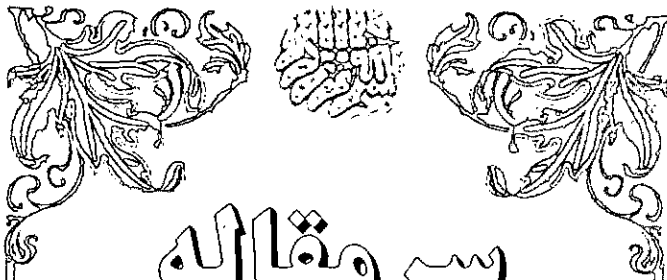
مسئول هماهنگی و تولید: فتح‌الله فروغی

امور فنی، صفحه‌آرا و رسم: علی نجمی

دستیار ناظر چاپ: محمد کشمیری

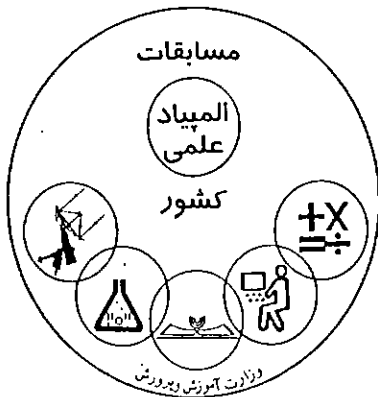
مجله رشد آموزش شیمی هر سه ماه یک بار به منظور اعتلای دانش دبیران و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر دانش‌پژوهان در این رشته منتشر می‌شود. جهت ارتقاء کیفی آن نظرات ارزشمند خود را به صندوق پستی تهران ۳۶۲ - ۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.

۳	سرمقاله	سردبیر
۶	حاج آقای دکتر حداد عادل (گزارش)	دکتر منصور عابدینی
۸	تولد یک کتاب شیمی دبیرستانی جدید	مرتضی خلخالی
	چرا اثرهای نسبتی در کتابهای درسی راد نیافته است	
۲۶	دکتر محمدرضا ملاردی، دکتر حسین آقابور مقدم	دکتر محمدرضا ملاردی، مدلل نیروی دافعه زوج
۳۴	دکتر منصور عابدینی	
۴۲	دکتر علی سیدی اصفهانی	شیمی و زندگی
	دکتر محمدرضا ملاردی	آموزش شیمی بررسی جنبه‌های کلی روندهای تناوبی ...
۴۴	دکتر محمدرضا ملاردی	
۴۸	حسام امینی	آزمون شیمی و پاسخ آن ۷۲ - ۷۳
۵۶	غلامحسین لطیفی	تأثیر حلال در خواص ماده حل‌شدنی
۵۸	دکتر رحمت‌الله رحیمی	عنصرهای بور و آلومینیم
	دکتر رحمت‌الله رحیمی	اتانول از دیدگاه شیمی پزشکی و ریست شیمی
۶۲	سیدرضا آقابور مقدم	
۷۲	صدیقه براهیمی فراهانی	نیم رساناها
	دکتر آقایی، دکتر رحیمی	مسأله نظری شماره ۱ شیمی معدنی
۷۹	دکتر عابدینی، دکتر آقایی، دکتر رحیمی	
۸۶	دکتر عابدینی، دکتر آقایی، دکتر رحیمی	رشدی‌نانه دکتر فرحان
۸۸		آشنایی با کتاب



# سرمقاله

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جستجو و کشف واقعیتها و حقیقتهاست. «امام خمینی (ره)»



دولت جمهوری اسلامی ایران

چند سالی است که دانش‌آموزان دوره دبیرستان در ایران با المیاد جهانی ریاضی، فیزیک و کامپیوتر آشنا شده‌اند و در این مدت تعداد قابل توجهی از دانش‌آموزان برجسته سراسر کشور با شرکت در این مسابقه‌های علمی به دریافت مدال طلا، نقره و برنز نائل آمده‌اند.

امسال برای نخستین بار چهارتن از دانش‌آموزان دبیرستانهای ایران (روزبه غفاری، محمد اکبری، علیرضا حریری و بابک فغفوریان) در بیست و پنجمین المیاد جهانی شیمی نیز شرکت کردند که از ۱۱ تا ۲۲ ژوئیه ۱۹۹۳ در شهر پروچیا در ایتالیا برگزار شد. دانش‌آموزان ایرانی در این مسابقه یک مدال نقره و سه مدال برنز گرفتند.

آمادگی شرکت در المیاد جهانی شیمی با کوشش مسئولان محترم سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی وزارت آموزش و پرورش در چند سال گذشته فراهم شد. یکی از شرایط اصلی شرکت در المیاد جهانی شیمی این است که نخست کشور داوطلب دو نفر ناظر برای آشنایی با چگونگی برگزاری این مسابقه به کشور برگزار کننده

بر اساس دستورالعملی که در سال ۱۳۷۳ توسط وزارت آموزش پرورش و سازمان پژوهش‌ها و برنامه‌ریزی آموزشی تدوین شد، در آزمون علمی، ناظران، ناظران علمی، ناظران فیزیکی و نظری (تالیف و تصحیح) تعیین شده است.



اعزام دارد به این منظور در ژوئیه ۱۹۹۱ که بیست و سومین المپیاد جهانی شیمی در شهر لوتس<sup>۲</sup> در لهستان برگزار شد. آقایان دکتر فتح... مضطرزاده و سیدرضا آقابور مقدم به عنوان ناظر در این المپیاد شرکت کردند. در سال تحصیلی ۷۰-۱۳۶۹ نخستین المپیاد ملی شیمی در سطح کشور در بین دانش‌آموزان سال چهارم نظری که واجد شرایط بودند برگزار شد و تعدادی از دانش‌آموزان برجسته برگزیده شدند تا پس از طی یک دوره آموزشی چهار نفر از آنها برای شرکت در بیست و چهارمین المپیاد جهانی شیمی که در ژوئیه ۱۹۹۲ در شهر پیتسبورگ در آمریکا برگزار می‌شد روانه شدند. در آن سال کشور میزبان از فرستادن دعوتنامه برای تیم ایران سر باز زد و به ناچار دوباره از سوی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی درسی آقایان دکتر رحمت... رحیمی و دکتر رضوانی که سرگرم تحصیلات پایانی در آمریکا بودند به عنوان ناظر معرفی شدند تا برای شرکت در بیست و پنجمین المپیاد حق کشور ایران محفوظ بماند. دومین المپیاد ملی شیمی در سال تحصیلی ۷۱-۱۳۷۰ برگزار شد و از بین بیش از سی نفر دانش‌آموز سال سوم نظری که در این مسابقه برگزیده شده بودند، پس از طی یک دوره آموزش در تابستان، شش نفر برگزیده شدند تا خود را برای شرکت در المپیاد بیست و پنجم آماده کند (با توجه به این که نحوه آموزش شیمی دوره متوسطه در کشورها متفاوت است). کشور میزبان بیش از برگزاری المپیاد یک جزوه آماده‌سازی شامل پرسشهای متعدد در زمینه‌های متفاوت شیمی همراه با پاسخ آنها برای تیمهای داوطلب می‌فرستد تا دانش‌آموزان طی یک آموزش فشرده که از سه هفته بیشتر نیست آمادگی لازم را پیدا کنند. البته سطح این پرسشها از سطح برنامه آموزش شیمی در ایران و مطمئناً بسیاری از کشورهای دیگر بالاتر است و در واقع برای فراگیری آنها دانش‌آموز داوطلب باید فردی باهوش، متعهد، علاقه‌مند، با حوصله و با پشتکار و کوشا باشد و آمادگی داشته باشد که بیشتر مطالب را از راه مطالعه آزاد فراگیرد.

برنامه آموزش شیمی دوره دبیرستان در کشور ما

مطابق با برنامه‌های جهانی شیمی و برنامه‌های پیشنهادی یونسکو است اما آن طور که پیداست سطح علمی این المپیادها فراتر از برنامه آموزش متوسطه است. یک بخش از برنامه آزمون المپیاد شیمی شامل آزمون علمی است که ۴۰٪ کل نمره را تشکیل می‌دهد. متأسفانه دانش‌آموزان در گرجه مسکن است از دیدگاه درسهای نظری و فراگیری مطالب پیشرفته‌تر، دشواری نداشته باشند، اما در کار عمی بسیار کمبود دارند و جبران آن طی یک آموزش کوتاه مدت به سختی امکان‌پذیر است. شش نفر دانش‌آموز برگزیده شده از شهرهای شیراز (۲ نفر)، نیشابور (۱ نفر)، رشت (۱ نفر) و تهران (۲ نفر) بودند و طی سال تحصیلی ۷۲-۱۳۷۱ ضمن شرکت در کلاس چهارم نظری در شهر خود همواره به خاطر داشتند که باید با مطالعه پیوسته و طولانی برای شرکت در یک مسابقه بزرگ آماده شوند. برای آموزش عملی این دانش‌آموزان از امکانات آزمایشگاهی دانشگاههای صنعتی شریف، تهران، شهید بهشتی و تربیت معلم بهره‌گیری شد. از بین این شش نفر پس از یک دوره کوتاه آموزش فشرده، از طریق آزمون کتبی نظری و همچنین آزمون عملی مشابه آزمونهایی که ممکن است در المپیاد جهانی انجام بگیرد.

محمد اکبری از تهران، علیرضا حریری از رشت، محمد شعاری از تهران و بابک فغنوریان از نیشابور برگزیده شدند که به همراه دکتر منصور عابدینی سرپرست اول، دکتر رحمت... رحیمی سرپرست دوم و دکتر حسین آقایی به عنوان ناظر در بیست و پنجمین المپیاد جهانی شیمی شرکت کردند که در ایتالیا با همکاری انجمن شیمی ایتالیا و دانشگاه پروچیا برگزار شد. در این المپیاد ۳۸ کشور و رویهم ۱۴۸ دانش‌آموز شرکت داشتند. محل اقامت دانش‌آموزان حدود ۱۶ کیلومتر از محل اقامت سرپرستها فاصله داشت و در طول جلسه‌های طرح پرسش و همچنین برگزاری آزمونها رابطه تلفنی بین این دو محل قطع بود. برای دانش‌آموزان هر کشور یک راهب با همان ملیت و آشنا به زبان ایتالیایی از سوی کشور میزبان معین شده بود که در همه مدت ده روز همراه دانش‌آموزان بودند. جلسه‌های ژوری<sup>۳</sup> (گروه داوران) با گردهمایی سرپرستهای تیمها و افراد ناظر از کشورهای متفاوت تشکیل می‌شد و ریاست جلسه با کشور میزبان





که به هر ۱۹ نفر اول مدال طلا داده شود به این ترتیب یک مدال از تعداد مدالهای نقره کم کردند. ۳۲ نفر برنده مدال نقره و ۴۶ نفر هم برنده مدال برنز شدند. نکته جالب این بود که تا جلسه پایانی المپιάد که در یک بنای تاریخی در مرکز شهر برگزار شد، نمی‌توانستیم وضع مدالهای دانش‌آموزان کشور خود را به درستی حدس بزنیم. در آن جلسه نام برندگان با مدال برنز از کمترین امتیاز به بالا را آوردند در آن جلسه بی‌بردییم که دانش‌آموزان ما، شعاری، اکبری و حریری برنده مدال برنز و فغفوریان برنده مدال نقره است. در پایان به خارج از سالن در محوطه میدان شهر جمعیتی حدود ۴۰۰ نفر گرد آمده بودند و دانش‌آموزان خوشحال و خندان عکس می‌گرفتند. سرپرستهای بیشتر کشورها به ویژه روسیه، انگلستان، کانادا و امریکا به تیم ایران تبریک گفتند و اظهار داشتند در تاریخ المپιάد جهانی شیمی سابقه نداشته است که تیمی برای نخستین بار هر چهار عضو آن برنده مدال شده باشند. این اظهار نظرها مایه دلگرمی و تشویق دانش‌آموزان کشور ما بود. گرچه رده‌بندی تیمها از سوی کشور میزبان هنوز به‌طور رسمی اعلام نشده است، اما با توجه به بخش مدالها و امتیاز دانش‌آموزان، کشور ما بین ۳۸ کشور شرکت کننده در ردیف شانزده خواهد بود. پس از فراغت از امتحان دانش‌آموزان فرصت داشتند که در برنامه‌های ورزشی شرکت کنند و همچنین با سفر به شهرهای روم، فلورانس و گویر با آثار تاریخی، فرهنگی و هنری ایتالیا آشنا شوند. روحیه دانش‌آموزان کشور ما در این مدت خوب بود و آنها نشان دادند که شایستگی رقابت با دانش‌آموزان ممتاز از کشورهای دیگر را دارند.»

شرکت در این المپιάد مشوق خوبی برای جلب توجه دانش‌آموزان به اهمیت درس شیمی است امیدواریم با یاری خدا مسئولان محترم آموزش و پرورش کشور به اهمیت و ارزش کارهای عملی در سطح دبیرستان نیز توجه بیشتری داشته باشند.

1. Perugia

2. Lodz

3. jury هیأت ممتحنه، هیأت منصفه، هیأت خبرگان (واژه فرانسوی)

بود. از سوی هر کشور سرپرست اول آن در رای‌گیری جلسه‌ها شرکت می‌کرد. در نخستین جلسه زوری دو پرسش برای آزمون عملی طرح شد و مدت این آزمون ۴ ساعت معین شد. طرح پرسش از امتیازهای کشور میزبان است و از این رو چارجوب پرسشها تغییر نمی‌کند اما عضوهای زوری با بحث درباره هر پرسش اصلاحاتی را که سودمند تشخیص می‌دهند مطرح می‌کنند که پس از گفتگوی موافق و مخالف در صورت تصویب مورد توجه قرار می‌گیرد. عضوهای زوری همچنین درباره امتیاز هر پرسش و بارمندی آن و طول مدت آزمون اظهار نظر می‌کند و رأی‌گیری به عمل می‌آید. پس از انجام آزمون عملی، پرسشهای آزمون نظری مطرح شد. این قسمت

۶۰٪ کل نمره را تشکیل می‌دهد. در هر یک از زمینه‌های شیمی معدنی، شیمی تجزیه و شیمی فیزیک یک پرسش و در زمینه شیمی آلی هم دو پرسش طرح شده بود که پس از گفتگوی زیاد به ویژه درباره پرسش شیمی تجزیه که در زمینه کروماتوگرافی بود و کاملاً جنبه تخصصی داشت با انجام اصلاحاتی به تصویب رسید. مدت آزمون نظری نیز ۴ ساعت معین شد. پس از برگزاری آزمون نظری، تصویر برگهای آزمون دانش‌آموزان هر کشور به سرپرست آنها تحویل داده شد تا مطابق بارمبندی مصوب تصحیح شود. این برگها همچنین توسط طرح کنندگان پرسشها از کشور میزبان تصحیح شد و سپس در یک جلسه هر یک از سرپرستها فرصت داشتند که درباره موارد اختلاف با مصحح برگ امتحانی از کشور میزبان بحث کنند و به توافق برسند. نکاتی را که منطقی بود به راحتی می‌پذیرفتند و درباره نکاتی هم که رأی خود را صائب می‌دانستند به سادگی زیر بار نمی‌رفتند. رفتار آنها با سرپرستها صمیمانه و از روی تفاهم متقابل بود. در جلسه نهایی زوری که درباره توزیع مدالها تصمیم گرفته شد، نمردهای دانش‌آموزان را اعلام کردند که براساس یک رابطه ریاضی به اعداد غیرواقعی مبدل شده بود طبق تصمیم کمیته المپιάد به حداقل ۸٪ و حداکثر ۱۲٪ دانش‌آموزان مدال طلا داده می‌شود. کشور میزبان برای برندگان طلا دست کم تعداد را پیشنهاد کرده بود زیرا نمره ۷ نفر بعدی یکسان بود و با منظور کردن آنها جمع

برندگان طلا از حداکثر بیشتر می‌شد. اما زوری رأی داد

جناب آقای دکتر حداد عادل  
معاونت محترم وزارت آموزش و پرورش

احتراماً، به لطف جنابعالی این افتخار نصیب من شد که به عنوان سرپرست اول به اتفاق آقای دکتر رحیمی سرپرست دوم و آقای دکتر آقایی به عنوان ناظر در معیت چهار دانش آموز ممتاز کشور در بیست و نهمین المپیاد شیمی که از ۱۱ تا ۲۲ ژوئیه ۱۹۹۳ در دانشگاه پروجیا در ایتالیا برگزار شد شرکت کنم. در این المپیاد ۳۸ کشور با جمعاً ۱۴۹ دانش آموز شرکت داشتند و تعدادی از کشورها علاوه بر دو سرپرست یک یا چند ناظر فرستاده بودند و ۱۲ کشور یکی از اعضا تیم خود را برای بار دوم به المپیاد آورده بودند.

در روز دوشنبه ۱۲ ژوئیه بیست و نهمین المپیاد شیمی رسماً افتتاح شد و آقای دکتر کاپوتو رئیس این المپیاد هدف از برگزاری المپیاد بیست و نهم را ایجاد تفاهم بین جوانان برجسته از کشورهای مختلف جهان و رقابت علمی آنان اعلام کرد. در این جلسه وابسته فرهنگی جمهوری اسلامی ایران در رم حضور داشتند.

بعد از ظهر روز دوشنبه امتحان عملی مورد بررسی زوری قرار گرفت و پس از تصویب در مورد ترجمه آن به زبان فارسی اقدام شد و چون معلوم شده بود که با دستگاه چاپگر موجود در آن دانشگاه چاپ متن فارسی امکان ندارد، اینجانب متن ترجمه شده را با دست نوشتم. دانش آموزان روز سه شنبه ۱۳ ژوئیه به مدت ۴ ساعت برای امتحان عملی به رقابت پرداختند. یکی از آزمایشها مربوط به اکسید کردن مقدار کمی از یک ماده آلی و سپس ایزومری کردن آن در محیط قلبایی بود و نهایتاً دانش آموز می بایست ترکیب نهایی را متبلور و نقطه ذوب آن را گزارش کند. برای نقطه ذوب درست این ترکیب ۲۰ نمره در نظر گرفته شده بود. در مورد این آزمایش دانش آموزان

اکثر کشورها از جمله دانش آموزان کشور ما مشکل داشتند. امتحان عملی دوم هم یک سنجش حجمی بود. در این مورد فقط آقای فغفوریان توانست از ۱۶ نمره مربوط ۱۳ نمره کسب کند و در صد خطای آزمایش برای سه دانش آموز دیگر در محدوده ای قرار گرفته بود که امتیاز کمی به آنها تعلق گرفت. در برنامه ریزی المپیاد بعدی باید ساعات بیشتری را به کار عملی اختصاص دهیم تا مهارت دانش آموزان ما بیشتر شود. در روز چهارشنبه ۱۴ ژوئیه سوالات نظری مورد بررسی زوری قرار گرفت. همان سوالات نظری مورد بررسی سوالات از طرف کشور میزبان تهیه طور که مستحضرید سوالات از تغییر نمی کند و اعضای زوری می شود و چهارچوب آن جهت اصلاح و یا تغییر امتیاز سوالات فقط پیشنهاداتی در جهت اصلاح و یا تغییر امتیاز سوالات مطرح می کنند. پس از تصویب سوالها متن آن به فارسی برگردانده و با دست نوشته شد. سوال تجزیه از میحث کروماتوگرافی انتخاب شده بود و با اینکه به توصیه زوری معادله های لازم برای حل این مسئله را در متن سوال گنجانند، دانش آموزان ما نتوانستند از این سوال نمره کامل بگیرند. سوال شیمی فیزیک شامل چند بند بود. در این مورد هم دانش آموزان ما بجز بند اول مسئله که شامل روابط شناخته شده ترمودینامیکی بود در حل بندهای دیگر این مسئله مشکل داشتند و نتوانستند نمره کامل بگیرند. دو سوال در زمینه شیمی آلی و یک سوال در زمینه شیمی هسته ای مطرح شده بود که دانش آموزان ما برای حل آنها مشکل چندانی نداشتند. پس از دریافت فتوکپی ورقه های

تحتانی مطابق با رمبندی تصویب شده از طرف ژوری به  
صحيح ورقه‌ها پرداختيم و سرانجام در روز دوشنبه ۱۹  
روثيه هر تيم به مدت ۵۰ دقيقه فرصت داشت که با  
استادان دروس مربوط از کشور ميزبان که تصحيح اوراق  
را به عهده داشتند در مورد نکات مورد اختلاف به بحث  
بپردازند. در مورد شيمي تجزيه ما به بعضی از بندهای  
مسئله نمره کامل داده بوديم که مورد موافقت قرار  
نگرفت. در مورد شيمي فزيک موفق شديم در مورد امتياز  
بعضی از بندهای مسئله به نفع دانش‌آموزان کشور خود به  
توافق برسيم.

استادان کشور ميزبان در عين حال که با سرپرستها  
برخورد صميمی و محترمانه داشتند به آسانی تحت تأثير  
استدلالهای استادان کشورهای ديگر قرار نمی‌گرفتند و  
تغيير نظر آنها برای کسب امتياز بیشتر مشکل بود. روز  
سه شنبه ۲۰ ژوئيه جلسه نهایي ژوری برای تخصيص مدالها  
تشکيل شد. نمرات دانش‌آموزان از طرف کشور ميزبان  
براساس یک معادله ریاضی به اعداد چند رقمی تبدیل شده  
بود تا اعضای ژوری نتوانند حدس بزنند که این اعداد با  
کدام نمره مطابقت دارد. به این ترتیب در تخصيص مدالها  
جانب بی‌طرفی رعایت شده بود. سرانجام در روز  
چهارشنبه ۲۱ ژوئيه در جلسه اختتامیه معلوم شد که آقای  
فغفوریان برنده مدال نقره و آقایان حریری، اکبری و  
شعاری برنده مدال برنز هستند و این موضوع موجب  
خوشحالی اعضای تيم ايران شد.

پس از خاتمه این جلسه بیشتر سرپرستها از  
کشورهای ديگر که سابقه طولانی در المپياد شيمي دارند  
این موفقیت را به اعضای تيم ايران تبریک گفتند و اظهار  
داشتند که تا به حال سابقه نداشته تيمي برای بار اول  
شرکت کند و تمام اعضای تيم برنده مدال شده باشند.  
رده‌بندی تیمها را بعداً کشور ميزبان به طور کتبی اعلام  
خواهد کرد ولی براساس تعداد مدالهای طلا، نقره و برنز  
کسب شده به وسیله کشورهای مختلف، تيم ايران در بین  
۳۸ کشور شرکت کننده رتبه پانزدهم یا شانزدهم خواهد  
بود. پس از فراغت از امتحانات عملی و نظری از طرف  
مسئولين المپياد کشور ایتالیا برنامه‌های متعددی برای  
سرپرستها و دانش‌آموزان جهت آشنایی با آثار تاریخی،  
هنری و فرهنگی ایتالیا ترتیب داده شده بود. در این مدت  
از شهرهای رم، پروجیا، فلورانس، تورجیانو و گوئیو دیدن

کرديم. برنامه‌ریزی، سازماندهی و پذیرایی از طرف کشور  
ميزبان بسیار عالی بود.  
در پایان از طرف سرپرست تيم نروژ که برگزارکننده  
المپياد سال ۱۹۹۴ خواهد بود دعوت‌نامه رسمی به تيم  
ايران تسلیم شد. همچنین ژوری پیشنهاد وزارت آموزش  
و پرورش چین را برای ميزبانی المپياد ۱۹۹۵ و کشور  
روسیه را برای المپياد ۱۹۹۶ با مسرت پذیرفت. در این  
المپياد مقرر شد که سرپرست هر تيم یک گزارش سه  
صفحه‌ای شامل بیوگرافی مختصر دانش‌آموزان منتخب  
تيم خود و همچنین سرپرستها، چگونگی انتخاب این  
دانش‌آموزان، مدت آموزش آنها و دو نمونه از سوالاتی که  
برای گزینش دانش‌آموزان مورد استفاده قرار گرفته است  
به المپياد آینده تسلیم کند. نظر به اینکه تيم ايران سه روز  
زودتر از موعد مقرر به شهر رم وارد شده بود جناب آقای  
هدایت‌زاده سفیر محترم جمهوری اسلامی ايران اعضای  
تيم را در محل سفارت پذیرفتند و ناهار مهمان جناب  
سفیر بوديم بعد هم به دستور ایشان تا زمان انتقال به  
پروجیا در یک محل مناسب اقامت داشتيم و از ما پذیرایی  
شد. هنگام بازگشت نیز خدمت جناب سفیر بوديم از ما به  
ناهار پذیرایی شد. تيم ايران صمیمانه از محبت‌های جناب  
سفیر ممنون و سپاسگزار است.

با عرض احترام و تشکر  
منصور عابدینی سرپرست تيم المپياد شيمي اعزامی به ایتالیا

**مقدمه تاریخی-** همگام با پیشرفت شیوه‌های برنامه‌ریزی درسی و روشهای تدریس- یادگیری در سطح جهانی و به ویژه طی ۳ دهه اخیر، شاهد تولد طرحهای آموزشی جدیدی برای هر یک از قلمروهای درسی دوره‌های دبستانی، راهنمایی و متوسطه بوده‌ایم. این طرحها اغلب شامل کتابهای دانش‌آموز، راهنمای معلم و فعالیتهای آزمایشگاهی، همچنین کیت‌های فعالیتهای عملی، فیلم، فیلمهای ویدیویی، ورقه‌های شفاف پروژکتور اورهد و اسلاید، و اخیراً دیسکها و نرم‌افزارهای کامپیوتری بوده است. این گونه مواد آموزشی توسط تیمهایی از متخصصان رشته درسی، برنامه‌ریزی درسی، تکنولوژیستهای آموزشی و برخی معلمان کارآموده طراحی شده و می‌شوند.

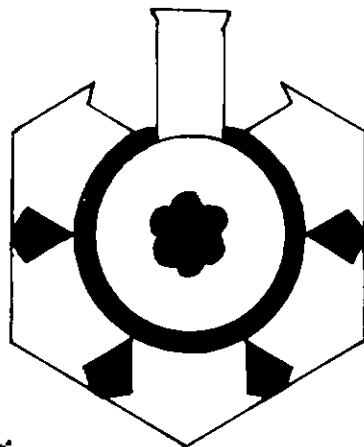
در قلمرو آموزش شیمی متوسطه، همکاران عزیز لااقل، با یکی از این طرحها به نام Chem Study آشنایی دارند. این طرح در سال ۱۹۶۳ در ایالات متحده آمریکا با به عرصه وجود گذاشت، کتاب دانش‌آموز این طرح تحت نام «شیمی: علم آزمایشی» در ایران در سال ۱۳۵۲ توسط آقای احمد خواجه‌نصیرطوسی به فارسی برگردانده و در دانشسراهای راهنمایی آن زمان تدریس شد. افزون بر ایران، کتابهای این طرح در بیش از ۳۰ کشور جهان ترجمه و مورد استفاده قرار گرفت. مهمترین ویژگی این طرح جمع‌آوری داده‌های آزمایشی، طبقه‌بندی آنها، کشف نظامهای علمی و انجام پیشگویی‌هاست. طرح Study Chem طی دهه هفتاد سه مرتبه توسط سه ناشر و متخصص آموزشی، به شیوه‌های مختلف تجدید نظر شد. متأسفانه کتاب راهنمای معلم و ۱۶ حلقه فیلم آموزشی آن هرگز در ایران شناخته نشد.

همزمان با طرح Chem Study، طرح آموزش شیمی دیگری به نام CBA یا Chemical Bond Approach در آمریکا طراحی شد، که این نیز براساس جمع‌آوری داده‌های آزمایشی و کشف نظامهای علمی تدارک شد؛ ولی دیدگاه آن بیشتر جنبه شیمی فیزیکی داشت و براساس نیروهای الکتروستاتیک و پیشگویی خواص بر مبنای کیفیت پیوندها و موقعیت ذره‌ها در ساختار مولکولها پی‌ریزی شد.

## تولد

## یک کتاب شیمی

## دبیرستانی جدید





در انگلستان نیز طرح آموزش شیمی نافیلد با همکاری تیمی از متخصصان شیمی، تعلیم و تربیت و انجمن معلمان شیمی کشور برنامه‌ریزی شد و چندین مرتبه تجدید نظر شد.

معلمانی که طرحهای آموزشی Chem Study، CBA و Nuffield را برای تدریس در کلاس خود انتخاب می‌کردند، دوره‌های کارآموزی خاصی را که تحت نظر متخصصان این طرحها ترتیب داده می‌شد، می‌گذراندند. بدیهی است که به موازات این گونه طرحهای مهم، دهها طرح کوچک و کم اهمیت‌تر توسط متخصصان برنامه‌ریزی آموزش شیمی و ناشران معتبر نیز منتشر شد.

پس از مرور یک دهه در امریکا طرح آموزش شیمی IAC و به عبارتی "APPROACH TO CHEMISTRY"

INTERDISCIPLINARY" منتشر شد. این طرح طی ۶ چند نازک (۶ مدیول module) و در ۶ قلمرو شیمی طراحی شد. این طرح از افراط در تقلید به ساختار نظری و مفهومی علم شیمی کاست و بیشتر روی تلفیق علم شیمی با زندگی و هنر تأکید کرد، و این در جهت افزایش علاقه دانش‌آموزان به شیمی و به کارگیری یادگیرها در زندگی اجتماعی بود. این طرح نیز در ایران ناشناخته ماند.

#### طرح جدید آموزش شیمی ChemCom

یکی از طرحهای آموزشی کاملاً جدید که اخیراً و در دهه ۱۹۹۰ منتشر شد، تحت نام «کیم کام و یا شیمی در جامعه»

"CHEMISTRY IN THE COMMUNITY : ChemCom"

است، که مورد بحث و تحلیل این مقاله و مقاله مکمل بعدی آن است.

هدف از این معرفی و تحلیل، آشنا کردن معلمان عزیز و دست‌اندرکاران برنامه‌ریزی درسی و روشهای تدریس علوم، با برخی ابعاد گسترده طراحی برنامه‌ها و تألیف کتابهای درسی، همچنین چگونگی توجه به هدفهای آموزشی و اعمال روشهای نوین تدریس-یادگیری مناسب برای تحقق بخشیدن به این هدفهاست.

برخی مشخصات طرح آموزش شیمی کیم کام:

تاریخ چاپ اول کتاب دانش‌آموز و کتاب راهنمای معلم:

۱۹۸۸

تاریخ چاپ دوم و تجدید نظر شده که مورد تحلیل قرار

خواهد گرفت: ۱۹۹۳

مجری طرح: انجمن شیمی امریکا (ACS) با پشتیبانی مالی بنیاد ملی علوم (NSF)

ناشر: KENDALL / HUNT PUBLISHING CO

قطع کتاب دانش‌آموز: رحلی و بزرگ (هر صفحه آن شامل دو ستون است). ستون اصلی بر مبنای ۱۱ سانتیمتر متن نوشته‌ها در ۵۵ سطر، و ستون فرعی به پهنای ۵ سانتیمتر برای شکلها، نمودارهای کوچک و زیرنوشته‌ها یا برخی چکیده‌هاست.

تعداد صفحه‌های کتاب دانش‌آموز: ۵۷۱ صفحه قطع رحلی که محتوای هر صفحه آن تقریباً معادل ۲ صفحه قطع وزیری معمول در کتابهای درسی ایران است. به عبارتی این کتاب شامل بیش از ۱۱۰۰ صفحه مطلب و شکل و تصویر است.

رنگ و کاغذ: ۴ رنگ با کاغذ گلاسه نازی

سال تحصیلی مناسب: اول یا دوم سیکل دوم امریکا (معادل دوم یا سوم نظام جدید)

تعداد ساعت تدریس: ۵ ساعت در هفته برای یک سال تحصیلی (نظری و عملی)

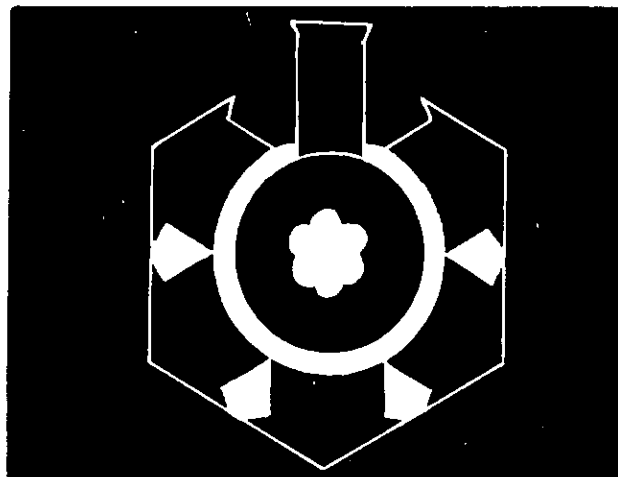
هیئت برنامه‌ریزان و طراحان چاپ اول ۱۹۸۸ (از ذکر نام افراد و مؤسسات صرف نظر می‌شود):

سر یژوهشگر، مدیر پروژه، سر ویراستار، ویراستار اصلی، کمک ویراستار، سر ویراستار کتاب معلم، هیئت تجدید نظر کننده اولیه (۶ نفر)، هیئت مشاوران مقاله‌نویسی (۷ نفر)، هیئت نویسندگان (۲۹ نفر که شامل استادان، کارشناسان، تعدادی معلم با تجربه در قلمرو برنامه‌ریزی، شیمی‌دانان وابسته به برخی بخشهای دولتی، خصوصی و نهادهای برنامه‌ریزی، شورای عالی طرح (۱۴ نفر)، مشاوران (۲۴ نفر)، کمیته طراحی و تولید نمونه (۱۲ نفر)، هیئت ارزشیابی (۳ نفر)، امور هنری (۵ نفر)، سرپرست امور زیراکس و ویرایش ۱ نفر، دستیاران امور دانش‌آموزان (۴ نفر)، سرپرست اجرای آزمایشی در مدارس (۱ نفر)، مدیران اجرای آزمایشی در مدارس (۷ نفر)، معلمان مجری طرح اولیه و پیشتاز (۴۷ نفر)، معلمان آزمایش کننده در مدارس (۶۱ نفر)، مدارس آزمایش کننده در سراسر کشور (۵۵ مدرسه)

تیم تجدید نظر چاپ دوم سرپرست (۱ نفر)، سر ویراستار

(۱ نفر)، کمک ویراستار (۱ نفر) ویراستار راهنمای معلم (۱

نفر)، هیئت تحریریه مشورتی چاپ دوم (۱۰ نفر استاد



آموختن مفاهیم اساسی علم شیمی در سطح درک و تجزیه و تحلیل، همچنین کسب مهارت‌های ذهنی و پروراندن مهارت‌های آزمایشگاهی مورد انتظار از هر گونه برنامه شیمی مقدماتی در سطح متوسطه است. افزون بر فعالیتهای آزمایشگاهی فراوان که مخصوصاً برای این برنامه طراحی شده، هر فصل دارای سه سطح از فعالیتهای تحلیل مسائل و تصمیم‌گیریها، و چندین نوع از تمرینهای مشکل‌گشایی و برخورد با معماهای زندگی و حرفه‌ای مربوط به شیمی است. پرسش و تمرینهای فراوان در پایان هر واحد و در پایان هر فصل ارائه می‌شود. زمینه بحث برای هر یک از واحدها جامعه محلی است، مانند مدرسه، روستا، شهر و ناحیه‌ای که دانش‌آموزان در آن زندگی می‌کنند، و سرانجام جامعه جهانی است. در کلیه فصول، دانش‌آموزان درگیر با تلاشهای هیجان‌انگیز در ارتباط با شیمی می‌شوند که ظاهراً در قلمرو یک دبیرستان واقع در ناحیه و شهر خیالی به نام ریور وود (RIVERWOOD) است.

پس از این مقدمه، به مرور کامل روئوس محتوای برنامه کم کام و روشهای ارائه آموزنده و نوآور آنها می‌پردازیم. در این بررسی با روشها و مقدمات طرح درسهای فراوان برای آموختن یک دوره مفاهیم شیمی مقدماتی آشنا خواهیم شد. در پایان بحث محتوا و روشها، به نوعی تحلیل شرایط تدریس-یادگیری این گونه برنامه‌ها و کتابهای ۱۰۰۰ صفحه‌ای! شیمی مقدماتی دوره متوسطه آنها خواهیم پرداخت و خواهیم دید که چگونه دانش‌آموزان طی وقت محدود ۵ ساعت در هفته (برای یک سال) از آنها استفاده می‌کنند، و چگونه از آموخته‌های آنها ارزشیابی می‌شود. و بالاخره به نوعی مقایسه تطبیقی برنامه‌ریزی و اجرای آنها در کشورهای خارجی، با شرایط کشورمان خواهیم پرداخت.

**مفاهیم و روشهای ارائه به کار رفته در کتاب دانش‌آموز کم کام:**

**فصل ۱- تأمین نیازهای ما از آب (۸۲ صفحه قطع رحلی)**

**واحد ۱- کیفیت آب در محیط زندگی ما (۱۷ صفحه قطع رحلی)**

- مقاله داستانی مفصل به نقل از یک روزنامه راجع به کشف مسمومیت ماهی‌ها در حومه شهر ریور وود، متوقف کردن جریان آب لوله‌کشی شهر برای مدت سه

«متخصص» بررسی کنندگان دبیرستانی چاپ اول (۱۴ نفر) از ۱۴ دبیرستان یا مرکز تحقیقات آموزشی در ۱۴ شهر (مختلف)، مشاور ایمنی (۱ نفر)، سر مقاله‌نویس (۱ نفر)، امور هنری برای موارد جدید (۱ نفر).

**برخی نکات مندرج در مقدمه کتاب:**

طرح کم کام به این منظور تدارک شده که دانش‌آموزان را یاری دهد تا:

- نقش مهمی را که شیمی در آینده شخصی و حرفه‌ای آنها ایفا می‌کند، درک کنند.

- دانش شیمی را برای درست اندیشیدن و انجام تصمیم‌گیریهای سنجیده درباره مسائل مربوط به علم و تکنولوژی به کار برند.

- نوعی آگاهی مادام‌العمر نسبت به توانایی‌ها و محدودیتهای علم به دست آورند.

پس از ۶ سال کار و کوشش و آزمایش و تجدید نظر، نخستین چاپ کم کام در سال ۱۹۸۸ منتشر شد. از آن زمان تاکنون، این طرح با موفقیت توسط معلمان شیمی دوره دیده در هزاران کلاس شیمی اجرا شد. بسیاری معلمان گزارش می‌دهند که این برنامه روش انگیزاننده و مشارکت فعال را در مطالعه شیمی جهت طیف وسیعی از دانش‌آموزان فراهم می‌نماید.

**قلمروهای برنامه:** این برنامه و کتاب دانش‌آموز آن شامل ۸ فصل است، که هر فصل آن دارای ۵ یا ۶ واحد، و هر واحد دارای ۵ تا ۶ بند و عنوان فرعی است. هر فصل درباره یک قلمرو از زمینه‌های زندگی و تکنولوژی بحث می‌کند که در حال حاضر کشور آمریکا و سایر کشورهای جهان با آنها سروکار دارند. این موضوعات وسیله‌ای برای

روز، اقدامات اضطراری کارشناسان، انجمنهای محلی، پژوهشهای انجام یافته و...

- مقاله مطبوعاتی دیگر راجع به مصاحبه خبرنگار روزنامه با افراد و گروههای مختلف مردمی و دولتی، بررسی نقطه نظرها راجع به مسئله مسمومیت، بازتابها و انتظارات آنان از مسئولان، نهادها و مؤسسه‌های آموزشی.

- اندازه‌گیری و سیستم متریک

- **فعالتهای آزمایشگاهی:** تصفیه نمونه‌ای از آب کثیف، تنظیم جدول داده‌ها، استفاده از قیف تفکیک، صافی شنی، جذب بو و رنگ به وسیله گرد ذغال، ارائه نمایشی تقطیر توسط معلم، اندازه‌گیری رسانایی الکتریکی آب تصفیه شده به وسیله معلم و مقایسه آن با آب تمیز به عنوان یک کنترل.

- **خودتان تصمیم بگیرید:** جمع‌آوری داده‌ها، ارائه یک تکلیف تحقیقی درباره کیفیت و کمیت مصرف آب و تنظیم جدول و نتیجه‌گیری

- آب و بهداشت: کاربردهای آب، جلوگیری از اتلاف، گردش آب در محیط زندگی.

- **نوبت شماست:** ارائه نقشه ایالات متحده و مطرح کردن پرسشها درباره تفاوت در وجود منابع آبی و کاربرد آن در نواحی مختلف کشور، ارائه جدول داده‌ها و نتیجه‌گیری

- **مقاله مطبوعاتی:** درباره شرح حال یک مهندس، علاقه‌ها و کیفیت تحصیلات او، تلاش و چگونگی کار او در مورد مسائل مربوط به آب شهر (نوعی برقراری ارتباط میان مشاغل و تحصیلات به شیوه داستانی و زنده)

- ردیابی مسیر معکوس آب لوله‌کشی از منزل به شبکه شهری و سپس به تصفیه‌خانه، گردش آب در طبیعت.

- آب قشر زمین در کجا قرار دارد؟ نسبت آب در رودخانه‌ها، جو، زیر زمین، دریا، حالت‌های سه گانه یخ، آب و بخار

- **خودتان تصمیم بگیرید:** ارائه یک جدول داده‌ها درباره کیفیت و کمیت مصرف آب در خانه و سپس مطرح کردن پرسشها

- **خودتان تصمیم بگیرید:** با فرض اینکه موجودی آب ذخیره منزل شما هنگام قطع سه روزه آب لوله‌کشی ریوروود، ۴۰۰ لیتر بوده باشد، اولویتها را به چه نوع مصرفی می‌دادید؟ در کدام موارد، صرفه‌جویی بیشتر و در

چه مواردی کمتر می‌داشتید؟

- **گسترش دانش شما:** مطرح کردن منابع و مأخذ درباره مسائل آب و مطالبه گزارش و پاسخ دادن به مجموعه‌ای از پرسشها.

**واحد ۲- نگاهی به آب و مواد آلوده کننده آن** (۱۸ صفحه قطع رحلی)

- مقاله تحقیقی مستند تحت عنوان «گردهمایی‌هایی توسط سازمانهای حفاظت محیط زیست برگزار شده که هدف از آنها جلب توجه افکار عمومی به مسئله مرگ‌ومیر ماهی‌ها و مسمومیت آب است.»

- چند معلم از چند مدرسه از شهر ریوروود در این اجتماعات شرکت می‌کنند و گزارشی درباره کیفیت مناظره‌ها، اقدامات مشترک، نتایج تحقیق، تأمین سلامتی فعلی، نکات ایمنی برای آینده، تنظیم می‌کنند.

- خواص فیزیکی آب: معرفی مفهوم خواص فیزیکی

(مانند دمای جوش، دمای ذوب، کشش سطحی، ...)

- اشاره‌ای به مفهوم خواص شیمیایی، ویژگی افزایش حجم آب هنگام یخ زدن و نقش آن در فرسایش قشر زمین.

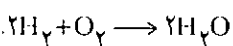
- مخلوطها و محلولها: مفاهیم مخلوط، همگن، ناهمگن، حلال، ماده حل‌شده، مخلوط معلق، کلئید، شیر هموزنیزه، عبور نور از محلول کلئید

- **فعالیت آزمایشگاهی:** مخلوطها- تنظیم جدول خواص و کاربرد مفاهیم گذشته برای پنج مخلوط، صاف کردن آن و تنظیم جدول دیگری برای خواص جدید.

- شکل مولکول آب- ارائه آن به وسیله مدل گلوله و فنر (بدون ورود به مفاهیم پیوند و ساختار اتم)، بررسی مفاهیم عنصر، ترکیب، پیوندهای شیمیایی به کمک مدل مزبور، مولکول

- **نوبت شماست:** ماده در مقیاس میکروسکوپی، آزمایش ریختن ماده رنگی در یک لیوان آب و بررسی آن در دو مقیاس ماکروسکوپی و میکروسکوپی.

- **علامتهای اختصاری، فرمولها و معادله‌ها-** فقط در حد تعریف و ذکر مثال درباره معادله ساده



- **نوبت شماست-** چند تمرین درباره علامتهای اختصاری، فرمول و معادله ساده

- **خاصیت الکتریکی ماده-** ربایش بارهای غیر



### واحد ۳- تحقیق و جستجوی علت مرگ و میر ماهی ها (۲۰)

صفحه قطع رحلی)

آغاز کردن تحقیق به بررسی مفهوم حلالیت مواد در آب، حلالیت جامدها، مفاهیم اشباع و فوق اشباع، منحنی‌های حل شدن برخی مواد، حلالیت گازها و منحنی‌های مربوط با ذکر موارد متعارف در زندگی روزمره

- نوبت شماست: حلالیت و منحنی‌های آن، تمرین و انجام محاسبات عددی ساده

- غلظت محلولها: معرفی غلظت درصد و محاسبه

- نوبت شماست: تمرین روی غلظت درصد

منابع اکسیژن و نیاز به آن: اهمیت اکسیژن برای موجودات ذره‌بینی و معمولی، مطرح کردن این سؤال که آیا می‌توان کمبود اکسیژن را عامل مرگ ماهی‌ها در ریوروود دانست؟ تهویه آب و پیدایش کف- فوتوستتر باعث افزایش نسبت اکسیژن حل شده در آب رودخانه است. نسبت اکسیژن مناسب برای انواع ماهی‌ها (مفهوم DO درباره این نسبت و نقش تغییرات آن در آب رودخانه) باکتریهای مصرف کننده اکسیژن، باکتریهای تجزیه کننده مواد آلی

- دما و حلالیت گازها، نقش این متغیرها در حیات

ماهی‌ها

خودتان تصمیم بگیرید: بسیار کم، بسیار زیاد: ارائه گزارشی از یک تحقیق مستند درباره نسبت اکسیژن حل شده (DO) در رودخانه ریوروود طی یکسال، تنظیم جدول و رسم نمودار برحسب نوع متغیرهای اکسیژن حل شده و دما

- تمرینهای مفصل در ارتباط DO با ppm و غیره.

همراه با نمودارها و منحنی‌های مربوط.

- غلظت اسید، چند اسید و باز معروف آزمایشگاهی همراه با فرمول و نام و خواص مهم به صورت انشایی و ساده و اولیه

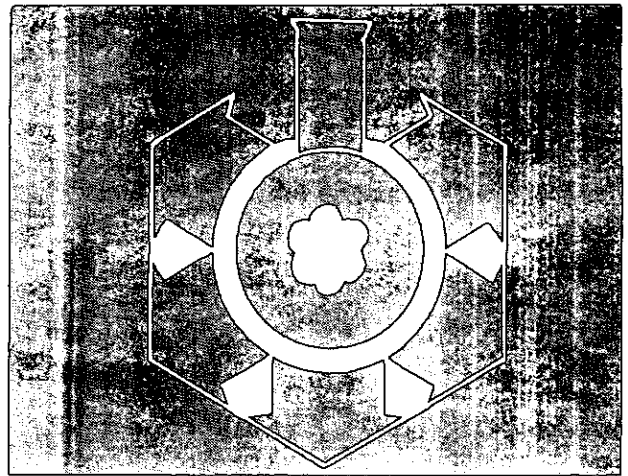
- معرفی مقیاس pH بدون ورود در جزئیات و

محاسبات معرفی مفهوم خنثی شدن و pH محلول برخی مواد متعارف

- یونها و ترکیبهای یونی: ارائه جدول برخی کاتیونها و آنیونها مهم همراه با نام آنها، جلب توجه به خنثی بودن بار الکتریکی یک ترکیب

- نوبت شماست: معرفی چند ترکیب یونی در یک

جدول و رسیدن به یک نظام



همنام و رانش بارهای همنام، معرفی ساده و بدون مقدمه‌سازی پروتون، الکترون و نوترون، تشبیه پیوند به چسب، معرفی پیوند قطبی، اشاره به قطبهای مولکول آب و توجیه ساده خواص آب بدون ذکر مفهوم پیوند هیدروژنی.

- معرفی مفهوم یون با ذکر مثال  $Na^+$  و  $Cl^-$ ، ترکیب

یونی

- آب خالص و ناخالص، نوع ناخالصیها و آسیبهای

حاصل از آنها

- فعالیت آزمایشگاهی: تست کردن آب، مفاهیم

کاتیون، آنیون، رسوب، تست تایید کننده، کاربرد کنترل در تحقیق، جدول ویژگیها و پرکردن آنها به هنگام تشخیص وجود یونهای  $Fe^{3+}$ ،  $Ca^{2+}$ ،  $Cl^-$  و  $SO_4^{2-}$  در آب لوله کشی همراه با آزمایش کنترل (آب مقطر)- برای هر یک از آزمایشها معادله نوشته می‌شود.

خودتان تصمیم بگیرید: تقسیم دانش‌آموزان به ۴

گروه تحقیقی، مطالعه مقاله مطبوعاتی معمای رودخانه ریوروود و انجام مناظره درباره نوع واقعیتها و معرفی آنها به عنوان داده‌ها، انجام تحلیلها و استنباطهایی که احتمالاً هنگام بررسی این مسئله انجام گرفته بود.

- امکانات چیست؟ بررسی فعالیتهای قبلی

دانش‌آموزان درباره جمع‌آوری داده‌ها، طبقه‌بندی و جستجوی نظامها، پیشنهاد استدلالها و توجیهها به عنوان راه و روشی که دانشمندان برای مسئله‌گشایی و مطرح کردن پرسشهای مناسب و انجام تحقیق به کار می‌برند. مطرح کردن نمونه‌هایی از پرسشهای مناسب درباره همان آلودگی آب و مرگ ماهی‌ها.

- حل شدن ترکیبهای یونی، مفهوم نقش قطبهای مثبت و منفی آب در حل شدن NaCl و به تصویر کشیدن مفهوم آب پوشی و حل شدن.

- غلظت یون فلزهای سنگین در آب- معرفی یون فلزهای سنگین همچون  $Hg^{2+}$  و  $Pb^{2+}$  و  $Cd^{2+}$ ، حمله آنها به پروتئین بدن، آسیبهای حاصل، منابع آلودگی در آب،

- هوای شهر و سرب حاصل از بنزین سربدار، اجرای قانون منع کاربرد آن در ۱۹۷۰ و کاهش نسبت سرب هوا تا ۹۰٪، وجود آثار این یونها در آبهای شرب و حد مناسب آن، اشاره به سمیت متیل مرکوری ( $CH_3Hg^+$ )، پیدایش این ماده در آبهای آلوده به جیوه به کمک باکتریهای بی‌هوازی، اشاره به حادثه مرگ‌ومیر ماهی‌ها در مینی‌سوتا در ژاپن- اشاره به وجود ۱٪ کادمیم در آهن سفید و در رنگهای نقاشی و باتریهای «نیکل-کادمیم» سمیت زیاد کادمیم، آسیب به بدن و استخوانها، ...

**خودتان تصمیم بگیرید:** ارائه جدول حاصل از پژوهشهای رودخانه ریوروود درباره کمیت یونها با واحد ppm و مقایسه با حدود مورد قبول سازمانهای حفاظت محیط زیست، مطرح کردن پرسشهای تحقیقی که دانش‌آموزان باید به آنها پاسخ دهند.

- مواد آلی در رودخانه: اشاره به مواد غیر معدنی که ساختار مولکولی دارند، کم بودن نیروهای جاذبه میان مولکولی در  $H_2O$ ،  $O_2$  و  $C_2H_5OH$  و  $C_3H_7OH$  نقش میزان جاذبه میان مولکولها و حلالیت آنها به زبان بسیار ساده، مولکولهای غیر قطبی، رسیدن به نظام در مورد حلالیت (شود جنس در هم جنس محلول!)

- **فعالیت آزمایشگاهی:** حلالها- آزمایش و تنظیم جدول حلالیت اوره، ید، کلرید آمونیم، نفتالین، سولفات مس (II)، اتانول و کلرید سدیم در آب و در هگزان

- **گسترش دانش شما (انتخابی):** یادآور شدن DDT و مطالبه کار تحقیقی درباره امتیازات، محدودیتها، مسمومیتها، ... از طریق مراجعه به مأخذ کتابخانه‌ای و مطبوعاتی و غیره

**واحد ۴- تصفیه آب و ضد عفونی کردن آن (۱۲ صفحه قطع رحلی)**

یادآور شدن مساله مرگ‌ومیر ماهی‌ها در ریوروود و تاریخچه تصفیه آب آشامیدنی- تصفیه آبهای طبیعی، آب

باران و چگونگی تشکیل آن، نقش باکتریها در تبدیل مواد آلی موجود در آب به چند ترکیب ساده، تصفیه آب، آب سخت، ملایم کردن آب

- **فعالیت آزمایشگاهی:** ملایم کردن آب کاربرد سه روش تصفیه به کمک ماسه، به کمک کالگون (هگزامتا فسفات سدیم)، و مبادله یونی- تنظیم جدول داده‌های حاصل از نظر مقایسه امتیازات هر روش با توجه به آزمایش کنترل آب سخت و ملایم کردن آب: ارائه نقشه ایالات

متحده و اشاره به نوع معادن احتمالی تشکیل دهنده سختی آب در نواحی مختلف، نمونه‌های آب و حد سختی از نظر  $CaCO_3$  و  $MgCO_3$ ، از بین بردن سختی به وسیله کربنات سدیم، کالگون و ...

- معرفی دتر ژرنت (شوینده‌ها) و نوع قابل هضم به وسیله باکتریها

- ساختار یک دستگاه ملایم کننده آب به کمک رزین و مبادله یونی- مفهوم احیای مجدد رزین

- تصفیه آب در مقیاس مصرف شهر: بررسی تفصیلی با شرح و شکل و تصویر

- **مقاله مطبوعاتی:** درباره ناخالصیهای آب مورد مصرف برای آشنا کردن و کشف یک روش برای از بین بردن آنها به وسیله یک دانشمند- شرح حال دانشمند و روش کار و زندگی شغلی او

- کلر در آب آشامیدنی- استفاده از کلر و روش (هیپوکلریت کلسیم)

- **خودتان تصمیم بگیرید:** معرفی خطرات احتمالی اثر کلر بر برخی مواد آلی و تشکیل تری هالومتانها (THMs). و کلروفورم که سرطان زاست. روشهای از بین بردن آثار کلر و یا انتخاب ضد عفونی کننده دیگری از قبیل  $O_3$ - مراجعه به مأخذ از جمله انتشارات مربوط به داستان ریوروود و تنظیم گزارش توسط دانش‌آموزان

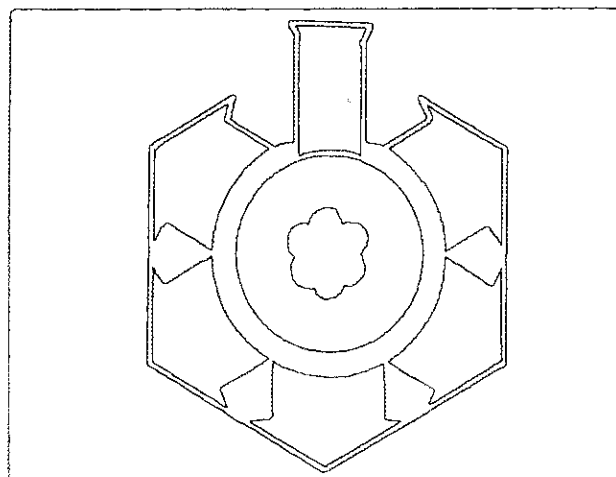
- گسترش دانش شما (انتخابی): تحقیق درباره مسئله آلودگی آبها، تصفیه و پسابها

**واحد ۵- جمع‌بندی:** (۷ صفحه قطع رحلی)

- **کشتار ماهی‌ها:** جمع‌بندی آموخته‌های قبلی و رسیدن به این عنوان که چه کسانی متضرر می‌شوند و بهای آن را می‌پردازند؟

چه کسانی مسئول هستند؟

- مقاله مطبوعاتی مستند درباره چگونگی ترتیب دادن اجتماعات و سمینارهای مربوط به این مسئله،



اجرای نمایش توسط گروه دانش‌آموزان، روش کار، مقررات جلسات، نمایندگان نیروگاهها، دانشمندان، مهندسان، اتاق بازرگانی، کمسیون محلی تصفیه آب، مرووری به گذشته و نگاهی به آینده.

**فصل ۲- حفاظت از منابع شیمیایی** (۶۶ صفحه قطع رحلی)  
- مقدمه راجع به تکنولوژی، انسان، توزیع ناعادلانه منابع، محدودیتها

**واحد ۱- بهره‌برداری از منابع** (۱۲ صفحه قطع رحلی)  
- یک مسئله شیمیایی: جرم روی در سکه‌های قدیمی و جدید، گرایش به کاهش نسبت روی و سایر فلزها و استفاده از آنها در موارد دیگر، ...

- **فعالیت آزمایشگاهی:** تحقیق درباره چند فلز موجود در سکه، استفاده از چراغ گاز و معرفی آن، آزمایش تحقیقی و کاربرد کنترل

- مصرف مواد معنا و مفهوم تعبیر را می‌دهد و نه از بین بردن آنها- بحث انشایی و نتیجه‌گیری مفهوم قانون بقای جرم به زبان ساده- رسیدن به معادله از طریق ردیابی مسیر اتمها در معادله، نوشتن ضریب ماده در معادله

- **نوبت شماست-** معادله‌های موازنه شده  
- **فعالیت آزمایشگاهی:** واکنش اسید نیتریک با فلز مس و پیدایش  $NO_2$ ، معادله

- منابع و فصولات: منابع قابل بازیافت، منابع غیر قابل بازیافت، تلاش برای افزایش روند بازیافت و آمار

و نمودار درباره منابع و بازیافت آنها در امریکا  
- **خودتان تصمیم بگیرید:** مصرف منابع، تحقیق کتابخانه‌ای و میدانی در زیستگاه

**واحد ۲- چرا موادی را که می‌سازیم، مصرف می‌کنیم؟**  
(۱۵ صفحه قطع رقی)

- تشخیص تفاوتها از طریق بررسی خواص- خواص فیزیکی، خواص شیمیایی

- **نوبت شماست:** خواص- فیزیکی یا شیمیایی؟ ارائه نمونه‌هایی از ویژگی‌ها و تغییرات و پرسش درباره آنها  
- عنصرهای شیمیایی- جدول خواص و طبقه‌بندی

خواص- طبقه‌بندی عنصرها به فلز، غیر فلز و شبه فلز  
- **فعالیت آزمایشگاهی:** فلزها و غیر فلزها (چند آزمایش ساده و ترتیب دادن جدول خواص)  
- جدول تناوبی- فقط مقدمه تاریخی ساده

- خودتان تصمیم بگیرید: ۲۰ کارت شامل چند خاصه ساده از ۲۰ عنصر به دانش‌آموزان داده می‌شود و از آنها خواسته می‌شود که آنها را گروه‌بندی کنند (بر اساس معیارهای داده شده)

- الگوی عددهای اتمی  
- **نوبت شماست:** تغییرهای تناوبی در خواص- استفاده از چند نمودار ساده (مانند دمای جوش، تشکیل اکسید یا کلرید) برای بررسی روند تغییرهای فیزیکی و شیمیایی، دوره‌ها، گروه‌ها یا خانواده‌های تشکیل یافته از چند عنصر

- **نوبت شماست:** محاسبه میانگین دمای ذوب پیش‌گویی دمای ذوب کریتون با توجه به دمای ذوب دو عنصر آرگون و زنون- چند تمرین ساده دیگر و پیش‌گویی برخی خواص یک عنصر ناشناخته

- **فعالیت شیمیایی-** مثال از سوختن مُد منیزیم در هوا و زنگ زدن آهن

- **فعالیت آزمایشگاهی:** فعالیت فلزها- انجام چند آزمایش و نتیجه‌گیری جدول کوچک سری فعالیت فلزها  
- چه چیزی تعیین کننده خواص است؟ از دست دادن الکترون توسط فلز بالایی جدول مزبور و تبدیل به کاتیون، ته‌نشین شدن فلز پایینی  
- **تعدیل خواص:** آلیاژها

- خودتان تصمیم بگیرید: مسئله کوروزیون، برخورد تاریخی، زنگار، مطرح شدن مسائل زنگ زدن

- **مقاله مطبوعاتی:** حفاظت تاریخ- شرح حال یک خانم دانشمند متخصص، تلاشهای او و همکارانش برای تحقیق درباره آسیبهای وارد بر آثار تاریخی در کشورهای جهان، پیشنهاد راه‌حلهای، شرح روشهای کار و فعالیت‌های روزمره ایشان.

**واحد ۳- حفاظت در طبیعت و در جامه** (۹ صفحه قطع رقی)



- منابع منابع - ساختار قشر زمین، معادن مهم در جهان

- حفاظت، روش معمول در طبیعت است.

- نوبت شماسنت: موازنه معادله‌ها

- اتمها، مولکولها و یونها، عدد آووگادرو و جرم مولکولی

- نوبت شماسنت - تمرین در محاسبه جرمهای مولی

- خودتان تصمیم بگیرید: مسیر چرخه بازیافت، بازیافت کاغذ، آلومینیم و شیشه

واحد ۴- فلزها، منابع و جایگزینی‌ها (۱۰ صفحه قطع رحلی)

- مس: منابع و کاربردها

- نوبت شماسنت - جدول داده‌های مربوط به فلز مس، خواص و پرسشهای مربوط

- ارزیابی یک سنگ معدن، شالکوسیت

- نوبت شماسنت: ترکیب درصد - محاسبات مربوط به ترکیب درصد شالکوسیت

- تجدید نظر در فعالیت فلزها - تکمیل سری فعالیت فلزها و رسیدن به یک ستون تفصیلی.

- پایداری فلزها در طبیعت، ارتباط تاریخ کشف به فعالیت آنها

- نوبت شماسنت: فعالیت فلزها

- استخراج فلزها از سنگهای معدنی - استخراج فلز مس، مفهوم واکنش اکسایشی و کاهش - عامل کاهنده، استفاده از الکتروسیته در استخراج (بدون فرمول و بدون مکانیسم واکنشها).

- فعالیت آزمایشگاهی: تهیه فلز خالص مس (از الکترولیز  $CuCl_2$ ) با الکترودهای گرافیت

- مواد فردا - استفاده از مواد جایگزین به جای مواد دیگر، مانند کاربرد سرامیکها به جای فلزها در ساختن موتور توربین و غیره - شکنندگی سرامیک به عنوان یک محدودیت - پلاستیکها و فیبرها (فقط شرح و بدون فرمول)؛ فیبرهای نوری شیمی زیبا: داستان و شرح حال یک هنرمند سفالگر و طرز کار او

- نوبت شماسنت: پرسش درباره برخی مواد جایگزین و جستجوی آنها

واحد ۵- جمع‌بندی: مواد و منابع تا چه زمانی وجود خواهند داشت؟ (۳ صفحه)

- نمودار سرعت کاهش منابع طبیعی در ۲۰۰ سال گذشته و نقش پیشرفت تکنولوژی

- انتخابها و فرصتها: جایگزین کردن آلومینیم و

برخی آلیاژها و غیره به جای برخی فلزها

- مروری بر گذشته و نگاهی به آینده

- پازل تنظیم جدول تناوبی برای چند ردیف اولیه از جدول و بازی با آن.

دادن اطلاعات ناقص درباره برخی فلزهای ناشناخته در طول ستون اولیه، و دادن اطلاعات ناقص درباره برخی عنصرهای ناشناخته در طول ردیف افقی و مطالبه حل جدول و انجام پیشگویی‌ها.

فصل ۳- برای سازندگی، برای سوختن

مقدمه - اشاره به ۶۰۰,۰۰۰ ترکیب جدید ساخته شده از نفت تا سال ۱۹۸۹، مصرف نفت به صورت سوخت و در صنایع پتروشیمی

واحد ۱- نفت در زندگی ما (۳ صفحه قطع رحلی)

- خودتان تصمیم بگیرید: جهان امروز جهان نفت است. ارائه شکل از محیط زندگی و پرسش درباره ترکیبهای نفتی به کار رفته

- نفت در زندگی آینده - نمودار مصرف و رشد مصرف در ۱۵۰ سال گذشته

- صاحبان منابع نفتی - نمودار آماری از کشورهای نفت‌خیز و پرسشهای متعدد

واحد ۲- نفت چیست؟ به چه کاری‌آید؟ (۱۵ صفحه قطع رحلی)

نفت خام و دستگاه تقطیر، تصفیه نفت

- فعالیت آزمایشگاهی: ویسکوزیته، چگالی مایعها و اندازه‌گیری

- جدول داده‌ها برای چگالی گاز، مایعها و جامدهای حاصل از نفت خام، محاسبات چگالی و ویسکوزیته نسبی.

- مقاله مطبوعاتی: شرح حال دختر نوجوانی که علاقه‌مند به جستجو و جمع‌آوری سنگهای طبیعی و طبقه‌بندی آنها بود، پیدایش علاقه به ژئوشیمی و تحصیل در این رشته، جستجوی منابع نفتی، کاربرد روش علمی در کاوشگریهای ایشان و ارائه حدسها و فرضیه‌های علمی

- خودتان تصمیم بگیرید: نفت خام تا مرحله رسیدن به پرسشها، نوع فرآورده‌های پتروشیمی

- نگاهی به مولکولهای نفتی

- نوبت شماسنت: جدول دماهای جوش هیدروکربنها و پرسشهای فراوان درباره آنها

- بیوند شیمیایی - زنجیر کربنی و شیمی آلی - اشاره

سال گذشته و نوع منابع آن.

- نوبت شماسنت: مصرف نفت در سالهای گذشته

(مقدمه و پرسشنامه)

- زندگی بدون بنزین - مقاله علمی تخیلی ایزاک

آسیموف در سال ۱۹۷۷ درباره امتیازات و محدودیتهای آن، سپس تنظیم پرسشنامه و مطالبه پاسخ

- انرژی سوختههای فسیلی: مفهوم واکنش گرماده و گرماگیر و نمودار تغییر سطح انرژی با مثال ساده و مصور  
 $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$  و بالعکس، مسیر تبدیل صورتهای انرژی در اجزاء، اتومبیل با شکل

نوبت شماسنت: تبدیل صورتهای انرژی به یکدیگر (انرژی شیمیایی ذخیره شده A به انرژی گرمایی (B) و به انرژی الکتریکی (C) یا مکانیکی (D) و عکس این مسیرها- بررسی اتلاف انرژی طی این تبدیلهای در اتومبیل، و چه باید کرد؟

نوبت شماسنت: ضریب کارآیی تبدیل انرژی و

محاسبه ساده

- شیمی احتراق به زبان ساده

- فعالیت شیمیایی- گرمای احتراق مولی و انجام

آزمایش در مورد اندازه گیری گرمای سوختن شمع- گرمای ویژه و محاسبه آن

- به کار بستن گرمای احتراق- محاسبه گرمای

احتراق مطابق معادله موازنه شده

- نوبت شماسنت: تمرین و محاسبه درباره انرژی

سوختن و غیره

- تغییر دادن سوختهها: کراکینگ حرارتی و

کاتالیزوری، عدد اکتان، اضافه افزودنیهای اکسیژن دار به سوخت برای بالا بردن درجه اکتان، اضافه کردن الكل به بنزین و کاربرد مخلوط در اتومبیل.

- نوبت شماسنت: مسائل مربوط به احتراق

گسترش دانش شما (انتخابی): چرا نمی توان از پودر

آلومینیم با پودر منیزیم به عنوان سوخت استفاده کرد؟

واحد ۴- مواد سودمند از نفت (۹ صفحه قطع رحلی)

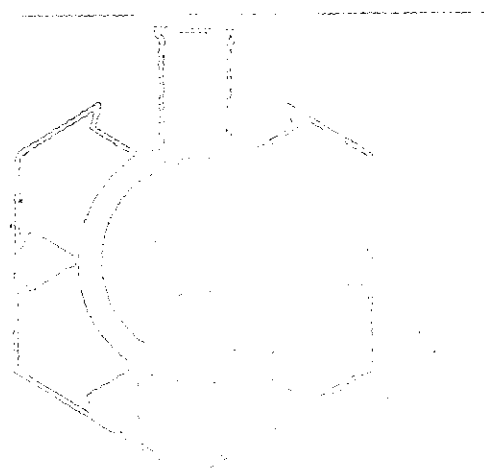
- پس از الکانها- الکن، پیوند کووالانسی ساده،

مضاعف، مفهوم پیوند سیر شده

- فعالیت آزمایشگاهی: الکنها- آرایش الکترون

نقطه ای و ساختمانی، ترتیب دادن چند مدل ساختمانی ساده و نامگذاری آنها.

- ترکیبهای کربن، هیدروژن و یک اتم اکسیژن که با



به وجود هسته و لایه های الکترونی در اتم، تمایل اتم برای رسیدن به لایه ۸ الکترونی، مثال پیوند سدیم و فلئور، کربن و هیدروژن در پیوندهای کووالانسی  $H_2$  و  $CH_4$ ، شکل فرمول ساختاری  $CH_4$

- فعالیت آزمایشگاهی: ساختن مدل گلوله و فتر چند هیدروکربن و رسیدن به مفهوم چهار وجهی و مفهوم الکان

- نوبت شماسنت: روند دماهای جوش الکانها، رسم نمودار و امتداد دادن آن برای پیشگویی دمای جوش ناشناخته

فعالیت آزمایشگاهی: ساختن الکانهای بازنجیر مستقیم و شاخه دار با استفاده از مدل گلوله و فتر و رسیدن به مفهوم ایزومر

- نوبت شماسنت: دماهای جوش ایزومرهای الکانها

گسترش دانش شما: تحقیق درباره ترکیب انواع بنزین که در امریکا به فروش می رسند، شرح بدون فرمول- اتیلن گلیکول

واحد ۳- نفت خام به عنوان یک منبع انرژی (۱۷ صفحه قطع رحلی)

- تاریخچه اکتشاف نفت

- خودتان تصمیم بگیرید: روزهای خوش گذشته، بحث بین دانش آموزان جهت تدارک ۱۵ پرسش برای مطرح کردن با افراد سالخورده که خاطراتی از روزهای خوش و هوای غیرآلوده گذشته دارند- رسوم مسافرت آنان، چگونگی حمل و نقل، لباسها و ...

- انرژی گذشته حال و آینده: شروع با انرژی در گذشته که شامل منابع چوب، آب، باد و نیروی جانوران بود- تبدیل جنگلها به مزارع، نمودار مصرف انرژی در ۱۰۰

بیوندهای ساده در ارتباط هستند بحث و پرسش درباره اتانول

- مولکولهای هگزان و سیکلوهگزان و بنزن، اشاره به فرمول طرح ککوله و سپس اشاره به معمای تشابه همه بیوندهای اتم کربن در بنزن بدون ورود به جزئیات
- مولکولهای اکسیژن دار (متانول، اتانول، الکلها، مفهوم گروههای عامل، مفهوم اتر، مفهوم اسید کربوکسیلیک و مفهوم استر با یک مثال ساده)
- ایجاد انتخابهای جدید، مواد پتروشیمی
- اشاره به دترجنت، ضد آفات، کائوچو بدون فرمول
- معرفی واکنش افزایشی اتیلن با آب (به زبان ساده)
- مفهوم پلیمر و مونومر، مثال در مورد پلی اتیلن، پی وی سی، اکریلونیتریل، و پلی استیرن
- مقاله مطبوعاتی: شرح حال یک خانم شیمی دان سیاه پوست که از کودکی تا به حال روی ایمن کردن سیستمهای آزمایشگاهی و تأمین سلامتی کارکنان آن تحقیق می کند، شرح فعالیتهای روزانه ایشان.
- خاصیت کشسانی کائوچو، استحکام به عنوان برخی ویژگیهای پولیمرها- واکنش تراکمی
- فعالیت آزمایشگاهی- آزمایش استری کردن

**واحد ۵- مواد جایگزین برای نفت (۴ صفحه قطع رحلی)**

- منابع انرژی جایگزین
- نوبت شماس-ت- بحث و پرسش درباره وابستگی به انرژی با ذکر موارد آمار و نمودار
- استحصال نفت از سنگهای آغشته به نفت و مواد نفتی از ماسه های نفتی.
- منابع مولکولهای سازنده، اشاره به محدودیت نفت و ضرورت کاستن از سوزاندن آن اختصاصی دادن آن برای ساخت مواد پتروشیمی، زغال نیز می تواند منبعی برای مواد شیمیایی باشد ولی استخراج آن کند و مشکلتر از نفت است.
- یک منبع احتمالی برای آینده، بیوماس biomass یا مواد گیاهی است.
- سلولز مهمترین منبع است که در چوب، برگ درختان و ساقه آنها وجود دارد، با استفاده از بیوتکنولوژی می توان به سنتز مواد پتروشیمی رسید. (به کمک آنزیمهای مخصوص). این کار مراحل تحقیق را می گذراند و پیشرفتهای مهمی در آن حاصل شده است. همچنین بیوپولیمرها که پولیمرهایی هستند که از طریق رشد بیولوژیکی تهیه می شوند.

## واحد ۶- جمع بندی (۳ صفحه)

- با تهیه هزاران مواد پتروشیمی گران قیمت از نفت، آرزوی کیمیاگران در تبدیل مواد ارزان قیمت به طلا تحقق یافت.

- مقابله با مسائل- برای دو روز متوالی شما نقش تیمی از متخصصان را ایفا خواهیم کرد که درباره بحران انرژی بحث می کنند. مقدمه بحث و سپس پیشهاد سه نوع سیاست گذاری، ... شما کدامیک را انتخاب می کنید، تحلیل و دلیل ارائه دهید، ارائه راهنمای تحقیق و جدول کار، تشکیل کمیسیونهای فرعی.

- مروری بر گذشته و نگاهی به آینده

## فصل ۴- آشنایی با غذا (۴ صفحه قطع رحلی)

- مقدمه درباره کشورهای توسعه یافته و توسعه نیافته، تغذیه کامل، ناقص و گرسنگی در برخی کشورها

- بدن شما از واکنشهای شیمیایی برای جذب انرژی، نگهداری و آزاد کردن آن از مواد غذایی استفاده می کند، همچنین برای ساختن و تجدید ساختار بدن به وسیله مواد برگرفته از غذا.

- خودتان تصمیم بگیرید: فهرستی کامل از هرگونه ماده غذایی که طی سه شبانه روز می خورید فراهم کنید- این فهرست بعداً برای موضوع تغذیه و مواد غذایی بررسی خواهد شد.

## واحد ۱- غذا برای ساختن یا سوختن (۴ صفحه قطع رحلی)

- عدم توازن در تغذیه- بخشی از جامعه پیشرفته ما غذای کامل و خوب، و بخشی دیگر ناقص و نامتناسب دارد- منظور از سو، تغذیه کم غذایی نیست.

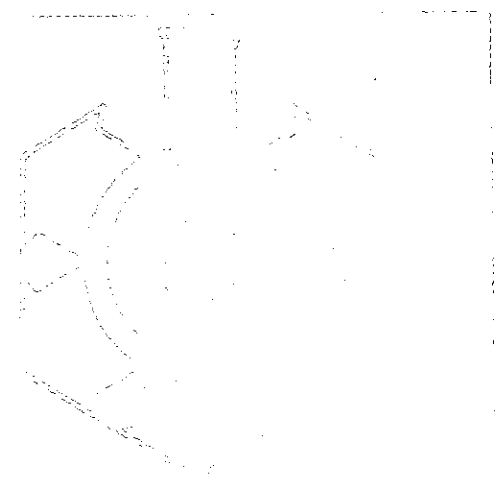
- خودتان تصمیم بگیرید: بسیاری مردم کم درآمد در بعضی انجا، جهان درگیر با کم غذایی هستند. سالی در حدود ۱۰-۱۴ میلیون نفر در جهان از گرسنگی و عوارض آن می میرند که ۲۳ آنها کودک هستند. جدول آمار، نقشه جهان و پرسشنامه

- معرفی نرخ مرگ و میر اطفال (تعداد دو هزار نفر)، نرخ مرگ و میر کودکان در جهان تقریباً در حدود ۷۰ است، که در جاهای مختلف متفاوت می باشد. این تفاوتها به چه علت است؟ توجه به سه عامل موجودی، نیاز و توزیع مواد غذایی

## واحد ۲- غذا به عنوان انرژی (۷ صفحه قطع رحلی)

- غذا برای اندیشیدن و برای انرژی- معرفی کالری و نیاز به کالری روزانه





تنفس سلولی، آنزیمها، هضم مواد قندی در بدن  
 - واکنش دهنده‌های تعیین کننده: حداقل مواد لازم  
 برای واکنش دهنده‌های غذایی معمولاً به وسیله یک ماده  
 مهم مشخص می‌شود. ارائه مقیاس برای این مفهوم (مثلاً  
 مقدار تخم مرغ در تشخیص وزن بقیه مواد لازم برای  
 بخت کیک)

- نوبت شماست: ماده مشخص کننده حداقل مواد  
 واکنش دهنده، تمرین در مورد نیازهای لازم برای تهیه  
 یک خوراکی در رستوران

- معادله سوختن گلوکز به  $CO_2$  و آب و انرژی  
 - مصرف پروتئین برای تولید انرژی در صورت

ضرورت

- نوبت شماست: حداقل مواد واکنش دهنده، چند  
 تمرین استوکیومتری ساده

- گیاهان نیز مواد غذایی اساسی را برای رشد و  
 متابولیسم می‌گیرند.

- نوبت شماست: ارائه جدول ۲۲ عنصر مؤثر در  
 حیات انسانها و جدول دیگر برای گیاهان، سپس  
 پرسشنامه

- پروتئینها- جدول نوع پروتئینها در نسوجهای  
 مختلف بدن و وظایف آنها.

- آنزیمها، امینو اسیدها و چند فرمول ساده و یک  
 مثال برای تشکیل پپتید و دی‌پپتید.

- نوبت شماست: ساختار مولکولی پروتئینها-  
 پرسشنامه راجع به فرمولهای قبلی به منظور درک بهتر  
 آنها- مفهوم امینو اسیدها- نقش آنزیمها در هیدرولیز  
 پروتئین، پروتئین سازی، پروتئین کامل که شامل همه امینو  
 اسیدهاست، پروتئین مکمل

- جدول نیازهای انسان در مقاطع سنی مختلف به  
 پروتئین و مقیاس RDA (میانگین قد و وزن افراد)

- نوبت شماست: پرسشنامه درباره جدول مواد  
 پروتئین دار در غذا و مقیاس RDA

- فعالیت آزمایشگاهی: تجزیه شیر (شامل جدا کردن  
 پروتئین، تعیین درصد آب و هیدراتهای کربن در شیر،  
 محاسبه ارزش انرژی یک شیر غیرچرب

**واحد ۱- مواد دیگر موجود در غذاها** (۱۴ صفحه قطع رفعی)  
 - ویتامینها: تعریف و جدول ویتامینهای مهم

(محلول در آب، محلول در چربی)، منابع اساسی، عوارض  
 کمبود هر یک- ارتباط با RDA

- کالری یا ژول؟ مثال برای تأمین آن از مواد غذایی  
 - نوبت شماست- کالریمتری و محاسبه ساده  
 - خودتان تصمیم بگیرید: جدول نیاز به انرژی در

ساعت برای انواع فعالیتهای روزانه و ورزشی  
 - استفاده از جدول برای برآورد نیاز روزانه خودتان،  
 پرسشهای فراوان با توجه به جدول، ورود انرژی در بدن،  
 خروج انرژی از بدن، افزایش یا کاهش وزن بدن در  
 ارتباط با غذا و فعالیت ورزشی

- هیدراتهای کربن- پدید آورندگان انرژی، فرمول  
 خطی و حلقوی گلوکز، مونوساکاریدها، دی ساکاریدها،  
 پولی ساکاریدها- معادله ساده پیدایش گلوکز از طریق  
 فوتوسنتز، ارزش غذایی و تولید انرژی.

- چربیها- انرژی ذخیره شده‌ای با نام ناچورا!  
 وجود، گلیسرول و اسیدهای چرب با ذکر مثال و فرمول  
 در مورد تری گلیسرید، چربیهای سیر شده و سیر نشده.

- نوبت شماست- گروههای عاملی در بیومولکولها:  
 معرفی چند عامل مانند الکل، ستون، اتر، آلدئید و  
 کربوکسیل و استر فقط در حد فرمول ساختاری عامل و  
 بدون شرح.

- مقاله مطبوعاتی- سلامتی: تحقیق یک خانم درباره  
 انواع غذاها در رستورانها و مسئله سلامتی و بهداشت

- ارزش غذایی و تولید انرژی به وسیله چربیها  
 - گسترش دانش شما (انتخابی)- فرض بر این است  
 که روزی ۳۰۰۰ کالری مصرف انرژی دارید و در نظر دارید  
 ۱۵ کیلو وزن طی ۲ ماه کم کنید، طرح پیشنهادی مناسب  
 شما چیست؟

**واحد ۳- غذاها- مولکولهای سارنده** (۱۱ صفحه قطع رحلی)  
 - مواد غذایی به عنوان واکنش دهنده‌های شیمیایی-

- جدول نیاز کمی به هر یک از ویتامینها با تفاوت جنسیت و سن  
- نوبت شماسنت: کار روی جدولهای گذشته و پرسشنامه

- فعالیت آزمایشگاهی: ویتامین C، آزمایش واکنش تیتراسیون مربوط به اکسایش اسید اسکوربیک به وسیله محلول ید، معادله فقط با فرمول مولکولی، مفهوم تیتراسیون و نقطه پایان واکنش

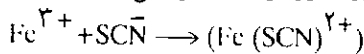
- تجزیه نوشابه‌ها برای تعیین مقدار ویتامین C

- مواد معدنی- جزئی از غذاها

- جدول مواد معدنی، منابع و عوارض کمبود آنها، ارتباط با RDA

- نوبت شماسنت: پرسشنامه درباره مواد معدنی موجود در غذاها

- فعالیت آزمایشگاهی: تعیین مقدار آهن در مواد غذایی از طریق کاربرد یون تیوسیانات، نوشتن معادله



- سوزاندن غذا در یک بوتله، طی کردن مراحل سرد کردن و حل کردن و تشخیص کیفی و محاسبه استوکیومتریک براساس غلظت مولار

- افزودنی‌ها در مواد غذایی، علت کاربرد

- جدول بعضی افزودنی‌ها، هدف و مثالها (برای جلوگیری از اکسید شدن، رنگبری، رنگ‌آمیزی، امولسیون کردن، خوش طعم کردن، افزایش ارزش غذایی، شیرین کردن، نگهداری و حفاظت)

- مقاله مطبوعاتی: خانم گرین جینز- شرح حال دختر خانمی که چند ساعت از وقت روزانه خود را در مزرعه می‌گذراند، و نوع فعالیت‌های او برای بهبود بخشیدن به کیفیت فرآورده‌های کشاورزی در فصول سال  
- مواد سرطان‌زا و توصیه‌های سازمان‌های بین‌المللی مواد غذایی و دارویی (FDA)، ذکر مثال از کاربرد نیتريت سدیم به عنوان عامل کننده رشد برخی باکتریها در مواد گوشتی، تباهی گوشت و مسمومیت با گوشت فاسد (مثلاً در سوسیس)، در عین حال نیتريت ممکن است سرطان‌زا باشد.

- جدول امتیازها و خطرهای کاربرد افزودنی‌های نیتريت و اجرای مناظره (آیا موافق یا مخالف با نیتريت هستند؟)

- بررسی تفصیلی یک ماده شیرین کننده معروف به

نام Aspartame که در انواع مواد غذایی به کار می‌رود و میلیونها دلار هزینه تحقیقات مربوط به آن انجام شده تا امتیازها و محدودیتهای کاربرد آن مشخص شود.

- خودتان تصمیم بگیرید: فعالیت در منزل:

جمع‌آوری برجسبهای مواد غذایی و کار تحقیقی روی آنها.

واحد ۵ جمع‌بندی: تغذیه در جهان (۳ صفحه قطع رحلی)

- خودتان تصمیم بگیرید: بحث درباره تجزیه و تحلیل

مواد غذایی و ارزشیابی آنها، RDA و ...

- خودتان تصمیم بگیرید: وعده‌های غذایی در چند

کشور جهان توسعه یافته و توسعه نیافته، بررسی و ارزش غذایی آنها.

- مروری بر گذشته و نگاهی به آینده: تأکید روی

هدف درگیر کردن دانش‌آموزان در مسائل تحقیقاتی و

مناقشه‌های مردمی درباره علم و رابطه آن با مسائل جامعه

فصل ۵ شیمی هسته‌ای در جهان امروز (۶۱ صفحه قطع رحلی)

- مقدمه: درک و برداشت مردم، پرسشنامه و ارزیابی

نگرشهای مشخصی و مردمی درباره تشعشعات مواد

راديوکتیو، اشعه x، ... و رآکتورهای هسته‌ای.

واحد ۱- انرژی و اتمها (۱۲ صفحه قطع رحلی)

- فعالیت آزمایشگاهی: راديوکتیوی (آزمایش:

نخستین تجربه کشف راديوکتیوی)

- انواع گوناگون تشعشعات: تباهی راديوکتیوی،

تشعشعات راديوکتیوی، مقایسه تشعشعات الکترومغناطیسیک.

- تشعشعات یونیزه کننده و غیر یونیزه کننده، اشعه

فرابنفش خورشید و اثر بر پوست بدن

- کشف بزرگ: کشف اشعه x به وسیله رونتگن (با

اشاره به اشعه کاتودیک)

- برخورد با معماهای شیمیایی و اکتشافات علمی،

کشف اتفاقی

- تشعشع هسته‌ای، آزمایش رادرفورد

- فعالیت آزمایشگاهی: آزمایش جعبه سیاه و

پیش‌بینی برخی ویژگیهای جسم نامرئی درون آن،

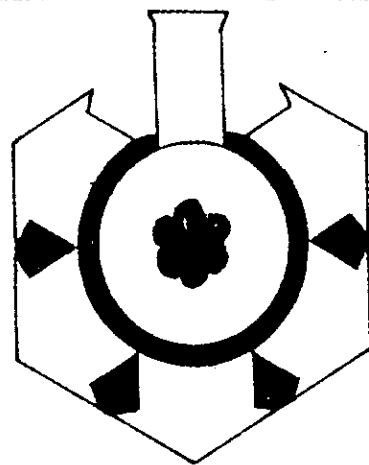
آزمایش ورقه نازک طلا

- ساختار اتم: معرفی ساده نوترون، پروتون و

الکترون

- عدد اتمی- ایزوتوپ، راديو ایزوتوپ، مثال اتمهای

کربن ۱۲، ۱۳ و ۱۴



- عدد جرمی، نماد گذاری یک عنصر

- نوبت خودتان است: نماد گذاری ایزوتوپها

- فعالیت آزمایشگاهی: ایزوتوپها در سکه های قدیمی و جدید-آزمایش تمثیلی با استفاده از چند نوع گوی رنگین مختلف که دارای جرمهای سبکتر و سنگینتر هستند و رسیدن به مفهوم جرم اتمی

- ایزوتوپها در طبیعت

- نوبت خودتان است: جرم مولی و فراوانی

ایزوتوپها در طبیعت

- برخی رادیوایزوتوپهای طبیعی

- مقاله مطبوعاتی: چه کسانی متخصص درمان با اشعه هستند؟ شرح حال خانمی که علاقمند به تلفیق علم با پزشکی است- شرح فعالیتهای روزانه ایشان در محل کار و چگونگی رعایت نکات ایمنی و کیفیت رسیدگی به بیماران

واحد ۲- تباهی رادیو اکتیوی (۵ صفحه قطع رحلی)

- اشاره به ایزوتوپهای رادیو اکتیو

- فعالیت آزمایشگاهی: اشعه آلفا، بتا و گاما، کاربرد کنتور گابگر، تشعشعات طبیعی و وجود آن در محیط زندگی. میزان شدت تشعشعات و میزان عبور از مقوا، شیشه و سرب- بررسی تغییرهای مستقل و وابسته مانند توانایی نفوذ، نقش فاصله و رابطه آن با شدت، اثرات پوشش دادن

- تباهی و رادیو اکتیوی طبیعی- معادله تجزیه

هسته ای رادیوم به هلیوم و رادون و چند مثال ساده دیگر

- شکل و نمودار تباهی طبیعی اورانیم- ۲۳۸

- نوبت شماست- اصول موازنه معادله های هسته ای

و تمرین

- نیم عمر: یک ساعت رادیو اکتیو

- فعالیت آزمایشگاهی: نیم عمر- تحقیق روی یک

سکه ده سال پیش و سکه فعلی

- نوبت شماست: تمثیل و تمرین درباره تباهی چند

ایزوتوپ بدون معادله و فرمول

- فعالیت آزمایشگاهی: اتاقکهای ابر و ردیابی ذره ها

- رادیو اکتیوی مصنوعی- ذکر دو مثال و معادله

- نوبت شماست: واکنش های بمباران، مثال برای

بمباران چند اتم با ذکر معادله

- یادآوری آرزوی قدیمی کیمیاگران در تبدیل

عنصرها

- گسترش دانش شما- دعوت برای تحقیق درباره

ذره های نوترینو

واحد ۳- انرژی هسته ای، تولید انرژی (۱۷ صفحه قطع

رحلی)

- تجزیه اتم، شرح جریانات از زمان اوتوهان در

جنگ بین الملل دوم به بعد.

- نیروی عظیم- نیروی عظیم نگهدارنده پروتونها و

نوترونها در هسته

- واکنشهای زنجیری، جرم بحرانی، تصویری از

واکنش زنجیری برخوردار نوترون با اورانیم- ۲۳۵

- خودتان تصمیم بگیرید: تأثیرات دومینو

بازی با قطعات دومینو که به فاصله نزدیک به یکدیگر چیده

شده برای نمایش واکنش زنجیری، افتادن قطعه اول

باعث سقوط تدریجی قطعات بعدی می شود.

- نیروگاههای اتمی- طرح ساختاری ساده، میله های

سوخت اتمی، میله های کنترل کند کننده، ژنراتور،

سیستم خنک کننده، فوزیون هسته ای و معادله ساده

واحد ۴- زندگی با امتیازها و خطرها (۱۵ صفحه قطع رحلی)

- مسئله تمدن، تکنولوژی، امتیازها و مسائل آن

- خودتان تصمیم بگیرید: سالمترین کیفیت مسافرت

و جابه جا شدن، جدول آماری مقایسه ریسک در استفاده از

دو چرخه، اتومبیل، هواپیما، قطار و اتوبوس و محاسبه

ضریب ریسک

- منافع رادیو ایزوتوبی

- مقاله مطبوعاتی: شرح حال یک دانشمند جوان و

استاد انسان شناسی، چگونگی مطالعه و تحقیق او، کاربرد

<sup>۱۴</sup>C، مطالعه روی انسانهای تاریخ قدیم و هنرهای آنها

(مانند مایاها)



- جدول رادیو ایزوتوپها، نیم عمر و کاربرد، کاربرد اشعه گاما در نگهداری میوه‌جات مانند توت‌فرنگی

- خودتان تصمیم بگیرید: مطرح کردن بعضی مسائل زندگی، کشاورزی، طلب و مطالبه تحقیق درباره حل آنها با استفاده از رادیو ایزوتوپها

- اندازه‌گیری تشعشعات یونیزه کننده- آسیبهای تشعشعات، حال و آینده، از جمله موتاسیون که شامل ایجاد تغییر در DNA و مسائل ساختن پروتئین‌هاست.

- ارائه جدول درباره میزان تشعشع، مدت تشعشع، سطح، نوع نسوج و تأثیرات تشعشع، مثال سرطان خون.

- انسان در معرض تشعشعات رادون، اشعه کیهانی، رادیوایزوتوپها در سنگها و قشر زمین، رادیوایزوتوپها در جو، اعضای بدن و شدت تأثیر بر آنها، استانداردهای میزان اشعه قابل تحمل

- رادون در منزل- گاز رادون جو که ناشی از تباهی اورانیم است و وجود آن در قشر زمین، حل شدن در آبهای جاری محبوس زیر ساختمانها و نفوذ به داخل خانه از طریق شکافها، اهمیت توجه به شیوه ساختمان و تهویه در آن.

- نوبت شماسنت- میزان تشعشعات سالانه مؤثر بر بدن، ارائه جدول و پرسشنامه

- پس‌ماندهای هسته‌ای- مشکلات فنی و سیاسی، چگونگی خاک‌سپاری ایمنی آنها

- خطرهای فاجعه‌آمیز: آسیب رسیده به گیاهان- اشاره به برخی حوادث ناگهانی و اشکالات فنی مربوط به رآکتورهای اتمی- حادثه چرنوبیل

**واحد ۵- جمع‌بندی تمیز واقعیتهای از تخیلات (۳ صفحه قطع رحلی)**

- تکلیف منزل- تمرین و فعالیت تحقیقی برای کسب مهارت در تمیز دادن واقعیتهای از پندارها و تخیلات و گزارشهای اطلاعاتی غیردقیق و مقایسه آنها، گزارشهای ارزشیابی اولیه و نهایی اندیشه‌ها، بحث و مناظره - نگاهی به گذشته و نظری بر آینده.

**فصل ۶- شیمی، هوا، آب و هوا (۷۰ صفحه قطع رحلی)**

**واحد ۱- زندگی در دریایی از هوا (۴ صفحه)**

- خودتان تصمیم بگیرید: سیالی که در آن زندگی می‌کنیم، پرسشنامه و ارزیابی اطلاعات داده شده درباره هوا، آب و قشر زمین

- آزمایش نمایشی به وسیله معلم درباره گازها، پرسشنامه در مورد مفاهیم هوا ماده است، فشار هوا، وجود پودر هوا، سنگینی هوا

- هوایی که استنشاق می‌کنیم

- نوبت شماسنت- ترکیب هوای استنشاق شده و سوختن گلوکز، پرسشنامه

- تصفیه طبیعی هوا به کمک گیاهان

**واحد ۲- تحقیق درباره هوای جو (۲۱ صفحه قطع رحلی)**

- فعالیت آزمایشگاهی- اتمسفر- تهیه گاز اکسیژن از  $H_2O_2$ ، تهیه گاز  $CO_2$  و مطالعه خواص آنها

- مطالعه بیشتر درباره اتمسفر، بخار هوا، رطوبت، مونواکسید کربن، اکسید نیتریک، دی‌اکسید گوگرد و گازهای نجیب هوا

- نوبت شماسنت- قانون آووگادرو- حجم مولار- دما و فشار استاندارد (STP)

- نوبت شماسنت- حجم مولی و واکنش گازها

- ارتفاع اتمسفر، جدول داده‌های مربوط به ارتفاع، دما، فشار، جرم یک لیتر و تعداد مولکولها، پرسشنامه و مطالبه پاسخ

- فشار هوا- تعریف فشار، نیرو و واحد نیوتن، فشار و واحد پاسکال

- تمرین درباره مقایسه فشار انواع کفش انسانی بر زمین، میلی‌متر فشار جیوه

- قانون بویل، جدول اعداد و کشف نظام، رابطه میان فشار و حجم، نمودار

- نوبت شماسنت- چند عبارت و پرسشنامه راجع به رابطه حجم و فشار گاز

- فعالیت آزمایشگاهی: رابطه حجم و دمای گاز در یک لوله، نمودار

- خودتان تصمیم بگیرید: یک مقیاس جدید برای دما با استفاده از نمودار ترسیم شده

- نوبت شماسنت: رابطه دما و حجم

- گازهای ایده‌آل رفتار یکسانی دارند، پیدایش تدریجی نظریه جنبش مولکولی (کلیه این بخشها با زبان ساده و بدون رابطه است). مفهوم انرژی سینتیک

- نوبت شماسنت- مولکولهای گاز در حال جنبش و پرسشنامه

**واحد ۳- اتمسفر، آب و هوا (۱۳ صفحه قطع رحلی)**

- تابش آفتاب و اشعه آن، اشعه مادون قرمز و فرابنفش

- حداقلهای مورد قبول در مورد درات و گازهای خروجی از اتومبیل و کاهش دادن متوالی انواع آسیب رسانی آنها طی ۲۰ سال گذشته، نقش مسئولان و سازمانها - مقاله مطبوعاتی: گسترش آگاهی عمومی درباره محیط زیست، شرح حال و سوابق تحصیلی و روش کار و زندگی یک خانم متخصص در سیاست گذاریهای مربوط به ایمن کردن هوا، مصرف سالم انرژی - باران اسید و آسیبهای آن به آثار تاریخی و محیط زیست.

- فعالیت آزمایشگاهی: باران اسید - PH، معرفی ساده بدون محاسبات - نوبت شماسنت: تمرین درباره PH محلول مواد متعارف

- گسترش دانش خودتان (انتخابی): تحقیق روی میزان CO در محیطهای بسته و در ترافیک

واحد ۵- جمع بندی: آیا هوا یک منبع آزاد از ناخالصی هاست؟ (۵ صفحه قطع رحلی)

- کنترل آلودگی هوا، یک موفقیت طی ۲۰ سال گذشته، نمودار روندهای کاهش مواد آلوده کننده در صنایع حمل و نقل، مصرف سوختها و فرایندهای صنعتی - خودتان تصمیم بگیرید: یک منبع دیگر، کار تحقیق گروهی درباره هزینه آسیبهای رسیده و هزینه های کنترل

در رفع مسائل آلودگی، نمودارهای مربوط و پرسشنامه - نگاهی به گذشته و نظری به آینده

فصل ۷- بهداشت، خطرها و انتخابها (۵۷ صفحه قطع رحلی) - مقدمه

واحد ۱- خطرها و تصمیم گیری انسانها

- قضاوت درباره خطرات

- نوبت شماسنت: مسائل و حوادث مربوط به شما هستند یا خیر؟، مقدمه و پرسشنامه

- خطرهای سیگار، تلاشهای ۳۰ ساله مسئولان، مقررات و آگهیها و تغییرات حاصل.

- مقاله مطبوعاتی: تکنولوژیستهای طبی، بخشی از تیم تشخیص

شرح حال، زندگی گذشته و انتخاب رشته تحصیلی و طرز کار یک خانم جوان در قلمرو تکنولوژی پزشکی و چگونگی کمک به تشخیص پزشکان

- مقدمه درباره مطالعه بیماریهای جانوری و انسانی

- توازن در انرژی کره زمین، اثر گلخانه ای

- نوبت شماسنت- توازن انرژی در کره زمین-

تکلیف تحقیقی

- در قشر زمین، انعکاس اشعه، رنگ مواد، ظرفیت

حرارتی

- نوبت شماسنت: خواص گرمایی مواد- پرسشنامه

- تغییرات در قشر زمین، چرخه کربن، CO<sub>2</sub> در هوا

- مقاله مطبوعاتی: شرح حال، تحصیلات و تجارب و

روش کار یک متخصص باغبانی و تلاش او برای اصلاح

وضع شهرها و آب و هوای آنها، گرمای کره زمین و

نمودار افزایش آن طی ۱۰۰ سال گذشته، افزایش نسبت

CO<sub>2</sub> سالهای اخیر

- خودتان تصمیم بگیرید: روند تغییرات در CO<sub>2</sub>؛

جدول داده ها و پرسشنامه

- فعالیت آزمایشگاهی: میزان CO<sub>2</sub> در هوا، حاصل

از احتراق، در باژدم

- لایه اوزن، اهمیت و مسائل مربوط به کم شدن

آن، ترکیبهای فلئور و کلر و کربن و آسیبهها

واحد ۴- توجه به هوایی که استنشاق می کنیم (۱۶ صفحه

قطع رحلی)

- آلودگی هوای شهرها- وجود داشتن یعنی آلوده

کردن!؛ جدول آلوده کننده های هوا

- خودتان تصمیم بگیرید: آلودگی هوا چیست؟ بحث

و پرسشنامه

- خودتان تصمیم بگیرید: مهمترین آلوده کننده ها و

منابع آنها، جدول داده ها و پرسشنامه مقیاس های متعارف

برای شرایط مختلف خوب تا بد.

- مه دود- زیان به بهداشت انسان،

- کنترل آلودگی: نقش صفت در وارد کردن ذرات

نامطلوب در هوا، از صافی گذراندن هوا و دستگاه کنترل

- آزمایش نمایشی معلم= تصفیه هوا، رسوب دهنده

الکتریکی، جداسازی برخی گازها مانند SO<sub>2</sub>.

- مه دود فوتوشیمیایی- نقش خورشید در شیمی مه

دود و ارتباط با آگروز اتومبیلها، بیدایش این پدیده در

شهرهای بزرگ مانند لوس آنجلس

- خودتان تصمیم بگیرید: اتومبیلها و مه دود، داده ها.

نمودار و پرسشنامه

- کنترل دفع ذره ها از اتومبیل

- کاربرد کاتالیزورها در لوله آگروز، انرژی

اکتیواسیون و نمودار آن، جدول

- نمایش فرمول صابون و چگونگی پاک کردن ذره‌های جربی

- فرمول معادله صابونی شدن چربی

- پوست بدن - مقطع میکروسکوپی پوست، نظافت آن

- حفاظت پوست بدن شما از خورشید، رابطه تیره شدن رنگ پوست و ملانین، رابطه اشعه فرابنفش و سرطان پوست، تفاوت پوست بدن سیاه پوستان و سفیدپوستان

- مواد موجود در لوسیون و کرمهای ضد آفتاب‌زدگی و طبقه‌بندی آنها

- فعالیت آزمایشگاهی: کرمهای ضد آفتاب‌زدگی و ارزش فاکتور محافظ نسبت به آفتاب‌زدگی

- اشاره به فوتوشیمی، اشعه فرابنفش و ویتامین D

- بیماری نرمی استخوان و کمبود ویتامین D

- موی سر، ساختار، نقش و آرایش دادن آن

- فعالیت آزمایشگاهی: شیمی مو - تأثیر محلولهای مختلف بر مو، بررسی چهار نوع متغیر

- پیوندهای هیدروژنی و یونی میان مولکولهای تشکیل دهنده پروتئین مو

- اثرات متقابل میان مولکولهای قطبی

- زنجیرهای پروتئینی و پیوند میان آنها

- گسترش دادن دانش شما: چرا پوست بدن سیاه پوست در مناطق گرمسیری یک امتیاز محسوب می‌شود و بالعکس، تحقیق درباره نوعی سرطان پوست.

**واحد ۵ کنترل شیمیایی، مواد مخدر و سموم در بدن انسان (۱۲ صفحه قطع رحلی)**

- نظری بر نقش مواد مخدر و اثر بدن و به ویژه مغز، نقش سموم، مسکن‌ها، گل خشخاش، ارائه برخی مدل‌های ساختمانی

- خودتان تصمیم بگیرید: طرفداری و مخالفت با اسپرین

(فرمول ساختمانی اسید سالیسیلیک و استیل سالیسیلیک)، تحقیقات جدید درباره اسپرین و خون

- خودتان تصمیم بگیرید: تأثیرات الکل، جدول میزان الکل در خون و تأثیر بر رفتار

- اشاره‌ای به برخی مواد مخدر دیگر، کوکائین، مواد سنتزی که اثر تشابه مواد مخدر دارند، برخی استروئیدها (شرح مختصر بدون فرمول)

- مواد بیگانه در بدن، دفاع بدن در مقابل پروتئینهای

**واحد ۲- شیمی درون بدن انسان (۹ صفحه قطع رحلی)**

- تعادل و نظم، کلیدهای حیات، نظام موجود در فعالیتهای حیاتی در بدن، اختلال و بیماری، اختلال در تعادل و عوارض جنبی، راه و روشهای ادامه سلامتی

- عنصرها در بدن انسان، جدول عنصرها و درصد آنها، منابع و عوارض کمبود در بدن

- نوبت شماسنت: عنصرها در بدن، انتخاب چند عنصر و بحث تحقیقی درباره آنها

- شیمی سلولی - برخی فعالیتهای در سلول و نقش آنزیمها

- آزمایش نمایشی به وسیله معلم، آنزیمها، آزمایش تجزیه  $H_2O_2$  و تشبیه آنزیم به  $MnO_2$ ، چگونگی عمل آنزیم. مدل و شکل برای اثر متقابل آنزیم و مولکولها در سولها

- چگونه انرژی آزاد می‌شود و چگونه ذخیره می‌گردد؟ نقش ATP و ADP

- نوبت شماسنت: آنزیمها و انرژی در عمل، محاسبه ساده

- فعالیت آزمایشگاهی: آنزیمها - کار روی پیسین و آمیلاز در شرایط مختلف آزمایشهای متغیر مستقل، متغیر وابسته و کنترل، متغیرهای دما، pH و ... ارزیابی نتایج

**واحد ۳- اسیدها، بازها و شیمی بدن (۷ صفحه قطع رحلی)**

- ساختار مشخص کننده عملکرد است

- تعریف اسید از نظر آرنیوس، مفهوم معادله یونی، یونهای ناظر

- قدرت اسیدها و بازها، مقایسه اسید استیک و اسید نیتریک، بتاس و آب آمونیاک

- نوبت شماسنت: تمرین درباره اسیدها و بازها

- اسیدها، بازها و بافرهای بدن، محلول بافر (این بررسی‌ها کیفی و ساده بدون فرمولهای تعادلی است)

- فعالیت آزمایشگاهی: بافرها: کلاس به دو گروه تقسیم می‌شود، گروه بافرهای اسیدی و گروه بافرهای بازی.

- pH و توازن آن در بدن

- نوبت شماسنت - شرایط موثر بر توازن pH

**واحد ۴ شیمی بر سطح بدن (۱۴ صفحه قطع رحلی)**

- رعایت نظافت به کمک شیمی، نمایش تصویری پیوندهای هیدروژنی در آب بدون بررسی عمیق

- نوبت شماسنت: قطبیت و حلالیت

بیگانه (کمپلکس آنتی ژن- آنتی بادی)

- چارت و غیره
- خودتان تصمیم بگیرید: مقدمه درباره تصنیف مواد طبیعی و یا تولید مواد جدید و ... پرسشنامه
- خودتان تصمیم بگیرید: مردم و جامعه محلی روبروود این نکته را ارزیابی می کنند که باید با ایجاد صنعت آمونیاک موافقت کنند یا خیر؟ نقطه نظرهای مثبت و نقطه نظرهای منفی
- واحد ۲- **سیمای صنایع شیمیایی** (۷ صفحه قطع رحلی)
  - دریافت اظهار نظرها و توضیحات متخصصان و صاحبان صنایع در مورد طرح آمونیاک سازی مورد بحث
  - جدول داده ها راجع به برخی صنایع شیمیایی تهیه برحسب اولویت آنها، همراه با ارزش محصولات
  - از مواد خام تا محصولات
  - نوبت شماست: استخراج فلزها از سنگ معدن.
  - محاسبه درصد محصول، ذکر چند مثال بدون شرح مکانیسم و فرمول، از قبیل استخراج فلز از سنگ معدن، الکترولیز آب نمک
  - اسید سولفوریک، برخی مسائل و خطرات و اصول کاهش آنها
  - از لوله آزمایش تا تانکرهای بزرگ- بررسی جریان کار و مسائل اقتصادی،
  - مطالعه ای روی شرکت مفروض EKS که اجزای قرارداد ایجاد کارخانه آمونیاک و کودسازی روبروود را به عهده خواهد گرفت. سازمان و تشکیلات شرکت، درصد هزینه های تحقیقاتی، پرسنلی، تبلیغات، ...، چگونگی ارتباط بعدی مردم با مسئولان جامعه محلی روبروود و تشکیلات این شرکت مجری طرح، استخدام محلی. نمایندگی های فروش و ...
  - اجرای نظرخواهی در جامعه محلی روبروود جهت تصمیم گیری نهایی درباره ایجاد کارخانه، تأیید اکثریت، ...
  - مقاله مطبوعاتی: پژوهشگران: کلیدی برای دسترسی به محصولات جدید، شرح حال داستانی، تحصیلات، طرز کار یک دانشمند که کارهای تحقیقاتی و طرحهای اولیه و پیشنهاد را برای تولید کلان بعدی فراهم می کند.

واحد ۳- **شیمی برخی مواد نیتروژن دار** (۸ صفحه قطع رحلی)

- بررسی طرح محصولات کارخانه مفروض EKS جهت تهیه کودهای با کیفیت بالا
- فعالیت آزمایشگاهی: کودهای شیمیایی- تهیه جدول

- تلفیق چند ماده مخدر با یکدیگر و خطرها
- مقاله مطبوعاتی: درباره بیماری ایدز- شرح حال و سوابق و طرز کار یک پزشک جوان و تلاشهای او برای کمک به بیماران مبتلای به ایدز، به کارگیری علوم زیست شیمی دارو و شناسی در این تلاشها
- فعالیت آزمایشگاهی: سیگار و دخانیات، آزمایش روشن کردن سیگار، گرفتن بخارها و گازها و انجام آزمایش روی آنها
- خودتان تصمیم بگیرید: سیگار کشیدن، بحث و پرسشنامه تحقیقی و ارزیابی دو حالت تصمیم گیری بر سیگار کشیدن و یا سیگار نکشیدن

واحد ۶- **جمع بندی- ارزیابی خطرات الکل و مواد مخدر** (۳ صفحه)

- خلاصه مطالعات
- مواد تغییر دهنده شرایط مغزی، ماری جوانا، کوکائین، هروئین، ...
- کنترل مشخص خطرها، چگونگی تلاشهای جلوگیری از مرگ زودرس، بحث و پرسشنامه
- فصل ۸- **صنایع شیمیایی، امید و تلاش** (۵۵ صفحه قطع رحلی)
- مقدمه- مقاله درباره یک طرح صنعتی شیمیایی پیشنهاد شده برای جامعه محلی روبروود، مطالعه شرایط، نیازها، امکانات، مسائل حفاظتی محیط زیست، نیروی انسانی، جامعه شناسی و عکس العمل مردم نسبت به ایجاد کارخانه آمونیاک سازی و کود شیمیایی در این ناحیه
- واحد ۱- **یک صنعت جدید برای جامعه محلی روبروود** (۹ صفحه قطع رحلی)

- نیازهای اساسی که مورد توجه قلمرو شیمی است.
- نوع محصولات شیمیایی و مصرف آنها در قلمرو تهیه مواد شیمیایی، مواد اولیه صنایع شیمیایی، فرآورد های صنعتی مصرفی
- نوع خدمات و نوع انتظارهای از شیمی
- روشها و فرآیندهای جدید، انرژی بیشتر
- تأمین غذای بیشتر و بهتر، بهداشت بهتر، مواد جدید، محیط زیست بهتر، بیوتکنولوژی
- صنعت به عنوان یک عامل مؤثر بر شرایط جامعه
- فعالیت کلاسی: گروه بندی کلاس و اجرای نمایش مربوط به ایجاد یک طرح صنعتی با استفاده از پوستر و

برای کاتیونها و آنیونها مورد نیاز جهت تهیه هر یک از کودها، آزمایشهای مربوط به تشخیص یونها مجهول، مانند توجه به رنگ محلول و رسوب و رنگ شعله، آزمایش روی کودهای محلول و پرستها

- نقش شیمیایی کودها و چگونگی جذب آنها توسط گیاهان، دیاگرام دوره نیتروژن در طبیعت

- نوبت شماسنت: بررسی برخی روشهایی که کشاورزان در مورد انتخاب و کاربرد کودها به کار می‌برند.  
- فعالیت آزمایشگاهی: فسفاتها، بررسی اطلاعات موجود روی برجسبهای کود فسفات تهیه محلولها و انجام محاسبات در صد جرمی یون فسفات

- تثبیت نیتروژن- روش هابر در تهیه آمونیاک (به طور ساده و بدون برخورد با مفاهیم تعادل و غیره)

- بررسی دو مفهوم اکسایش و کاهش روی معادله تهیه آمونیاک از  $H_2$  و  $N_2$  و سوختن آمونیاک، مفهوم عدد اکسایش در مورد همین مثالها

- نوبت شماسنت: الکترونگاتیوی و حالت اکسایش، ارائه مثالهای کاربردی

- جدول نشان دهنده چند کود نیتروژن دار و کاربردها  
- تثبیت نیتروژن در ناحیه محلی ریوروود

- بررسی مفهوم واکنش برگشت پذیر و مفهوم تعادل پویا با استفاده از همان مثال تهیه آمونیاک، مثالهای ساده دیگر

- سیمای دیگر نیتروژن: قابلیت انفجار برخی ترکیبات نیتروژن و کاربرد سودمند، همچنین زیان آور آنها- نوبل و جایزه او، جدول مشخصات برندگان جایزه نوبل شیمی در ۱۰ سال گذشته

- برخی مواد منفجره که قرار است توسط شرکت مفروض EKS تهیه شود (مانند تری نیترو گلیسرین و تری نیترو تولوئن، نیترات آمونیم و RDX

- نوبت شماسنت: تمرین روی شیمی مواد منفجره  
- خودتان تصمیم بگیرید: غذا یا مهمات جنگی؟ بحث و مناظره و پرسشنامه

واحد ۴- رابطه انرژی شیمیایی با انرژی الکتریکی (۱۲)  
صفحه قطع رحلی

- فعالیت آزمایشگاهی: سلولهای ولتایی (سلولهای الکتروشیمیایی)

- ارائه سری فعالیت شیمیایی فلزها و انجام فعالیتهای آزمایشگاهی براساس آن (بدون در نظر گرفتن پتانسیل الکترودی)

- تهیه پیل الکتروشیمیایی روی- مس، تهیه پیل منیزیم- مس، آهن- مس و اندازه گیری ولتاژ هر یک  
- الکتروشیمی- مفاهیم نیم پیل، نیم واکنش، آند، کاتد، باتری نیکل- کادمیم و انبارد سربی، شارژ و دشارژ آن همراه با فرمول.

- نوبت شماسنت- پیش بینی امکان پیشرفت واکنش براساس سری الکتروشیمیایی فلزها

- فعالیت آزمایشگاهی- آبکاری با مس  
- مقاله مطبوعاتی: فلزها در بازار مصرف: شرح حال

صاحب یا کارگاه آبکاری با نقره و طرز کار، پی بردن صاحب کارگاه به ضرورت داشتن اطلاعات علمی هنگام بحث با خریداران و انجام کار، جریانهای پیش آمده در یک روز، علاقه مند شدن او به شیمی، تلاش او برای تحصیل ضمن کار، ...

- الکتروشیمی صنعتی- الکترولیز آب نمک در مقیاس صنعتی، نیم واکنشهای اکسایش کلرید و کاهش مولکولهای آب در آند و کاتد

- تهیه فلز آلومینیم از آلومین  
- خودتان تصمیم بگیرید: طراحی برای ایجاد یک

صنعت- تقسیم بندی کلاس به گروههای سه نفره، پیشنهاد یک صنعت جدید توسط هر یک از گروهها و تنظیم

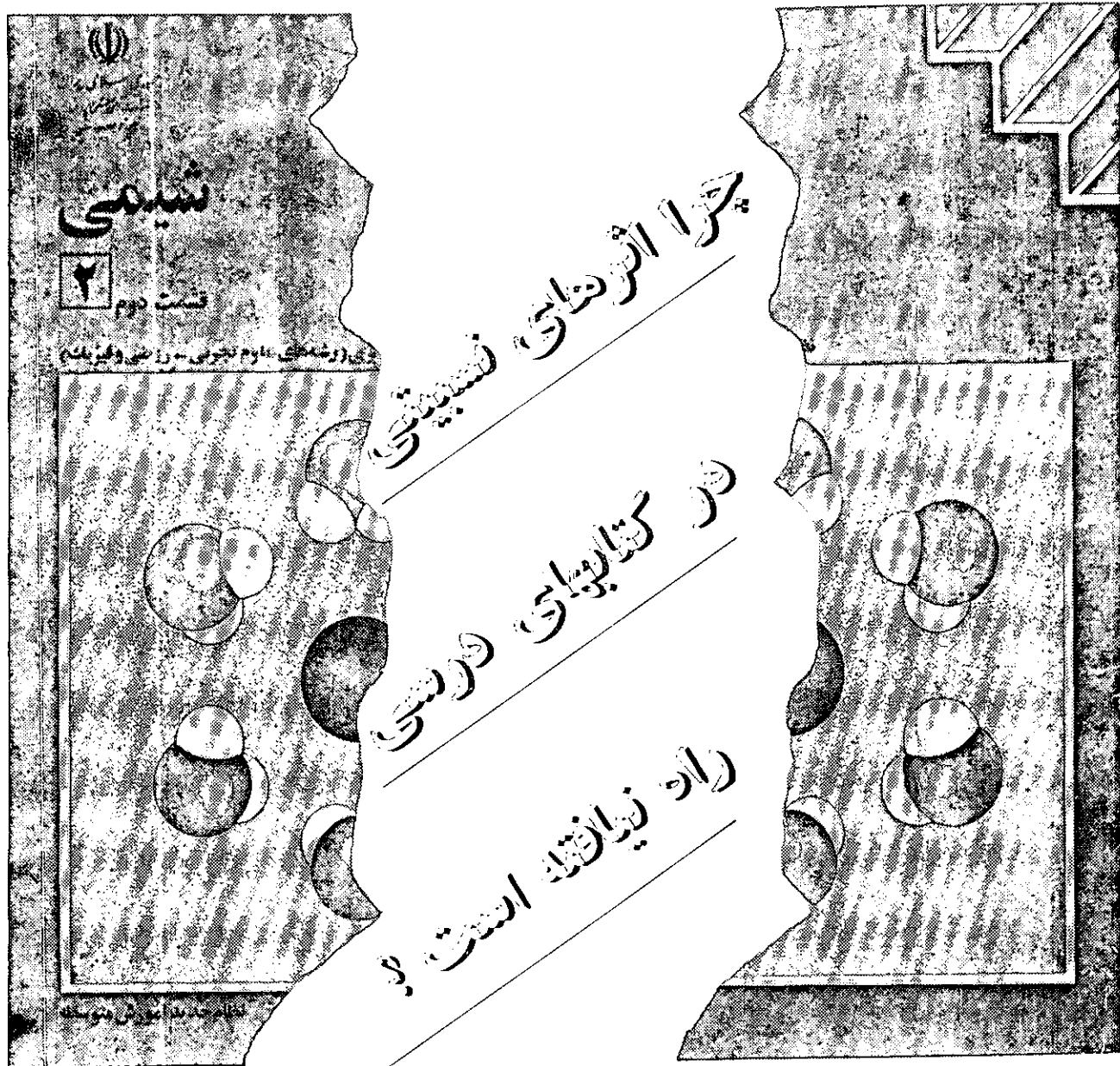
گزارش

واحد ۵- جمع بندی: صنایع شیمیایی- گذشته، حال و آینده (۳ صفحه قطع رحلی)

- چارت جریانی نمایش دهنده: ضرورت بررسی اکتشافات گذشته، مطرح شدن مسائل جدید، انگیزه سودآوری، تأمین اعتبارها و نیازهای جامعه، رسیدن به ضرورت انجام تحقیق جدید بنیادی و کاربردی، رسیدن به روشهای جدید و محصولات جدید، پیدایش مسائل و معماهای جدید، بررسی چارت با ذکر مثال مستند و پرسشنامه

- نگاهی به گذشته و نظری به آینده: مروری بر آموخته های گذشته، پایان بررسی تفصیلی محتوا و روشهای ارائه در کتاب





ترجمه : دکتر محمدرضا ملاردی  
دکتر حسین آقابزرگ

(Mercury : عطارد) پیام‌آور تیزبای خدایان لاتین ریشه می‌گیرد، گفته بالا را تایید می‌کند. کیمیاگران یقیناً جیوه و به ویژه توانایی آن در حل کردن طلا و تشکیل ملغمه را به خوبی می‌شناختند. در واقع، ملغمه کردن فلزهای نجیب و تجزیه گرمایی بعدی آن، روشی برای استخراج این گونه فلزها بود که در زمان باستان، حدود ۵۰۰ سال پیش از میلاد در منطقه مدیترانه مورد استفاده قرار می‌گرفتند. احتمالاً، همه ما یکبار، دماسنج جیوه‌ای را شکسته‌ایم و آن قطره‌های ریز و گریز پای را در سراسر

### چرا جیوه مایع است؟

این واقعیت که جیوه در دمای معمولی مایع است، از زمانهای باستان، شناخته شده است. نام یونانی هیدرارژیوم (Hydrargyrum) به مفهوم سیماب یا «نقره آبگون» (که نشانه Hg برای جیوه از آن گرفته شده است) و نام لاتینی «نقره تیزیا» (Argentum Vivum) همانند نامهای انگلیسی و فرانسوی این عنصر که از مرکوری

کف آزمایشگاه دنبال کرده‌ایم. شکی وجود ندارد که جیوه در دمای معمولی مایع است. اما پرسش اساسی این است که چرا چنین روی می‌دهد؟ زمانی که علت آن را از دانشجویان یا همکاران می‌پرسیم، پاسخ آنها «هم... علت این است که... هم... دمای ذوب پایینی دارد» چیز دیگری ندارند که بگویند.

## هدف

به تعداد قابل توجهی از کتابهای درسی و مرجعهای شیمی معدنی از جمله گرین وود (Green Wood) ایرن شاو (Earn show) (۱)، کاتن (Cotten) و ویلکینسون (Wilkinson) (۲) رجوع کرده‌ام، در هیچ جا توجیهی برای این واقعیت کاملاً شناخته شده که جیوه مایع است نیافتیم مگر در کتاب مکی و مکی (Mackay & Mackay) (۳) که به اختصار در یک بخش کوتاه تحت عنوان «اثرهای نسبیت» در این باره بحث کرده است. کاتن و ویلکینسون در چند مورد به اثرهای نسبیتی اشاره کرده‌اند، اما شرحی درخور تاثیر مهم نسبیت در خواص شیمیایی ارائه نداده‌اند.

البته، مقاله‌های بسیار زیادی از جمله چندین مقاله جالب در همین شماره مجله آموزش شیمی در این زمینه و مساله‌های مربوط وجود دارد. به پیکو (Pyykko) (۴ و ۵) و منبعهایی که برای مطالعه بیشتر پیشنهاد شده است، رجوع شود. برای ما معلمان شیمی جای تعجب است که چرا تاکنون این دانش در کتابهای درسی عمده متداول، وارد نشده است؟

هدف از تدوین این مقاله، ارائه یک جمع‌بندی جدید از داده‌های تجربی، محاسبه‌های نظری و بحث تشکیل پیوند شیمیایی در جیوه است که به طور امیدوار کننده‌ای، روزنه جدیدی برابر برخی از برداشتهای کلاسیک در شیمی معدنی گشوده است.

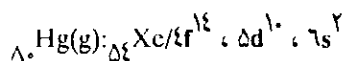
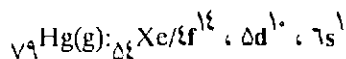
## جیوه و طلا

مقایسه جیوه با طلا بسیار جالب توجه است، زیرا این دو عنصر همسایه دیوار به دیوار جدول تناوبی‌اند اما خواص آنها به شدت با هم تفاوت دارد. برای مثال، دمای ذوب طلا (۱۰۶۴°C) و دمای ذوب جیوه (۳۹°C) بیش از دماهای ذوب هر دو فلز مجاور دیگر در جدول تناوبی تفاوت دارند (بجز در مورد لیتیم و بریلیم که تفاوت

دماهای ذوب آنها نیز حدود ۱۱۰۰°C است، اما علت آن چیز دیگری است). چگالی طلا (۱۹/۳۲g/cm<sup>۳</sup>) و چگالی جیوه (۱۳/۵۳g/cm<sup>۳</sup>) نیز بیش از چگالیهای هر دو عنصر مجاور در جدول تناوبی تفاوت دارد. آنتالپهای ذوب شدن این دو فلز نیز متفاوتند که برای طلا ۱۲/۸ و برای جیوه ۲/۳۰ کیلو ژول بر مول است. البته، میزان بی‌نظمی ذوب آنها بسیار به یکدیگر نزدیک‌اند، برای طلا ۹/۲۹ و برای جیوه ۹/۸۱ کیلو ژول بر کلون بر مول است و نشان می‌دهد که درباره داده‌های ترمودینامیکی جیوه «مورد غیرعادی» وجود ندارد. این داده‌ها همگی گویای این حقیقت‌اند که نیروهای پیوندی در جیوه نسبت به طلا بسیار ضعیفترند. آنچه را که ما از پیش می‌دانیم، این داده به گونه‌ای روشنتر آنرا بیان می‌کنند. اما در این باره که چرا جیوه در دمای معمولی مایع است را توجیه نمی‌کنند. خواص الکتریکی طلا و جیوه نیز کاملاً تفاوت دارند. طلا یک رسانای بسیار خوب با رسانایی ویژه<sup>-۱</sup> ۴۲۶ kSm است. از طرف دیگر، جیوه یک رسانای بسیار ضعیفتر است که رسانایی ویژه آن تنها<sup>-۱</sup> ۱۰/۴ kSm است. (تمام داده‌هایی که در این مقاله آمده است از گرین وود و ایرن شاو گرفته شده است، مگر آنکه منبع آنها ذکر شده باشد).

از نقطه نظر ساختاری، می‌دانیم که مس، نقره و طلا ساختار بلوری انباشته مکعبی و روی و کادمیم ساختار بلوری انباشته هگزاگونالی (با اندکی انحراف) دارند. اما جیوه به صورت رومبوهدرال انحراف یافته است و فاصله<sup>۱</sup> Hg-Hg در صفحه‌هایی که به حد انباشتگی نرسیده‌اند حدود ۱۶ در صد «بزرگتر از حد انتظار» است. در اینجا نیز پیوندهای فلز-فلز آشکارا ضعیفتر از آنند که «می‌بایست» باشند.

با توجه به اینکه طلا و جیوه لزوماً ساختارهای الکترونی بسیار مشابهی دارند:



باید انتظار داشته باشیم که این تفاوت ناچیز در مقابلی خواص کاملاً متفاوت آنها نمود چندانی نداشته باشد، اما چگونه؟

## بی‌قاعدگیها

تعدادی خواص تناوبی دور از انتظار وجود دارند که

دست کم، هرگاه عنصرهای بعد از خاکهای کمیاب را مورد توجه قرار دهیم، از نقطه نظر نظم منطقی در جدول تناوبی، غیرمنظره‌اند. یک نمونه آشنا، مشابهت بسیار زیاد هافنیم و زیرکنیم است. انقباض لانتانوییدی که بر اثر پر شدن گروه اوربیتالهای 4f (که معمولاً یک «لایه فرعی» نامیده می‌شود) پدید می‌آید، توجیه معمولی این تشابه است. الکترونهای 4f تقریباً به خوبی الکترونهای s و p و حتی الکترونهای d بار هسته را نمی‌پوشانند. همچنین، از نفوذ اوربیتالهای 4f صحبت می‌شود و معنی آن این است که 14 پروتونی که در طول سری عنصرهای خاکهای کمیاب اضافه می‌شوند، به وسیله 14 الکترون 4f تماماً پوشیده نمی‌شوند. این موجب می‌شود که بار موثر هسته به تدریج بزرگتر و انقباض مربوط به ابر بار بیشتر شود. این پدیده یقیناً اثری حقیقی است و عمدتاً موجب می‌شود که  $^{238}\text{U}$  (یون لوتسیم) از  $^{235}\text{U}$  (یون ایتیم) حدود 3٪ آنگستروم کوچکتر باشد، با وجود این که در حجم یون لوتسیم، 32 الکترون بیشتر وجود دارد. انقباض لانتانوییدی، همچنین موجب آن می‌شود که شعاعهای فلزی نقره و طلا، هر دو 1/44 آنگستروم و شعاعهای فلزی کادمیم و جیوه نیز هر دو 1/51 آنگستروم باشد.

راستی، چرا Au طلایی رنگ است؟ چرا رنگ نقره‌ای ندارد؟ چرا در خارج از محدوده عنصرهای به واقع الکترونکاتیو، طلا بالاترین الکترونخواهی یعنی 223- کیلو زول بر مول دارد که از الکترونخواهی گوگرد بالاتر و تقریباً برابر الکترونخواهی ید است؟ چرا تالیم (Tl) در حالت اکسایش +1، سرب (Pb) در حالت اکسایش +2 و بیسموت (Bi) در حالت اکسایش +3 پایدارند، در صورتیکه عنصرهای هم گروه بالاتر آنها به ترتیب در حالت‌های اکسایش +3، +4 و +5 پایدارترند.

اگرچه اثر انقباض لانتانوییدی مفهوم بسیاری مفید است، اما به تنهایی تمام این بیقاعدگیها را توجیه نمی‌کند. مفهوم «جفت الکترون بی اثر  $s^2$ » که به وسیله سیدگویک (Sidgwick) در 1933 مطرح شد، نظر دیگری است که از آن برای پاسخ دادن به این پرسشها کمک گرفته شد. برای کسب اطلاع بیشتر به یک کتاب شیمی معدنی کلاسی مانند فیلیس و ویلیامز (Phillips & Williams) رجوع شود (6)، البته این مفهوم اخیراً واقعاً توجیه نمی‌کند که چرا جیوه مایع است یا چرا  $\text{Pb}^{2+}$  از  $\text{Pb}^{4+}$  پایدارتر است؟ برای دستیابی به علت واقعی این بیقاعدگیها، می‌بایست به

یک جنبه کاملاً متفاوت علم، یعنی نسبیت و تاثیر آن در خواص شیمیایی مواد، نظری بیفکنیم.

اینشتین (Einstein) با ارائه نظریه نسبیت ویژه خود در سال 1905 به ما آموخت که جرم هر شیئی متحرک بر حسب سرعت آن، طبق رابطه زیر افزایش می‌یابد:

$$m(\text{حقیقی}) = m(\text{سکون}) / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

بوهر (Bohr)، سرعت الکترون 1s اتم هیدروژن را در حالت پایه آن یعنی زمانی که روی مداری به شعاع بوهر (0.53 آنگستروم) می‌چرخد، حساب کرد و برابر  $\frac{1}{137}$  سرعت نور به دست آورد. این سرعت آنقدر کم است که جرم نسبیتی الکترون تنها  $1/0.0003$  برابر جرم در حالت سکون آن است. هر چند که این تفاوت کوچک است، اما سامرفلد (Sommerfeld) در 1916 زمانی که با مطرح کردن مدارهای بیضی شکل به اصلاح مدل اتمی بوهر پرداخت، اثرهای نسبیتی را به حساب آورد. البته، زمانی که به عنصرهای سنگین، مانند  $^{79}\text{Au}$  و  $^{80}\text{Hg}$  و جلوتر از آنها باز می‌گردیم، وضعیت بکلی تفاوت می‌کند. سرعت شعاعی میانگین مورد انتظار برای یک الکترون 1s در اتمهای سنگینتر از هیدروژن،  $c(Z/\alpha) \approx \pi$  است که در مورد اتم جیوه برابر  $c = 0.58c$  (80/137) یا 58 درصد سرعت نور است. این به نوبه خود این معنی را دارد که وقتی جرم الکترون را در مخرج کسر وارد می‌کنیم، شعاع به اندازه 23 درصد کاهش می‌یابد. بنابراین، اوربیتال 1s در اتمهای طلا و جیوه بسیار زیاد منقبض می‌شود. چون همه اوربیتالها باید نسبت به یکدیگر ارتوگونال باشند، تقریباً به همین اندازه انقباض جرم-سرعت در مورد اوربیتالهای 2s، 3s، 4s، 5s، 6s و 7s نیز روی می‌دهد. اکنون برای آن که دریابیم واقعاً چه چیزی در پیش خواهد بود، لازم است که به مکانیک کوانتومی نسبیتی پل دیراک (relativistic quantum mechanics) نظری بیفکنیم.

### مکانیک کوانتومی دیراک

مکانیک کوانتومی شرودینگر (Schrodinger) با کانتورهای احتمال، الگوهای الکترون نقطه‌ای و ترازهای انرژی که همه دانشجویان شیمی در مقطع لیسانس با آن آشنایی دارند، برای بررسی عنصرهای سنگین مناسب نیست. در چارچوب جفت شدن اسپین اوربیتال می‌دانیم

که عددهای کوانتومی زاویه‌ای و اسپینی  $l$  و  $s$  برای عنصرهای سنگین، «فایده‌ای» ندارند. بلکه مجموع برداری آنها یعنی  $J=I+s$  مفید است. بنابراین، جفت شدن  $Jz$  را به جای  $Lz$  (جفت شدن راسل-ساندرز) به کار می‌بریم.

اسپین الکترون برای توجیه ساختار ظریف طیف هیدروژن توسط اولنیک (Uhlenbek) و گوداسمیت (Goudsmit) فیزیکدانهای آلمانی در ۱۹۲۵ نوآوری شد.

آزمایش اشترن (Stern) و گرلاخ (Gerlach) در ۱۹۲۲ که در آن باریکه‌ای از اتمهای نقره بخار شده به وسیله یک میدان مغناطیسی خارجی غیر یکنواخت، به دو دسته تقسیم می‌شدند، به نظر می‌رسد که تأییدی برای این نظر باشد. فکر اسپین الکترون که معمولاً آن را جزیی از اصل طرد پاولی (Pauli exclusion principle) می‌دانیم، پذیرهای (postulate) بود که به حل معادله موج به وسیله شرودینگر، افزوده شد. جالب توجه است که پاولی با وجود این که آن همه در ارائه مدل کوانتومی اتم موثر بود و کسی بود که چهارمین عدد کوانتومی را در اوایل ۱۹۲۵ معرفی کرد، خودش به توجیه اولنیک و گوداسمیت درباره اسپین الکترون به عنوان یک جنبش ذاتی آن اعتقاد نداشت. سرانجام در ۱۹۲۸ دیراک، ترکیبی از مکانیک کوانتومی و نسبیت به وجود آورد. وی نشان داد که جفت شدن «اسپین-اوربیت» یک اثر کاملاً نسبیتی است و الکترون در واقع هرگز به دور محور خود نمی‌چرخد و این برخلاف آن چیزی است که مطمئنیم اغلب شیمیدانها به آن فکر می‌کنند. طبق نظر دیراک، همه الکترونها از جمله الکترونها  $s$ ، دارای اندازه حرکت زاویه‌ای اند و وجه تمایزی بین اندازه حرکت «اوربیتالی» و «اسپینی» وجود ندارد. تنها یک کمیت وجود دارد که با عدد کوانتومی اندازه حرکت زاویه‌ای  $J$  مشخص می‌شود. در این صورت، یک اوربیتال  $s$  دارای نشانه  $s_{1/2}$  خواهد بود. همین اندازه حرکت زاویه‌ای است که در اندازه‌گیریهای طیف‌نمایی «اسپین الکترون» عمل می‌کند. افزون بر آن، نگرش دیراک نشان می‌دهد که اوربیتالهای  $P_x$ ،  $P_y$  و  $P_z$  با تصور متداولی که از آنها داریم کاملاً تفاوت دارند. آنها دو گروه از اوربیتالها (یا به گفته دیراک، «اسپین کننده‌ها») را تشکیل می‌دهند که با  $P_{1/2}$  و  $P_{3/2}$  مشخص می‌شوند و با عدد کوانتومی زاویه‌ای  $J$  نشان داده می‌شوند. چون اوربیتالهای اتمی  $S_{1/2}$  و  $P_{1/2}$  وابستگی زاویه‌ای

یکسانی دارند، اوربیتال  $P_{1/2}$  قرار دارد که به شکل دونات است یعنی به همان صورتی که معمولاً شکل اوربیتال  $d_{z^2}$  را می‌بینیم. این شکافتگی نسبیتی انرژیهای اوربیتال طبق نظر دیراک، توجیه واقعی انرژی جفت شدن سنتی «اسپین-اوربیت» است که برای یک عنصر سنگین مانند سرب تا به ۲ الکترون ولت یا تقریباً ۲۰۰ کیلوژول بر مول می‌رسد.

### اثرهای نسبیتی

طبق نظر دیراک، به اختصار از سه اثر نسبیتی صحبت می‌شود.

(۱) اوربیتالهای  $s_{1/2}$  و  $p_{1/2}$  بسیار زیاد اما اوربیتال  $P_{3/2}$  به میزان کمتری انقباض حاصل می‌کند.

(۲) این رویداد به نوبه خود گسترشی در بخش بیرونی اوربیتالهای  $d$  و  $f$  نسبت به اوربیتالهای  $s$  و  $p$  القا می‌کند.

(۳) «جفت شدن اسپین-اوربیت»، در واقع شکافتگی نسبی انرژی اوربیتالهای  $p$ ،  $d$  و  $f$  است. این اثر برای عنصرهای سنگینتر، چشمگیر می‌شود.

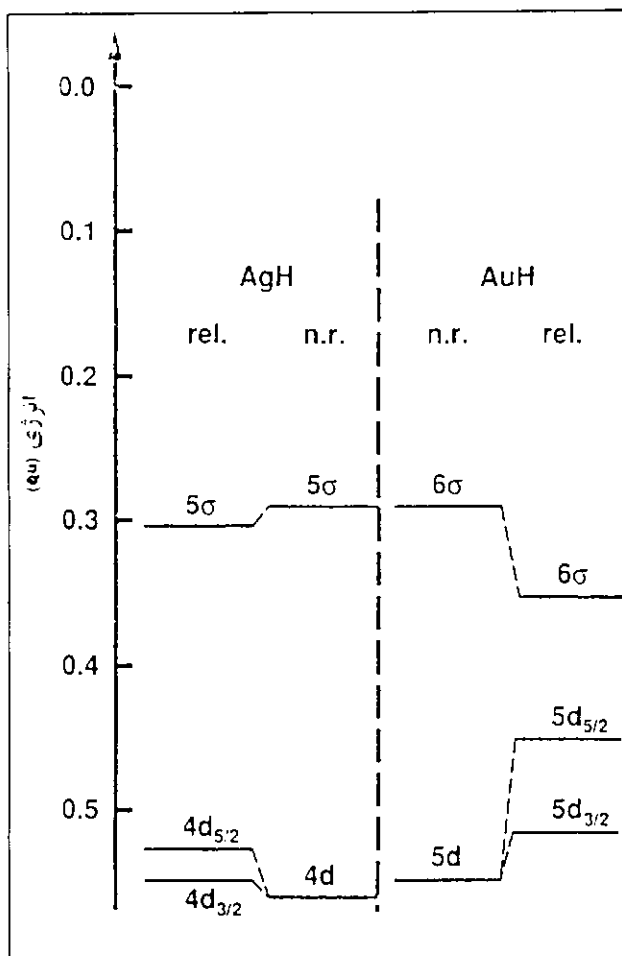
مجموع این اثرها که برای طلا و جیوه بسیار مهم است، موجب می‌شود که تفاوت انرژی بین اوربیتالهای  $d_{5/2}$  و  $d_{3/2}$  بسیار کوچکتر شود (به زیر رجوع شود). در واقع، دست کم یک اثر نسبیتی دیگر بنام جمله داروین (Darwin term) را باید در نظر گرفت که بر اثر حرکت ارتعاشی الکترون «جنبش ارزانکی» (Zitterbewegung) که در نزدیکی هسته اتم چشمگیر می‌شود پدید می‌آید. این جمله به الکترون انرژی بیشتری می‌دهد و اوربیتالهای  $s$  را گسترش می‌دهد که به طور جزیی با انقباض سرعت-جرم مقابله می‌کند. این موضوع به روشنی در «اثر ۲» که در بالا به آن اشاره شد، گنجانیده شده است. جمله داروین معمولاً از برداشش معادله شرودینگر به روش «نسبیت پاولی» که کاربرد آن نسبت به مدل محض دیراک دشواری کمتری دارد، کمک می‌گیرد.

### محاسبه های نسبیتی

ساختارهای نوار انرژی نسبیتی طلا (۷)، فلزهای سنگین دیگر و آلیاژها به روشهای گوناگون (۴، ۵ و ۸) حساب شد. تشریح یک چنین محاسبه‌های ساختار-نوار برای استفاده در این مقاله آسان نمی‌باشد. این محاسبه‌ها به

نظریه منطقه بریلوان نیاز دارند و یک مجموعه کامل از مفهومیهای لازم باید کاملاً بررسی شوند. به جای این محاسبه‌ها، شکلی ۱ به عنوان توصیف ساده‌تری از نکات اصلی انتخاب شده است.

در این شکل محاسبه‌های نسبیتی در مورد گونه‌های مولکولی گازی  $AuH$  و  $AgH$  که توسط پیکو (۹) و بیکو و دسکلوس (Desclaus) (۱۰) انجام گرفت، به تصویر کشیده شد. تفاوت‌های انرژی بین اوربیتال‌های  $5s$  و  $5d$  و  $6s$  طلا آشکارا متفاوت‌اند. هر چند که هم‌تاهای غیرنسبیتی آنها بسیار شبیه هم‌اند. البته تفاوت‌هایی بین یک اتم آزاد گازی طلا و یا یک مولکول  $AuH$  گازی و جامد بلوری آنها وجود دارد، اما جنبه‌های عمده اثرهای نسبیتی هنوز یکسان است.



شکل ۱- انرژی اوربیتال‌های مولکول‌های دو اتمی گازی  $AuH$  و  $AgH$  به دست آمده از محاسبه‌های نسبیتی و غیرنسبیتی برحسب واحد اتمی هر  $Au$  برابر  $27/212$  الکترون ولت یا  $2125/5$  کیلو ژول بر مول است. بنابراین،  $\Delta E$  تقریباً برابر ۲۶ کیلو ژول به ازای هر پله روی محور عرضها است. داده‌ها از پیکو گرفته شده است (۹).

برای بحث‌های بیشتر در این زمینه، به مقاله‌های کریستنسن (christensen) (۸)، کولینگ (Koelling) و مک‌دونالد (MacDonald) (۱۱) رجوع شود. عالیترین مقاله‌ها درباره اثرهای نسبیتی در شیمی طلا توسط شورتفگر (Schwerdtfeger) و همکارانش (۱۲ و ۱۳) ارائه شد. محاسبه‌های مبتنی بر اولین اصل که توسط تاکوچی (Takeuchi) و همکارانش (۱۴) انجام گرفت، نشان می‌دهند که انرژی پیوستگی بیشتر طلا در مقایسه با نقره، یک اثر نسبیتی است.

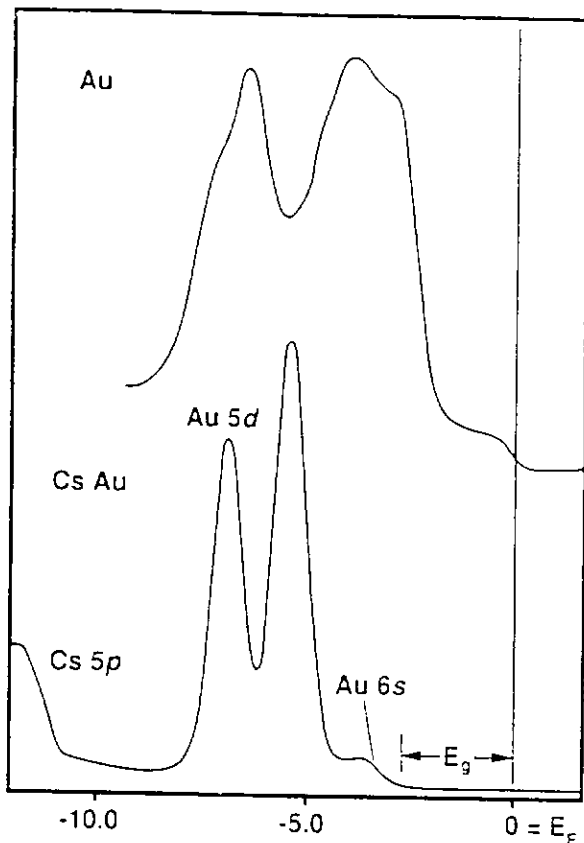
آزمایش‌های طیف‌نمایی فتوالکترونی پرتو X انجام شده بر روی طلا و فلزهای سنگین دیگر و آلیاژها، نشان داده است که محاسبه‌های نسبیتی نسبت به محاسبه‌های غیرنسبیتی به مشاهده‌ها بسیار نزدیکند براساس تجربه و محاسبه تورم می‌توان نتیجه گرفت که پیوندهای فلز-فلز در طلای جامد از اختلاط تک الکترون  $6s$  با یک الکترون  $5d$  حاصل می‌شود و اوربیتال  $6p$  (تقریباً) هیچ سهمی ندارد.

در تجزیه و تحلیل خواص تناوبی غیرعادی، یک مسأله باقی می‌ماند و آن این است که اثرهای نسبیتی نسبت به  $Z$  با روند ملایمی تغییر نمی‌کنند و به نظر می‌رسد که در مورد  $79Au$  به اوج خود می‌رسند. انقباض سرعت-جرم نسبیتی شعاع اوربیتال  $6$  اتم طلای گازی آزاد برابر ۱۶٪ حساب شده است (۸). افزون بر آن، اثرهای نسبیتی با انقباض لانتانوئیدی که به نوبه خود حدود ۱۵٪ جنبه نسبیتی دارد و نیز با انقباض اوربیتال  $d$  مشابهی همراه است. در مورد الکترون  $6$  در طلای جامد از پایداری کل  $2/8$  الکترون ولت (۲۷۰ کیلو ژول بر مول)  $2/3$  از اثرهای نسبیتی و  $1/3$  از انقباض لانتانوئیدی ناشی می‌شود (۱۵ و ۱۶). پیشگویی ماحصل نتیجه همه این اثرها معمولاً دشوار است.

### نقره و طلا

اکنون می‌توانیم چندین تفاوت بین نقره و طلا را توجیه کنیم. رنگ طلا از آنجا ناشی می‌شود که نور آبی جذب می‌شود و الکترون‌های  $5d$  برانگیخته شده به تراز  $6s$  و یا با بیانی دقیقتر به تراز فرمی (Fermi) که درست در بالای نوار رسانایی قرار دارد، ارتقا می‌یابد. اما، نقره با داشتن یک نوار شکاف پهن‌تر، در فرا بنفش جذب دارد و بی‌رنگ به نظر می‌آید. انرژی نخستین یونش طلا اندکی از





انرژی (eV)

انرژی نخستین یونش نقره بیشتر است، در صورتی که انرژیهای دومین و سومین یونش نقره بیشتر است. بنابراین، غالباً به  $Ag^+$  بیشتر از  $Au^+$  اما به  $Au^{3+}$  خیلی بیشتر از  $Ag^{3+}$  برمی‌خوریم. افزون بر اینها، طلا در ترکیبهای کمپلکس خود خصلت کووالانسی مشهودتری نشان می‌دهد، این به واسطه اوربیتالهای هیبریدی d-s است که از نظر انرژی در طلا مساعدتر از نقره است. آنچه که در شکل ۱ نشان داده شده است با همه این نتایج هماهنگی دارد (۱۷).

### الکترونخواهی

الکترونخواهی بالای طلا را می‌توان به این صورت توجیه کرد که اوربیتال 6s در آن چنان سطح انرژی پایینی قرار دارد که برای جهش یک الکترون به آن و نگهداشتن آن «جای مناسبی» است (۱۰). کول (Cole) و پردیو (Perdew) (۱۸) حساب کردند که اثرهای نسبی، الکترونگاتیوی طلا را تا میزان ۶۵ درصد افزایش می‌دهد. همچنین اثرهای نسبی توجیه می‌کنند که چرا مولکول گازی  $Au_4$  مولکولی با پایداری بسیار شگفت‌انگیز است و انرژی لازم برای تفکیک آن ۲۲۱ کیلوژول بر مول است که از انرژی تفکیک مولکول گازی  $I_4$  (۱۵۱ کیلوژول بر مول) بیشتر و از انرژی تفکیک پیوند یگانه Cl-Cl (۲۴۳ کیلوژول بر مول) اندکی کمتر است.

### ترکیبهای بین فلزی

ترکیب بین فلزی CsAu آلیاژی با رسانایی فلزی نمی‌باشد بلکه نیم‌رسانای شفاف و قرمز رنگی است که با ساختار کلرید سزیم متبلور می‌شود. این مثال دیگری از تمایل طلا به داشتن یک الکترون دیگر در اوربیتال 6s است، زیرا تمایلی به تشکیل یک ترکیب یونی  $Cs^+Au^-$  به چشم می‌خورد. داده‌های تجربی (که از منبع ۱۹ گرفته شدند) در شکل ۲ به تصویر کشیده شده‌اند. محاسبه‌های ساختار الکترونی CsAu که توسط کریستنسن و کولار (Kollar) (۲۰) انجام گرفتند تایید می‌کنند که خصلت نیم‌رسانایی در این مورد یک اثر نسبی رویهم است. در اینجا طلا بی‌شبهت به ید نمی‌باشد و یک «شبه‌هالوژن» نامیده شده است.

شکل ۲. طیفهای ESCA (XPS)، فتوالکترونی پرتو X، نشانگر ساختارهای نوار طلای فلزی و CsAu نیم‌رسانا انرژی بر حسب eV نسبت به تراز فرعی،  $E_F$ ، است. در طلا نوارهای 6s و 5d هیبرید شده و تا تراز فرعی گسترش می‌یابند. در CsAu دانسیته الکترون از Cs به Au انتقال یافته است. از این رو، نوار 6s مستقر است و با نوار 5d در نمی‌آمیزد و با یک شکاف انرژی حدود ۲/۶ الکترون ولت از  $E_F$  جدا می‌شود. شکافتگی نسبی حدود ۱/۵ الکترون ولت در انرژیهای تراز 5d اتم طلا در CsAu مشخص است. داده‌ها از ورتهایم (Wertheim) (۱۱) گرفته شده است.

### چرا جیوه مایع است؟

اکنون ببینیم پرسش اصلی مطرح شده در این مقاله، یعنی «چرا جیوه مایع است» را چگونه می‌توان پاسخ داد؟ پاسخ این پرسش را با رجوع به فاز گازی و جیوه (I) می‌توانیم پیدا کنیم. جیوه به هیچوجه پیوندهای کووالانسی ساده قابل مقایسه با پیوند  $Au_4$  تشکیل نمی‌دهد. البته،  $Hg_2^{2+}$  که با  $Au_4$  هم الکترون است، گونه بسیار پایداری است که به یقین هم در محلولهای آبگون و هم در ترکیبهای جامد شناخته شده است. در

واقع، محاسبه‌هایی که توسط زیگلر (Ziegler) و همکارانش انجام گرفت (۲۱) نشان می‌دهد که اثرهای نسبی، طول پیوندها را به میزان ۱۶% هم در  $Au_p$  و هم  $Hg_p^{2+}$  کوتاه می‌کنند و موجب آن می‌شوند که فاصله‌های پیوندی آنها نسبت به گونه‌های مشابه از نقره و کادمیم کوتاهتر شود. اگر بخواهیم مقایسه‌ای انجام دهیم، می‌توان گفت که تفاوت بین طلا که مولکول دایمر پایداری با پیوندهای محکم در فاز گازی تشکیل می‌دهد ( $Au_p$  گازی) و جیوه که در بین فلز، از نظر اینکه در فاز گازی به تقریب تماماً تک اتمی است ( $Hg$  گازی) همان تفاوت بین  $H_p$  گازی و  $Hc$  گازی است که موكداً تک اتمی است. توجیه متداول این رویداد این است که  $Hc_p$  گازی وجود ندارد. زیرا سومین و چهارمین الکترون ظرفیت آن در اوربیتال ضد پیوندی  $\sigma_{1s}^*$  جای می‌گیرند و یک مولکول دو اتمی را به کلی ناپایدار می‌کنند. در مورد جیوه اوربیتال  $6s$  که از نظر نسبی انقباض حاصل کرده است، پر می‌باشد. بنابراین، دو الکترون  $6s$  در پیوندهای فلز-فلز سهم چندانی ندارند. این درست عکس مورد طلا است. می‌توان نتیجه گرفت که پیوند عمدتاً به وسیله نیروهای وان در والس (۲۲) و نیز احتمالاً از راه تأثیرهای متقابل ضعیف اوربیتال  $6p$  تشکیل می‌شود. به همین دلیل است که پیوند  $Hg-Hg$  این همه ضعیف است.

ضمناً این پدیده توجیه می‌کند که چرا رسانایی الکتریکی جیوه این همه از رسانایی الکتریکی طلا پایینتر است. زیرا دو الکترون  $6s$  نسبتاً مستقرند و تنها اندکی در نوار رسانایی شرکت می‌کنند. جیوه را براساس این مشابهت می‌توان یک گاز شبه بی‌اثر نامید.

### تشکیل ملغمه

چرا جیوه مایع طلا را در خود حل می‌کند و ملغمه تشکیل می‌دهد؟ پیوند شیمیایی، در یک ملغمه به چه چیزی شباهت دارد؟ چرا جیوه به خوبی با مس، نقره، طلا و فلزهای قلیایی ملغمه می‌شود؟ واکنش با سدیم به صورت فرایند کلر-قلیایی معروف است که در آن ملغمه‌ای (شامل حدود ۵/۰ درصد وزنی سدیم) در کاتد جیوه مایع تشکیل می‌شود. چرا جیوه با رادیکال آمونیم  $NH_4^+$  واکنش می‌دهد؟ چرا با اغلب فلزهای واسطه اصلاً واکنش نمی‌دهد و یا بسیار ضعیف عمل می‌کند؟

حال باید کوشید تا پاسخی برای این پرسشها پیدا کرد. همان طور که در مقدمه ذکر شد، به دست آوردن

دوباره طلا از ملغمه آسان است و تنها با گرم کردن انجام می‌گیرد. بنابراین، نیروهای پیوندی بین  $Hg$  و  $Au$  خیلی قوی نمی‌باشد.

یک گونه مولکولی گازی فرضی  $HgAu$  را در نظر می‌گیریم. مشابه  $He_p^+$  که به روش طیف‌نمایی شناسایی شده است، می‌بایست یک پیوند سه‌گانه الکترونی  $Hg...Au$  داشته باشد که دو الکترون در آن در اوربیتال پیوندی  $6s$  و یک الکترون آن در اوربیتال ضد پیوندی  $6s^*$  است. این پیوند باید از پیوندهای کووالانسی ساده قوی در  $Au_p$  گازی ضعیفتر اما از پیوندهای بین اتمهای جیوه قویتر باشد نقره و طلا یک الکترون به ازای هر اتم به پیوندها در ملغمه می‌دهند. همین مطالب در مورد فلزهای قلیایی نیز صدق می‌کند. بیشتر فلزهای واسطه تأثیر متقابل ضعیفی با جیوه دارند. زیرا این فلزها دو الکترون  $s$  را به ازای هر اتم در این تأثیر دخالت می‌دهند که به همان مسأله جیوه بازمی‌گردیم، تنها پیوندهای بسیار ضعیف ممکن خواهد بود. رادیکال آمونیم نیز یک الکترون در پیوند با جیوه در اختیار می‌گذارد. به نظر می‌رسد که اگر فلزهای آلیاژ شونده یک الکترون به ازای هر اتم شرکت دهند، ملغمه خوبی تشکیل می‌شود و اگر دو الکترون شرکت دهند، چنین نخواهد شد.

باید به طور صریح اذعان کرد که هیچ محاسبه روشنی نظر بحث شده در بالا را تایید نکرده است. محاسبه‌های مفصل نسبی درباره پیوند در جیوه جامد و ملغمه لازم است تا این نظرها را درباره تشکیل پیوند تحقق بخشد. برای چنین محاسبه‌هایی معمولاً لازم است فرض شود که ساختار بلور این فلز انباشته مکعبی یا مکعبی مرکز پر است. انحراف رومبودرال جیوه بلوری از انباشته مکعبی فاصله زیاد دارد که بنابراین تقریب نسبتاً نامناسبی است. در سیستم دوتایی  $Au-Hg$ ، فاز بین فلزی غنی از  $Au_pHg$  برای جیوه ثابت نشده است. این ترکیب استوکیومتری ساختار بلوری هگزاگونالی دارد و به طور نامتجانس در  $122^\circ C$  ذوب می‌شود. حلالیت طلا در جیوه جامد قابل چشمپوشی است (۲۳). بنابراین ملغمه‌های غنی از جیوه کم یا بیش مخلوط دو فاز  $Au_pHg$  و  $Hg$  خوب متبلور شده‌اند. محاسبه‌های نسبی درباره جیوه مایع که در آن ساختار مایع (خوشه‌ای از نزدیکترین اتمهای مجاور به فاصله ۳/۰ آنگستروم) به حساب آورده شده است، نیز می‌تواند مفید باشد.

5. Pyykko, P. Chem. Rev. 1988. 88. 563.
6. Phillips, C.S.G.; Williams, R.J.P. Inorganic Chemistry: Oxford University: New York. 1966: Vol. 2. Metals.
7. Takeda, T. J. Phys. F.: Metal Phys. 1980. 10. 1135.
8. Christensen, N. E. Int. J. Quant. Chem. 1984. 25. 233.
9. Pyykko P. Adv. Quant. Chem. 1978. 11. 353.
10. Pyykko, P.: Desclaux, J. P. Acc. Chem. Res. 1979. 12. 276.
11. Koelling, D. D.; MacDonald, A. H. In Relativistic Effects in Atoms, Molecules, and Solids; Malli, G. L. Ed.: Plenum: New York. 1988: p 227.
12. Schwerdtfeger, P.; Dolg, M.; Schwarz, W. H. E.; Bowmaker, G. A.; Boyd, P. D. W. J. Chem. Phys. 1989. 91. 1762.
13. Schwerdtfeger, P. J. Am. Chem. Soc. 1989. 111. 7261.
14. Takeuchi, N.; Chan, C. T.; Ho, K. M. Phys. Rev. B. 1989. 40. 1565
15. Bagus, P. S.; Lee, Y. S.; Pitzer, K. S. Chem. Phys. Lett. 1975. 33. 408
16. Christiansen, P. A.; Ermler, W. C.; Pitzer, K. S. Ann. Rev. Phys. Chem. 1985, 36. 407.
17. Desclaux, J. P.; Pyykko, P. Chem. Phys. Lett. 1976. 300.
18. Cole, L. A.; Perdew, J. P. Phys. Rev. A 1982. 25. 1265.
19. Wertheim, G. K. In Solid State Chemistry Techniques; Cheetham, A. K.; Day, P. Eds.: Clarendon: Oxford. 1987. Chapter 3.
20. Christensen, N. E.; Kollar, J. Sol. State Comm. 1983. 46. 727.
21. Ziegler, T.; Snijders, J. G.; Baerends, E. J. J. Chem. Phys. 1981. 74. 1271.
22. Pyper, N. C.; Grant, I. P.; Gerber, R. B. Chem. Phys. Lett. 1977. 49. 479.
23. Rolfe, C.; Hume-Rothery, W. J. Less Comm. Met. 1967. 13. 1.
24. Gillespie, R. J.; Granger, P., Morgan, K. R.; Schrobilgen, G. J. Inorg. Chem. 1984. 23. 887.

## جفت $6s^2$ بی اثر

سرانجام، به عنوان نمونه‌ای از اثرهای نسبیتی بر شیمی فلزهای سنگین، بجاست که  $^{81}\text{Tl}$  و  $^{89}\text{In}$  را مقایسه کنیم. هرچند که شعاع یون  $^{81}\text{Tl}^+$  ( $1/50^\circ\text{A}$ ) از شعاع یون  $^{89}\text{In}$  ( $1/40^\circ\text{A}$ ) بزرگتر است، اما انرژی لازم برای رفتن از حالت اکسایش +1 به حالت اکسایش +3 برای  $^{81}\text{Tl}^+$  بیشتر از  $^{89}\text{In}^+$  است. مجموع انرژیهای یونش دوم و سوم برای تالیوم ۸۴۸ کیلوژول بر مول و برای ایندیم ۵۲۴ کیلوژول بر مول است یعنی تفاوت حدود ۷٪ است.  $^{81}\text{Tl}^+$  با  $\text{Hg}$  هم الکترون است و انرژی اضافی که برای برداشتن دو الکترون و رسیدن به  $^{81}\text{Tl}^{3+}$  لازم است، آشکارا از انقباض نسبیتی اوربیتال  $6s$  ناشی می‌شود. «جفت  $6s^2$  بی اثر» که این همه به آن برمی‌خوریم و هرگز در کتابهای درسی توجیه نشده است؛ یک اثر نسبیتی است.

## سخن آخر

تأثیر نسبیت در خواص عنصرهای سنگین، دست کم ۱۵ سال است که درک شده است. این دانش طبیعتاً راه خود را در کار پژوهش در زمینه شیمی فلزهای سنگین پیدا می‌کند. برای نمونه به کارهای شروبیگن (Schrobigen) و همکارانش (۲۴) رجوع شود. زمانی طولانی است که این دانش در آموزش شیمی سطح کارشناسی بازتاب یافته است. نگاهی به منابع پیشنهاد شده در پایان این مقاله ببینید و از پاسخهای ظریف و تفکر برانگیز به پرسش به ظاهر ساده «چرا جیوه مایع است؟» و معماهای دیگر، جدول تناوبی بهره‌گیرید.

مقاله‌هایی که شماره آنها به ترتیب در این مقاله در برانتز آمده است.

1. Greenwood, N.N.; Earnshaw, A. Chemistry of the Elements: Pergamon: Oxford. 1984. p 1395.
2. Cotton, F. A.; Wilkinson, G. Advanced Inorganic Chemistry. 5th ed.; Wiley: New York. 1988: p 597.
3. Mackay, K.M.; Mackay, R.A. Introduction to Modern Inorganic Chemistry, 4th ed; Blackie: Glasgow and London. 1989: p. 292.
4. Pyykko, P. Relativistic Theory of Atoms and Molecules, A Bibliography 1916-1985: Springer: Berlin. 1986. Contains more than 3100 entries!

# پیوندهای چندگانه و مدل نیروی دافعه زوج الکترون لایه والانس

رونالد گیلسی

ترجمه دکتر منصور عابدینی استاد دانشگاه تهران

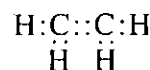
Journal of Chemical Educ. Feb. 1992

زوج الکترون وجود دارد و دو زوج آنها بین دو اتم کربن به اشتراک قرار گرفته‌اند. طبق مدل VSEPR زوج الکترونها در لایه والانس آرایشی را اختیار می‌کنند که آنها را تا حد ممکن از هم دور نگهدارد. پس، چهار زوج الکترون در لایه والانس یک اتم، آرایش چهار وجهی دارند. آرایش چهار وجهی چهار زوج الکترون در لایه والانس یک اتم کربن به این پیشگویی منتهی می‌شود که مولکول اِتن همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است دارای شکل هندسی مسطح است. زوج الکترونها در مشترک در بالا و پایین محور C-C واقع شده‌اند به گونه‌ی که پیوند دوگانه را می‌توان به صورت دو پیوند خمیده توصیف کرد. مدل مشابهی برای مولکول اِتن پیوند سه‌گانه را به صورت سه پیوند خمیده توصیف می‌کند و نشان می‌دهد که این مولکول خطی است (شکل ۱).

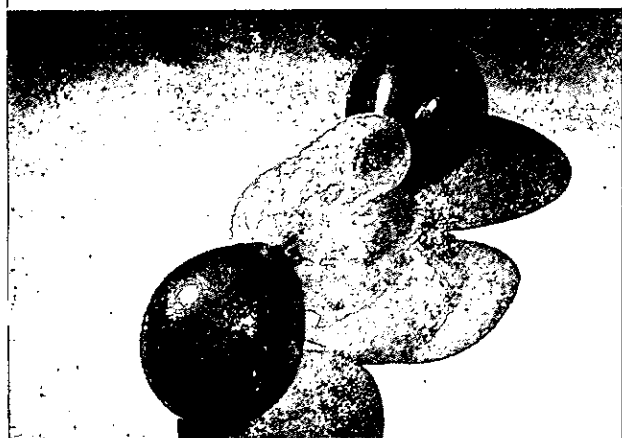
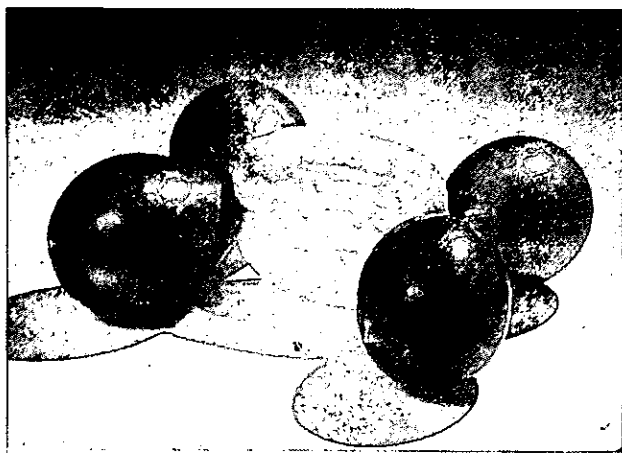
در بسیاری از کتابهای درسی کاربرد مدل VSEPR برای مولکولهایی که پیوند چندگانه دارند مطرح نشده یا به طور محدود مورد بحث قرار گرفته است. هدف از نوشتن این مقاله مرور کاربرد مدل VSEPR برای مولکولهای با پیوند چندگانه و مقایسه سودمند بودن و قابل استفاده بودن این مدل با سایر مدل‌هایی است که برای پیوندهای چندگانه به کار برده می‌شوند.

مدل VSEPR پیوند خمیده

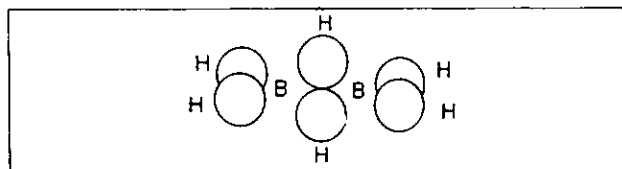
نمایش لوویس برای مولکول اِتن



نشان می‌دهد که در لایه والانس هر اتم کربن چهار



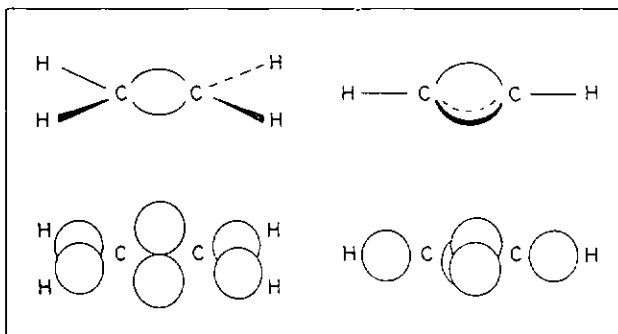
شکل ۲ تجسم این و ایتین به کمک بالون



شکل ۳ مدل قلمرو زوج الکترون برای دی بوران

توجه کنید که بین نمایش ساختار الکترونی ایتن و مولکول  $B_2H_6$  (شکل ۳) تشابه وجود دارد. دو زوج الکترون مربوط به پیوند دوگانه در ایتن دو پیوند سه مرکزی در  $B_2H_6$  تشکیل می‌دهند. برای پیشگویی شکل بسیاری از مولکولهای دیگر که پیوندهای دوگانه و سه گانه دارند می‌توان از مدل قلمرو زوج الکترون استفاده کرد (شکل ۴)

مدل VSEPR یک مدل اوربیتالی نیست. توزیع الکترونها در یک مولکول به جای استفاده از اوربیتال براساس قلمروهای زوج الکترون توصیف می‌شود. اما مدل پیوند خمیده را می‌توان براساس اوربیتالی بیان کرد چنانچه برای هر اتم کربن از اوربیتالهای هیبریدی  $sp^3$

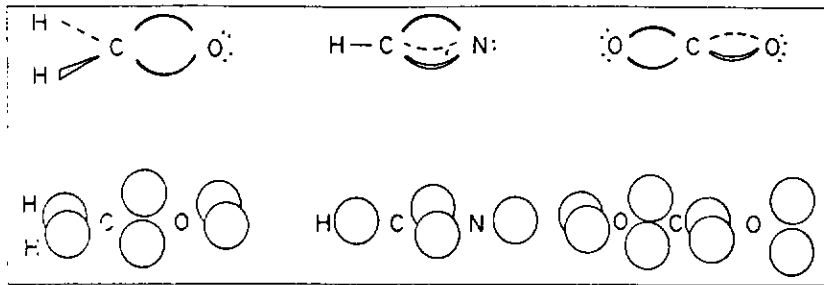


شکل ۱ مدل پیوند خمیده برای ایتن و ایتین (بالا) نمایش پیوند (زیر) مدل قلمرو زوج الکترون

نمایش پیوند در شکل ۱ تنها یک نمایش تقریبی از چگونگی توزیع الکترون در این مولکولها است. یک نمایش بهتر با فرض اینکه هر زوج الکترون به طور مؤثر فضای معینی را در مولکول اشغال می‌کند به دست می‌آید. این فضا را قلمرو الکترون می‌نامیم و شکل آن را به طور تقریبی در نظر می‌گیریم. این مدل نخستین بار توسط کیمبال و همچنین بنت پیشنهاد شد و آن را مدل کره‌های مماس نامیدند. ما آن را مدل قلمرو زوج الکترون می‌نامیم.

در ساده‌ترین شکل این مدل فرض بر این است که هر قلمرو زوج الکترون کره‌ای است، اندازه آن با دیگر قلمروها یکسان است و با آنها همپوشانی ندارد. قلمروهای زوج الکترون در لایه والانس به سمت هسته مثبت مرکزی جذب می‌شوند و آرایش را اختیار می‌کنند که به آنها اجازه می‌دهد تا حد ممکن به سمت هسته و الکترونها درونی اطراف آن نزدیک شوند. برای چهار قلمرو کره‌ای هم‌ارز این آرایش یک آرایش چهار وجهی است. مدل قلمرو زوج الکترون برای ایتن و ایتین نیز در شکل ۱ نشان داده شده است.

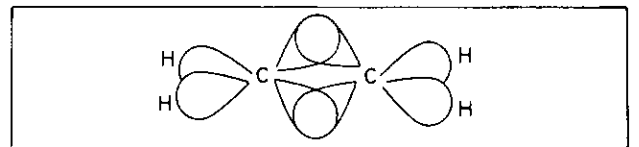
برای تجسم توزیع الکترون در این مولکولها می‌توان با استفاده از کره‌های استیروفوم یا بالون به صورتی که در شکل ۲ نشان داده شده است، به راحتی مدل‌های نمایشی مفید تهیه کرد. زاویه پیوند براساس این مدلها  $109/5^\circ$  است اما زاویه مشاهده شده  $116/2^\circ$  است. ولی چون هر یک از دو قلمرو مربوط به پیوند دوگانه به سمت دو هسته کربنی که برای هر دو قلمرو یکسان است جذب می‌شود، انتظار می‌رود که این دو قلمرو به سمت یکدیگر کشیده شوند که در نتیجه زاویه بین آنها کاهش خواهد یافت. این وضع اجازه می‌دهد که دو قلمرو پیوندی C-H از هم دور شوند و در نتیجه زاویه پیوند H-C-H از  $109/5^\circ$  بیشتر شود.



شکل ۲  
مدل پیوند خمیده برای  $\text{CO}_2$ ،  $\text{HCN}$ ،  $\text{H}_2\text{CO}$

مدل اوربیتال هیبریدی پیوند خمیده

استفاده کنیم که در آن صورت زاویه پیوند H-C-H برابر  $109.5^\circ$  خواهد بود (شکل ۵). اما با تنظیم اوربیتالهای هیبریدی به گونه‌ای که دو اوربیتال پیوند C-H به جای ۲۵ درصد، ۳۰ درصد خصلت s و اوربیتالهای پیوند C-C نیز به جای ۷۵ درصد، ۸۰ درصد خصلت p داشته باشند با زاویه پیوند مشاهده شده  $116.2^\circ$  سازگاری کامل خواهیم داشت. این مدل توصیف پیوند را براساس اوربیتالی به دست می‌دهد اما به کمک آن نمی‌توان شکل هندسی مولکول را توضیح داد یا پیشگویی کرد چون شکل اوربیتالها را باید انتخاب کرد تا با پیشگویی مدل VSEPR یا شکل هندسی مشاهده شده مطابقت کند.

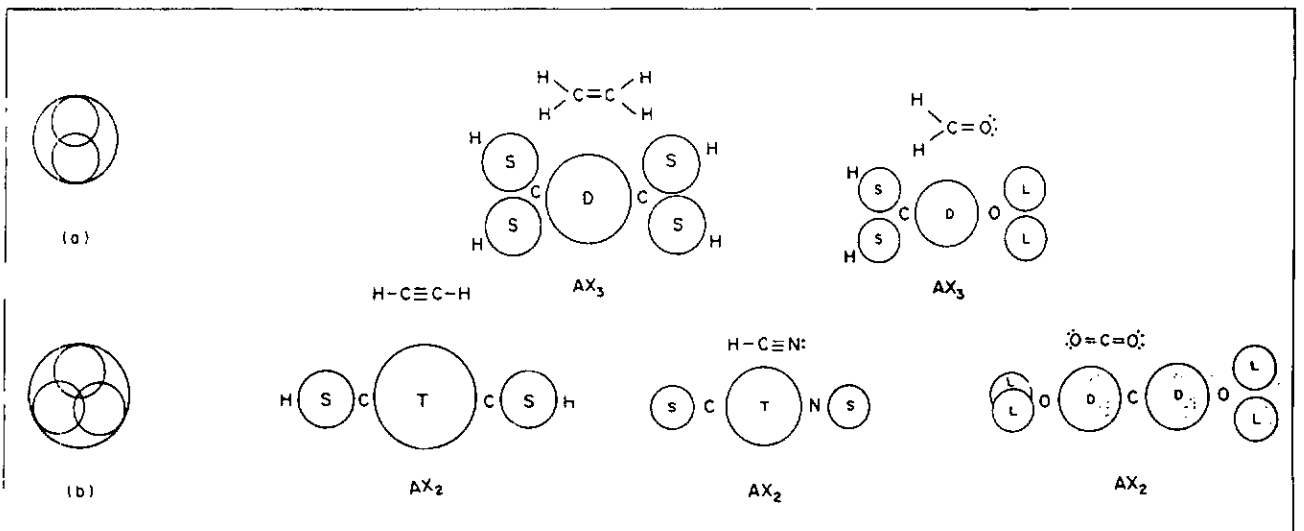


شکل ۵ مدل اوربیتال هیبریدی  $sp^3$  برای اتن

مدل VSEPR قلمرو پیوند چندگانه

در مولکول اتن هر یک از دو قلمرو زوج الکترون مربوط به پیوند دوگانه به سمت دو هسته کربنی که برای هر دو قلمرو یکسان است جذب می‌شود. بنابراین انتظار می‌رود که این زوج الکترونها در مقایسه با قلمرو زوج الکترونها در مولکول متان، به یکدیگر نزدیکتر شوند. البته اغلب ساده‌تر و مناسبتر است که فرض کنیم این دو قلمرو زوج الکترون به صورت یک قلمرو بزرگتر پیوند دوگانه (دو زوج الکترون) در هم ادغام می‌شوند. به همین ترتیب سه زوج الکترون یک پیوند سه‌گانه را می‌توان فرض کرد که در هم ادغام می‌شوند و یک قلمرو باز هم بزرگتر پیوند سه‌گانه (سه زوج الکترون) را به وجود می‌آورند (شکل ۶).

طبق این مدل، هر یک از دو اتم کربن در اتن سه قلمرو در لایه والانس خود دارد. دو قلمرو پیوند یگانه و یک قلمرو پیوند دوگانه. این سه قلمرو یک آرایش سطح



شکل ۶. الف) قلمرو پیوند دوگانه (تقریب کروی). ب) قلمرو پیوند سه‌گانه (تقریب کروی). ج) مدل‌های قلمرو پیوند چندگانه



بنابراین اتم گوگرد دارای شکل هندسی AX<sub>3</sub>E است. به طور کلی شکل هندسی پیش‌بینی شده ایده‌آل برای یک مولکول AX<sub>n</sub>E<sub>m</sub> فقط به تعداد قلمروهای زوج الکترون در لایه والانس اتم مرکزی A بستگی دارد و ماهیت این قلمروها اعم از اینکه قلمروهای زوج تنها، پیوند یگانه، دوگانه یا سه‌گانه یا قلمرو پیوند چندگانه جزئی باشند در درجه دوم اهمیت قرار دارد. شکل مولکولهایی که پیوند چندگانه دارند در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱ شکل مولکولهایی که پیوند چندگانه دارند

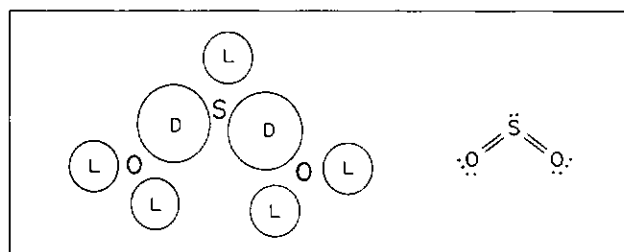
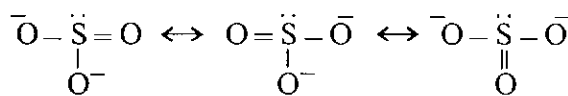
تعداد قلمروها	آرایش	قلمروهای پیوندی	زوج قلمروهای تنها	شکل مولکول	مثال
۲	خطی	۲	۰	خطی	$O=C=O$ $H-C\equiv N$
۳	مثلثی	۳	۰	مثلثی	$Cl_2C=O$ $O_3$ $O=S=O$
		۲	۱		$O=C=O$ $O=C=O$ $Cl-H=O$
۴	چهاروجهی	۴	۰		$CF_4$ $SiF_4$ $NF_3$
		۳	۱	هرم مثلث القاعده	$SO_3$ $NO_3^-$
		۲	۲	شکل V	$O=C=O$ $O=C=O$
۵	مثلث القاعده دوهرمی	۵	۰	دوهرمی مثلث القاعده	$PF_5$
		۳	۱	چهاروجهی غیر منظم	$PF_5$ $PF_5$
۶	هشت وجهی	۶	۰	هشت وجهی	$SF_6$ $SO_4^{2-}$

جدول ۲ زاویه پیوندی در تعدادی از مولکولهایی که پیوندهای دوگانه C=O و C=C دارند

X <sub>2</sub> C=C <sub>2</sub>	XCX	YCY	XCC	YCC
H <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub>	116.2	116.2	121.9	121.9
F <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub>	110.6	119.3	124.7	120.3
F <sub>2</sub> C=CF <sub>2</sub>	112.4	112.4	123.8	123.8
Cl <sub>2</sub> C=CCl <sub>2</sub>	115.6	115.6	122.2	122.2
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C=C<19 >6>CH <sub>2</sub>	115.6	116.2	122.2	121.9
	XCX	XCO		
H <sub>2</sub> CO	116.5	121.7		
Cl <sub>2</sub> CO	111.8	124.1		
F <sub>2</sub> CO	107.7	126.2		
HFCO	110	123		

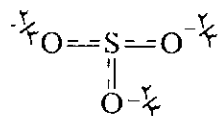
سه ضلعی اختیار می‌کنند. بنابراین هر یک از دو اتم کربن آرایش مسطح AX<sub>3</sub> دارد (شکل ۶). در اتمین، هر اتم کربن فقط دو قلمرو در لایه والانس خود دارد. یک قلمرو پیوند یگانه و یک قلمرو پیوند سه‌گانه. بنابراین، هر اتم کربن آرایش خطی AX<sub>2</sub> دارد (شکل ۶). به همین ترتیب، انتظار می‌رود که فرمالدئید آرایش هندسی مسطح AX<sub>3</sub>، CO<sub>2</sub> و HCN آرایش هندسی خطی AX<sub>2</sub> داشته باشند (شکل ۶).

این مدل به خصوص برای بحث درباره ساختار مولکولهای با پیوندهای چندگانه که در آنها بیش از چهار زوج الکترون در لایه والانس وجود دارد سودمند است. برای مثال، SO<sub>4</sub> یک مولکول خمیده از نوع AX<sub>4</sub>E است که در آن لایه والانس اتم گوگرد دارای دو قلمرو پیوند دوگانه و یک قلمرو زوج تنها است (شکل ۷). اسید سولفوریک یک مولکول چهاروجهی نوع AX<sub>4</sub> است که در آن اتم گوگرد در لایه والانس خود دو قلمرو پیوند دوگانه و دو قلمرو پیوند یگانه دارد. یون سولفیت دارای شکل هندسی هرمی از نوع AX<sub>3</sub>E است زیرا اتم گوگرد در لایه والانس خود یک قلمرو زوج تنها، یک قلمرو پیوند دوگانه و دو قلمرو پیوند یگانه دارد. در واقع، این سه پیوند در یون سولفیت طول یکسان و قدرت یکسان دارند و این مطلب را می‌توان با ساختارهای رزونانسی زیر



شکل ۲ مدل قلمرو پیوند چندگانه برای SO<sub>4</sub>. D: قلمرو پیوند دوگانه. L: قلمرو زوج تنها.

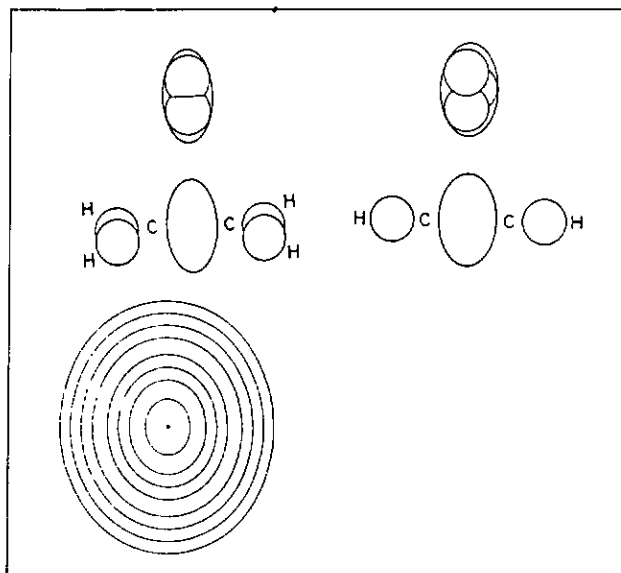
یا ساختاری که پیوندهای دوگانه جزئی دارد توضیح داد



در این مورد می‌توان گفت که یک قلمرو زوج تنها و سه قلمرو پیوند دوگانه جزئی وجود دارد. به عبارت دیگر چهار قلمرو با یک آرایش چهاروجهی وجود دارد و

جدول ۳ زاویه پیوند در مولکولهای AX<sub>p</sub> که پیوندهای چندگانه دارند

	sb-sb	sb-db(tb)		sb-sb	db-db
POF <sub>3</sub>	101.3	117.7	F <sub>2</sub> SO <sub>2</sub>	96.1	124.0
POCl <sub>3</sub>	103.3	115.7	Cl <sub>2</sub> SO <sub>2</sub>	100.3	123.5
POBr <sub>3</sub>	104.1	115.0	ClFSO <sub>2</sub>	99	123.7
PSF <sub>3</sub>	99.6	122.7	(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>2</sub>	112.1	119.4
PSCl <sub>3</sub>	101.8	117.2	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>2</sub>	102.6	119.7
PSBr <sub>3</sub>	101.9	117.1			
NSF <sub>3</sub>	94.0	125.0			



شکل ۸. (الف) شکل بیضوی کشیده قلمرو پیوند دوگانه و مدل قلمرو پیوند دوگانه برای این. (ب) شکل بیضوی پهن قلمرو پیوند سه گانه و مدل قلمرو پیوند سه گانه برای این. (ج) نمودار خطوط مرزی (کانتور) چگالی الکترون در صفحه عمودی که محور C-C را در این قطع می کند.

واقع به شکل یک بیضی کشیده است (شکل ۸). در این چنانچه محور بلند قلمرو بیضی شکل پیوند دوگانه بر صفحه هر گروه CH<sub>3</sub> عمود باشد بر هم کنش آن با سایر قلمروها بیشترین پایداری را می دهد و از این رو شکل کلی این مولکول مسطح است (شکل ۸).

مولکولهای دو هرمی مثلث القاعده AX<sub>3</sub> موقعیتهای استوایی و محوری در یک دو هرمی مثلث القاعده هم ارز نیستند. از آنجا که یک موقعیت محوری سه همسایه نزدیک در زاویه ۹۰° دارد، و حال آنکه یک موقعیت استوایی فقط دو همسایه نزدیک دارد، ازدحام در صفحه استوایی کمتر است و قلمرو پیوند دوگانه در یک آرایش دو هرمی مثلث القاعده ترجیحاً موقعیت استوایی را اشغال می کند مثلاً در SOF<sub>2</sub> و در مولکولهای دیگری که در شکل ۹ نشان داده شده است.

گروه CH<sub>3</sub> در CH<sub>3</sub>=SF<sub>2</sub> بر صفحه استوایی که از اتم گوگرد می گذرد عمود است. این وضع را می توان با به کار بردن مدل پیوند خمیده به آسانی توضیح داد. طبق این مدل یک آرایش هشت وجهی از شش زوج الکترون در اطراف گوگرد وجود دارد. دو زوج الکترون برای تشکیل پیوند دوگانه با اتم کربن به کار رفته است. پس، به علت

از آنجا که قلمرو یک پیوند دوگانه بزرگتر از قلمرو یک پیوند یگانه، و قلمرو یک پیوند سه گانه به نوبه خود بزرگتر از قلمرو یک پیوند دوگانه است، زاویه های مشاهده شده از زاویه های ایده ال انحراف خواهند داشت. در این انتظار می رود که زاویه بین پیوند دوگانه و پیوندهای یگانه بزرگتر از زاویه ایده ال ۱۲۰° باشد. همچنین انتظار می رود که زاویه بین دو پیوند C-H کوچکتر از ۱۲۰° باشد. داده های تجربی برای این و چند مولکول دیگر AX<sub>3</sub> در جدول ۲ داده شده است. در هر مورد زاویه پیوند دوگانه- پیوند یگانه بزرگتر از زاویه پیوند یگانه- پیوند یگانه است.

زاویه پیوند اندازه گیری شده برای چند مولکول AX<sub>4</sub> که پیوندهای چندگانه دارند در جدول ۳ داده شده است. در هر مورد زاویه پیوند در یک مولکول معین به ترتیب زیر کاهش می یابد

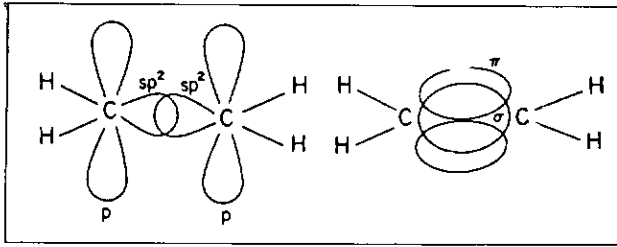
یگانه-یگانه > یگانه-دوگانه > دوگانه-دوگانه

زاویه N-S-F<sub>2</sub> در NSF<sub>3</sub> بزرگتر از زاویه O-S-F در SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> است. این مشاهده با توجه به بزرگتر بودن قلمرو پیوند سه گانه SN نسبت به پیوند دوگانه SO قابل توجیه است.

قلمروهای غیر کروی

یک تقریب بهتر برای شکلی که از ترکیب دو قلمرو زوج الکترون برای به دست آوردن یک قلمرو پیوند دوگانه نتیجه می شود به جای یک شکل کروی که قبلاً فرض کردیم و به کار بردیم یک شکل بیضوی کشیده خواهد بود. به همین ترتیب انتظار می رود که شکل یک قلمرو پیوند سه گانه به صورت یک بیضوی پهن باشد (شکل ۸)

محاسبات کوانتوم مکانیکی توزیع چگالی الکترون در این نشان می دهد که چگالی الکترون در منطقه پیوند دوگانه در



شکل ۱۰ مدل  $\sigma$ - $\pi$  برای اِتن

می‌توان براساس اوربیتالهای هیبریدی  $sp^2$  توصیف کرد بر این پایه استوار است که شکل تجربی مولکول اِتن مسطح است. علاوه بر این، برخلاف مدل VSEPR، براساس مدل  $\sigma$ - $\pi$  هیچ توضیح روشنی نمی‌توان برای انحراف زاویه‌های پیوندها در اِتن نسبت به زاویه ایده‌ال  $120^\circ$  ارائه کرد. در بعضی از اِتن‌های استخلافی حتی انحرافهای بزرگتری نسبت به زاویه ایده‌ال  $120^\circ$  مشاهده می‌شود (جدول ۲). برای مثال، در  $F_3C=CH_3$  زاویه پیوند F-C-F فقط  $110^\circ$  است و از آن می‌توان نتیجه گرفت که بهترین راه توصیف پیوندهایی که به وسیله کربن تشکیل شده است استفاده از اوربیتالهای هیبریدی  $sp^3$  است که در آن صورت با مدل پیوند خمیده بیشتر سازگار است تا با مدل  $\sigma$ - $\pi$ .

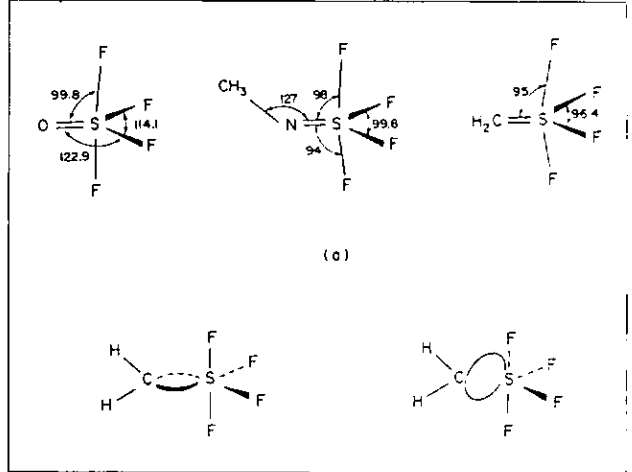
محدودیت دیگر مدل  $\sigma$ - $\pi$  این است که به علت تقارن اوربیتال  $\pi$  این مدل فقط برای مولکولهای مسطح، یعنی مولکولهای  $AX_2E$ ،  $AX_3$ ، و  $AX_2E$  قابل استفاده است و برای مثال نمی‌توان آن را برای مولکولهای  $AX_4$  که در آنها آرایش پیوندها به صورت چهار وجهی است پیاده کرد.

مخالفتی که گاهی برای مدل پیوند خمیده برای پیوندهای چندگانه عنوان می‌شود این است که در مدل مذکور ظاهراً در امتداد محور C-C هیچ چگالی الکترون وجود ندارد. البته این یک تعبیر غلط از نمودار پیوند است. زوج الکترونها آن طور که نمودار پیوند نشان می‌دهد کاملاً مستقر نیستند و این موضوع در مدل قلمرو زوج الکترون کاملاً روشن شده است (شکل ۱). علاوه بر این، همپوشانی دو قلمرو زوج الکترون در پیوند دوگانه چگالی قابل ملاحظه‌ای را در امتداد محور پیوند به وجود می‌آورد (شکل ۶).

#### انرژی پیوند

مخالفت دیگری که گاهی با مدل پیوند خمیده عنوان

آرایش چهار وجهی. چهار زوج الکترون در اطراف کربن، پیوندهای CH باید بر دو صفحه عمود باشند: صفحه پیوند دوگانه و صفحه استوایی دو هرمی مثلث القاعدة (شکل ۹) به همین ترتیب پیوند C-N در  $CH_3NSF_4$  در صفحه‌ای واقع شده که بر صفحه استوایی عمود است.



شکل ۹ (الف) چند مولکول  $AX_6$  با پیوند دوگانه. (ب) مدل پیوند خمیده و مدل قلمرو پیوند دوگانه برای  $H_2CSF_4$ .

از راه دیگر می‌توان پیوند دوگانه را براساس یک قلمرو پیوند دوگانه با شکل بیضی توصیف کرد. در یک مولکول دو هرمی مثلث القاعدة جهت‌یابی این قلمرو به گونه‌ای خواهد بود که محور بلند بیضی در صفحه استوایی قرار گیرد تا اینکه بر هم کنش این قلمرو با قلمروهای دیگر به حداقل برسد. به این ترتیب، پیوندهای C-H بر صفحه استوایی عمود خواهند بود (شکل ۹). همان طور که در شکل ۹ ملاحظه می‌شود زاویه‌های پیوند در مولکولهای دو هرمی مثلث القاعدة که در موقعیت استوایی پیوند دوگانه دارند با این واقعیت که اندازه قلمرو پیوند دوگانه بزرگتر از قلمرو پیوند یگانه است سازگار می‌باشد.

#### مقایسه با مدل $\sigma$ - $\pi$

مدلی که اکثراً برای توصیف پیوند دوگانه در اِتن و مولکولهای وابسته به کار می‌رود مدل  $\sigma$ - $\pi$  است که طبق آن اتم کربن به وسیله اوربیتال هیبریدی  $sp^2$  سه پیوند  $\sigma$  تشکیل می‌دهد و یک پیوند  $\pi$  نیز از طریق همپوشانی پهلو به پهلو اوربیتالهای p نتیجه می‌شود (شکل ۱۰). اما، براساس این مدل نمی‌توان شکل هندسی مسطح مولکول اِتن را پیشگویی کرد، زیرا این فرض که پیوندهای  $\sigma$  را

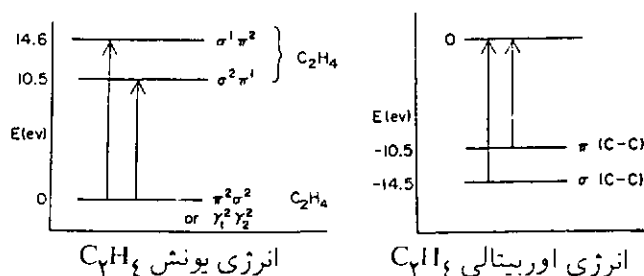
می‌شود این است که براساس آن دو زوج الکترون پیوند دوگانه هم‌ارزند، در حالی که طبق مدل  $\sigma-\pi$  این دو زوج هم‌ارز نیستند و برای تأیید ناهم‌ارز بودن دو زوج الکترون پیوند دوگانه اغلب انرژی پیوند و انرژی یونش از طیف بینی فتوالکترون را ذکر می‌کنند.

انرژی پیوند یک پیوند دوگانه  $C=C$  کمتر از دو برابر انرژی پیوند یگانه  $C-C$  است. این مشاهده با آنچه که براساس مدل  $\sigma-\pi$  انتظار می‌رود سازگار است زیرا یک پیوند  $\pi$  به علت همپوشانی ضعیفتر از یک پیوند  $\sigma$  ضعیفتر است ولی این موضوع ثابت نمی‌کند که یک پیوند دوگانه متشکل از یک پیوند  $\sigma$  و یک پیوند  $\pi$  است. در یک پیوند یگانه خمیده محل ماکسیمم چگالی الکترون خارج از محور بین هسته‌ای واقع شده است. پس، یک پیوند یگانه خمیده ضعیفتر از یک پیوند یگانه خطی است. چون پیوند خمیده تحت فشار است بنابراین انتظار می‌رود که انرژی دو پیوند خمیده کمتر از دو برابر انرژی پیوند یک پیوند یگانه خطی باشد.

### انرژی‌های یونش

در طیف فتوالکترون اِتن، انرژی‌های یونش ۱۰/۵ و ۱۴/۶ eV را به جدا شدن الکترون از اوربیتال‌های مولکولی نسبت می‌دهند که به طور تقریبی به ترتیب به صورت یک اوربیتال  $C-2p\pi$  و یک اوربیتال  $C-C\sigma$  توصیف می‌شود (شکل ۱۱). این نتیجه را گاهی به این صورت تعبیر می‌کنند که مدل  $\sigma-\pi$  یک مدل «درست» برای پیوند دوگانه است زیرا تصور می‌شود که براساس مدل دو پیوند خمیده هم‌ارز باید برای پیوند دوگانه  $C=C$  فقط یک انرژی یونش مشاهده شود.

اما، چنین تعبیری از طیف فتوالکترون منطقی نیست. چنانچه دو اوربیتال مستقری را که با پیوندهای



شکل ۱۱ طیف فتوالکترون اِتن. (الف) پایسترنی انرژی‌های یونش اِتن. (ب) انرژی اوربیتال‌های  $\sigma$  و  $\pi$  در اِتن.

خمیده مطابقت می‌کنند به صورت  $\pi$  و  $\pi$  نشان دهیم در آن صورت آرایش الکترونی پیوند دوگانه در حالت پایه را می‌توان به طور تقریبی به صورت  $(\pi)^2(\pi)^2$  نشان داد. اما، آرایش الکترونی پیوند دوگانه در یون حاصل را نمی‌توان صرفاً به صورت  $(\pi)^1(\pi)^1$  نشان داد زیرا آرایش الکترونی  $(\pi)^2(\pi)^2$  نیز به همان اندازه معتبر است. از هر یک از این دو اوربیتال مستقر می‌توان به احتمال مساوی یک الکترون حذف کرد به طوری که الکترون باقیمانده می‌تواند در هر یک از این دو اوربیتال یافت شود. به عبارت دیگر، عدم استقرار این الکترون از آنچه که براساس هر یک از دو آرایش الکترونی  $(\pi)^1(\pi)^1$  یا  $(\pi)^2(\pi)^2$  استنباط می‌شود بیشتر است. از این رو نمایش مناسبتر برای این الکترون به صورت یک الکترون  $\sigma$  یا یک الکترون  $\pi$  است. برای یون  $C_2H_4^+$ ، مدل  $\sigma-\pi$  سودمندتر از مدل پیوند خمیده است زیرا عدم استقرار الکترون فرد از آنچه که با توجه به مدل پیوند خمیده با زوج الکترون مستقر استنباط می‌شود بیشتر است.

طیف فتوالکترون اطلاعاتی درباره انرژی‌های مورد نیاز برای رسیدن به دو حالت متفاوت یون از حالت پایه مولکول به دست می‌دهد. طیف فتوالکترون به طور مستقیم هیچ اطلاعاتی درباره انرژی‌های اوربیتالی حالت پایه مولکول خنثی به دست نمی‌دهد. برای به دست آوردن این انرژی‌های اوربیتالی باید فرض کنیم که برای نمایش مولکول و یون حاصل می‌توان از مجموعه اوربیتال‌های یکسانی استفاده کرد. این فرض به عنوان قضیه کوپمن شناخته شده است. اگر چنین فرضی را اختیار کنیم در آن صورت منفی انرژی‌های یونش انرژی‌های اوربیتالی را به دست می‌دهد. این فرض چنانچه اوربیتال‌های مولکولی غیرمستقر به کار بریم تقریب قابل قبولی است. ولی چنانچه برای توصیف مولکول مجموعه‌ای از اوربیتال‌های مستقر را به کار بریم، همین مجموعه را نمی‌توان همچنین برای توصیف یون به کار برد. از این رو نمی‌توان از روی طیف فتوالکترون هیچ اطلاعاتی درباره انرژی‌های اوربیتال‌های مستقر در مولکول خنثی کسب کرد.

### کاربرد مدلها

برای بحث درباره تغییرات انرژی، مثلاً در طیف بینی فتوالکترون، باید از مدل  $\sigma-\pi$  استفاده کنیم، اما برای بحث درباره شکل هندسی مولکولها با پیوندهای

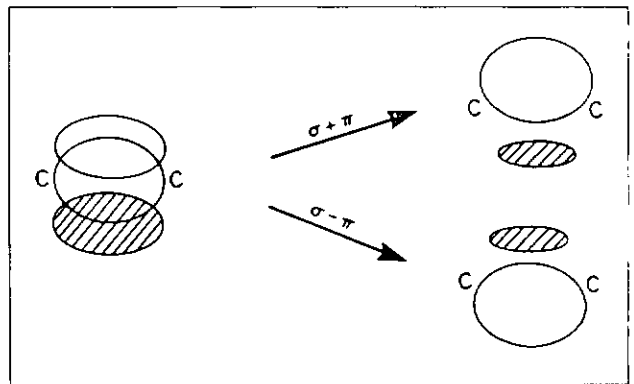
اوربیتال  $\sigma$  که از اوربیتالهای هیبریدی  $sp^2$  تشکیل می‌شود و یک اوربیتال  $\pi$  توصیف کرد. وقتی شیمیاییها اظهار می‌دارند که یک اتم کربن به صورت  $sp$  یا  $sp^3$  هیبرید شده است منظور آنها فقط این است که این اتم به ترتیب سه پیوند مسطح یا چهار پیوند چهاروجهی می‌دهد. برای دانش‌آموز خیلی مفید است که مفهوم این واژه‌ها را کاملاً واضح بیان کنیم.

ما همچنین ادراک نادرست را در دانش‌آموزان خود با رسم نمودارهای اوربیتالی بسیار تقریبی که بر حسب عادت انجام می‌دهیم، تقویت می‌کنیم. گرچه ما متوجه‌ایم که این نمودارها کاملاً تقریبی‌اند ولی دانش‌آموزان این مطلب را درک نمی‌کنند. این نمودارها به احتمال زیاد دو تصور غلط را در دانش‌آموزان تقویت می‌کند: اول اینکه هیبرید شدن اوربیتالهای  $s$  و  $p$  پدیده‌ای است که به تغییر توزیع کل چگالی الکترون در اطراف یک اتم کربن منتهی می‌شود و دوم اینکه آنچه از توزیع چگالی الکترون به وسیله مدل  $\sigma-\pi$  استنباط می‌شود متفاوت از چیزی است که مدل پیوند خمیده بر آن دلالت دارد. این تشکیل پیوند است و نه هیبرید شدن، که موجب می‌شود چگالی الکترون در لایه والانس اتم کربن مثلاً در مولکول متان از آنچه که در اتم کربن مجزا وجود دارد متفاوت باشد.

مشکلات دانش‌آموزان با مفاهیمی که ما برای بحث درباره پیوندهای شیمیایی به کار می‌بریم تخفیف پیدا می‌کند اگر بیشتر روی این نکته تأکید کنیم که مدل‌های به کار برده شده تقریبی‌اند و اینکه مدل‌های مختلف ممکن است تحت شرایط متفاوت کم و بیش مفید باشند. مدل VSEPR مناسبترین مدل برای بحث درباره شکل هندسی حالت پایه مولکولهایی است که زوج الکترونیهای مستقر دارند، در حالی که مدل اوربیتالی مولکولی مناسبترین مدل برای بحث درباره خواص طیفی و حالت‌های برانگیخته و یونیده است. از آنجا که مفهوم اوربیتال برای دانش‌آموزان مبتدی که اطلاعی از مکانیک کوانتومی ندارند مشکل است، مزیت VSEPR این است که یک مدل اوربیتالی نیست. مدل VSEPR یک مدل بسیار تقریبی از چگونگی توزیع چگالی الکترون در یک مولکول است. مدل VSEPR را می‌توان براساس اوربیتالی نیز فرمولبندی کرد ولی این کار ضرورتی ندارد.

زوج الکترون مستقر (از جمله پیوندهای دوگانه و سه‌گانه) باید از مدل VSEPR استفاده کنیم. مدل  $\sigma-\pi$  همچنین برای بحث درباره ساختار الکترونی و خواص مولکولهای مسطح نظیر بنزن که در آن تعدادی از الکترونها غیرمستقرند به ویژه مناسب است. اما این مدل مسطح بودن این مولکولها را پیشگویی نمی‌کند.

از نظر تجربی فقط کل چگالی الکترون مربوط به یک مولکول قابل مشاهده است. هرگونه تقسیم این چگالی کل به چگالیهای اوربیتالی جنبه اختیاری دارد. مدل  $\sigma-\pi$  و مدل پیوند خمیده دو طریقه تقریبی اما هم‌ارز برای تقسیم چگالی کل مربوط به یک پیوند دوگانه است. درک این موضوع آسان است زیرا جمع و تفریق یک اوربیتال  $\sigma$  و یک اوربیتال  $\pi$  دو اوربیتال مستقر هم‌ارز می‌دهد که با مدل پیوند خمیده مطابقت نزدیک دارد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ هم‌ارزی اوربیتالیهای مولکولی  $\sigma$  و  $\pi$  و اوربیتالیهای مستقر  $\sigma$  و  $\pi$  «پیوند خمیده» برای اِتن.

### نتیجه‌گیری و توصیه‌ها

جای تأسف است که شیمییدانها غالباً اظهار می‌دارند که اتمهای کربن در اِتن به صورت  $sp^2$  هیبرید شده‌اند و اینکه پیوند دوگانه متشکل از یک پیوند  $\sigma$  و یک پیوند  $\pi$  است. اگرچه ما آگاهیم که بحثمان براساس یک مدل خاص است ولی چنین اظهاراتی می‌تواند برای دانش‌آموزان بسیار گمراه کننده باشد. آنها به احتمال زیاد باور می‌کنند که هیبرید شدن یک پدیده است و اینکه فقط یک طریقه درست برای توصیف پیوند دوگانه  $C=C$  وجود دارد و آن هم متشکل از یک پیوند  $\sigma$  و یک پیوند  $\pi$  است. البته خیلی بهتر است که بگوییم پیوندهای مولکول اِتن را می‌توان به آسانی، اگرچه به طور تقریب، براساس هیبریدهای  $sp^3$  و پیوندهای خمیده یا براساس یک

# شیمی و زندگی

دکتر علی سیدی دانشیار دانشگاه تهران

## اثر گلخانه‌ای و تعادل گرمایی زمین

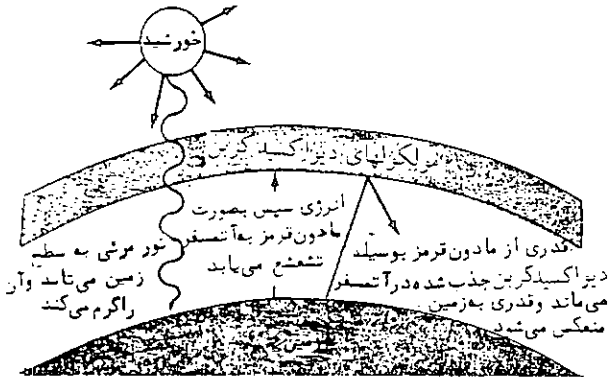
حدود ۲٪ از آب‌های روی زمین به صورت یخ در قطب جنوب و گرینلند انباشته شده است. اگر این یخها ذوب شوند، سطح آب اقیانوسهای جهان بالا می‌آید. بعضی از دانشمندان تخمین می‌زنند که در این صورت سطح آب اقیانوسها حدود ۷۵ متر بالا می‌آید، البته هیچکس گمان نمی‌کند که روزی تمام این یخها ذوب شوند، ولی این رویداد می‌تواند در درجه نخست، اثرهای ویران کننده‌ای بر سواحل کشورهایی که در کنار اقیانوسها قرار دارند، بر جای بگذارد. حتی یک افزایش یک تا یک و نیم متری نیز موجب انهدام گسترده پلاژها و سایر تأسیسات ساحلی خواهد شد.

**گرم شدن کره زمین می‌تواند موجب بالا آمدن آب اقیانوسها شود.**

در اواخر دهه ۱۹۸۰، دانشمندان از سراسر جهان، که در زمینه آب و هوای کره زمین تخصص دارند، اعلام کردند که گرم شدن کره زمین روندی فزاینده در پیش گرفته است و علت، افزایش اثر گلخانه‌ای است، یعنی اثری که از بعضی گازها، موسوم به گازهای گلخانه‌ای، بر اتمسفر کره زمین بر جای گذاشته می‌شود. گازهای گلخانه‌ای بیشتر از کربن دی‌اکسید - فراوانترین - متان ( $CH_4$ )، بخار آب، نیترواکسید ( $N_2O$ )، و اعضا خانواده‌ای از اجسام، موسوم به کلروفلوئور و کربنها یا CFC (برای مثال،  $CCl_2F_2$ ) تشکیل شده‌اند.

راستی این گازها چگونه موجب گرم شدن زمین می‌شوند؟ در یک گلخانه واقعی، پنجره‌های شیشه‌ای اجازه می‌دهند که انرژی نورانی خورشید از آنها بگذرد، بر گیاهان و خاک موجود در گلخانه بتابد و به وسیله آنها جذب شود. به این ترتیب، گرمای آنها بالا می‌رود. وقتی به اندازه کافی گرم شدند، مقداری از انرژی گرمایی جذب

شده را به صورت تابش پس می‌دهند. ولی پنجره‌های شیشه‌ای انرژی گرمایی را کمتر از انرژی نورانی خورشید از خود عبور می‌دهند (و مانع از دست رفتن گرما بر اثر بادهای سرد بیرون می‌شوند). به این ترتیب، فضای گلخانه گرم می‌شود و دمای درونی آن، حتی در زمستان، بالاتر از دمای بیرون خواهد بود.



اثر گلخانه‌ای  $CO_2$  در اتمسفر زمین.

مولکولهای گازهای گلخانه‌ای نیز مانند پنجره‌های شیشه‌ای اجازه می‌دهند که انرژی نورانی خورشید از درون آنها بگذرد، به زمین برسد و آن را گرم کند. ولی به آسانی اجازه نمی‌دهند انرژی گرمایی زمین به فضای بالا باز گردد. این گازها، مقداری انرژی گرمایی جذب می‌کنند و سپس مقداری از آن را به صورت تابش به اتمسفر پایتتر زمین باز می‌گردانند. این فعالیت کمک می‌کند تا زمین گرم بماند. در گذشته، غلظت گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر زمین نسبتاً کم بود. جذب و دفع گرما به وسیله زمین با هم در تعادل بودند. به این ترتیب، تعادل گرمایی زمین بطور معمول حفظ می‌شد و دمای میانگین آن در جریان صدها سال، ثابت ماند. البته این دما از سالی به سال دیگر نوسانهایی داشته است. ولی این نوسانها یکدیگر را خنثی می‌کرده‌اند.

آنچه که امروزه دانشمندان (و سیاستمداران جهان) را نگران کرده است، افزایش آهسته ولی منظم غلظت گازهای گلخانه‌ای است. اگر این افزایش ادامه یابد، سرعت از دست رفتن انرژی گرمایی زمین کمی آهسته تر از سرعت جذب انرژی خورشیدی به وسیله آن خواهد شد. اگر در حال حاضر واقعاً چنین وضعیتی وجود داشته باشد، دمای میانگین اتمسفر زمین به آهستگی افزایش خواهد یافت و نتایجی به بار خواهد آورد که درباره اثرهای زیان آور آن بر تاریخ بشریت فقط می‌توان پیش‌بینیهای



آگاهانه کرد.

گازهای گلخانه‌ای هم به وسیله فعالیت‌های طبیعی و هم به وسیله فعالیت‌های انسان ایجاد می‌شوند.

تمام گازهای گلخانه‌ای به استثنای گازهای CFC، هم به وسیله فعالیت‌های زندگی انسانی و هم به وسیله سایر فرایندهای طبیعی تولید می‌شوند. برای مثال، متان مهمترین جزء سازنده گاز طبیعی است که به طور گسترده برای گرم کردن منازل و تولید انرژی در صنعت\* و نیروگاهها مصرف می‌شود. این گاز بر اثر باکتریهای درون آب در باتلاقها، دریاچه‌ها، اقیانوسها و مزارع برنج تولید می‌شود.

کربن دی‌اکسید، فراورده تجزیه طبیعی موجودات زنده و همچنین آتش‌سوزی در جنگلها و فعالیت‌های آتشفشانی است. ولی مقدار بیشتری کربن دی‌اکسید با سرعتی فراینده، از یکصدسال پیش تاکنون، از طریق سوزاندن سوخت‌های فسیلی (زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی) در وسایل نقلیه، نیروگاهها و کوره‌ها تولید شده است. غلظت کربن دی‌اکسید در آتمسفر زمین از حدود ۲۸۰ppm (قسمت در میلیون) به بیش از ۳۴۰ppm افزایش یافته است (یک قسمت در میلیون معادل یک میکروگرم CO<sub>2</sub> در یک متر مکعب هواست). دانشمندان تصور می‌کنند که این افزایش غلظت کربن دی‌اکسید علت اصلی  $0.5^{\circ}\text{C}$  افزایش در دمای میانگین زمین است که بین سالهای ۱۸۶۱ تا ۱۹۸۴ روی داده است. ممکن است تصور شود که این افزایش دما، در این فاصله زمانی، به اندازه‌ای کوچک است که ارزش مطرح کردن ندارد ولی دانشمندان هم اکنون تخمین می‌زنند که اگر روند جاری تصاعد گازهای گلخانه‌ای در یکصد سال آینده ادامه یابد، دمای کره زمین  $3/5^{\circ}\text{C}$  تا  $4/5^{\circ}\text{C}$  افزایش خواهد یافت. این اندازه تغییر در دما موجب می‌شود که آب و هوای کره خاکی ما گرمتر از هر زمان دیگر در چند صد هزار سال گذشته شود. افزایش دمایی فقط  $0.3^{\circ}\text{C}$  در هر دهسال، آب و هوای مثلاً شیکاگو را در عرض ۲۰ سال به پایه آب و هوای نیواورلئان خواهد رساند. در چنین شرایطی، مزارع کشاورزی به ارتفاعات بالاتر نقل مکان خواهند کرد. مناطقی که در حال حاضر بارور هستند به سرزمینهای بی‌آب و علف تبدیل خواهند شد. بنابراین، ملاحظه خواهید کرد که چرا سیاستمداران در سرتاسر جهان شدیداً در پی یافتن

راههایی برای کاهش ورود بیشتر گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر زمین می‌باشند.

**افزایش گرد و غبار در آتمسفر موجب سرد شدن کره زمین خواهد شد.**

برای آنکه عمق اثر تغییرات بسیار کوچک آب و هوایی در هر جهت را برای زندگی انسان دریابیم، توجه به آنچه که در سال ۱۸۱۶ در ایالات متحده امریکا روی داد، آموزنده است. پر قدرت ترین حادثه آتشفشانی هنگامی روی داد که یک کوه آتشفشان، موسوم به تامبورا (Tambora)، در جزیره کوچک سامباوا (Sumbawa)، در اندونزی منفجر شد. این آتشفشان مواد مذاب و خاکسترهای آتشفشانی را تا ارتفاع بسیار بالا، با حجمی بسیار گسترده به آتمسفر تریق کرد. این ذرات به اندازه کافی موجب انعکاس نور خورشید شدند و کمی سرما ایجاد کردند. ولی تأثیر آن بر آب و هوا به اندازه‌ای بود که سال ۱۸۱۶ را در بخش شرقی ایالات متحده امریکا «سال بی تابستان» نامیدند. محصولات کشاورزی در ماههای تابستان یخ زدند و از بین رفتند. غذا، هم برای مردم و هم برای جانوران مزارع، نایاب شد. بعضی از تاریخ‌نویسان معتقدند که این حادثه برای نخستین بار در سال ۱۹۱۷ موجب شده که مردم در مقیاسی گسترده از شمال شرقی ایالات متحده امریکا به غرب میانه مهاجرت کنند.

خیلی پیش از این، در تاریخ کره زمین، به علت تراکم غیر عادی گرد و غبار ناشی از آتشفشانها و تیره و تار شدن هوا، احتمالاً دوره‌های یخبندان به وجود آمده است. بنابراین، هم بالا رفتن دما و هم پایین آمدن آن در طبیعت روی می‌دهد. این تحولات فوق‌العاده پیچیده‌اند، در نتیجه، پیش‌بینی دقیق آنچه که در آینده روی خواهد داد، بسیار دشوار است. مسئله این است که اگر برای فهمیدن رویدادها تا آینده منتظر بمانیم، برای جلوگیری از اثرهای ناشی از این رویدادها، خیلی دیر خواهد بود.

در حال حاضر، عاقلانه‌ترین کار این است که تولید کربن دی‌اکسید را در سرتاسر جهان کاهش دهیم. با توجه به وابستگی شدیدی که به سوخت‌های فسیلی داریم، کاهش کربن دی‌اکسید، یکی از مشکلترین، ولی جدی‌ترین، بیکارها در تاریخ بشری به شمار خواهد آمد.

این مقاله به کتابهای شیمی سال دهم نظام قدیم  
مربوط است.

# آموزش شیمی

بررسی جنبه‌های کلی روندهای تناوبی خواص عناصرها

(Studies of the general aspection periodicity trends in propretion of elements).

دکتر محمدرضا ملاردی  
دانشیار دانشگاه تربیت معلم

فیزیکی، بلکه در مورد خواص شیمیایی آنها نیز مشاهده می‌شود.

بررسی روندهای تناوبی این خواص، در توجیه و پی بردن به علل و دلایل پیدایی آنها، اهمیت بسیار زیاد و نقشی اساسی در بررسیها و آموزش شیمی عمومی دارد. توجه به این نقش است که این بررسی را موضوع این مقاله قرار داده و پیرامون آن به بحث می‌پردازیم. از آنجا که خصلت تناوبی بودن عناصرها از ساختار اتمی و یا در واقع، از آرایش الکترونی اتم آنها ناشی می‌شود، این بررسی را با روند تناوبی آرایش الکترونی اتمها آغاز می‌کنیم.

۱- بررسی روند تناوبی آرایش الکترونی اتم عناصرها  
می‌دانیم که هر گاه از اتم هیدروژن که یک الکترون

مقدمه

مندلیف (شیمیدان مشهور روسی) و لوتارمیر (شیمیدان آلمانی) در سال ۱۸۶۹ (یعنی پیش از آنکه مندلیف اولین بار جدول طبقه‌بندی تناوبی عناصرها را ارائه دهد) با بررسیهای خود به خصلت تناوبی بودن خواص عناصرها پی برده بودند و قانون معروف به «قانون تناوبی» را کشف کردند که بیان کوتاه و ساده آن چنین است:

«خواص عناصرها، تابعی تناوبی از جرم اتمی آنهاست»  
به بیان روشنتر، هر گاه عناصرها را به ترتیب افزایش جرم اتمی آنها به دنبال یکدیگر در نظر بگیریم، خواص آنها به طور تدریجی و پیوسته تغییر نمی‌کند، بلکه بطور تناوبی تکرار می‌شود. این روند نه تنها در مورد خواص

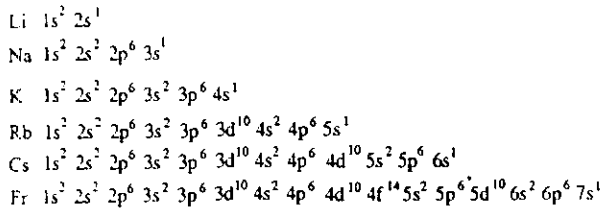
روندی تناوبی دارد. یعنی پس از تعداد معینی از عنصرها که در واقع یک دوره از جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند، روند اشغال شدن ترازهای انرژی اتم بوسیله الکترونها تکرار می‌شود. این روند در مورد ۲۲ عنصر اول جدول تناوبی در زیر نشان داده شده است:

دارد آغاز کنیم، به تدریج که اتمها سنگینتر می‌شوند، به ازای افزایش هر واحد بر عدد اتمی، یک الکترون به تعداد الکترونهای اتم، افزوده می‌شود که طبق اصل بنا گذاری اتم (Aufbau principle) ترازهای انرژی اتم را به ترتیب پایداری آنها اشغال می‌کنند. این فرآیند، همواره

	۱s	الکترونهای لایه ظرفیت	
۱ H	○	H	تناوب اول
۲ He	○	He	
	۲s ۲p	الکترونهای لایه ظرفیت	
۳ Li: [۲ He]	○ ○○○	Li	تناوب دوم
۴ Be: [۲ He]	○ ○○○	Be	
۵ B: [۲ He]	○ ○○○	B	
۶ C: [۲ He]	○ ○○○	C	
۷ N: [۲ He]	○ ○○○	N	
۸ O: [۲ He]	○ ○○○	O	
۹ F: [۲ He]	○ ○○○	F	
۱۰ Ne: [۲ He]	○ ○○○	Ne	
	۳s ۳p	الکترونهای لایه ظرفیت	
۱۱ Na: [۱۰ Ne]	○ ○○○	Na	تناوب سوم
۱۲ Mg: [۱۰ Ne]	○ ○○○	Mg	
۱۳ Al: [۱۰ Ne]	○ ○○○	Al	
۱۴ Si: [۱۰ Ne]	○ ○○○	Si	
۱۵ P: [۱۰ Ne]	○ ○○○	P	
۱۶ S: [۱۰ Ne]	○ ○○○	S	
۱۷ Cl: [۱۰ Ne]	○ ○○○	Cl	
۱۸ Ar: [۱۰ Ne]	○ ○○○	Ar	
	۳d ۴s ۴p	الکترونهای لایه ظرفیت	
۱۹ K: [۱۸ Ar]	○○○○○ ○ ○○○	K	تناوب چهارم
۲۰ Ca: [۱۸ Ar]	○○○○○ ○ ○○○	Ca	
۲۱ Sc: [۱۸ Ar]	○○○○○ ○ ○○○	Sc	
۲۲ Ti: [۱۸ Ar]	○○○○○ ○ ○○○	Ti	

تناوبی خواص آنها است.

مثلاً در همه عنصرهای یک گروه، آرایش الکترونی لایه ظرفیت آنها یکسان است و در نتیجه، خواص شیمیایی آنها غالباً مشابه یکدیگر است. برای نمونه آرایش الکترونی اتم عنصرهای قلیایی در زیر نشان داده شده است.



همانطور که از آرایش الکترونی عنصرها در گروه‌ها (که نمونه‌ای از آن در مورد عنصرهای قلیایی نشان داده شده است) برمی‌آید، با افزایش عدد اتمی عنصرها در هر گروه، بر تعداد ترازهای الکترونی و دامنه ابر الکترونی آنها افزوده می‌شود. این خود توجیهی برای روند افزایش اندازه شعاع اتمها در هر گروه با افزایش عدد اتمی است.

در شکل ۱ روند تناوبی آرایش الکترونی ۲۰ عنصر اول جدول تناوبی، بر اساس مدل اتمی بوهر نشان داده شده است.

همانطور که ملاحظه می‌شود، آرایش الکترونی عنصرها روندی تناوبی دارد. یعنی، پس از هیدروژن و هلیم که یک تناوب بسیار کوتاه را تشکیل می‌دهند و تراز s پر می‌شود، یک تناوب کوتاه که در طول آن هشت الکترون ترازهای ۲s و ۲p را پر می‌کند، تناوب سوم آغاز می‌شود که باز هم در طول آن، هشت الکترون با همان نظم تناوب دوم، ترازهای ۳s و ۳p را پر می‌کند. آنگاه، تناوب دیگری که نسبتاً بلند است آغاز می‌شود که در طول آن ۱۸ الکترون به ترتیب ترازهای s، d، و p را پر می‌کند (البته به علت طولانی شدن مطلب تنها آرایش الکترونی چهار عنصر اول این تناوب نشان داده شده است). سپس تناوب پنجم با ۱۸ الکترون با همان روند تناوب چهارم، پیش می‌آید که در آن ۱۸ الکترون ترازهای s، d و p را اشغال و پر می‌کنند. به دنبال آن تناوب بسیار بلند دیگری با ۳۲ الکترون آغاز می‌شود که طی آن، الکترونها با روند تازه‌ای ابتدا تراز s، سپس تراز f و آنگاه ترازهای d و p را اشغال می‌کنند همین روند در تناوب دیگری از سر گرفته می‌شود که در آن الکترونها، در آغاز تراز s، سپس تراز d و آنگاه ترازهای p و d را اشغال می‌کنند. همان طور که اشاره شد، این روندها در آرایش الکترونی عنصرها، منشاء پیدایی همه روندهای

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	Hydrogen $1^1\text{H}$							Helium $2^2\text{He}$
2	Lithium $3^3\text{Li}$	Beryllium $4^4\text{Be}$	Boron $5^5\text{B}$	Carbon $6^6\text{C}$	Nitrogen $7^7\text{N}$	Oxygen $8^8\text{O}$	Fluorine $9^9\text{F}$	Neon $10^{10}\text{Ne}$
3	Sodium $11^{11}\text{Na}$	Magnesium $12^{12}\text{Mg}$	Aluminum $13^{13}\text{Al}$	Silicon $14^{14}\text{Si}$	Phosphorus $15^{15}\text{P}$	Sulfur $16^{16}\text{S}$	Chlorine $17^{17}\text{Cl}$	Argon $18^{18}\text{Ar}$
4	Potassium $19^{19}\text{K}$	Calcium $20^{20}\text{Ca}$		Gallium $31^{31}\text{Ga}$	Arsenic $33^{33}\text{As}$		Bromine $35^{35}\text{Br}$	Krypton $36^{36}\text{Kr}$
5							Iodine $53^{53}\text{I}$	Xenon $54^{54}\text{Xe}$

شکل ۱- روند تناوبی آرایش الکترونی ۲۰ عنصر اول براساس مدل اتمی بوهر

اکنون براساس روند آرایش الکترونی اتم عنصرها، به بررسی روند خواص عنصرها و توجیه هر یک از آنها می‌پردازیم.

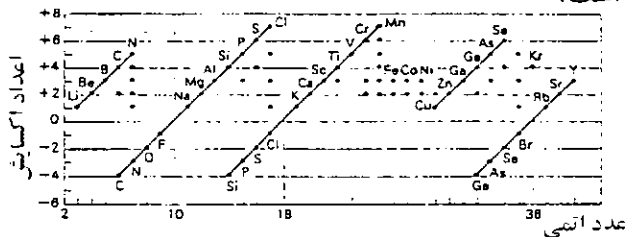
۲- روند تغییرات بالاترین عدد اکسایش عنصرها در ترکیبها با توجه به روند تناوبی آرایش الکترونی اتم عنصرها در دوره‌ها و تعداد الکترونها لایه ظرفیت آنها، به روشنی می‌توان دریافت که اگر عنصرها را به ترتیب عدد اتمی آنها به دنبال هم قرار دهیم، بالاترین عدد اکسایش آنها به طور تناوبی تکرار می‌شود. به طوری که با +۱ آغاز و حداکثر به +۷ (یا +۸ از گروه پنجم به بعد) پایان می‌پذیرد و دوباره همین روند تکرار می‌شود. بر همین اساس بود که مندلیف، در تنظیم جدول طبقه‌بندی، عنصرهای شیمیایی را به هفت گروه متمایز تقسیم کرده بود که در آنها بالاترین عدد اکسایش (یا بالاترین ظرفیت) عنصرها از یک تا هفت و نیز فرمول اکسید آنها در بالاترین حالت اکسایش به طور تناوبی تکرار می‌شد که به نمونه‌ای از آن در اینجا اشاره می‌شود:

فلز :	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
بالاترین عدد اکسایش :	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
فرمول اکسید :	Na <sub>۲</sub> O	MgO	Al <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	SiO <sub>۲</sub>	P <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	SO <sub>۲</sub>	Cl <sub>۲</sub> O <sub>۷</sub>

فلز :	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
بالاترین عدد اکسایش :	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
فرمول اکسید :	K <sub>۲</sub> O	CaO	Ga <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	GeO <sub>۲</sub>	As <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	SeO <sub>۲</sub>	Br <sub>۲</sub> O <sub>۷</sub>

در شکل ۲ روند تناوبی تغییرات عددهای اکسایش عنصرهای اصلی و واسطه (تا عنصر ۳۹) نشان داده شده است.



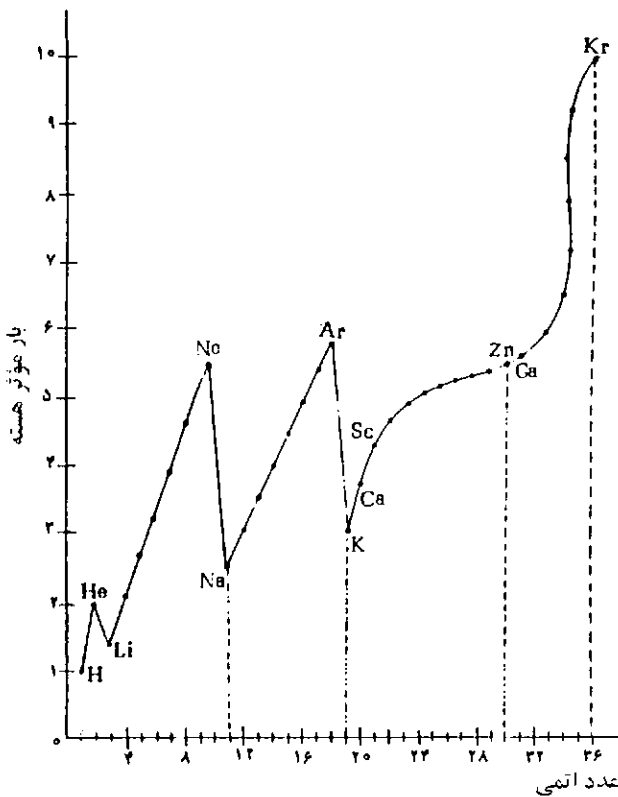
شکل ۲- روند تناوبی تغییرات عدد اکسایش عنصرها نسبت به عدد اتمی

۳- روند تغییرات بار موثر هسته (Effective nuclear charge) اتم

مقدار بار موثر هسته اتم  $Z^*$ ,  $(Z^* = Z - \sigma)$ ,  $Z$  بار

واقعی هسته اتم و  $\sigma$  ثابت پوششی الکترونها پوشش دهنده است. برای کسب اطلاعات بیشتر به مقاله‌ای که در همین زمینه در شماره مجله رشد آموزش شیمی نوشته شده است، رجوع شود) که تابعی از بار هسته آن است، همانند بار هسته اتم، با افزایش عدد اتمی عنصرها با روندی تناوبی تکرار می‌شود. به طوری که همواره فلزهای قلیایی که دوره‌ها با آنها آغاز می‌شوند، کمترین و گازهای بی‌اثر که دوره‌ها را پایان می‌برند، بیشترین مقدار بار موثر هسته را دارند. می‌دانیم که بار موثر هسته اتم یک خاصیت بنیادی مهم اتم است و روند بسیاری از خواص اتمها براساس آن قابل توجیه است. در ادامه این بحث، به موردهایی از آن اشاره خواهد شد.

در شکل ۳ روند تناوبی تغییرات بار موثر هسته عنصرها (تا عنصر ۳۶) نشان داده شده است.



شکل ۳- روند تناوبی تغییرات بار موثر هسته اتم عنصرها نسبت به عدد اتمی

ادامه دارد

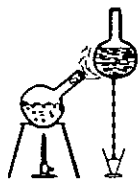
# آزمون شیمی

## گروه‌های آزمایشی علوم تجربی و ریاضی فیزیک

(مرحله دوم)

۱- برای برداشتن و یا ریختن مقدارهای معین و دلخواهی از مایع یا محلول (در مقیاس نسبتاً کم) کدام وسیله مناسب‌تر است؟

- (۱) استوانه مدرج (۲) بالن پیمانه‌ای  
(۳) پیپت حبابدار (۴) پیپت مدرج  
۲- در شکل زیر کدام دو عمل انجام می‌گیرد؟



- (۱) ✓ تبخیر و میعان (۲) تجزیه و میعان  
(۳) تصعید و تکلیس (۴) تجزیه و تبخیر  
۳- نام کدام ماده با فرمول آن مطابقت ندارد؟  
(۱) دی‌اکسید سرب:  $PbO_2$   
(۲) ✓ دی‌کلرید گوگرد:  $S_2Cl_2$   
(۳) سیلان:  $SiH_4$   
(۴) فسفین:  $PH_3$   
۴- نیدروژن در کدام مورد، مستقیماً کاربرد ندارد؟  
(۱) سنتز آمونیاک  
(۲) جامد کردن روغنهای نباتی  
(۳) تهیه اسید کلریدریک  
(۴) ✓ تهیه اسید نیتریک

د. چهل و سومین عنصر جدول تناوبی به کدام دوره و گروه تعلق دارد؟

- ۱) چهارم، VIA (۲) چهارم، VIIA  
 ۳) پنجم، VIIB (۴) پنجم، VIA

۶- عدد جرمی هر اتم با مجموع ... آن برابر است.

۱) تعداد پروتونهای

۲) جرم پروتونهای

۳) تعداد پروتونها و نوترونهای

۴) جرم پروتونها و نوترونهای

۷- سومین سطح انرژی اتم دارای چند اربیتال است و در عناصر دوره سوم، حداکثر، چند الکترون در آن وارد می‌شوند؟ (اعداد را از راست به چپ بخوانید.)

- ۱) ۱۸، ۹ (۲) ۸، ۹  
 ۳) ۱۲، ۶ (۴) ۸، ۶

۸- در گروههای اصلی جدول تناوبی، با افزایش شعاع اتمی عنصرها، به طور کلی کدام خاصیت دیگر آنها نیز افزایش می‌یابد؟

- ۱) الکترونگاتیوی (۲) انرژی یونیزاسیون  
 ۳) عدد اکسیداسیون (۴) فعالیت فلزی

۹- تفاوت تعداد پروتونها و نوترونها در کدام اتم برابر ۴

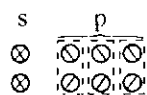
- است؟  
 ۱)  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$  (۲)  ${}_{24}^{51}\text{Cr}$

- ۳)  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  (۴)  ${}_{3}^7\text{Li}$

۱۰- سی و دومین عنصر جدول تناوبی در لایه ظرفیت اتم خود چند الکترون دارد؟

- ۱) ۵ (۲) ۴  
 ۳) ۳ (۴) ۲

۱۱- شکل زیر، نمایش اربیتالی پیوند بین دو اتم از عنصر اصلی کدام گروه است؟



- ۱) هفتم (۲) ششم  
 ۳) پنجم (۴) سوم

۱۲- آب و آمونیاک در کدام مورد تفاوت دارند؟

۱) دمای جوش

۲) داشتن پیوند نیدروژنی

۳) شرکت در تشکیل پیوند داتیو

۴) قطبی بودن مولکول

۱۳- چون نیروی لاندن از پیدایش ... ناشی می‌شود و معمولاً ... است، از این رو دمای ذوب و جوش موادی که در اثر این نیرو مایع یا جامد می‌شوند، غالباً ... است.

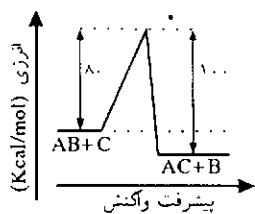
۱) قطب‌های دائمی، بسیار قوی، بسیار بالا

۲) قطب‌های دائمی، نسبتاً ضعیف، نسبتاً پایین

۳) قطب‌های لحظه‌ای، بسیار ضعیف، بسیار پایین

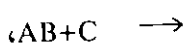
۴) قطب‌های لحظه‌ای، نسبتاً قوی، نسبتاً بالا

۱۴- با توجه به نمودار، کدام مطلب درست است؟



۱) انرژی پیوند A-B برابر ۸۰ کیلو کالری بر مول است

۲) انرژی فعال‌سازی واکنش



۱۰۰ کیلو کالری است

۳)  $\Delta H$  واکنش  $AC+B \rightarrow$

برابر ۲۰- کیلو کالری است

۴) از واکنش ۵/۰ مول AB با C، ۱۰ کیلو کالری گرما آزاد می‌شود

۱۵- با افزایش دمای سیستم گازی به حالت تعادل:

$\Delta H < 0$  و  $a_n \rightarrow na$  موارد زیر بجز گزینه ... روی می‌دهد.

۱) افزایش میزان بی‌نظمی

۲) بیشرفت واکنش در جهت مستقیم

۳) کاهش غلظت  $a_n$

۴) کاهش مقدار ثابت تعادل

۱۶- در مورد واکنشهای سوختن مواد سوختنی که با ازدیاد حجم همراه هستند و با صرف مقدار کمی انرژی فعال‌سازی، خود به خود پیش می‌روند، کدام تغییر نیز روی می‌دهد؟

۱) پایین آمدن سطح انرژی

۲) کاهش انرژی پیوند

۳) کاهش تعداد مولها

۴) کم شدن بی‌نظمی

ترکیب مشاهده می‌شود؟



۲۳- با افزایش عدد اتمی در مورد فلزهای قلیایی، نقطه ذوب و نقطه جوش آنها به ترتیب دستخوش کدام تغییر می‌شود؟

(۱) افزایش-افزایش (۲) افزایش-کاهش

(۳) کاهش-افزایش (۴) کاهش-کاهش

۲۴- فلزهای قلیایی خاکی را در صنعت، معمولاً از الکترولیز کدام ترکیب آنها تهیه می‌کنند؟

(۱) اکسیدهای مذاب (۲) کلرید مذاب

(۳) محلول کلرید (۴) محلول تیتر و کسید

۲۵- سولفید طبیعی کدام فلز به عنوان سنگ معدن، در استخراج آن مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

(۱) آلومینیم (۲) آهن

(۳) روی (۴) کروم

۲۶- در مورد پیوند H-F، کدام مطلب نادرست است؟

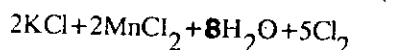
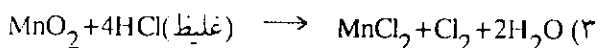
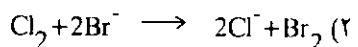
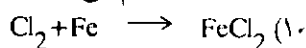
(۱) داتیو است (۲) قطبی است

(۳) اتم فلوئور در آن بار الکتریکی جزئی منفی دارد

(۴) هر دو اتم در آن آرایش الکترونی گاز بی اثر دارند.

۲۷- همه واکنش‌های زیر به همان صورت که معادله آنها

نوشته شده انجام می‌گیرند، بجز واکنش گزینه ...



۲۸- در مورد نیتروژن مطالب زیر بجز گزینه ... صحیح است؟

(۱) میل ترکیبی آن با اغلب عنصرها بسیار کم است

(۲) مولکول آن بسیار پایدار است

(۳) از اکسیداسیون آمونیاک در مجاورت پلاتین حاصل می‌شود

(۴) اغلب ترکیبهای آن ناپایدارند

۲۹- در معادله موازنه شده واکنش:

۱۷- اگر کاهش دمای انجماد محلول ۰/۱ مولار گلوکز برابر a °C و کاهش دمای انجماد محلول کلرید باریم ۰/۱ مولار برابر b °C باشد، کدام رابطه بین a و b وجود دارد؟

(۱)  $b \approx 2a$  (۲)  $b \approx 3a$

(۳)  $2b = a$  (۴)  $2b = 3a$

۱۸- در مورد یون H<sup>+</sup>، همه موارد زیر بجز گزینه ... درست است.

(۱) تنها از یک پروتون تشکیل شده است

(۲) در آب به تنهایی نمی‌تواند وجود داشته باشد

(۳) نام دیگر آن پروتیم است

(۴) یون تیتر و نیم، ترکیبی از آن با مولکول آب است

۱۹- براساس داده‌های: ولت  $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0/76$ ،

ولت  $E^\circ(I_2/2I^-) = +0/53$  و ولت  $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0/44$ ،

قوی‌ترین احیا، کننده کدام است؟

(۱) I<sup>-</sup> (۲) I<sub>2</sub>

(۳) Fe (۴) Zn

۲۰- ضمن کار کردن پیل «منیزیم-مس»، کدام عمل انجام می‌گیرد؟

(۱) ایفای نقش کاتد به وسیله منیزیم و نقش آند به وسیله مس

(۲) تبدیل منیزیم به کاتون در قطب منفی

(۳) حرکت الکترونها در مدار خارجی از کاتد به آند

(۴) حرکت یونهای منفی در داخل محلول از تیغه منیزیم به تیغه مس

۲۱- ضمن عبور جریان برق از طریق الکترودهای بی‌اثر از

محلول کدام نمک، به جای آنیونها و کاتیونهای آن،

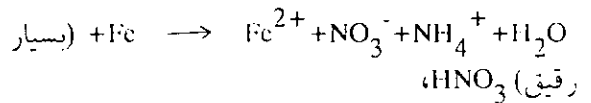
مولکولهای آب در واکنش‌های آندی و کاتدی شرکت می‌کنند؟

(۱) Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (۲) CuBr<sub>2</sub>

(۳) Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (۴) MgI<sub>2</sub>

۲۲- کوچکترین عدد اکسیداسیون نیتروژن، در کدام





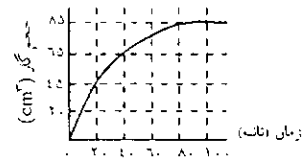
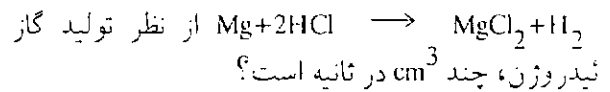
تفاوت تعداد مولهای دو طرف، کدام است؟

۲ (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴)

۳۰-  $1/5 \times 10^{-4}$  اتم گرم جیوه، چند میلی گرم جرم دارد؟ (Hg=200)

۳۰ (۱) ۱۵ (۲) ۷۵ (۳) ۹/۰۳ (۴)

۳۱- با توجه به شکل زیر، سرعت متوسط واکنش:



۱/۵ (۱) ۱/۲ (۲) ۰/۶۵ (۴) ۰/۹۵ (۳)

۳۲- اگر در شرایطی، ۱۲ لیتر گاز ازن با نقره واکنش دهد، چند لیتر گاز اکسیژن در همان شرایط تشکیل خواهد شد؟

۲۴ (۱) ۱۲ (۲) ۴ (۴) ۶ (۳)

۳۳- ۱۰۰ میلی متر محلول سود با  $\text{pH}=11$ ، با چند میلی گرم سولفات نیدروژن سدیم واکنش می دهد؟

(H=1, O=16, Na=23, S=32)

۶ (۱) ۷ (۲) ۱۴ (۴) ۱۲ (۳)

۳۴- اگر حلالیت نیدروکسید آلومینیم در دمای معین  $10^{-8}$  مول در لیتر باشد، حاصلضرب انحلالی آن در این دما کدام است؟

۱ (۱)  $1/1 \times 10^{-37}$  (۲)  $1/1 \times 10^{-36}$  (۳)  $3/7 \times 10^{-33}$  (۴)  $2/7 \times 10^{-31}$  (۵)

۳۵- ۵۰ میلی لیتر محلول چند گرم در لیتر پرمنگنات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک به وسیله ۰/۵ مول  $\text{H}_2\text{S}$  بی رنگ می شود؟ (O=16, K=39, Mn=55)

۳/۱۶ (۱) ۶/۳۲ (۲) ۳۱/۶ (۳) ۶۳/۲ (۴)

۳۶- اگر در تعادل گازی  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  در یک

ظرف یک لیتری مقدار آمونیاک، نیتروژن و نیدروژن به ترتیب ۱/۷، ۱۴ و ۴ گرم باشد، مقدار ثابت تعادل در شرایط آزمایش کدام است؟ (H=1, N=14)

۱ (۱)  $2/5 \times 10^{-3}$  (۲)  $1/5 \times 10^{-3}$  (۳)  $2 \times 10^{-2}$  (۴)  $4 \times 10^{-2}$  (۵)

۳۷- کلرید بنزیل را از واکنش کدام مواد می توان به دست آورد؟

۱) کلروتولون مایع در تاریکی و در مجاورت کلرید آلومینیم

۲) کلروتولون جوشان در روشنایی

۳) کلروبنزن در روشنایی و مجاورت کلرید آلومینیم

۴) کلرید نیدروژن و وینیل بنزن در دمای معمولی

۳۸- اگر در مولکول کلرید وینیل، به جای اتم کلر، گروه اتیل قرار گیرد، به کدام ماده تبدیل می شود؟

۱) بوتن (۱) بوتن (۲) بوتادین (۳) بوتادین (۴) بوتادین (۵)

۳۹- نام  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$  به روش ایوپاک کدام است؟

۱) ۳-دی متیل-۱-بوتن

۲) ۲-دی متیل-۲-بوتن

۳) ۴-متیل-۲-پنتن

۴) ۲-متیل-۴-پنتن

۴۰- در مولکول کدام ماده، چهار گروه جای اتمهای نیدروژن حلقه بنزنی را گرفته اند؟

۱) کرزول (۲) پیریدین

۳) اسید بنزوئیک (۴) اسید پیکریک

۴۱- محصولات نهایی اکسیداسیون استن به وسیله مخلوط اسید سولفوریک و دی کرومات پتاسیم کدام است؟

۱) اسید استیک و اسید فرمیک

۲) اسید استیک، دی اکسید کربن و آب

۳) دی اکسید کربن و آب

۴) دی اکسید کربن، آب و اسید فرمیک

۴۲- کدام ماده فاقد خاصیت پولیمر شدن است؟

۱) ایزوپرن (۲) سیانید وینیل

۳) کلروفرم (۴) کلروپرن

۴۳- از سوختن کامل کدام نیدروکربن، ضمن تشکیل ۱/۶۲ گرم آب، ۳/۵۲ گرم دی اکسید کربن تولید می شود؟ (H=1, C=12, O=16)

۱- برای برداشتن مقدارهای معین و دلخواه از یک مایع باید از وسایل آزمایشگاهی مدرج استفاده کرد و چون به مقیاس نسبتاً کم مورد نظر است پیت مدرج مناسبتر است پس گزینه (۴) درست است. در مقیاس نسبتاً بیشتر می‌توان از استوانه مدرج استفاده کرد باید در نظر داشت که چون پیت مدرج باریکتر از استوانه مدرج است میزان دقت آن نیز بیشتر است.

۲- گزینه (۱) صحیح است.

۳- نام درست و کامل  $S_2Cl_2$  دی کلرید دی گوگرد است، پس گزینه (۲) درست است.

۴- گزینه (۴) درست است.

۵- آرایش الکترونی عنصر شماره ۴۳ به صورت زیر است:

$$X = [Ar] 4d^5 5s^1$$

بنابراین در تناوب پنجم و گروه (VIIB) قرار دارد. با توجه به جدول تناوبی نام آن تکنسیم (Tc) می‌باشد.

توضیح در مورد طرز تعیین دوره و گروه عناصر واسطه:

شماره دوره عنصر واسطه با تعداد ترازهای اصلی اتم آن برابر است بنابراین تکنسیم در دوره پنجم قرار دارد.

در مورد تعیین گروه عناصر واسطه باید براساس سه قاعده عمل کرد:

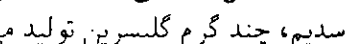
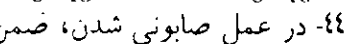
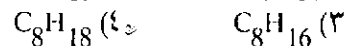
قاعده اول- اگر تراز d دارای ۱۰ الکترون باشد تعداد الکترونهاي آخرين تراز s (تراز بعد از d) شماره گروه عنصر را مشخص می‌کند.

قاعده دوم- اگر تراز d از یک تا پنج الکترون داشته باشد مجموع الکترونهاي s و d شماره گروه عنصر را در جدول تناوبی معین می‌کند.

قاعده سوم- اگر اتم عنصر در تراز d، ۶ تا ۸ الکترون داشته باشد به گروه هشتم واسطه (VIIB) جدول تناوبی تعلق دارد.

۶- گزینه (۳) درست است.

۷- سومین سطح انرژی اصلی هر اتم حداکثر می‌تواند دارای ۱۸ الکترون باشد که در ۹ اربیتال جای می‌گیرد و چون در عنصرهای دوره سوم تراز سوم آخرین تراز است، حداکثر می‌تواند ۸ الکترون داشته باشد پس گزینه (۲) درست است لازم به توضیح است که حداکثر اربیتالهای هر تراز اصلی تا چهارمین تراز (در صورتیکه آخرین تراز نباشند) از رابطه  $n^2$  به دست می‌آید.



۴۴- در عمل صابونی شدن، ضمن تشکیل ۱۵ مول صابون سدیم، چند گرم گلیسرین تولید می‌شود؟

$$(H=1, C=12, O=16)$$

$$150 \quad (1)$$

$$450 \quad (3)$$

$$230 \quad (2)$$

$$460 \quad (4)$$

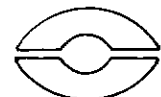
۴۵- اگر ماده حاصل از واکنش ۰/۱ مول گاز نیدروژن با گاز نیتروژن، به طور کامل با دی اکسید کربن واکنش دهد، چند گرم ماده آلی به دست خواهد آمد؟ (N=14, O=16, H=1, C=12,

$$2 \quad (1)$$

$$5/90 \quad (3)$$

$$2/45 \quad (2)$$

$$6 \quad (4)$$



## پاسخ آزمون شیمی

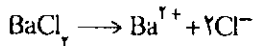
### گروههای آزمایشی

### علوم ریاضی و فنی و علوم تجربی

### سال تحصیلی ۷۳-۷۲ (مرحله دوم)

حسام امینی

تقریباً به طور کامل یونیزه می‌شود و هر ذره آن به سه ذره تبدیل می‌شود.

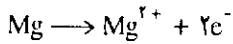


بنابراین کاهش دمای انجماد آن تقریباً سه برابر کاهش دمای انجماد محلول گلوکز (با مولاریته برابر) خواهد بود. بنابراین گزینه (۲) درست است.

۱۸- با توجه به اینکه پروتیم نام هیدروژن سبک ( $^1\text{H}$ ) است بنابراین نمی‌توان این نام را به یون  $\text{H}^+$  نسبت داد. بنابراین گزینه (۳) درست است. باید در نظر داشت که  $\text{H}^+$  در آب به تنهایی وجود ندارد بلکه به صورت یون هیدرونیوم ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) که ترکیبی از آن با مولکول آب است وجود دارد.

۱۹- با توجه به اینکه  $\text{E}^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$  کمتر است می‌توان دانست که  $\text{Zn}^{2+}$  اکسید کننده ضعیف‌تر بوده و در نتیجه Zn احیا، کننده قوی‌تر است پس گزینه (۴) درست است.

۲۰- با توجه به اینکه پتانسیل الکترودی احیای منیزیم کمتر از مس است منیزیم قطب منفی را تشکیل داده و در آن قطب، نیم واکنش



انجام می‌گیرد گزینه (۲) درست است. باید دانست که حرکت الکترونها در مدار خارجی از آند به کاتد و حرکت یونهای منفی به طرف تیغه منیزیم که کاتیون آن در حال افزایش است صورت می‌گیرد.

۲۱- با توجه به اینکه قدرت اکسیدکنندگی آب از  $\text{Ca}^{2+}$  بیشتر و قدرت احیا، کنندگی آن نیز از یون  $\text{NO}_3^-$  بیشتر است مولکولهای آب در نیم‌واکنشهای آندی و کاتدی شرکت می‌کند پس گزینه (۱) درست است. در مورد  $\text{CuBr}_2$  کاتیون نمک در نیم‌واکنش کاتدی و آنیون آن در نیم‌واکنش آندی و در مورد  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  کاتیون نمک در نیم‌واکنش کاتدی و آب در نیم‌واکنش آندی و در مورد  $\text{MgI}_2$ ، آب در نیم‌واکنش کاتدی و آنیون نمک در نیم‌واکنش آندی شرکت می‌کند.

۲۲- عدد اکسیداسیون نیتروژن در ترکیبات مورد نظر چنین است:



۸- در گروههای اصلی جدول تناوبی به علت افزایش تعداد ترازهای اصلی و بزرگ شدن شعاع، تمایل به از دست دادن الکترون و در نتیجه فعالیت فلزی افزایش می‌یابد بنابراین گزینه (۴) درست است.

۹- در صورتیکه عدد اتمی را دو برابر کرده از عدد جرمی کم کنیم تفاوت تعداد پروتون و نوترون به دست می‌آید بنابراین گزینه (۱) درست است.

۱۰- با توجه به اینکه عدد اتمی گاز بی‌اثر دوره چهارم (که در تراز ظرفیت دارای ۸ الکترون است) برابر ۳۶ می‌باشد بنابراین سی و دومین عنصر که عدد اتمی آن ۴ واحد کمتر است در تراز ظرفیت دارای ۴ الکترون بوده بنابراین گزینه (۲) درست است و با توجه به جدول تناوبی نام آن ژرمانیم (Ge) است.

۱۱- اتمهای تشکیل دهنده پیوند، هر کدام در تراز ظرفیت یک اربیتال پر و سه اربیتال تک الکترونی دارد بنابراین در گروه پنجم قرار دارد و گزینه (۳) درست است.

۱۲- در دمای معمولی آب، مایع در حالیکه آمونیاک، گاز است از اینرو در دمای جوش تفاوت داشته و گزینه (۱) درست است. ولی از نظر داشتن پیوند هیدروژنی (در حالت مایع) و یا شرکت در پیوند داتیو و یا قطبی بودن مولکول تفاوتی ندارند.

۱۳- گزینه (۳) درست است.

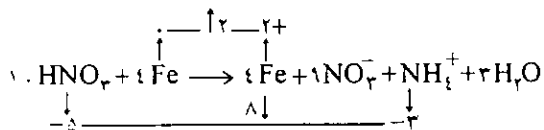
۱۴- بر اساس نمودار از واکنش یک مول AB با جسم C، ۲۰ کیلوکالری گرما آزاد می‌شود. بنابراین در ازای واکنش نیم مول AB با C برابر ۱۰ کیلوکالری گرما آزاد می‌شود. پس گزینه (۴) درست است. لازم به توضیح است که بر اساس نمودار انرژی فعالسازی واکنش مستقیم برابر ۸۰ و انرژی فعالسازی واکنش معکوس برابر ۱۰۰ کیلوکالری است.

۱۵- با توجه به اینکه واکنش مستقیم گرمازا و در جهت کاهش میزان بی‌نظمی است واکنش معکوس آن گرماگیر و در جهت افزایش بی‌نظمی است از اینرو با افزایش دما تعادل در جهت معکوس جابجا شده و مقدار ثابت تعادل کاهش می‌یابد بنابراین گزینه (۴) درست است.

۱۶- واکنشهای سوختن مواد سوختنی معمولاً با افزایش بی‌نظمی همراه بوده به ویژه واکنشهاییکه انرژی فعالسازی کم دارند گرمازا بوده که موجب پایین آمدن سطح انرژی مواد حاصل می‌شوند بنابراین گزینه (۱) درست است.

۱۷- گلوکز در آب یونیزه نمی‌شود و حال آنکه کلرید باریم

۲۹- در معادله:



تعداد مولهای واکنش دهنده برابر ۱۴ و تعداد مولهای مواد حاصل برابر ۱۷ و تفاوت آنها برابر ۳ بوده و گزینه (۲) درست است.

۳۰- با توجه به اینکه یک اتم گرم جیوه برابر (۲۰۰g) است می توان نوشت:

$$\begin{array}{l} 2 \times 10^5 \text{ میلی گرم} \\ x = 30 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ گرم اتم} \\ \sqrt{5} \times 10^{-2} \end{array}$$

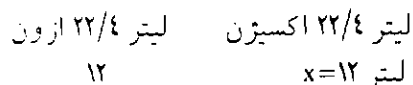
پس گزینه (۱) درست است.

۳۱- براساس نمودار، پس از پایان واکنش یعنی هنگامی که منحنی به خط مستقیم تبدیل می شود ۸۰ سانتیمتر مکعب گاز  $\text{H}_2$  حاصل می شود، و زمان پایان واکنش در حدود ۸۴ ثانیه خواهد بود سرعت واکنش عبارتست از:

$$x = \frac{80}{84} = 0.95 \text{ ثانیه گاز در ثانیه}$$

پس گزینه (۳) درست است.

۳۲- براساس واکنش:



پس گزینه (۲) درست است.

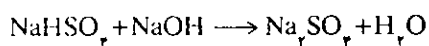
۳۳-

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{PH}} \rightarrow 10^{-11}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}$$

$$\rightarrow [\text{OH}^-] = N \times 10^{-3} = N \times 1$$

$$N = 10^{-2}$$



$$N_1 V_1 = 1000 \times n \times \frac{m}{M}$$

$$0.001 \times 1000 = 1000 \times 1 \times \frac{m}{120}$$

$$m = 0.12 \text{ گرم} = 12 \text{ میلی گرم}$$

پس گزینه (۳) درست است.



پس گزینه (۴) درست است.

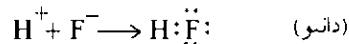
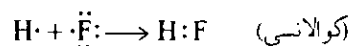
۲۳- در فلزات قلیایی دماهای ذوب و جوش به طور کلی با افزایش عدد اتمی کاهش می یابد و گزینه (۴) درست است.

۲۴- فلزات قلیایی و قلیایی خاکی در صنعت از الکترولیز کلرید مذاب آنها تهیه می شود زیرا کلرید آنها، ماهیت یونی دارد و در حالت مذاب رسانای جریان برق است پس گزینه (۲) درست است.

۲۵- برای استخراج روی از سنگ معدن آن که به صورت سولفید است و بلاندری نام دارد استفاده می شود پس گزینه (۳) درست است.

۲۶- در مولکول  $\text{HF}$  پیوند کووالانسی میان اتمها برقرار است بنابراین گزینه (۱) مورد نظر است.

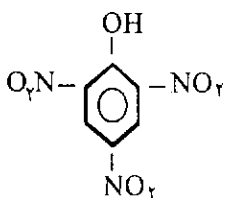
توضیح باید دانست که پیوند  $\text{H-F}$  از یک جنبه می تواند پیوند کووالانسی و از جنبه دیگر پیوند داتیو قلمداد شود. توجه به دو واکنش زیر این موضوع را روشن می کند.



از اینرو با توجه به اینکه پیوند داتیو پس از تشکیل با پیوند کووالانسی تفاوتی ندارد این تست از نظر علمی نادرست است.

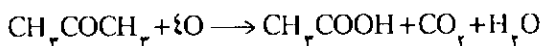
۲۷- با توجه به موقعیت آهن و کلر در جدول پتانسیل الکترودی از واکنش آنها کلرید آهن (III)،  $\text{FeCl}_3$  حاصل می شود. بنابراین گزینه (۱) مورد نظر است.

۲۸- از اکسیداسیون آمونیاک در مجاورت پلاتین گاز  $\text{NO}$  حاصل می شود و گاز  $\text{N}_2$  به دست نمی آید. بنابراین گزینه (۳) درست است.



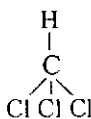
جای چهار اتم هیدروژن حلقه بنزنی را چهار گروه گرفته اند پس گزینه (۴) درست است.

۴۱- براساس واکنش:



گزینه (۲) درست است.

۴۲- چون کلروفورم



پیوند دوگانه ندارد فاقد خاصیت پلیمر شدن است پس

گزینه (۳) درست است.

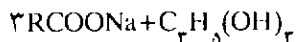
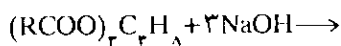
۴۳

$$m_H = \frac{1}{9} \times 172 = 19 \rightarrow 18 \div 1 = 18$$

$$m_C = \frac{3}{11} \times 252 = 68 \rightarrow 96 \div 12 = 8 \rightarrow \text{C}_8\text{H}_{18}$$

بنابراین گزینه (۴) درست است.

۴۴- براساس واکنش:



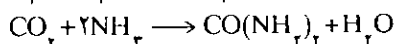
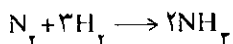
ضمن تشکیل ۳ مول صابون، یک مول یعنی ۹۲ گرم

گلیسرین تشکیل می شود، بنابراین برای تشکیل ۱۵ مول

صابون ۵ مول گلیسرین یعنی گرم  $5 \times 92 = 460$  گلیسرین

تشکیل می شود. پس گزینه (۴) درست است.

۴۵- براساس واکنش:



ضمن مصرف شدن ۳ مول هیدروژن یک مول ماده آلی

(اوره) حاصل می شود. بنابراین از واکنش ۰/۸ مول گاز

هیدروژن مقدار اوره برابر:

$$3 \text{ مول } \text{H}_2$$

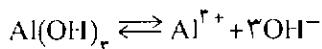
$$0/8$$

$$1 \text{ مول } \text{CO}(\text{NH}_2)_2$$

$$x = \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{3} \times 60 = 20 \text{ گرم اوره}$$

پس گزینه (۱) درست است.

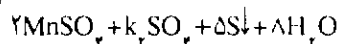
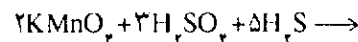


$$[\text{Al}^{3+}][\text{OH}^-]^3 = K_{sp}$$

$$10^{-8} \times (3 \times 10^{-8})^3 = K_{sp} \rightarrow 2/7 \times 10^{-21}$$

پس گزینه (۴) درست است.

۳۵- براساس واکنش:



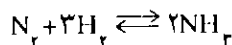
$$N_1 V_1 = 1000 \times n \times \frac{m}{M}$$

$$N_1 \times 50 = 1000 \times 2 \times 0/5$$

$$N_1 = 2 \rightarrow C = 2 \times \frac{158}{5} = 63/2 \text{ g/l}$$

گزینه (۴) درست است.

۳۶- براساس سیستم تعادلی:



$$[\text{NH}_3] = \frac{17}{17} = 0/8 \text{ مول}$$

$$[\text{H}_2] = \frac{4}{2} = 2 \text{ مول}$$

$$[\text{N}_2] = \frac{14}{28} = \frac{1}{2} \text{ مول}$$

$$k = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} \rightarrow k = \frac{(0/8)^2}{\frac{1}{2} \times 2^3} = 2/5 \times 10^{-2}$$

پس گزینه (۱) درست است.

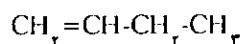
۳۷- از واکنش کلر با تولوئن جوشان با مکانیسم رادیکالی

کلرید بنزیل  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{Cl}$  حاصل می شود پس گزینه (۲)

درست است.

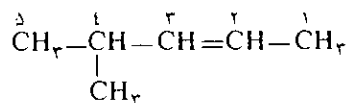
۳۸- اگر در مولکول  $\text{CH}_2=\text{CHCl}$  به جای کلر گروه اتیل

قرار گیرد



۱- بوتن حاصل می شود پس گزینه (۱) درست است.

۳۹- نام:



به روش ایویاک ۴- متیل- ۲- پنتن است. پس گزینه (۳)

درست است.

۴۰- در فرمول اسید پیکریک (تری نیتروفلن)

# تأثیر حلال در

## خواص ماده حل شدنی

این مقاله به کتاب شیمی سال سوم تجربی و ریاضی فیزیک و کتاب شیمی سال اول نظام جدید مربوط است.

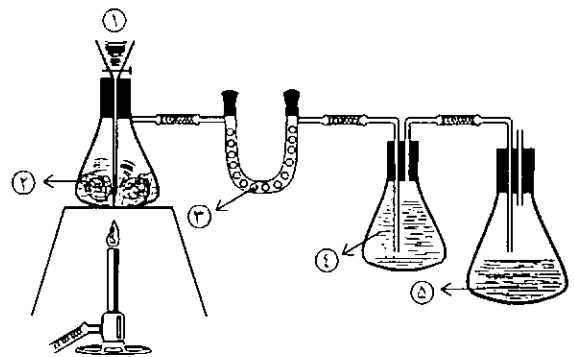
غلامحسین لطیفی معلم شیمی دبیرستانهای تهران

روش کار: دستگاهی مطابق شکل آماده کنید

اسید سولفوریک را به داخل ارلن (۲) وارد کنید. گاز حاصل را از طریق لوله رابط ابتدا به ظرف U که محتوی کلرید کلسیم است هدایت کنید سپس گاز خشک شده را نیز به ارلن (۴) که محتوی تولوئن ( $C_6H_6-CH_3$ ) است هدایت کنید. زیادی گاز HCl را از طریق لوله رابط به ظرف آب (۵) هدایت کنید. وقتی فشار گاز HCl کم شد کمی مخلوط اسب. سولفوریک و نمک طعام را گرما دهید گرما را طوری تنظیم کنید که فشار گاز HCl، مایع غلیظ اسید سولفوریک را از ارلن تخلیه خارج و تولید مزاحمت نکند. با کم و زیاد کردن شعله چراغ گاز می توان فشار گاز را تنظیم کرد.

پس از آنکه مقداری گاز HCl در حلالهای تولوئن و آب حل شد و محلولها به اندازه کافی غلیظ شدند، تولید گاز HCl را متوقف کنید. پس از سرد شدن دستگاه و توقف خروج گاز، با محلولهای به دست آمده آزمایشهای زیر را انجام دهید.

- ۱- از محلول آبی HCl حدود  $3\text{ml}$  در لوله آزمایش بریزید و به آن یک دانه کوچک تورنسل جامد بیندازید لوله را تکان دهید مشاهده خود را همراه با ذکر علت بنویسید.
- ۲- همین آزمایش را با محلول HCl در تولوئن تکرار کنید مشاهده خود و علت را بنویسید.

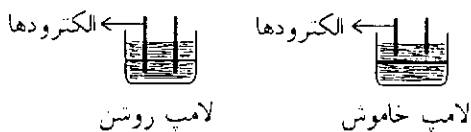


۱- اسید سولفوریک غلیظ ۲- نمک طعام جامد ۳- کلرید کلسیم بدون آب تبلور ۴- تولوئن ۵- ارلن تخلیه آب محتوی نمک طعام را به کمک گیره بالن به میله و پایه محکم کنید. همچنین لوله U شکل محتوی کلرید کلسیم و ارلنهای محتوی تولوئن و آب را به کمک گیره به میله پایه محکم سازید. با درپوشهای لاستیکی مناسب دهانه ابزارهای نشان داده شده در شکل را محکم ببندید برای اینکه بتوانید لوله‌های رابط را بین ظروف به راحتی شکل دهید از رابط لاستیکی مناسب استفاده کنید. پس از آماده کردن دستگاه، در داخل قیف (۱) اسید سولفوریک غلیظ بریزید و با باز کردن شیر قیف کم کم

۸- چرا محلول ارلن (۴) سرد و محلول ارلن (۵) گرم می‌شود؟

۹- اگر لوله رابط ارلن (۵) در داخل آب قرار گیرد مشاهده می‌شود که حبابهای گاز تقریباً از آب خارج نمی‌شود در صورتیکه در ارلن (۴) حبابهای گاز به شدت از محلول خارج می‌شود، چرا؟

۱۰- اگر محلول HCl در تولوئن را در بشر کوچک و خشک بریزید و آزمایش هدایت الکتریکی را انجام دهید مشاهده می‌کنید که لامپ خاموش است ولی با ریختن مقداری آب در همین ظرف محلول دو لایه می‌شود و با قرار دادن نوک الکترودها در لایه زیرین لامپ روشن می‌شود. با قرار دادن نوک الکترودها در لایه بالایی لامپ خاموش می‌شود با توجه به این مشاهده جواب دهید



الف - محلول لایه زیری و محلول لایه رویی چیست؟  
ب - چگونه می‌توان ثابت کرد که HCl در تولوئن حل شده است.

پ - HCl در آب بهتر حل می‌شود یا در تولوئن چرا؟  
ت - حل HCl در آب و تولوئن چگونه است؟

۱۱- چرا تورنسل به صورت جامد در آزمایش‌ها بکار برده شد.

۱۲- اگر تورنسل جامد در اختیار نداشته باشید این آزمایش را چگونه می‌توانید انجام دهید.

۱۳- اگر انتهای لوله رابط ارلن (۵) داخل آب باشد باید پس از قطع خروج گاز HCl ابتدا درپوش ارلن (۲) را برداشت سپس چراغ گاز را خاموش کرد، چرا؟

۱۴- چرا باید انتهای لوله باریک قیف (۱) به ته ارلن برسد و در داخل مایع اسید سولفوریک قرار گیرد؟

۱۵- چرا رنگ مایع تولوئن (۴) ضمن عبور گاز HCl کدر می‌شود ولی رنگ محلول آبی شفاف است؟

۱۶- چرا برای تهیه گاز HCl از NaCl جامد از اسید سولفوریک غلیظ استفاده می‌شود؟

۱۷- معادله تمام واکنشهای انجام شده را بنویسید.

۱۸- لوله رابط ارلن (۵) در داخل آب قرار ندارد چگونه ثابت می‌کنید که گاز HCl به این ظرف هم رسیده است؟

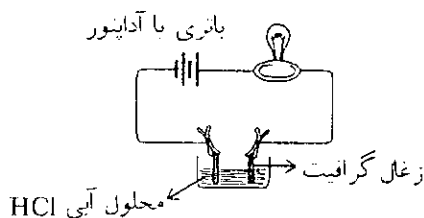
۳- از محلول آبی HCl حدود ۱ ml در لوله آزمایش بریزید و در آن تکه کوچکی از نوار منیزیم بیندازید مشاهده خود و دنت و معادله واکنش را بنویسید. وقتی فشار گاز زیاد شد کبریت روشنی را به داخل لوله آزمایش ببرید مشاهده کنید و علت را بنویسید.

۴- همین آزمایش را با محلول HCl در تولوئن تکرار کنید مشاهده خود و علت را بنویسید.

۵- از محلول آبی HCl حدود ۱ ml در لوله آزمایش بریزید و به آن تکه کوچکی سنگ آهک (سنگ مرمر ساختمانی) بیندازید مشاهده خود و علت و معادله واکنش را بنویسید.

۶- همین آزمایش را با محلول HCl در تولوئن تکرار کنید. مشاهده خود و علت را بنویسید.

۷- در بشر کوچک حدود ۱۰ ml محلول آبی HCl بریزید و هدایت الکتریکی محلول را مطابق شکل بررسی کنید. مشاهده خود و علت را بنویسید.



۸- همین آزمایش را با محلول HCl در تولوئن تکرار کنید. با توجه به مشاهده‌های انجام شده به پرسشهای زیر پاسخ مناسب بدهید.

۱- چرا برای تهیه گاز HCl اسید سولفوریک غلیظ و نمک جامد، و ارلن تخلیه خشک باشد.

۲- اثر اسید سولفوریک غلیظ سرد و غلیظ گرم را بر NaCl جامد بنویسید. (معادله واکنشها را بنویسید)

۳- منظور از عبور دادن گاز HCl از کلرید کلسیم خشک چیست؟

۴- چرا ابتدا گاز را از تولوئن عبور داده‌ایم. اگر جای ارلن (۴) و (۵) عوض شود چه اشکالی دارد؟

۵- چرا سر لوله رابط در ارلن (۵) بالاتر از آب قرار داده شده است؟

۶- چرا در ارلن (۵) علاوه بر لوله رابط لوله کوتاه دیگری قرار داده شده است؟

۷- علت تشکیل رگه‌های موجی در آب ارلن (۵) چیست؟

# عنصرهای بور و آلومینیم

## (قسمت اول)

دکتر رحمتا... رحیمی  
استادیار دانشگاه علم و صنعت

	III	IV	
2	5 B	6 C	
3	13 Al	14 Si	
4	30 Zn	31 Ga	32 Ge
5	48 Cd	49 In	50 Sn
6	80 Hg	81 Tl	82 Pb

### شکل ۱- گروه سوم در دوره تناوب

از آنجائی که عنصرهای گالیم بطور گسترده وجود ندارند و تاکنون نیز موارد استفاده خیلی کمی از آنها شناخته شده است درباره آنها بحثی نمی‌شود. اگرچه ارسنید گالیم GaAs بعنوان نیم رسانا اهمیت زیادی پیدا کرده است به طوریکه در لیزرهای نیم رسانا در دیسکهای فشرده کامپیوتری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### قواعد گروه

در مشخصات پیوند و حالت‌های اکسیداسیون، در همه ترکیبها، بور و آلومینیم عدد اکسیداسیون +۳ دارند. البته این به معنی اینکه ترکیبهای این عنصرها از یون  $E^+$  تشکیل شده‌اند نیست. بایستی در نظر داشت که عدد

آلومینیم و بور در گروه سوم، از عنصرهای بلوک p هستند که اکسیداسیون +۳ دارند. بجز چند مورد استثنایی، ترکیبهای این عنصرها کووالانسی هستند. خواص شیمیایی ترکیبهای این عنصرها با خصلت اسید لوئیس آنها شناسایی می‌شوند. در گروه سوم از بور تا آلومینیم خاصیت فلزی افزایش می‌یابد به طوریکه اکسید بور اسیدی و اکسید آلومینیم آمفوتری است. آلومینیم یکی از عاملهای اصلی تشکیل دهنده صخره‌ها و خاک رس است. بخاطر چگالی کم و محافظت آن با سطح لایه اکسیدی، آلومینیم به عنوان یک فلز معماری کاربرد فراوان دارد.

بلوک p جدول تناوبی از گروه سوم شروع شده تا گروه هشتم. عنصرهای گروه سوم بقرار زیر می‌باشند:

بور	B	$[He] 2s^2 2p^1$
آلومینیم	Al	$[Ne] 3s^2 3p^1$
گالیم	Ga	$[Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^1$
ایندیم	In	$[Kr] 4d^{10} 5s^2 5p^1$
تالیم	Tl	$[Xe] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^1$

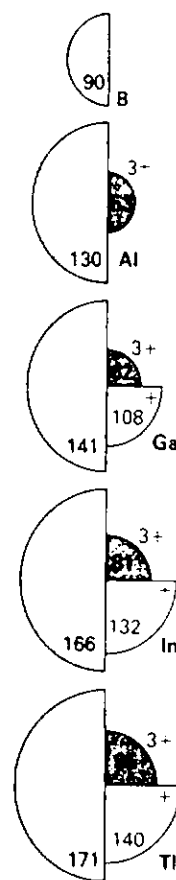
مکان گروه سوم در جدول تناوبی در شکل ۱ نشان داده شده است. ترتیب موقعیت الکترووالانس به صورت  $ns^2 np^1$  می‌باشد و n شماره دوره است.



اکسیداسیون، یک اندازه‌گیری مصنوعی از توزیع الکترونها در بین اتمها است و تأکیدش در تغییر است که هنگام تشکیل ترکیب رخ می‌دهد.

### روند تناوبی

روند عمومی تناوبی گروه، به سمت پایین از خاصیت نافلزی شروع تا به خاصیت فلزی ختم می‌شود. این روند به ساختار عنصرها و خاصیت‌های شیمیایی مشخص می‌شود. برای مثال عنصر بور خاصیت نافلزی را در ساختار شبکه کووالانسی و آلومینیم در ساختار فلزی به انباشتگی فشرده نشان می‌دهند. همچنین اکسید بور، اسیدی و اکسید آلومینیم آمفوتر است. این روند تا پایین گروه سوم ادامه دارد تا اکسید تالیم (III) که خاصیت بازی دارد. خواص شیمیایی بور و آلومینیم، موقعیت ترکیب‌هایشان را به صورت اسیدهای لوئیس معرفی می‌کنند. اما با این حال اختلاف‌های مشخصی بین آنها وجود دارد که برای نمونه، با وجودیکه بور و آلومینیم هر



شکل ۲- شعاع (به بیکومتر) اتمها و یونهای  $M^{3+}$  و  $M^{+}$  گروه سوم عنصرها

دو کمپلکس یونی  $[E(OH)_4]^{-}$  را با باز لوئیس قوی  $(OH^{-})$  تشکیل می‌دهند، ولی کاتیون آب‌پوشیده «تیدرانه»  $[E(H_2O)_n]^{3+}$  تنها با آلومینیم تشکیل می‌شود. به هر حال

به خاطر قدرت پولاریزه  $Al^{3+}$ ، کاتیون  $[Al(H_2O)_6]^{3+}$  تا حد اسید اتانویک (ethanoic Acid) قوی بوده و به سادگی از مولکول آب متصل کوردینه شده (coordinated) پروتون آزاد می‌کند. یون بور، بسیار کوچک و دارای قدرت پولاریزه بالا است، این خاصیت، مشوق آزادسازی پروتون به میزان خیلی زیاد بوده به حدی که کاتیون بور آب‌پوشیده ناشناخته مانده است.

### اندازه‌ها و شکلها

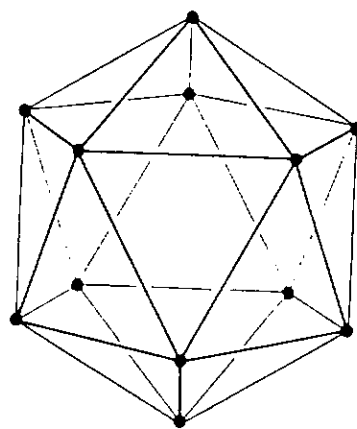
شعاع اتمی عنصرها در شکل ۲ نشان داده شده است با افزایش شماره کوانتوم لایه اصلی، شعاع اتمی نیز در جهت پایین گروه افزایش می‌یابد. تفاوت زیاد بین اندازه حجم بور و سایر عنصرها، عامل اصلی تفاوت این عنصر با سایر عنصرها در گروه شده است.

مولکولهای منحصر به ترکیبهای سه کووالانسی بور و آلومینیم، شامل  $BCl_3(g)$  و  $AlCl_3(g)$  مسطح مثلثی هستند، همانطور که از قاعده VSEPR انتظار می‌رفت، به دلیل اینکه هر مولکول دارای سه جفت الکترون پیوندی است. در تشکیل کمپلکسی همچون  $AlCl_4^{-}$  چهارمین جای پیوند نیز اشغال می‌شود، که در آن صورت مولکولها و یونها همانند ترکیبات ایزو الکترونیک،  $SiCl_4$  تترائیدرال خواهند بود. از آنجائیکه آلومینیم در دوره سوم جدول قرار دارد شعاع اتمی آن از بور بزرگتر بوده و افزون بر آن می‌تواند لایه ظرفیت خود را با استفاده از اوربیتال ۳d گسترش دهد. یکی از اختلاف‌های اساسی بور و آلومینیم این است که حداکثر شماره کئوردیناسیون بور چهار است در صورتیکه آلومینیم تشکیل کمپلکسهایی می‌دهد که متصل به شش گروه است. برای مثال هر دو عنصر تشکیل کمپلکسهای فلئوئور را می‌دهند. بور تشکیل یون  $BF_4^{-}$ ، ولی کمپلکس مشابه آلومینیم، یون  $AlF_6^{3-}$  را می‌دهد.

### بور

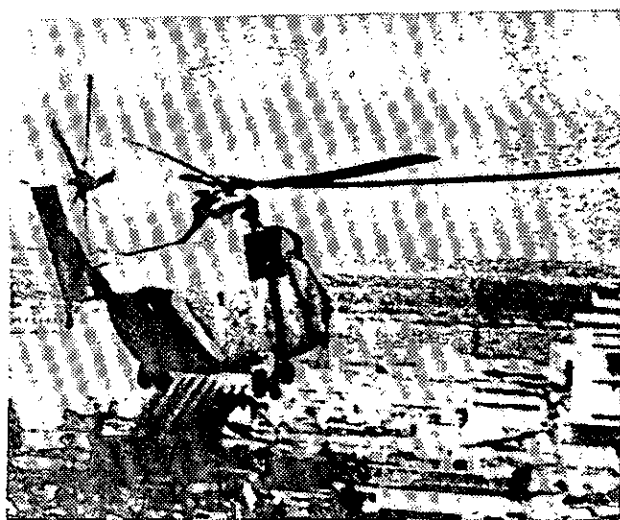
بور یک نافلز بوده با ساختاری غیر معمول که چندین آئوتروپ دارد. ساده‌ترین آئوتروپ آن شامل گروهی از دوازده اتم بور است که بطور منظم در گوشه‌های یک

هشت وجهی معمولی (icosahedron) قرار گرفته‌اند (شکل ۳).



شکل ۳- یک ایکوسائیدرون به عنوان  $B_{12}$ ، دارای دوازده گوشه و بیست وجه مثلثی متساوی الاضلاع است

در ساختمان شبکه بیست وجهی  $B_{12}$  بر روی هم انباشته شده که دارای دمای ذوب خیلی بالایی ( $2300^{\circ}\text{C}$ ) می‌شود و به لحاظ شیمیایی نیز غیر فعال می‌شود (بجز در دمای بالا). برای مثال حتی در  $500^{\circ}\text{C}$  هیدروکسید سدیم ذوب نیز به آن اثر نخواهد کرد. خاصیت بور شناخته شده بود تا اینکه اهمیت خواص هسته‌ای آن نظرها را به خود جلب نمود، مخصوصاً قدرت  $^{10}\text{B}$  برای جذب نوترونها (شکل ۴).

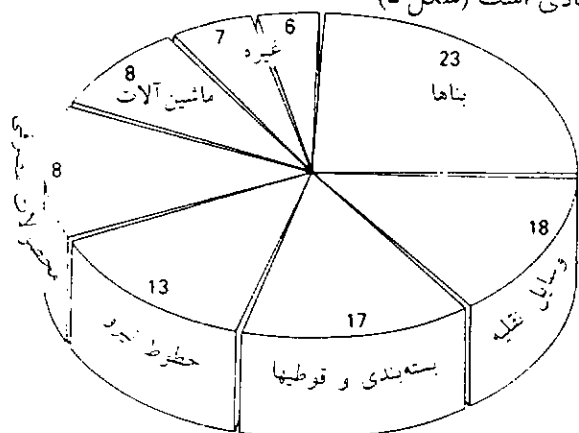


شکل ۴- علت اینکه هسته بور جاذب نوترون هست. در انفجار طرح هسته‌ای چرنوبیل (chernobyl)، بور بصورت اسپری روی انفجار پاشیده شد. تا از واکنش زنجیره‌ای هسته‌ای جلوگیری شود.

مقداری جابجایی الکترون در درون بیست وجهی وجود دارد ولی نه در بین آنها، از این جهت بور رسانای الکتربسته نیست.

### آلومینیم

آلومینیم یک نوع فلز با ساختار فشرده مکعبی (Cubic Close-Packed) است. این فلز رسانای جریان برق و گرما بوده و دارای چگالی کم ( $2.7 \text{ gm}^{-3}$ ) است. این که به آسانی در دسترس قرار می‌گیرد و قدرت جلاپذیری نیز دارد، از نظر تجاری و صنعتی دارای اهمیت بسیار زیادی است (شکل ۵)



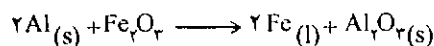
### شکل ۵- مصارف آلومینیم

در یک نگاه گذرا انتظار می‌رود که آلومینیم یک فلز بسیار فعال باشد، نه آنچنان ماده‌ای که بشود از آن هواپیما ساخت. این انتظار به دلیل وجود

$E^{\circ}(\text{Al}^{+3}, \text{Al}) = -1.66 \text{ V}$  است که این مقدار بقدر کافی منفی بوده و انتظار می‌رود که آلومینیم خیلی آسان در هوا اکسید شده و مستعد واکنش با اسیدها باشد. در واقع همینطور هم هست، اما پیشروی این عمل تا سطح لایه خارجی آلومینیم است. زیرا لایه اکسید بوجود آمده در اثر هوا اگرچه دارای قطر  $10 \text{ nm}$  هست ولی مقداری سخت بوده که فلز زیر لایه را هم کاملاً پوشانده و از اکسید شدن بیشتر محافظت می‌کند. این واکنش با واکنش اکسید شدن بسیار تفاوت دارد، در آهن لایه اکسیده سطح خارجی و رآمده، تکه تکه می‌شود و فلز دوباره در معرض هوا قرار می‌گیرد و به همین صورت تأثیر هوا بر آهن تا نهایت ادامه دارد. در آلومینیم، لایه اکسید مدافع، در همه قسمتهای آلومینیم که در معرض هوا قرار دارد تشکیل می‌شود. وجود چنین لایه‌ای اجازه می‌دهد که ظرفهای آلومینیمی در آشپزخانه‌ها مورد استفاده قرار گیرند، حتی

در این فرایند، گرمای اولیه برای شروع واکنش لازم است. ولی تداوم واکنش از خاصیت گرمادهی خود واکنش استفاده می‌کند. پودر آلومینیم به همراه کلرات (VII) آمونیم به عنوان اکسیدکننده، در ساختن بمبها و همچنین به عنوان سوخت هدایت‌کننده‌های موشکهای فضائی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مثال: آنتالپی استاندارد واکنش را برای فرایند ترمیت در ۲۹۸k حساب کنید.  
حل: ابتدا واکنش را بنویسید.

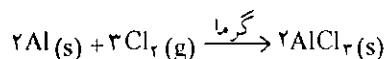
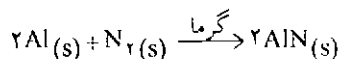


از جدول آنتالپی استاندارد تشکیل استفاده کنید تا آنتالپی استاندارد واکنش را حساب کنید. آنتالپی استاندارد تشکیل عنصرها، صفر است، بنابراین نیاز به نوشتن ندارد.

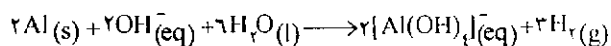
$$\Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ(Al_2O_3(s)) - \Delta H_f^\circ(Fe_2O_3(s)) \\ = [(2 \times -1675) - (-824)] \text{ kJ mol}^{-1} = -851 \text{ kJ mol}^{-1}$$

نظریه: واکنش واقعی در دمای خیلی بالاتر از ۲۹۸k انجام می‌گیرد، ولی آنتالپی واکنش با مقداری که در اینجا به دست آمد خیلی تفاوت ندارد. در عمل، واکنش، مقدار انرژی که تولید می‌کند به قدری است که می‌تواند آهن را ذوب کند (m.p. ۱۵۳۵°C).

آلومینیم، به قدر کافی الکترونخواه هست که بتواند با گرم کردن، نافلزها را احیا دهد.



لایه اکسیدی مدافع آلومینیم در مقابل اسیدهای رقیق مقاومت می‌کند. ولی در قلیاها نسبتاً قابل حل است. آلومینیم قلیاهای قوی را کاهش داده و محصول، یون تترائیدر و کسید آلومینیم بوجود می‌آید.

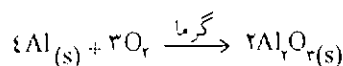


جایگاه ویژه شیمی آلومینیم بخاطر پایداری استثنایی اکسید آلومینیم است که آنهم بیشتر به خاطر وجود آنتالپی زیاد شبکه  $Al_2O_3(s)$  می‌باشد.

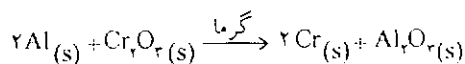
برای جوشاندن غذاهای اسیدی مثل برگ ریواس. این خاصیت لایه باعث می‌شود که هواپیماها از میان هوای مرطوب پرواز کرده و ده‌ها سال عمر کنند و همچنین خطوط نیرو را که از آلومینیم ساخته شده‌اند محافظت کند، انتخاب آن برای خط نیرو به خاطر این است که رسانایی جریان برق آن نسبت به واحد جرم از مس بالاتر است.

همچنین، برجهایی که از آلومینیم ساخته شده‌اند می‌توانند کم جرم و خوش منظر باشند به خاطر اهمیت لایه محافظ، اغلب با عمل آندیز کردن (anodizing) آلومینیم در بوجود آوردن این لایه سرعت بیشتری می‌بخشد. در این فرایند در یک ظرف الکترولیت شامل اسید سولفوریک، ماده آلومینیمی، برای نمونه چهارچوب پنجره، به جای آند قرار می‌گیرد. وقتی که جریان برق عبور می‌کند، اکسیژن حاصل در آند، با آلومینیم ترکیب شده و لایه سطحی اکسیده مصنوعی به مقدار ۲۰ میکرومتر ضخیم می‌شود. برتری این روش این است که در داخل ظرف الکترولیت می‌توان رنگ افزود که از آمیزش آن با اکسید، سطوحی با رنگهای متفاوت بوجود می‌آید. این روشی است که در تولید آند رنگی آلومینیمی که یک نمای معماری مدرن است کاربرد دارد.

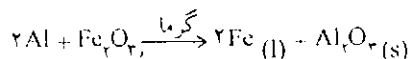
آلومینیم بدون پوشش محافظ، لایه سطحی خراشیده (در عمل یک واکنش شدید بوجود آمده)، خاصیت الکترونخواهی قوی را به منتها درجه از خود نشان می‌دهد.



اکسیداسیون از دیدگاه ترمودینامیکی  $\Delta G(298k) = -3/65 \text{ kJ mol}^{-1}$  کاملاً مطلوب است، بنابراین با استفاده از آن می‌توان اکسیدهای فلزی زیادی را کاهش داد.



با اکسید آهن (III) نیز واکنش همانند آن روی می‌دهد اگرچه برای تهیه آهن روشهای ارزانتری نیز وجود دارد. این واکنش به عنوان منبع گرمایی قوی در فرایند تماشایی ترمیت استفاده می‌شود.





نمید مردم خوردند سوی بستنی می  
«سئالی»

نکند دانا مستی نخورد عاقل می

# اتانول از دیدگاه

## شیمی پزشکی و زیست شیمی

سیدرضا آقاپور مقدم

نست دوم

نشده است، اما پژوهشهای متعدد نشان داده که پس از یکبار تجویز مقدار مسموم کننده اتانول در موش بیابانی، میزان اسیدهای چرب آزاد بالا می‌رود. مصرف اتانول به مدت طولانی سبب انباشته شدن اسیدهای چرب در کبد می‌شود که از سنتز درون بدن به دست آمده نه از بافت چربی. پس از خوردن اتانول، اعمال مکانیسمهای کبدی به خوبی انجام نمی‌شود. دلیلهای موجهی در دست است که در نتیجه اکسایش اتانول توسط آنزیم الکل دهیدروژناز سنتزی کبدی، تری آسید گلیسرول بالا می‌رود، اکسایش اسیدهای چرب کاهش می‌یابد و فعالیت چرخه اسید سیتریک کمتر می‌شود. میزان اسید لاکتیک خون بالا می‌رود و این به نوبه خود ظرفیت کُلیه را برای دفع اسید اوریک<sup>۲</sup> کمتر می‌کند. شاید این نکته، علت شدت یافتن بیماری نقرس در اثر آشامیدن الکل باشد سرانجام بافت کبدی متورم می‌شود، تقریباً ۷۵% معتادان، عارضه‌های کبدی دارند و سرانجام به ناراحتی سختی کبد دچار می‌شوند علت اصلی این پدیده، جذب آب سلولهای کبدی توسط اتیل الکل است. الکل به معده نیز آسیب می‌رساند و گاهی به پیدایش زخم معده منجر می‌شود. به طور کلی سوء تغذیه حاصل از اعتیاد به الکل، کار اجزای دیگر بدن مانند قلب، مری، ماهیچه‌های بینایی را مختل می‌کند و

نوشیدن اتانول (الکل) برای بدن زیان آور است، پس از گذشت ۲ دقیقه از نوشیدن نوشابه‌های الکلی، اتانول بدون تغییر به جذب شدن آغاز می‌کند و از جدار معده و روده می‌گذرد و وارد خون می‌شود. در حقیقت، جذب آن از دهان آغاز می‌شود. سرعت جذب اتانول در روده باریک بیشتر است. خون، الکل را به مغز، کبد، ماهیچه و به همه بافتهای بدن می‌رساند جذب اتانول عصبهایی که رگهای پوست را تنگ و گشاد می‌کنند، آسیب می‌رساند و در نتیجه گشاد شدن رگهای پوست، خون بیشتری جریان می‌یابد و همین امر سبب بر افروختن رنگ پوست می‌شود. اتانول غشای مخاطی معده و روده را تحریک می‌کند و فعالیت عادی آنها را مختل می‌سازد، در فاصله‌های طولانی، نوشیدن نوشابه‌های الکلی، اتانول، حس گرسنگی را از بین می‌برد و مانع آن می‌شود که شخص غذای کافی بخورد. در نتیجه بدن، به ناچار از غذای اندوخته شده در کبد استفاده می‌کند به مرور زمان، دگرگونیهای ویژه‌ای در کبد روی می‌دهد و سبب انباشته شدن چربی در کبد، بالا رفتن میزان چربی خون و سرانجام سبب بیماری سیروز یا سیهوس<sup>۱</sup> می‌شود. این که آیا افزایش بیش از اندازه اسیدهای چرب آزاد، نقشی در انباشته شدن چربی در کبد دارد یا نه به طور کامل روشن

انسان را می‌برد؛ مردانگی را زایل می‌سازد و آدمی را در ارتکاب گناهان بزرگ مانند خون‌ریزی، دزدی و ... جسور می‌کند.

- انسانها بر اثر نوشیدن نوشابه‌های الکلی، ناتوان می‌شوند، نیروی معنوی آنها کاهش می‌یابد و سرانجام به پستی می‌گیرند و دودمانشان برباد می‌رود. راه نجات و پیشگیری از این مصیبت‌های ناگوار، وضع قوانین بسیار سخت است تا سلامت افراد جامعه تضمین شود.

«برتلو» پدر شیمی سنتز<sup>۳</sup>

- الکل زهری جانگزای، خواب آور و بیهوش کننده است.

«کلود برنار»

- نکند دانا مستی نخورد عاقل می

نهد مرد خردمند سوی پستی پی

«سنائی»

- ده تن از توزرد روی بینوا حُسد همی

تا به گلگون می‌توروی خویش را گلگون کنی

«علوی (ناصر خسرو)»

- انسانها در گیلان بیشتر از دریا خفه می‌شوند.

«سباستیان فرانک»

- بزرگترین چیزی که سبب شکست در زندگی و ناکامی

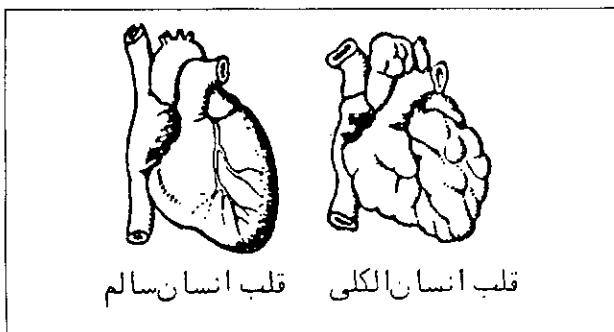
است خو گرفتن به نوشابه الکلی است.

«دیل کارنگی»

- به پیر و جوان از می‌آید گناه

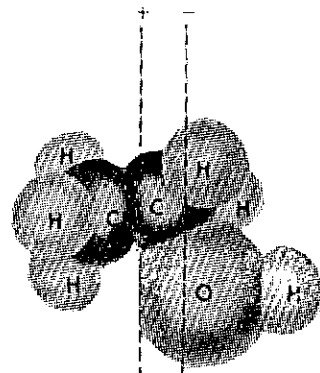
مکن عمر خود را بزشتی تباه

«فردوسی»



#### نکته‌ها

- تزریق اتانول خالص در رگ انسان، کشنده است.
- یک کودک چهار ساله را که شب با پارچه نخیس شده از اتانول، سینه‌اش را بسته بودند، از تنفس بخار اتانول تلف شد.



نیرفتنی - فنتی  $C_2H_5OH$

مدل فنت - برکن

سبب پیدایش بیماریها و عارضه‌های دیگری مانند کمبود ویتامینها می‌شود. مهمترین اثر الکل، تغییراتی است که در دستگاه عصبی به وجود می‌آورد. مصرف نوشابه‌های الکلی، سرعت، دقت و قدرت تشخیص انسان و نیروی خویشتن داری او را کم می‌کند. یکی دیگر از اثرهای الکل، مختل کردن محل کنترل رفتار انسان در بخش بالایی مغز است. در نتیجه شخصی که تحت تاثیر الکل قرار می‌گیرد (مست کرده است) ممکن است سخنانی بگوید و کارهایی انجام دهد که در حالت هشیاری نمی‌گوید و انجام نمی‌دهد. افزایش نسبت الکل در خون، لکنت زبان، اعتیاد، اشیاء را دو تا دیدن و عدم تعادل پیش می‌آورد هرگاه میزان الکل، باز هم افزایش یابد، شخص همه کنترل خود را از دست می‌دهد و به بیهوشی و گاهی به مرگ می‌افتد. قرآن کریم در آیه ۲۱۹ سوره بقره و آیه ۹۱ سوره مائده، نوشیدن الکل را تحریم کرده است.

#### گفته‌ها

- خداوند پلیدیها و بدیها را در خانه‌ای قرار داد که کلید آن شراب است.
- دائم‌الخمر در گناه مانند بت پرست است. ادامه شرب خمر بیماری ارتعاش و لرزه می‌آورد، نورانیت

ویژه قلبی) است که اغلب با مرگ فوری همراه است و گاهی نیز بخشی از بدن را فلج می‌کند و آن را از کار می‌اندازد

- اتانول، پیری زودرس به وجود می‌آورد.  
- استعمال نوشابه‌های الکلی به مقدار گیج کننده، خون‌ریزیهای کوچکی در مغز شخص تولید می‌کند و به دنبال آن تعداد بیشتری از مویرگهای مغز به علت رسوب خون فلج می‌شوند و نقاط حساس اطراف هر یک از سلولهای مغز به واسطه نرسیدن اکسیژن می‌میرند.  
- کبد همه اشخاص دائم الخمر، آغشته از نوعی چربی و مواد دیگر است که به اصطلاح سیروز (سیر هوس) کبدی مشهور است و با نوشیدن اتانول، کبد شخص از خرابی و فساد باز می‌ماند.



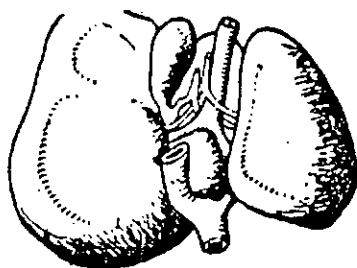
- روزنامه آلمانی اشتوت گارترتسیاتونگ در خبر می‌نویسد که یک مرد روستایی با خوردن نیم لیتر مشروب پس از چند ساعت مرد و علت مرگ، مسمومیت در اثر نوشیدن اتانول تشخیص داده شد.

- اگر هوا مدت زیادی بارانی باشد در برخی از شکوفه‌ها، قند نباتی تخمیر می‌شود. زنبورهایی که روی این شکوفه‌ها می‌نشینند، مست می‌شوند و بر اثر مستی تا مدتی نمی‌توانند درست پرواز کنند.

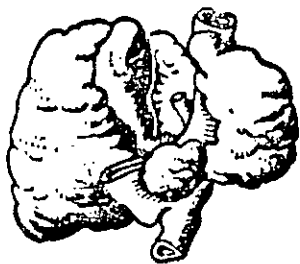
- با ورود اتانول در خون حرکت و فعالیت گویچه‌های (گلبولهای) سفید بسیار کم می‌شود.

- اتانول برای همه جانداران کوچک و حتی باکتری‌هایی که سبب فساد و ایجاد بیماریها می‌شوند، سم کشنده است از این روست که لاشه جانداران مانند مار، عقرب و غیره را در اتانول ۷۰٪ نگاه داری می‌کنند.

- طبق آمارهایی که به هنگام ناخوشی همگانی چون وبا، حصبه (تیفوئید)، طاعون، آبله و ... به دست آمده است، ۹۰٪ مبتلایان، الکلی بوده‌اند.



کبد (جگر) انسان سالم



کبد (جگر) انسان الکلی

- ششهای الکلی در اثر اتانول، تورم یافته، لکه‌های بنفش یا سفید رنگی، روی آنها آشکار می‌شود.  
- الکلی بر معده، روده، لوزالمعده، کلیه، مثانه، جنین، روان و ... اثر می‌گذارد.

- از بررسیهای روانی و آمار مبتلایان به خوبی آشکار می‌شود که جنون و الکلی به شدت به هم مرتبطند تا جایی که دکتر پارکر امریکایی نیمی از حادثه‌های ناشی از جنون و روان پریشانیها را به الکلی نسبت می‌دهد و معتقد است که در کشورهای بزرگ تعداد میخانه‌ها با شمار دیوانگان تناسب مستقیم دارد. بنابراین نخستین ضایعه الکلی از نظر

### زنگ خطر

- در کتاب شیمی درمانی سرطانها تألیف دکتر بقراط صفائی آمده است که الکلی سرطانزا است.

- در کتاب سرطان‌شناسی تألیف دکتر آرمین آمده است. نوشیدن نوشابه‌های الکلی هر اندازه هم کم باشد پس از مدتی ضایعات تشریحی و اختلالهای سوخت و ساز عمومی به وجود می‌آورد و در نتیجه زمینه را برای ابتلای به سرطان مساعد می‌کند.

- یکی از بزرگترین بلایایی که شخص الکلی باید همیشه منتظر آن باشد، انواع سکنه‌های ناقص و کاملی (به

روانی، همین زوال خرد و ادراک است.

- الکل در رانندگی، درصد احتمال تصادف را بالا می‌برد.

### کاربرد اتانول

- اتانول برای ضدعفونی کردن پوست و برخی لوازم و ابزار به کار می‌رود. اتانول ۵ تا ۷۰٪ وزنی دارای قوی‌ترین اثر ضد میکروبی است. اما در این غلظت نیز نمی‌تواند هگ<sup>۴</sup> را از بین ببرد. برای ضد عفونی کردن با الکل کم غلظت، زمان طولانی‌تر برای اثر لازم است. پیش از عمل جراحی برای ضدعفونی کردن پوست می‌توان از الکل با غلظت زیاد بهره گرفت. اتانول، اثر ضد میکروبی خود را با رسوب دادن پروتئین باکتریها (جذب آب هیدراته پروتئین) و یا حل کردن کلویید حفاظتی چرب آنها اعمال می‌کند. خاصیت کشش سطحی اتانول، نیز علت دیگری برای اثر ضد میکروبی است.

- لاشه جانوران را در اتانول ۷۰٪ نگاهداری

(در آزمایشگاههای علوم زیستی) می‌کنند.

- چون اتانول در  $114^{\circ}\text{C}$  - منجمد می‌شود معمولاً از آن برای تهیه دماسنجهایی که برای سنجش دمای پایین به کار می‌رود، بهره می‌گیرند.

- از سوختن اتانول گرما به دست می‌آید (به ازای سوختن کامل هر مول آن  $1366/86\text{ kJ}$  در برخی از موتورهای انفجاری آن را به صورت مخلوط با بنزین مصرف می‌کنند.

- از واکنش اکسید کننده با اتانول، نخست اتانال و سپس اتانوئیک (اسید استیک) به دست می‌آید که هر کدام از این دو، در صنایع شیمیایی و... ارزش دارد. از مشتقات اتانول که در فرمول ساختاری آنها بنیان اتیل ( $\text{C}_2\text{H}_5$ ) وجود دارد، بسیاری مانند دی‌اتیل‌اتر، کلرید اتیل، استات اتیل و...

- از آبیگری اتانول به طور ملایم، ماده‌ای به دست می‌آید که دی‌اتیل‌اتر نام دارد و همچنین از آبیگری شدید آن ماده‌ای به دست می‌آید که اتن نام دارد که هر کدام از آنها کاربرد فراوان دارد.

- از اتانول، کلرال تهیه می‌کنند. اتانول حلال خوبی است. صمغ، ید، کافور، عطرها، لاکها و رنگها را در خود حل می‌کند. در تهیه عطرها و مواد آرایشی کاربرد دارد. مواد کانی به جز اسیدها، پتاس، سود، کلریدها، یدیدها اغلب

در آن حل نمی‌شوند. در کارخانه‌های سلولویید سازی یک در صد کافور به اتانول می‌افزایند. به الکلهایی که در ساختن عطر و... بهره می‌گیرند، فتالات دی اتیل می‌افزایند که نقش پایدار کننده را بازی می‌کند.

- اتانول در تهیه تنتورها<sup>۵</sup>، عصاره‌های گیاهی، ادوکلنها، ورنیها و مواد پلاستیکی مصرف می‌شود. اتانول از مواد لازم برای دیگر تهیه مواد آلی مانند اتانال، اسید استیک، دی‌اتیل‌اتر، لاستیک مصنوعی و... است.

- مخلوط اتانول و اکسیژن مایع در موشکها به عنوان سوخت، در رادیاتور اتومبیل به عنوان ضد یخ و در تهیه مواد منفجره و مواد شیمیایی و در عکاسی کاربرد فراوان دارد.

### پرسش و پاسخ در شیمی اتانول

#### پرسش

۱- اتانول نخستین بار به روش تقطیر توسط کدام دانشمند به دست آمد؟

۱) برتلو (۲۷) رازی<sup>۶</sup> ۳) جابر<sup>۷</sup> ۴) لاووازیه

۲- کشف مواد زیر، بجز گزینه... را به جابربن حیان نسبت می‌دهند.<sup>۸</sup>

۱✓) الکل (۲) تیزاب (۳) جوهر شوره (۴) جوهر گوگرد  
۳- واکنش تهیه کدام ماده به روشی که مشخص شده از نوع حذفی است؟

۱) اتان از اتیل ✓ (۲) اتیلن از اتانول

۳) استالدهید از اتیلن (۴) اتیلن گلیکول از اتن

۴- حدود ۷۵٪ معنایان الکل، دچار کدام عارضه‌اند؟  
(کنکور سراسری مرحله اول تجربی ۲۱-۲۰)

۱) اختلال مرکز کنترل رفتار در مغز

۲) اختلال اعصاب تنگ و گشاد کننده رگهای پوست

۳) پیدایش زخم معده

۴✓) تورم بافتهای کبدی

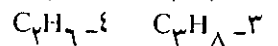
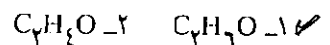
۵- در تهیه برمید اتیل «از مخلوط اسید سولفوریک غلیظ، اتانول و برمید پتاسیم استفاده می‌کنند» ترتیب ریختن مواد در لوله کدام است؟

۱✓) الکل، اسید، برمید (۲) الکل، برمید، اسید

۳) اسید، برمید، اتانول (۴) اسید، اتانول، برمید

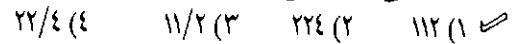
۶- از سوختن  $92/0$  گرم از ماده آلی  $1/76$  گرم دی‌اکسید کربن و  $1/08$  گرم آب تولید شده‌است. اگر نسبت جرم مولکولی ماده نسبت به جرم مولکولی هوا  $1/59$  باشد،

فرمول ماده کدامست؟



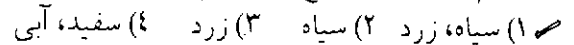
۷- ۰/۰۱ مول اتانول با سدیم چند میلی لیتر گاز در شرایط

متعارفی تولید می کند؟



۸- اکسایش (اکسیداسیون) اتانول در مجاورت فلز مس

کدام تغییرها در سطح فلز انجام می گیرد؟



۹- چگونه وجود آب را در اتانول ثابت می کنید؟

۱۰- چرا دمای جوش اتانول از دمای جوش اتان بالاتر است؟

۱۱- از واکنش هر مول اتانول با سدیم، نیم مول هیدروژن

آزاد می شود. این موضوع در شناسایی ساختار مولکولی

اتانول چه کمکی می کند؟

۱۲- تعریف درجه الکلی چیست؟

۱۳- در یک ارلن مقداری آب و در ارلن دیگر مقداری

اتانول وجود دارد. دهانه هر دو ارلن بسته است هر دو در

یک شرایط یکسان قرار دارند. فشار بخار در کدام یک از

آنها بیشتر است.

۱۴- چگونه الکل مطلق از الکل خالص تهیه می شود.

۱۵- چرا فرمول اتانول را  $CH_3CH_2OH$  می نویسند؟

۱۶- معادله واکنشهای تهیه کلرید اتیل، استات اتیل، اتانال

را از اتانول بنویسید.

۱۷- در اتانول خالص چه قدر آب وجود دارد و چگونه از

مقدار آن می کاهند؟

۱۸- چگونه اتانول را جامد می کنند؟

۱۹- چگونه اتانول را به رنگ بنفش در می آورند؟

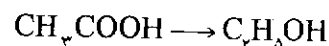
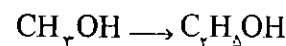
۲۰- شناساگرهای اتانول را شرح دهید.

۲۱- الکل صنعتی رنگی کدام است؟

۲۲- الکل طبی چیست؟

۲۳- معادله واکنشهایی را بنویسید که به کمک آنها می توان

این تبدیلهای را انجام داد.



۲۴- درجه الکلی را با چه وسیله ای اندازه می گیرند؟

۲۵- الکل تقلیبی چیست؟

۲۶- جنون الکلی کدام است؟

۲۷- مکانیسم برافروخته شدن رنگ پوست در اثر مصرف

نوشابه های الکلی چگونه است؟

۲۸- اثرهای موضعی اتانول را شرح دهید.

۲۹- چگونه مخمر، سبب تخمیر الکلی می شود؟

۳۰- ماده A سیرشده زنجیری یک عاملی است. برسدیم

فلزی اثر می کند با کلرید هیدروژن، کلرید الکیل می دهد.

ماده A بر اثر اکسیداسیون به ماده B تبدیل می شود که در

واکنش آینه نقره شرکت می کند. نسبت جرم ماده A

نسبت به جرم هیدروکربن سیر شده هم کربن آن  $\frac{13}{15}$

است. فرمول ساختاری ماده A را رسم کنید.

۳۱- چگونه شیشه های دارای اتانول، اتانال و اسید اتانویک

را از یکدیگر تمیز می دهند؟

۳۲- در تبدیل نشاسته به اتانول، نام دیاستازهای گوناگون و

عمل هر یک و محل تشکیل دیاستاز را بنویسید.

۳۳- اتانول و متانول را می توان به عنوان ضدیخ به کاربرد،

چرا گلیکول و گلیسرین بهتر است؟

۳۴- برای هیدرولیز  $\frac{3}{6}$  گرم مخلوط اتانوات اتیل و

اتانوات فنیل ۵۰۰mL محلول ۰/۱N KOH به کار رفته است

جرم هر کدام در مخلوط چه قدر است؟

۳۵- اگر مخلوطی از ۱۵۰ گرم اتانول ۹۵% و ۷۴ گرم بنزن

را در دمای  $64/9^{\circ}C$  تقطیر کنیم به طور دقیق چه اتفاقی روی

خواهد داد.

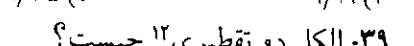
۳۶- امروز الکل خالص را چگونه تهیه می کنند؟

۳۷- الکل سنجی چیست؟

۳۸- از واکنش ۰/۰۱ مول اتانول با برمید هیدروژن چند

گرم ماده آلی تشکیل می شود؟ (کنکور سراسری مرحله اول

تجربی (۷۰-۷۱) (Br=۸۰, C=۱۲, H=۱)



۳۹- الکل دو تقطیری چیست؟

۴۰- آزمایش چراغ جادو چراغ فلسفی چیست؟

۴۱- واکنش لیدف چیست؟

باسخ

۱- گزینه ۲

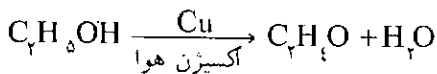
۲- گزینه ۱

۳- گزینه ۲ در واکنش حذفی یک گروه الکتروفیل

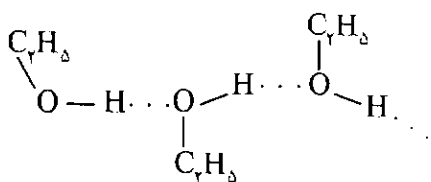
(الکترون دوست یا الکترون خواه مانند  $H^+$ ) و یا یک



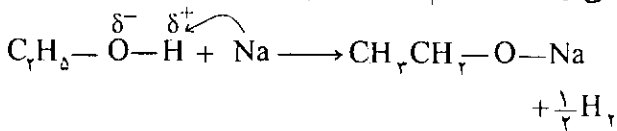
سیس با اتانول احیا می‌شود به بیان دیگر اتانول اکسیژن را از اکسید مس (II) می‌گیرد و مس آزاد می‌شود این عمل پشت سر هم تکرار می‌شود.



۹- یک قطعه سولفات مس (II) بی‌آب را که سفید رنگ است در اتانول بیاندازید و مدتی تکان دهید و صبر کنید. اگر اتانول آب داشته باشد، آبی رنگ می‌شود.  
۱۰- زیرا مولکول اتانول قطبی است، افزون بر آن می‌تواند در تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکولی شرکت کند، همچنین جرم مولی اتانول (۴۶) نیز بیشتر از اتان (۳۰) است.



۱۱- می‌توان فرمول الکل را از برخی لحاظ شبیه آب دانست  $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{H})$  یعنی در الکل نیز مانند آب بین H و O پیوندی وجود دارد. هیدروژن هیدروکسیل (هیدروژن عامل الکلی) بر خلاف اتمهای دیگر هیدروژن که به طور مستقیم به کربن متصل هستند، می‌تواند توسط اتم فلز جانشین شود.

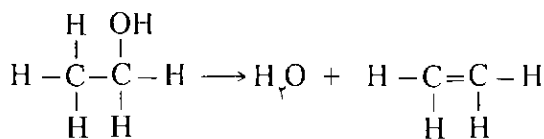


۱۲- حجم الکل خالص (برحسب mL) در ۱۰۰ mL مخلوط آب و الکل، به طور مثال منظور از الکل ۷۰ درجه این است که در هر ۱۰۰ mL مخلوط، ۷۰ mL الکل و ۳۰ mL آب موجود است.

۱۳- در یک دمای ثابت، هر اندازه یک مایع فرار باشد یعنی جاذبه بین مولکولهای آن کمتر باشد، فشار بخار آن بیشتر است. پس فشار بخار اتانول از آب بیشتر است.

۱۴- از اتانول خالص از راه تقطیر ساده نمی‌توان الکل مطلق تهیه کرد زیرا الکل خالص (۹۶°) با آب مخلوطی می‌دهد که با جوشاندن از هم جدا نمی‌شوند به همین جهت برای تهیه اتانول مطلق از مواد شیمیایی استفاده می‌کند که تنها با آب ترکیب یا واکنش می‌دهد و بر اتانول

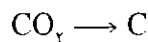
گروه نوکئوفیل هسته دوست مانند  $\text{OH}^-$  از دو کربن مجاور به یکدیگر می‌پیوند و از مولکول جدا می‌شود.



۴- گزینه ۴

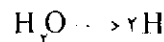
۵- گزینه ۱

۶-



۴۴      ۱۲

$$1/76 \quad X = \frac{12 \times 1.76}{76} = 0.28$$



۱۸      ۲

$$1/18 \quad X = \frac{2 \times 1.8}{18} = 0.2$$

$$m_{\text{O}} = m - (m_{\text{C}} + m_{\text{H}})$$

$$= 0.92 - (0.48 + 0.12)$$

$$= 0.92 - 0.60 = 0.32$$

O

H

C

0.32

0.12

0.48

$$\frac{48}{12} = 4$$

$$\frac{12}{1} = 12$$

$$\frac{32}{16} = 2$$

$$\frac{4}{2} = 2$$

$$\frac{12}{2} = 6$$

$$\frac{2}{2} = 1$$

$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  فرمول تجربی

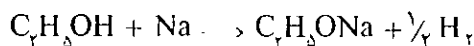
$$M = 29d = 29 \times 1/59 = 46$$

$$(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})_n = M$$

$$46n = 46 \quad \boxed{n=1}$$



۷- گزینه ۱



مول ۱

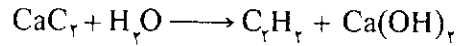
۱۱۲.۰ mL

0.1

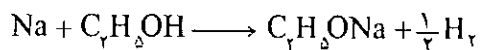
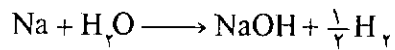
x = 112

۸- گزینه ۱ مس با اکسیژن هوا، اکسید می‌شود و

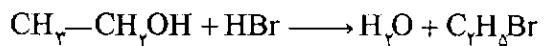
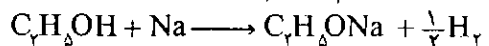
اثری ندارند. برای این کار سولفات مس (II) بی‌آب  $\text{CuSO}_4$ ، اتوکسید آلومینیم، آهک  $\text{CaO}$  و کربید کلسیم  $\text{CaC}_2$  کار برد دارد.



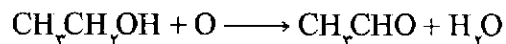
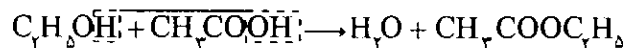
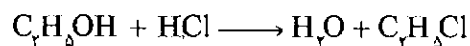
گاهی هم، مقداری سدیم یا کلسیم فلزی همراه با اتانول خالص در دستگاه تقطیر قرار می‌دهند و سپس اتانول را به کمک تقطیر از اتوکسید و قلیا جدا می‌کند. می‌دانیم که سدیم بر آب سریعتر و کامل‌تر از اتانول اثر می‌کند:



۱۵- با توجه به واکنش الکل با سدیم و واکنش الکل با اسید هیدروبرمیک ثابت شده است که فرمول ساختاری آن باید به صورت  $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$  باشد.



۱۶-



۱۷- حدود ۴/۵% آب دارد. برای خارج کردن این مقدار آب، از کربنات کلسیم و یا آهک بهره می‌گیرند.

۱۸- نخست صابون را در اتانول گرما می‌دهند و سپس خنک می‌کنند و به صورت قطعه‌های جامد خوش سوز در می‌آورند یا از مخلوط نه قسمت اتانول و یک قسمت استات کلسیم غلیظ، اتانول جامد به دست می‌آید.

۱۹- بنفش متیل، اتانول را بنفش رنگ می‌کند (این اتانول بنفش رنگ قدری الکل چوب (متانول) و یا پیریدین هم دارد. تقطیر و تخلیص چنین الکی بسیار دشوار است)

۲۰- الف- شناساگرهای اکسید کننده عبارتند از:

۱- دی کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک (سولفو کرومیک) یا اکسید کروم (III). ۲- مفتول سرخ شده پلاتین، پلاتین بسیار سرخ و اتانول در مجاورت هوا، نخست استالدهید و سپس به اسید استیک مبدل می‌شود. (در جدول زیر)

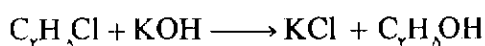
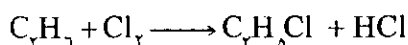
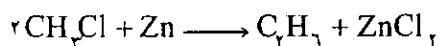
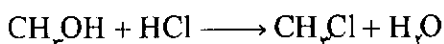
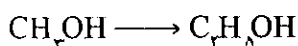
اثر هالوژنها و اسیدها بر اتانول

$\text{CCl}_4\text{CHO}$	کلرال، تری کلرو استالدهید	کلر
$\text{CBr}_4\text{CHO}$	برمال، تری بروم استالدهید	برم
$\text{CHCl}_3$	کلروفرم، تری کلرومتان	آهک کلردارو آب
$\text{CHI}_3$	یدو فرم، تری یدومتان	ید و قلیا
$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	کلرید اتیل	اسید هیدروکلریک
$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	برمید اتیل	اسید هیدروبرمیک
$\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$	یدید اتیل	اسید هیدرویدریک
$\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$	یدید اتیل	برم باید (در فسفر سرخ)
$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	دی اتیل اسید	اسید سولفوریک غلیظ
$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$	نیترات اتیل	اسید نیتریک غلیظ

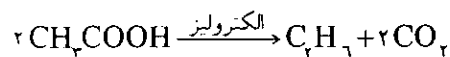
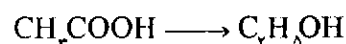
۲۱- اتیل الکل که افزون بر متیل الکل دارای پیریدین و همچنین یک ماده رنگی بنفش متیل است و همین الکل که به آسانی از سایر الکلها تشخیص داده می‌شود به عنوان سوخت در چراغ الکی کاربرد دارد.

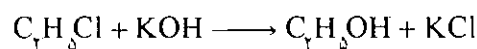
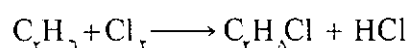
۲۲- الکل طبی، همان الکل خالص است (شماره ۱۷).

۲۳- ۱- تهیه اتانول از متانول



۲- تهیه اتانول از اسید اتانویک





۲۴- درجه یک محلول الکلی را به وسیله الکل سنج می‌سنجند که از مقدار فرو رفتن در مایع، درجه الکل معین می‌شود.

۲۵- الکلی که به مصرف سوخت می‌رسد. شامل ۹۰٪ حجمی اتانول، ۹/۵٪ متانول و حدود ۵/۵٪ پیریدین، به مقدار ناچیز نفت و یک ماده رنگی که معمولاً بنفش متیل است. ممکن است اتانول دارای مواد زیان‌آور، از نظر نوشیدن باشد و دارای متانول نباشد.

۲۶- مجموعه اختلالاتی روانی شدید که در اثر زیاده‌روی در مصرف نوشابه‌های الکلی پیدا می‌شود.

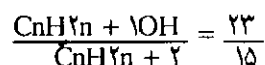
۲۷- نوشیدن آن به تعداد ضربان قلب می‌افزاید و رگهای سطحی بدن را منبسط می‌کند و پوست و صورت برافروخته می‌شود.

۲۸- غلظت زیاد اتانول، سبب تحریک غشاهای مخاطی می‌شود و در ضمن پوست سالم را سرخ می‌کند این اثر تحریکی، به علت رسوب بخشی از پروتئینهای سلولی و اثر دهیدراتاسیون<sup>۱۳</sup> (آبگیری) الکلی است، همچنین در زیر پوست نفوذ می‌کند و سبب خراب شدن پروتوپلاسم سلولی می‌شود تا این که با مایع نسجی، رقیق شود. تنفس بخار قوی اتانول سبب تحریک و بسته شدن گلوت<sup>۱۴</sup> می‌شود، خوردن آن سبب احساس سوزش در حلق و معده می‌شود، تریق اتانول ۸۰ تا ۹۵٪ درون استرها لوزنها و اسیدها عصب گره عصبی، سبب حذف درد در نواحی مربوط شده است. (به علت خراب کردن سلولهای عصبی در اثر رسوب پروتئین و حل شدن چربیهای آن) از این خاصیت برای تسکین درد در اسبهای دچار شده به لنگش و در گاوهای دچار شده به پایین افتادگی و غیره تریق می‌شود از راه لوله گوارش به سرعت جذب و بر دستگاه عصبی مرکزی اثر می‌کند. سبب حذف کنترل قشر مغز بر روی مرکزهای پایینی می‌شود و در نتیجه گزینه‌های آزادانه بروز می‌کند بر روی مرکزهای حرکتی قشر مغز اثر می‌کند. و سبب اختلال و عدم تناسب حرکتها می‌شود. در جانوران از این موضوع برای نمایش در سیرک استفاده می‌شود. مقدار زیاد آن خواب عمیق، شبیه بیهوشی ایجاد می‌کند و به ندرت ممکن است مرگ در اثر ناتوانی تنفس دیده شود. مقدار

کم آن به تعداد ضربان قلب می‌افزاید و رگهای سطحی بدن را منبسط می‌کند (بر افروختگی پوست و صورت و احساس گرما). مقدار بسیار کم آن پیش از غذا خوردن بر ترشح معده اثر می‌گذارد.

۲۹- مخمر می‌تواند از گلوکز انرژی بگیرد، در جریان تحمل تخمیر، رشد کند و به فعالیتهای زیستی خود ادامه دهد. تا این که همه گلوکز مصرف شود و یا اینکه غلظت الکل افزایش یابد و به حدود ۱۲٪ وزنی برسد، این غلظت از اتانول، مخمر را مسموم می‌کند و آن را از ادامه کار باز می‌دارد. محلول الکلی به دست آمده را تقطیر می‌کند و اتانول ۹۵٪ به دست می‌آید.

۳۰- طبق داده‌های پرسش، ماده A، الکل سیر شده زنجیری یک عاملی است.



$$\frac{14n + 18}{14n + 2} = \frac{23}{15}$$

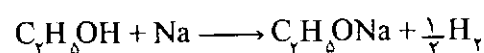
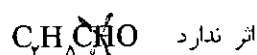
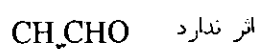
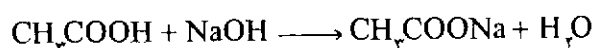
$$15(14n + 18) = 23(14n + 2)$$

$$15 \times 2(7n + 9) = 23 \times 2(7n + 1)$$

$$105n + 135 = 161n + 23$$

$$161n - 105n = 135 - 23 \quad 56n = 112 \quad n = \frac{112}{56} = 2$$

۳۱- نخست کمی از ماده هر شیشه را بر می‌داریم، واکنشهای زیر را انجام می‌دهیم با سود، اسید اتانوئیک شناخته می‌شود.

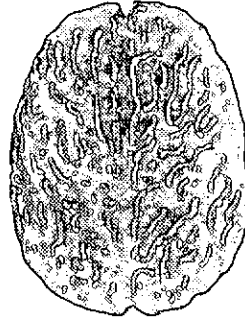


۳۲- در تبدیل نشاسته به اتانول، نخست آمیلاز نشاسته را تجزیه می‌کند، مالتوز می‌دهد، سپس مالتاز، مالتوز را تجزیه می‌کند و گلوکز می‌دهد بعد زیماز گلوکز را تجزیه می‌کند و اتانول می‌دهد، آمیلاز از جوانه جو و مالتاز و زیماز از مخمر آبجو ترشح می‌شود.

۳۳- زیرا، اتانول و متانول بخار می‌شود. اما گلیکول و گلیسرین بخار نمی‌شوند.



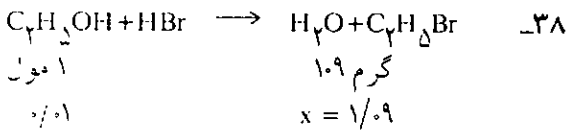
منظره شیار بین دو نیمکره‌ای از بالا  
در مغز انسان سالم



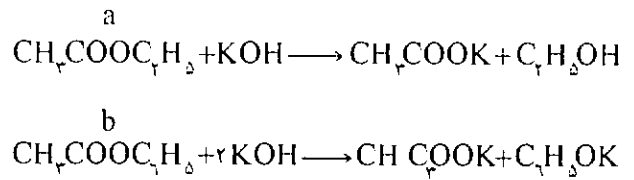
منظر فاسد شده  
(آماس برد عصبی مغز الکلی)

۷۴ گرم بنزن، ۷/۵ گرم آب و ۱۸/۵ گرم اتانول را به صورت آزنوتروپ (دمای جوش  $64/5^{\circ}\text{C}$ ) با خود می‌برد، چون در ۱۰۰ گرم الکل ۹۵٪، ۵ گرم آب یعنی در ۱۵۰ گرم اتانول ۹۵٪، ۷/۵ گرم آب وجود دارد، همه ۷/۵ گرم آب به هنگام تقطیر با ۷۴ گرم بنزن، ۱۸/۵ گرم اتانول خارج می‌شود. در ظرف تقطیر داریم.

$150 - 7/5 = 142/5 \text{ g}$   
 $142/5 - 18/5 = 124 \text{ g}$  اتانول خالص % مانده  
 ۳۶- امروز برای تهیه اتانول خالص، الکل را که حدود ۴/۵٪ آب دارد با بنزن مخلوط، بخار و تقطیر می‌کنند. در دمای  $64/9^{\circ}\text{C}$  مخلوطی از ۷/۵٪ آب، ۱۸/۵٪ اتانول و ۷۴٪ بنزن (آزنوتروپ سه‌تایی) به وجود می‌آید. در ته بالون اتانول خالص (حدود ۹۵٪) باقی می‌ماند.  
 ۳۷- برای این که خواص یک الکل نوع اول را نشان دهد.



۳۹- اتانولی که معمولاً به روش تخمیر در مقیاس صنعتی به دست می‌آید با تقطیر جزء به جزء، یا لایش می‌شود تا مخلوط اتانول و آب محتوی ۹۵/۶٪ اتانول حاصل شود.



استات اتیل a مول بر حسب گرم ۸۸ گرم  $88a + 136b = 3/6$   
 استات فنیل b مول بر حسب گرم ۱۳۶a گرم  $1000a + 2000b = 500$   
 $20 \begin{cases} 22a + 34b = 0/9 \\ 22 \begin{cases} 20a + 40b = 1 \end{cases} \end{cases}$   
 $880b - 680b = 22 - 18$   
 $200b = 4$   
 $b = \frac{4}{200} = \frac{1}{50} = 0/02$

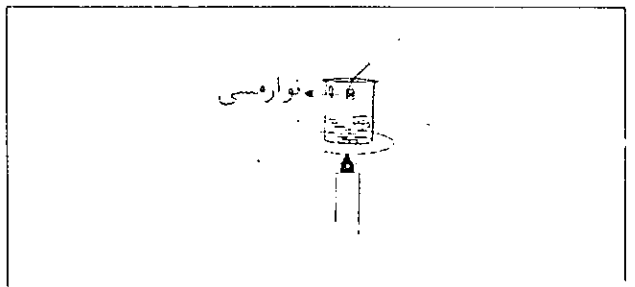
$0/02 \times 136 = 2/72$  گرم  
 $3/6 - 2/72 = 0/88$

استات فنیل  
 استات اتیل

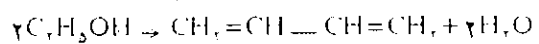
۳۵- داریم در  $64/5^{\circ}\text{C}$

مخلوط	بنزن	آب	اتانول
۱۰۰g	%۷۴g	%۷/۵g	%۱۸/۵g
۱۵۰	۷۴		%۹۵

۴۰- آزمایشی برای اکسایش اتانول تا مرحله اتانال برای این آزمایش، شیر کوچک نسبتاً بلندی را بردارید و به بلندی ۳ تا ۴ ml اتانول در آن بریزید. بشر را روی توری و سه پایه بگذارید، گرم کنید تا بخار تولید کند اما نجوشد. سپس سیم مسی بدون روپوش را که قطر متوسطی داشته باشد، دور مداد یا خودکار بپیچید تا به صورت فنر در آید، آن را به کمک لوله توپُر در بشر آویزان کنید به طوری که به سطح اتانول نرسد و کمی فاصله داشته باشد. فنر مسی را روی شعله کاملاً گداخته کنید و به آرامی آن را داخل بشر کنید زمانی که به طور متناوب رنگ مس زرد و سیاه شد در آن قسمت ثابت نگهدارید در اثر واکنش اکسایش و کاهش که گرماده است، سیم مسی به حالت گداخته باقی می ماند. اگر در اثر داغ شدن زیاد، اتانول آتش گرفت کاغذ را روی دهانه بشر قرار دهید تا خاموش شود، در صورت تنظیم دمای اتانول و دمای سیم مسی، واکنش مدتها به حالت فعال باقی می ماند.



۴۱- بخار اتانول پس از عبور از روی کاتالیزور در دمای  $400^{\circ}\text{C}$  به  $301^{\circ}\text{C}$  (دی وینیل) مبدل می شود.



### پانوشتها

- ۱- سیروز یا سیررهوس (cirrhosis) التهاب بینابینی بافتهای یک عضو به ویژه کبد است و منحصرأبه تغییرهای استحالهای همراه با فیروز (fibrosis) تشکیل نسوج لیمنی در یک ساختار تشریحی) آن گفته می شود.
- ۲- اسید اوریک (uric acid) اسید آلی، جامد متبلور، بی رنگ و در آب کم محلول است. به مقدار بسیار کم در ادرار برخی جانوران وجود دارد. از تحزیه اسید آمینه (آمینو اسید) و اسیدهای نوکلئیک حاصل می شود. نمکهای سدیم و پتاسیم آن به هنگام بروز بیماری نقرس، در منصلها رسوب می کند.

- ۳- زندگینامه برتلو در شماره ۲۰ رشد آموزش شیمی آمده است.
- ۴- هاگ (اسپور spore) عضو یک یا چند سلولی است که در اندامی به نام هاگدان تشکیل شده، پس از خارج شدن از آن و قرار گرفتن در محیط مساعد، به تشکیل یک گیاه دیگر منجر می شود. مانند هاگ سرخسها، خزها و...
- ۵- تنتور (tincture) محلول جسمی که حلال آن معمولاً اتانول است. در پزشکی کاربرد دارد. مانند تنتورید.
- ۶- زندگینامه رازی در شماره ۲ رشد آموزش شیمی آمده است.
- ۷- زندگینامه جابر در شماره ۱ رشد آموزش شیمی آمده است.
- ۸- (آزمون ۲۲-۲۱ علوم ریاضی و فنی و علوم تجربی).
- ۹- نقابلی (denatured) تغییر خواص فیزیکی و شیمیایی از حالت طبیعی که معمولاً برگشتناپذیر است.

i... alcoholic psychosis

ii... alcoholometry

iii- rectified spirit

iv... dehydration

۱۲- گلوٹ (glottis) دستگاه صوتی حنجره که شامل طنابهای صوتی حقیقی و فضای بین آنهاست.

۱۵- پایین افتادگی (prolapse) پایین افتادگی بخشی از اجنا.

۱۶- لیدف. سرگی واسیلیویچ (Lebedev, Sergey Vasilyevich) تیبیدان روسی (۱۹۳۲ - ۱۸۷۴).

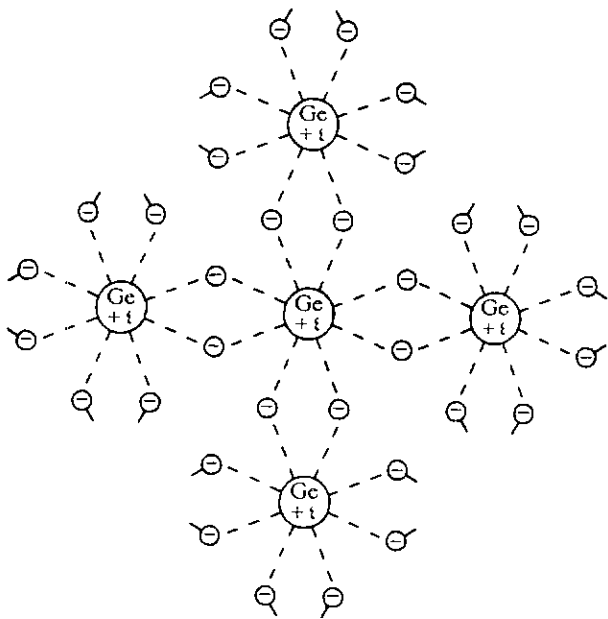
### منابع

- ۱- مکانیسم شیمی آلی دکتر علی سیدی
- ۲- شیمی بیولوژی دکتر مافی
- ۳- شناخت الکل سیدرضا آقابور مقدم
- ۴- شیمی عمومی درمانی سرطانها دکتر بقراط صفائی
- ۵- فرهنگ دارویشکی دکتر محمدرضا توکلی صابری، دکتر سیدرضا محوره، سیدرضا آقابور مقدم
- ۶- فارماکولوژی دامپزشکی جلد اول دکتر محمد مهدی سلیمی
- ۷- شیمی عمومی دکتر مهندس محمد رضا رجالی
- ۸- مباحثی در شیمی به صورت پرسش و پاسخ تألیف حسام امینی، سیدرضا آقابور مقدم
- ۹- organic chemistry volume I: the fundamental principles, I I Finar
- ۱۰- chemistry principles and applications: P. W. Atkins, M. J. Frézel, R. A. Y. Jones

# نیم رساناها (هالوپها)

نوشته: صدیقه براهیمی فراهان دبیر شیمی دبیرستانهای اصفهان

این پیوند قوی در کار نیم رسانا اهمیت زیادی دارد. برای سهولت تجسم، این شبکه بلوری را در صفحه ترسیم می کنند (شکل ۲).



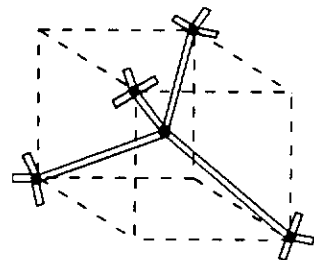
شکل ۲- پیوندهای کووالانسی در ژرمانیم

در دمای صفر درجه مطلق، همه الکترونها به طور محکم در پیوندهای کووالانسی نگهداشته شده اند و هیچ الکترون آزادی وجود ندارد که در رسانایی الکتریکی شرکت کند و لذا Ge و Si شبیه یک نارسانای خوب عمل می کنند.

وقتی دمای نیم رسانا از صفر مطلق بالاتر می رود انرژی

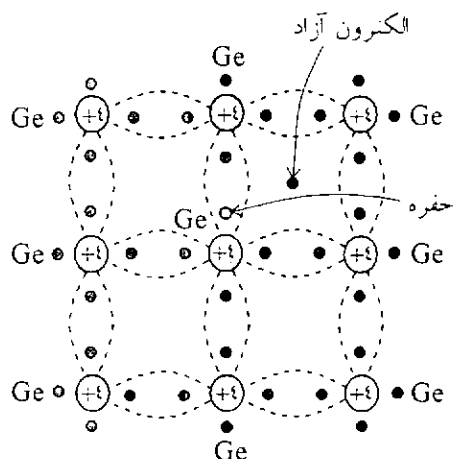
اجسام جامد را از نظر رسانایی الکتریکی به سه دسته تقسیم می کنند: رساناها، نیم رساناها و نارساناها. مقاومت ویژه رساناهای خوب در حدود  $10^{-8}$  اهم - متر و مقاومت ویژه نارساناهای خوب در حدود  $10^{10}$  اهم - متر است. دسته ای از اجسام که مقاومت ویژه آنها بین  $10^{-2}$  اهم - متر تا  $10^2$  اهم - متر است نیم رسانا نامیده می شوند. علت این نامگذاری به خاطر آن است که نیم رساناها در دماهای پایین مانند نارسانای خوب و در دمای اتاق و بالاتر از آن به مانند یک رسانا عمل می کنند.

نیم رساناها به دلیل آن که ماده اصلی سازنده وسیله های الکترونیکی مانند دیود، ترانزیستور و آی سی ها از اهمیت خاصی برخوردارند. نیم رساناها از عضوه های خانواده عناصر چهار ظرفیتی هستند که از جمله می توان کربن، ژرمانیم، سیلیسیم و قلع را نام برد. این عناصر در حالت بلوری به صورت چهار وجهی هستند. در این شبکه، چهار الکترون از عنصر نیم هادی (مثلاً Si) با چهار اتم مجاور خود پیوند کووالانسی درست می کنند (شکل ۱).



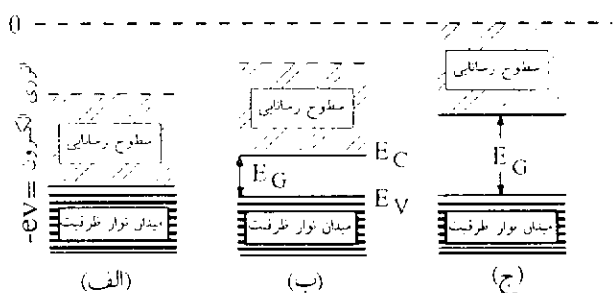
شکل ۱- شبکه چهاروجهی سیلیسیم

گرمایی موجب ارتعاش اتمها حول وضعیت عادیشان می‌شود. در این حالت ممکن است تعدادی از الکترونها آنقدر انرژی لرزشی کسب کنند که پیوند کووالانس آنها گسسته شود. این الکترونها آزادند و می‌توانند مانند الکترونهاي آزاد در رسانایی شرکت کنند (شکل ۳).



شکل ۳- بلور ژرمانیم با یک پیوند کووالانس گسسته شده

جای خالی الکترون آزاد شده را حفره (hole) می‌گویند. حفره، در واقع مانند بار مثبت  $+e$  عمل می‌کند ( $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{c}$ ). انرژی لازم جهت شکستن پیوند کووالانس را با  $E_g$  نشان می‌دهند. باید توجه کرد که نمی‌توان یک پیوند کووالانس داشت که بخشی از آن گسسته شده باشد.  $E_g$  را انرژی شکاف (gap energy) گویند. ذیلاً ترازهای انرژی یک فلز، یک نیم رسانا و یک نارسانا نشان داده شده است (شکل ۴).



شکل ۴- ترازهای انرژی ظرفیت و هدایت در: (الف) فلزات، (ب) نیم رساناها در صفر درجه مطلق، (ج) نارساناها،  $E_g$  فاصله انرژی،  $E_v$  بالاترین تراز انرژی الکترونهاي ظرفیت و  $E_c$  کمترین انرژی در نوار رساناست. در دمای  $300\text{k}$  در حدود  $10^{19}$  پیوند شکسته شده در

متر مکعب موجود است ولی هنوز در بلور حدود  $10^{29}$  اتم در متر مکعب موجود می‌باشد که پیوند آنها شکسته نشده است، به بیان دیگر در حدود یک اتم در هر  $10^{19}$  اتم پیوند گسسته دارند. این چیزی کمتر از یک اتم در هزار اتم در امتداد هر محور بلور می‌باشد. همین پیوندهای شکسته شده و الکترونهاي آزاد مربوط به آنها است که یک نیم رسانا تا حدی مانند رسانا عمل می‌کند.

شکسته شدن پیوندهای کووالانس به انرژی گرمایی بستگی دارد و با سرعت با افزایش دما زیاد می‌شود. به سبب افزایش شماره حاملین بار، مقاومت یک نیم رسانا با دما کاهش می‌یابد و جسم به عنوان یک مقاومت با ضریب گرمایی منفی عمل می‌کند. فاصله انرژی  $E_g$  برای عنصرهای گروه چهار ظرفیتی در جدول زیر نشان داده شده است.

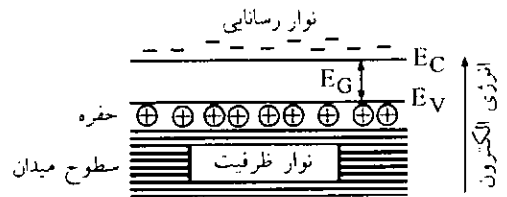
عنصر	$E_g(\text{ev})$
کربن (الماس)	۷
سیلیس	۱/۱
ژرمانیم	۰/۷۲
قلع (ساکستری)	۰/۱
سرب	۰

همین مقدار نسبتاً پایین  $E_g$  برای ژرمانیم و سیلیسیم است که این عنصرها را برای کارهای مخصوص مربوط به نیم رسانا مفید کرده است. همانگونه که قبلاً اشاره شد جای خالی الکترونها در شبکه بلور را حفره می‌گویند. تعداد حفره‌ها و الکترونهاي آزاد یکسان هستند. معلوم شده که حفره نیز می‌تواند در شبکه بلوری نیم رسانا حرکت کند. یک الکترون ظرفیت مربوط به یک پیوند نزدیک به حفره، می‌تواند به حفره انتقال یابد و بدون آن که به صورت یک الکترون آزاد درآید جای خالی حفره را پر می‌کند. با این عمل یک حفره در جای دیگر بوجود می‌آید (شکل ۶). لذا می‌توان گفت که حفره نیز قابلیت حرکت دارد (البته سرعت جابجایی آن به مراتب از الکترون آزاد کمتر است) هرچند که از لحاظ مکانیک موجی درست نمی‌باشد. حفره را به عنوان ذره قابل حرکت که حامل بار مثبت  $e$  است به شمار می‌آورند. در نارساناها، الکترونهاي ظرفیت به طور محکم در پیوندهای بین اتمی خود مستقر هستند و حتی در دماهای نسبتاً بالا به خاطر داشتن  $E_g$  بالا، احتمال این که یک

الکترون به حالت آزاد در آید اندک است. به همین علت، اجسام نارسانا مایند کوارتز و انواع سرامیکها و پلاستیکها در دمای ۳۰۰k دارای مقاومت ویژه بین  $10^7$  تا  $10^{18}$  اهم - متر هستند.

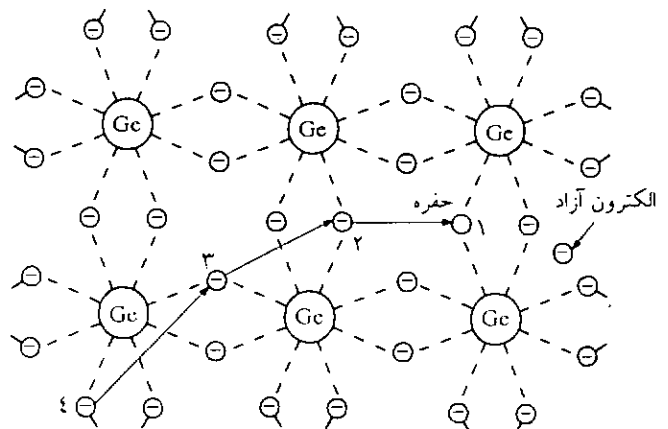
### نیم رسانای ذاتی

هر الکترون که از پیوند کووالانس گسسته شود، یک حفره و یا خلا، الکترون، در باند والانس بجای می گذارد. این وضعیت در شکل ۵ نشان داده شده است. چون در موقع شکسته شدن پیوند کووالانس یک حفره و یک الکترون آزاد به طور همزمان به وجود می آیند؛ از تولید الکترون - حفره صحبت می کنیم.



شکل ۵- ترازهای انرژی ظرفیت و هدایت یک نیم رسانای ذاتی در دمای اتاق

نحوه حرکت حفرهها در شکل ۶ نشان داده شده است. در این شکل ابتدا حفره در نقطه ۱ بوجود آمده است. برای یک الکترون بسیار آسان است که از یک پیوند واقع در نقطه ۲، حفره واقع در نقطه ۱ را پُر کند؛ زیرا انرژیهای آنها قابل مقایسه اند (حدود یکدیگرند) در صورتی که این جابجایی صورت گیرد یک حفره در نقطه ۲ تولید خواهد شد. در صورتی که یک الکترون دیگر از پیوند واقع در نقطه ۳ به حفره ۲ نقل مکان کند حفره ای در نقطه ۳ ظاهر خواهد شد.



شکل ۶- شمای هدایت الکتریکی بوسیله حفره

به نحو مشابهی، ممکن است الکترونی از پیوند ۴ به نقطه ۳ نقل مکان کند. بدین نحو یک حفره از نقطه ۱ به نقطه ۴ به صورت پله ای جابجا شده است. در این تحول به نظر می رسد که بار الکتریکی بدون آن که الکترونهاي آزاد حضور داشته باشند حرکت کرده است.

چون الکترونها و اتمها دارای جنبشی گرمایی هستند، حرکتهای حفرهها و الکترونها به صورت تصادفی (اتفاقی) هستند. اما اگر یک میدان الکتریکی به بلور اعمال شود، یک مؤلفه مستقیم سرعت به حرکتهای آنها افزوده خواهد شد. این مؤلفه سرعت را سرعت رانش می نامند. این فرایند، هدایت الکتریکی به کمک بارهایی که در اثر گرما به وجود آمده اند را رسانایی ذاتی می نامند. در مواردی که ذاتاً نیم رسانا، خالص هستند، جفت الکترونها به طور پیوسته با انرژی گرمایی تولید می شوند. میزان تولید آنها در واحد زمان (نرخ تولید) را با  $g(+)$  نشان می دهند که به دما و  $Eg$  بستگی دارد. در عین حال الکترونهاي آزاد با برخورد به حفرهها دوباره با هم ترکیب می شوند (باز ترکیب). میزان باز ترکیب در واحد زمان که با  $r(+)$  نشان داده می شود که به چگالی حجمی این بارها بستگی دارد. در حالت تعادل داریم:

$$g(t) = r(t) = kn_i p_i$$

که در آن  $n_i$  و  $p_i$  به ترتیب عبارتند از چگالی حجمی حفرهها و الکترونها در متر مکعب و  $k$  مقدار ثابتی است. با توجه به این که در نیمه هادی خالص داریم:

$$n_i = p_i$$

نتیجه می شود:

$$g(t) = r(t) = kn_i^2$$

که در آن  $n_i^2$  مربع چگالی الکترونهاي آزاد است که به جسم نیم هادی بستگی دارد و به طور نمایی با دما تغییر می کند.

در هر برخورد الکترون با حفره، عمل باز ترکیب حتماً صورت نمی گیرد. دررفتگیهای (dislocations) داخل بلور به تبادل انرژی بین حفره و الکترون کمک می کند. به این دررفتگیها دام (trap) می گویند. هنگامی که عمل باز ترکیب صورت می گیرد و یک الکترون به محل ظرفیت بازمی گردد و انرژی شکاف  $Eg$  به صورت یک فوتون آزاد می شود. این فوتون ممکن است دوباره با شکستن پیوند دیگری، جذب و یا به صورت تشعشع ظاهر شود. در بعضی موارد این انرژی در طیف اشعه مرئی



ظاهر می شود.

یک بار آزاد دارای یک عمر متوسط است و پیش از آن که با بار مخالف خود ترکیب شود (باز ترکیب صورت گیرد) مسافتی را که به فاصله متوسط پخش (average diffusion distance) موسوم است می پیماید. عمر متوسط معمولاً بین ۱ تا ۱۰۰۰ میکروثانیه است و فاصله متوسط پخش نیز از ۰/۱ سانتیمتر تا ۰/۲ سانتیمتر تغییر می کند.

### نیم رساناهای نوع n و p

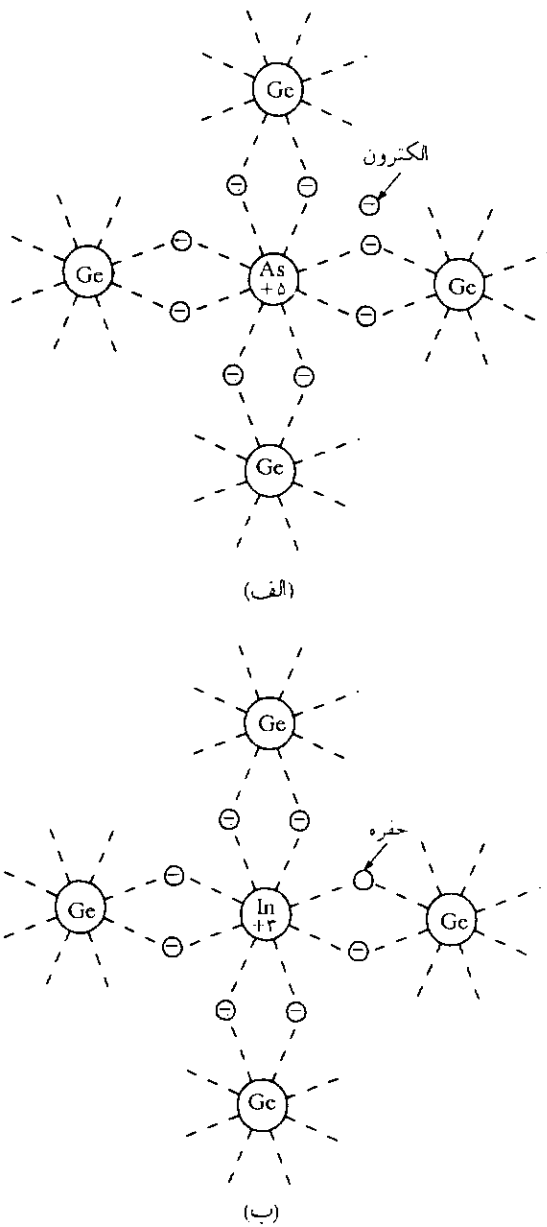
برای آنکه رسانایی الکتریکی یک نیم رسانا را به دلخواه تغییر دهیم (بدون کاهش یا افزایش دما) ناخالصیهایی به شبکه بلور خالص سیلیسیم یا ژرمانیم می افزائیم. ناخالصیها را یا از عنصرهای گروه سوم عناصر که دارای سه الکترون ظرفیت هستند، مانند بور، گالیم یا ایندیم و یا از عنصرهای گروه پنجم که دارای پنج الکترون ظرفیت هستند نظیر: فسفر، آرسنیک و یا آنتیموان انتخاب می کنند.

مقدار ناخالصی به میزان یک اتم ناخالص در هر  $10^6$  یا  $10^{10}$  اتم نیم رسانا انتخاب می شوند. در نتیجه اتمهای ناخالصی به اندازه صدها یا هزاران اتم نیم هادی در همه سوها از یکدیگر فاصله خواهند داشت.

این مقدار ناخالصی به اندازه ای ناچیز است که هیچ تأثیری بر چگونگی رشد بلور نخواهد داشت، البته اتمهای خالصی باید وارد بلور شوند و جانشین یکی از اتمهای ژرمانیم یا سیلیسیم در شبکه بلوری آنها بشوند.

هنگامی که یک اتم پنج ظرفیتی، مانند آرسنیک، جانشین یک اتم سیلیسیم در شبکه بلوری ژرمانیم شود، چهار عدد از الکترونهاي پوسته خارجی آن با اتمهای مجاور پیوندهای کووالانس تشکیل می دهند و الکترون پنجم همانگونه که در شکل ۷ (الف) نموده شده تنها باقی می ماند. انرژی این الکترون که وابسته به اتم آرسنیک است نزدیک به انرژی یک الکترون آزاد است. اگر این الکترون، مقدار کمی انرژی گرمایی دریافت کند از اتم آرسنیک جدا شده و در شبکه بلور به صورت الکترون آزاد در می آید.

در واقع، اتم آرسنیک یک الکترون به شبکه می بخشد و به همین لحاظ آنرا اتم دهنده (بخشنده) می نامند. این اتم پس از دست دادن الکترون پنجم خود به صورت یک یون مثبت ثابت در شبکه بلور سیلیسیم باقی

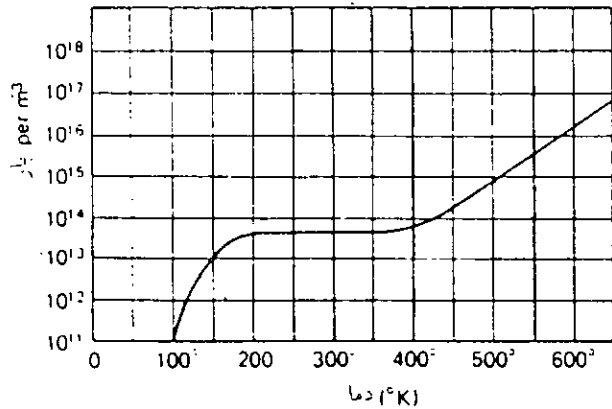


شکل ۷- (الف) ناخالص پنج ظرفیتی، (ب) ناخالص سه ظرفیتی

می ماند. ترازهای انرژی مربوط به این اتم در شکل ۸ (الف) (نموده شده اند. به این ترتیب در داخل شبکه نیم رسانا تعدادی الکترون آزاد بوجود آمده آمده اند بدون آنکه حفره ای تولید شده باشد. در این حالت ممکن است تعدادی حفره و الکترون هم در اثر گرما بوجود آیند ولی تعداد الکترونهاي آزاد داخل بلور از تعداد حفره های آن بیشتر خواهد بود. این نیم رسانا را نیمه رسانای نوع n گویند.

به طریق مشابهی، یک اتم از گروه سوم عنصرها می تواند جانشین یکی از اتمهای شبکه ژرمانیم یا سیلیسیم

در طول فرایند افزودن ناخالص به سیلیسیم یا ژرمانیم، این عنصرها از لحاظ الکتریکی خنثی باقی می‌مانند زیرا فقط اتمهای ناخالصی را به آن افزوده‌ایم نه یون آنها را.



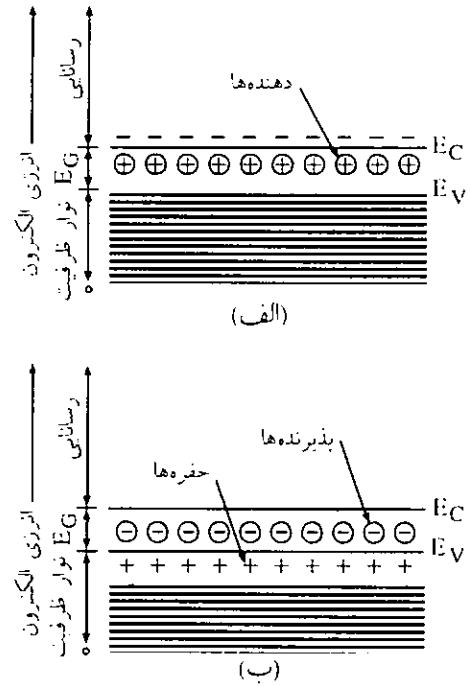
شکل ۹- تغییر چگالی بار آزاد در سیلیسیم با دما

در شکل ۹ تغییر چگالی بار با دما در داخل سیلیسیم نشان داده شده است. در پائین‌تر از ۲۰۰ k انرژی‌های بار الکتریکی تنها برای یونیزه کردن جزئی از اتمهای ناخالص کفایت می‌کنند و تعداد بارهای قابل حرکت با افزایش دما زیاد می‌شود. در دمای اتاق همه اتمهای بخشنده و پذیرنده یونیزه خواهند بود. چگالی بارهای قابل دسترس برای رسانایی الکتریکی ثابت است و اساساً مساوی با چگالی اتمهای ناخالص است. در بالاتر از ۴۰۰ k، چگالی زوج بارهایی (الکترونها - حفره‌ها) که در اثر گرما بوجود می‌آیند، رو به افزایش و در دماهایی که چگالی الکترونها و حفره‌ها رو به مساوی شدن می‌گذارند، و فرایند هدایت الکتریکی به صورت ذاتی در می‌آید.

لذا برای آنکه جریان داخل نیم رسانا با ناخالصی توسط حفره‌ها یا الکترونها انجام گیرد باید در دمایی پایین‌تر از دماهای رسانایی ذاتی از نیم رسانا استفاده کنیم. به همین لحاظ حداکثر دمای ژرمانیم را نباید از ۸۵ درجه و حداکثر دمای سیلیسیم را از ۲۰۰°C بالاتر برد. دمای مجاز بالاتر سیلیسیم نسبت به ژرمانیم به خاطر مقاومت ویژه بالاتر و  $E_g$  بالاتر از Si می‌باشد.

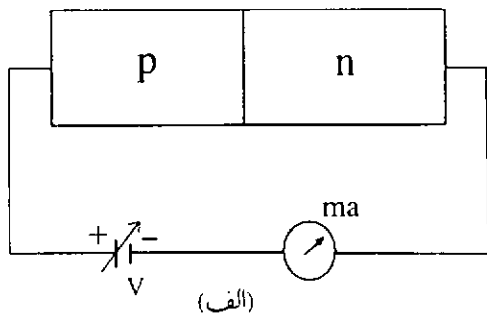
#### پیوند pn

چنانچه در نیم رسانای p و n مطابق شکل ۱۰ در کنار یکدیگر تشکیل شوند یک پیوند pn درست می‌شود. همان گونه که قبلاً گفته شد در ناحیه p حفره‌ها و در ناحیه n الکترونهای آزاد ناشی از ناخالصی وجود دارند. به محض

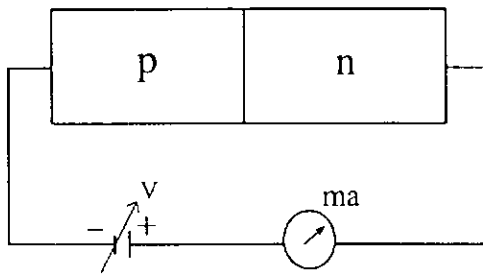


شکل ۸- (الف) موقعیت انرژی اتمهای یونیزه شده از نوع دهنده، (ب) موقعیت انرژی اتمهای یونیزه شده پذیرنده و حفره‌های وابسته به آن.  $E_C$  حداقل انرژی در نوار هدایت و  $E_V$  بیشترین انرژی در نوار ظرفیت است.

شود. در این حالت، سه تا از الکترون ظرفیت این اتم ناخالص در پیوندهای کووالانس اتمهای سیلیسیم یا ژرمانیم مجاور به خود وارد می‌شوند ولی همانگونه که در شکل ۷ (ب) نشان داده شده یک کمبود الکترون و یا حفره در پیوند چهارم باقی می‌ماند. انرژی محل‌های خالی در حدود  $0.4/e$  الکترون - ولت بالاتر از تراز رسانایی در سیلیسیم است. الکترونها می‌توانند با دریافت مختصری انرژی گرمایی از باند ظرفیت برخاسته و این محل‌ها را پر کنند و در آنجا در پیوند کووالانس بدون حرکت باقی بمانند. با این عمل، همانگونه که در شکل ۸ (ب) نموده شده، حفره‌ها در پیوندهای ظرفیت سیلیسیم باقی می‌مانند و رسانایی الکتریکی مهاجرت این حفره‌ها انجام می‌شود. اتمهای گروه سوم عنصرها، پذیرنده‌هایی برای الکترونهای پیوندهای کم انرژی سیلیسیم می‌باشند. در اثر این عمل، هر اتم پذیرنده به شکل یک یون منفی بی‌حرکت در می‌آید. به این ترتیب حفره‌های قابل حرکتی به شبکه بلور افزوده‌ایم بدون آنکه الکترونهای رسانایی را به آن افزوده باشیم. لذا رسانایی الکتریکی در این نیم رسانا بیشتر توسط حفره‌ها انجام می‌گیرد تا الکترونها و این نوع نیم رسانا را به همین خاطر نیم رسانای نوع p می‌گویند.



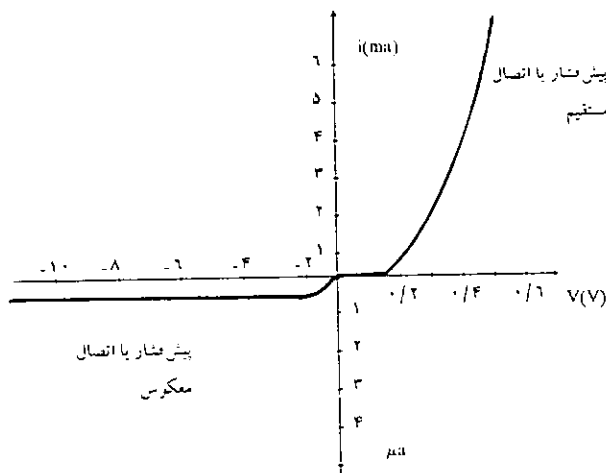
(الف)



(ب)

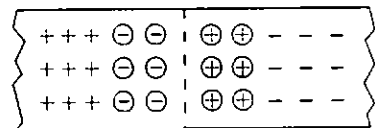
شکل ۱۱- وصل کردن پیوند pn به باتری (الف) اتصال مستقیم، (ب) اتصال معکوس.

باشد (در مورد پیوند از جنس ژرمانیم به ۲ ولت) تقریباً جریانی از مدار عبور نمی‌کند. ولی اگر ولتاژ دو سر پیوند از ۰/۵ ولت فراتر رود جریان رو به ازدیاد گذاشته و سریعاً با ولتاژ زیاد می‌شود، (ربع اول شکل ۱۲). علت این تغییرها آن است که تا ولتاژ دو سر pn کمتر از ۰/۵ ولت است (یعنی از پتانسیل سد  $V_B$  کمتر است) پتانسیل سد مانع عبور جریان می‌شود. ولی وقتی ولتاژ  $V$  از ۰/۵ ولت زیادتر شد جریان می‌تواند به آسانی از p به n عبور کند و در



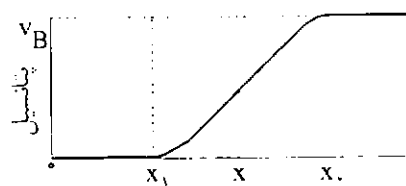
شکل ۱۵ - تغییرات جریان - ولتاژ یک پیوند در اتصالهای معکوس و مستقیم

تشکیل پیوند، الکترونهاى آزاد مربوط به عنصرهای ناخالص پنج ظرفیتی به داخل ناحیه p پخش می‌شوند (نظیر عبور یا پخش مولکولهای یک گاز به داخل ظرف دارای گاز دیگر). با این عمل تعدادی یون مثبت در شبکه بلوری ناحیه n به وجود می‌آید. الکترونهاى آزاد پس از وارد شدن به ناحیه p با حفره‌ها ترکیب شده و در پیوند کووالانس باقی مانده و در ضمن تعدادی یون منفی در ناحیه p درست می‌کنند. ولی پس از آن که تعدادی از الکترونها از n به p مهاجرت کردند یک لایه یون مثبت در ناحیه n و یک لایه یون منفی در ناحیه p بوجود می‌آید و این لایه‌ها از عبور بیشتر الکترونها به ناحیه p و حفره‌ها به ناحیه n جلوگیری می‌کنند. در شکل ۱۰ لایه‌های یون مثبت و منفی و نیز چگالی بار در دو طرف پیوند نشان داده شده‌اند. این لایه یونها در واقع خازن کوچکی تشکیل می‌دهند و یک اختلاف پتانسیل بین دو نیم رسانای p و n به وجود می‌آید که به پتانسیل سد یا سد پتانسیل معروف است و با  $V_B$  نیز نشان داده شده است. فاصله بین دو لایه یونها در حدود  $10^{-4}$  m است و لذا میدان الکتریکی نسبتاً شدیدی بین آنها وجود دارد. مثلاً برای پیوند pn از جنس سیلیسیم این میدان در حدود  $5 \times 10^5$  v/m است.



(a)

(b)



شکل ۱۰- یک پیوند pn و نحوه تشکیل پتانسیل سد.  $\oplus$  یون مثبت،  $\ominus$  یون منفی، + حفره، - الکترون.

### خاصیت یکسوکنندگی پیوند pn

فرض کنید یک پیوند pn سیلیسی را از طریق یک میلی آمپر متر به یک منبع ولتاژ مستقیم قابل تغییر حدود یک ولت وصل کنیم (شکل ۱۱ الف).

هنگامی که ولتاژ  $V$  را از صفر تغییر داده و زیاد کنیم مشاهده می‌شود تا ولتاژ دو سر pn به ۰/۵ ولت نرسیده

آن از  $v_B$  زیادتر شود، به خوبی جریان برق را از خود عبور می‌دهد ولی وقتی این پیوند در پیش فشار معکوس یا اتصال معکوس باشد جریان ناچیزی از خود عبور می‌دهد که با تقریب خوبی می‌توان آن را صفر فرض نمود. به بیان دیگر پیوند pn مانند یک لامپ دو قطبی خاصیت یکسوکنندگی از خود نشان می‌دهد.

مراجع مطالعه

- 1- C. Mortimoer, 2nd Ed. "Chemistry A Conceptnal Aproach", P 231 (1971)
- 2- J. Millman, "Microelectronisc" Chap 1 (1979)
- 3- K. Kireev, "Physical Chemistry" Mir Publishers, P 120 (1968)

واقع پیوند pn به صورت یک رسانا عمل می‌کند. در این حالت می‌گوییم که پیوند pn در اتصال مستقیم یا پیش فشار مستقیم است.

چنانچه دو قطب باتری را تغییر داده و پیوند pn را مطابق شکل ۱۱ (ب) در مدار قرار دهیم و ولتاژ  $V$  را به تدریج تغییر دهیم، ملاحظه می‌کنیم که یک جریان مختصر  $I_0$  در حدود میکرو آمپر از مدار عبور می‌کند. این تغییرات در شکل ۱۲ و در ربع سوم این شکل به چشم می‌خورد. در این حالت می‌گوییم که پیوند pn در اتصال معکوس یا پیش فشار معکوس است.

به طوری که از شکل ۱۲ دیده می‌شود یک پیوند pn در حالتی که در پیش فشار مستقیم باشد، پس از آن که ولتاژ

**فرهنگ و علوم تجربی و ریاضی**

تألیف: **تانات**

**انتشارات مدرسه بزودی منتشر می‌کند**

بسمه تعالی  
مؤلفین: معلمین و دانشجویان  
مؤلفین: مترجمین

**قابل توجه دانش آموزان، معلمین و دانشجویان**

**فرهنگ اصطلاحات و علوم تجربی - ریاضی**  
با پیش از ۱۰۰۰۰ واژه  
ریاضی، فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی به همراه  
زبان انگلیسی و شرح  
مادل هر واژه و یاد  
تصاویر گویا و فرمولها و  
۹۷۲ صفحه با جلد  
کالیگور چاپ شد. این  
کتاب به قلم جمعی از  
اساتید دانشگاه و  
کارشناسان با تجربه  
وزارت آموزش و پرورش نگارش و تدوین یافته و شما را از مراجعات  
مکرر به کتابهای علمی موناگون بی نیاز می‌کند.  
وجود هر رشته از علوم و ریاضیات، جدولها و اطلاعات جنبی  
مغناطیسی می‌توانند مبلغ ۱۲۰۰۰ ریال به حساب جاری ۷۹۱۰/۵ بانکی  
اصل پیش را همراه فرم تکمیل شده به نشانی:  
تهران - صندوق پستی ۱۹۴۹ - ۱۲۱۵۵ ارسال نمایند.

پیدا و تدوین  
و  
نگارنده: **تانات**

گروهی از کارشناسان وزارت آموزش و پرورش

نام پدر: \_\_\_\_\_  
نام: \_\_\_\_\_  
دانشجو:  دبیر:  کارشناس:

کد پستی: \_\_\_\_\_

نام خانوادگی: \_\_\_\_\_  
مقطع تحصیلی: \_\_\_\_\_  
ساکن: استان: \_\_\_\_\_  
شهرستان: \_\_\_\_\_  
شهر: \_\_\_\_\_  
پستی: \_\_\_\_\_

نام خانوادگی: \_\_\_\_\_  
مقطع تحصیلی: \_\_\_\_\_  
ساکن: استان: \_\_\_\_\_  
شهرستان: \_\_\_\_\_  
شهر: \_\_\_\_\_  
پستی: \_\_\_\_\_

## مسأله

(B) نیم عمر  $^{131}\text{I}$  را بر حسب روز حساب کنید  
(C) زمان لازم (بر حسب روز) برای آنکه فعالیت یک نمونه  $^{131}\text{I}$  به ۳۰٪ مقدار اولیه آن کاهش یابد چیست؟  
(D) با توجه به اینکه شمارشگر گایگر فعالیتهای حدود  $10^{-4}\text{mc}$  را آشکار می کند حداقل مقداری از  $^{131}\text{I}$ ، بر حسب گرم، که به وسیله این آشکارساز قابل شناسایی باشد را حساب کنید.  
۱ کوری (C) مقدار رادیو ایزوتوپی است که  $3/7 \times 10^{10}$  فروپاشی (disintegration) در ثانیه تولید می کند.

### مسأله نظری شماره ۲- شیمی تجزیه (شرح) (۱۰ نمره)

حسد زده می شود بازروانی (reflux) ماده صفرا و اثنی عشر علت عمده ورم معده باشد. درمان آن براساس معالجه با ضد اسیدهایی قرار دارد که به وسیله اتصال اسیدهای صفرا و لیزولسیتین، pH شیره معدی را تامپونی می کنند. دو اسید صفرا، یعنی کولیک اسید (CA) و گلیکوکولیک اسید (GCA) برای بررسی خواص تعدادی از ضد اسیدهای تجارتي انتخاب شدند. جداسازی و تعیین این دو اسید در شیرهای معدی طبیعی و مصنوعی لازم بود و HPLC (high performance liquid chromatography) برای این منظور به عنوان تکنیک آنالیتیکی به کار گرفته شد.

دو ستون کروماتوگرافی (به ترتیب A و B) براساس داده های منتشر شده در مجله های علمی انتخاب شد و آزمایشهای مقدماتی برای انتخاب ستونی (بین A و B) که بهترین جداسازی ترکیبات ذکر شده در بالا را انجام دهد، صورت گرفت. زمان بازداری (retention time) (t) این دو اسید، همچنین جسمی که به وسیله ستونهای کروماتوگرافی بازداری نمی شود (not retained)، و سرانجام جسمی که به عنوان استاندارد درونی (standard) (internal) (i.s.) به کار گرفته شده است، در دو ستون اول جدول زیر آمده است. هریک از دو ستون کروماتوگرافی ۲۵cm طول دارد و دارای بازده (efficiency)  $2/56 \times 10^2$

## نظری شماره ۱

## شیمی معدنی

مترجمان دکتر منصور عابدینی استاد دانشگاه تهران  
دکتر حسین آقایی دانشیار دانشگاه تربیت معلم  
دکتر رحمتا... رحیمی استادیار دانشگاه علم و صنعت ایران

(شرح)

(۱۰ نمره)

$^{131}\text{I}$  یک ایزوتوپ پرتوزا از ید است (نشر کننده C) که در طب هسته ای برای روشهای آنالیتیکی تعیین بی نظمی های غده تیروئید به وسیله عکسبرداری پرتوزایی به کار می رود. ثابت سرعت واپاشی، k، برای  $^{131}\text{I}$  برابر  $9/93 \times 10^{-7}\text{s}^{-1}$  است.

پرسش:

(A) واکنش واپاشی (decay)  $^{131}\text{I}$  را بنویسید

بشقابک نظری (theoretical plate) بر متر (N/m) است. در آنالیز واقعی، یک شیره معدی مصنوعی با یک مخلوط حلال مناسب استخراج شد و محلول نهایی (1 mL) شامل ۱۰۰% این دو اسید بود که در مخلوط اولیه وجود داشت. ۱۰۰ μL از ماده استخراج شده به اضافه ۲/۷ میکرومول (μ moles) از استاندارد درونی با استفاده از ستون انتخابی به وسیله HPLC آنالیز شد. ضریب پاسخ (F<sup>2</sup>) (factor) CA و GCA نسبت به استاندارد درونی و مساحت زیر پیک کروماتوگرافی این دو ترکیب در جدول گزارش شده است.

ترکیب بازاری نشاء	زمان (ثانیه) A	زمان (ثانیه) B	F	مساحت
کولیک اسید (CA)	۱۲	۱۲	۰/۵	۲۲۰
گلیکو کولیک اسید (GC/۹)	۲۸	۲۸	۰/۲	۳۵۲
استاندارد درونی (i.s.)	۲۲	۲۲	۱/۰	۲۲۰

برای پاسخ دادن از معادله‌های زیر کمک بگیرید

$$R = (\sqrt{N}/4) \times [(a-1)/a] \times [K'/(K'+1)] \quad (1)$$

$$\alpha = t_2/t_1 = (t_2 - t_0)/(t_1 - t_0) \quad (2)$$

$$K = K_2 = t_2/t_0 = (t_2 - t_0)/t_0 \quad (3)$$

پرسشها:

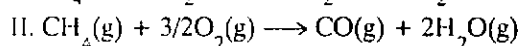
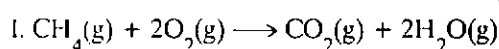
(A) با استفاده از مقدارهای R، α و K' نشان دهید کدام یک از دو ستون کروماتوگرافی را به کار می‌برید. توجه داشته باشید که یک اندازه‌گیری دقیق مستلزم بهترین جداسازی ممکن (base line) کلیه ترکیبات است (ترکیب بازاری نشده به حساب نمی‌آید)  
(B) مقدار هر اسید را در محلول استخراج شده محاسبه کنید.

مسأله نظری شماره ۳- شیمی فیزیک (شرح)  
(۷ نمره)

اهمیت این مسئله در ارتباط با خطر مسمومیت به وسیله مونوکسید کربن ناشی از سیستمهای حرارتی است

که احتراق در آنها به طور کامل انجام نمی‌شود. موارد مسمومیت که علت آن مونوکسید کربن باشد تقریباً عمومیت دارد. دانش‌آموز باید از این موضوع آگاه باشد که غلظت قابل قبول CO در هوا ۵ ppm ≤ و ماکسیمم سطح قابل تحمل آن ۵۰ ppm است.

در یک مشعل گازی که با متان کار می‌کند، واکنشهای زیر انجام می‌شود:



	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub> O
ΔH <sub>f</sub> <sup>0</sup> (kJ mol <sup>-1</sup> )	-74.9	0	-393.5	-110.5	-241.8
S <sup>0</sup> (J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )	186.2	205.0	213.6	197.6	188.7

پرسش:

(A) با فرض اینکه مقدارهای ΔH<sup>0</sup> و ΔS<sup>0</sup> مستقل از دما باشند، ثابت تعادل هر یک از واکنشهای I و II را در T=1500K حساب کنید.

(B) رابطه میان کسر مولی اکسیژن و مونوکسید کربن را در موقع تعادل (T=1500K، P=۱atm)، در شرایطی که مقدار هوای رانده شده به داخل مشعل در آن حد باشد که نسبت مولی CH<sub>4</sub>/O<sub>2</sub> برابر ۱/۲ گردد، را به دست آورید.

فرض کنید ترکیب حجمی هوا شامل ۸۰% N<sub>2</sub> و ۲۰% O<sub>2</sub> باشد. از تقریب n<sub>CH<sub>4</sub></sub> ≈ 0 در حالت تعادل استفاده کنید و آن را براساس پاسخ به پرسش A توجیه کنید.

(C) کسر مولی (x) گاز CO را در حالت تعادل در شرایط داده شده در پرسش B محاسبه کنید. فرض کنید که کسر مولی CO در مقایسه با CO<sub>2</sub> بسیار کوچک است و از این رو تعداد کل مولها به هنگام احتراق تغییر قابل ملاحظه‌ای ندارد. این فرض را توجیه کنید.

(D) محاسبه بندهای B و C را با فرض اینکه مقدار هوای رانده شده به داخل مشعل (در مقایسه با شرایط پرسش B) دو برابر باشد (۴ مول O<sub>2</sub> در برابر ۱ مول CH<sub>4</sub>) تکرار کنید.

(E) غلظت CO (به صورت ppm حجمی) را در مواد حاصل از احتراق پس از مایع کردن بخار آب در شرایط پرسشهای B و D، با این فرض که تعداد مولهای سازنده‌های سیستم به هنگام سرد کردن از 1500K به دمای اتاق تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته باشد، حساب کنید. (از سهم بخار آب در ترکیب فاز گازی صرف نظر می‌شود)

### مسأله نظری شماره ۴- شیمی آلی (شرح) (۱۵ نمره)

فرونتالین (Frontalin) فرمونی از سوسک درخت کاج غربی با ترکیب درصد C، 67.58%، H، 9.92% و O، 22.50% (MW=142) است.

(i) فرونتالین یک استال است که از راه یک سنتز طولانی به دست می‌آید. سنتز آن از دی‌اتیل مالونات سدیم (نمک سدیم پروپان دی‌اوتیک اسید، دی‌اتیل استر) و 3-کلرو-2-متیل پروپن است.

(ii) محصول A به دست آمده از مرحله اول به وسیله هیدروکسید پتاسیم غلیظ هیدرولیز می‌شود و آنگاه با اسید استیک گرم کربوکسیل زدایی می‌شود که ترکیب B را بوجود می‌آورد. ترکیب B با محلول آبی  $\text{NaHCO}_3$  (که تولید گاز می‌کند) و همچنین با محلول آبی سرد  $\text{KMnO}_4$  که رنگ آن به قهوه‌ای تبدیل می‌شود، واکنش می‌دهد.

(iii) ترکیب B سپس به وسیله  $\text{LiAlH}_4$  به ترکیب جدید C ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ ) تبدیل می‌شود.

(iv) واکنش ترکیب C با پارا-تولون سولفونیل کلرید در پیریدین و سپس سیانید سدیم در دی‌متیل سولفوکسید، ترکیب D ( $\text{C}_7\text{H}_{11}\text{N}$ ) را می‌دهد.

(v) واکنش D با متیل منیزیم یدید و هیدرولیز بعدی آن ترکیب E ( $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}$ ) را می‌دهد ترکیب E در طیف IR حدود  $1700\text{cm}^{-1}$  جذب دارد.

(vi) اپوکسیددار کردن (epoxidation) ترکیب E با متاکلروپرنزوتیک اسید ترکیب F ( $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_2$ ) را می‌دهد که در واکنش با اسیدهای رقیق به فرونتالین استال (G) تبدیل می‌شود.

پرسش:

ساختار (فرمول گسترده) ترکیبات A تا G را رسم کنید

### مسأله نظری شماره ۵- شیمی آلی (شرح) (۸ نمره)

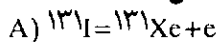
۱- متیل سیکلو پنتن از راه واکنش با یک عامل هیدروبوآردار کننده کایرال فعال نوری ( $\text{R}_2^*\text{BH}$ ) و اکسایش بعدی آن مخلوطی از الکلها که صفحه نور قطبیده (polarized) را می‌چرخاند به دست می‌دهد [5074, 1982, H.C. Brown, J. Org. Chem., 47,

پرسشها:

A) ساختار الکلها به دست آمده را رسم کنید.  
B) بیکربندیهای (R, S) مراکز کایرال را مشخص کنید.

C) در یک جمله توضیح دهید که چرا مخلوط الکلها به دست آمده فعالیت نوری از خود نشان می‌دهد.

### مسأله نظری شماره ۱- شیمی معدنی (راه‌حل)



واکنشهای واپاشی از نوع واکنشهای مرتبه یک هستند بنابراین داریم:

B)

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{1/13 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1} \times 86400 \text{ s d}^{-1}} = 87.8 \text{ روز}$$

برای واکنش مرتبه یک داریم:

$$\ln \frac{C_0}{C} = k.t$$

که در این رابطه  $C_0$  و C به ترتیب غلظتها در زمان 0 و زمان t است، پس داریم:

$$\ln \frac{100}{30} = 9/13 \times 10^{-7} \times t$$

برای ستون A:

$$\alpha_{GCA/CA} = (399-120)/(380-120) = 279/260 = 1.07$$

$$K'_{GCA} = (399-120)/120 = 2.32$$

$$R_{GCA/CA} = (\sqrt{64 \times 10^2 / 4}) \times (0.07/1.07) \times (2.32 / 3.32) = 0.91$$

$$\alpha_{i.s./GCA} = (442-120)/(399-120) = 322/279 = 1.15$$

$$K'_{i.s.} = (442-120)/120 = 2.68$$

$$R_{i.s./GCA} = (\sqrt{64 \times 10^2 / 4})$$

$$\times (0.15 / 1.15) \times (2.68 / 3.68) = 1.9$$

برای ستون B

$$\alpha_{GCA/CA} = (395-130)/(350-130) = 265/220 = 1.2$$

$$K'_{GCA} = (395-130)/130 = 2.04$$

$$R_{GCA/CA} = (\sqrt{64 \times 10^2 / 4}) \times (0.2 / 1.2) \times (2.04 / 3.04) = 2.2$$

$$\alpha_{i.s./GCA} = (430-130)/(395-130) = 300/265 = 1.13$$

$$K'_{i.s.} = (430-130)/130 = 2.31$$

$$R_{i.s./GCA} = (\sqrt{64 \times 10^2 / 4})$$

$$\times (0.13 / 1.13) \times (2.31 / 3.31) = 1.6$$

برای ستون B حداقل مقدار R برابر 1/6 است (>1/5)

و بنابراین با این ستون جداسازی کامل به دست می آید.

برای ستون A، برای جفت

GCA/CA  $R = 0.91 (< 1/5)$  که در این صورت به طور کامل

از هم جدا نمی شوند بنابراین باید از ستون B استفاده شود.

(B) مقدار اسید در محلول استخراج شده (1 mL) را

$$t = \frac{1/212 \times 10^4}{8/64 \times 10^4} = 14/0.3 \text{ روز}$$

1 کوری (C) مقدار رادیو ایزوتوپی است که  $3/7 \times 10^{10}$

فروپاشی در ثانیه تولید می کند

D)

$$\lambda_{mc} = 3/7 \times 10^2 \text{ dis s}^{-1}$$

$$\lambda_{\mu c} = 3/7 \times 10^2 \text{ dis s}^{-1}$$

پس:

$$10^{-2} \mu c \times 3/7 \times 10^2 \text{ dis s}^{-1} = 3/7 \text{ dis s}^{-1} = -\frac{dN}{dt}$$

$$t_{1/2} = \lambda / \ln 2 = 8/0.86 \times 86400 \text{ s d}^{-1} = 6/98 \times 10^5 \text{ s}$$

$$m = -\frac{dN}{dt} \times \frac{t_{1/2} \times \text{at. wt.}}{\ln 2 \times N_A} =$$

$$\frac{3/7 \times 6/98 \times 10^5 \times 131}{0.693 \times 6.02 \times 10^{23}} = 8/11 \times 10^{-16} \text{ g}$$

مسأله نظری شماره ۲- شیمی تجزیه (راه حل)

امروزه کروماتوگرافی قویترین تکنیک برای جداسازی و اندازه گیری کمی ترکیبات آلی از مواد فرار گرفته تا مواد با وزن مولکولی زیاد به شمار می رود. کروماتوگرافی همراه با طیف نگار جرمی می تواند برای شناسایی مسلم ترکیبات حتی در مخلوطهای کاملاً پیچیده به کار گرفته شود. کروماتوگرافی مایع (HPLC) در خیلی از زمینه ها به ویژه در زیست شیمی و در طب که ترکیبات مناسب آنالیز به وسیله گاز کروماتوگرافی نیستند، به صورت یک تکنیک تجزیه ای روزمره درآمده است.

(A) بهترین جداسازی ممکن مستلزم این است که

برای هر جفت از پیکها (GCA/CA، i.s./GCA) مقدار

$R \geq 1/5$  باشد. N را می توان از مقدار N/m با در نظر گرفتن

طول ستون (25cm) حساب کرد:

$$N = 2/56 \times 10^2 \times (2525 \div 100) = 64 \times 10^2$$

با جایگزین کردن  $\alpha$ ، K و N در معادله 1 مقدار R برای هر

جفت از پیکها را می توان به دست آورد



تعداد مولها از ۸/۵ به ۹ (با توجه به حضور  $N_p$ ) تغییر می‌کند، اما اثر این تغییر روی تعداد کل مولها قابل اغماض است چون  $K_{II} \ll K_I$  است. قبل از واکنش:

$$n_{\text{کل}} = n_{\text{CH}_4} + n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} = 1 + 2 + 8 = 11$$

در حالت تعادل:

$$n_{\text{CH}_4} = 0; n_{\text{H}_2\text{O}} = 2; n_{\text{N}_2} = 8; n_{\text{CO}_2} + n_{\text{CO}} = 1$$

$$n_{\text{O}_2} = 2 - (2n_{\text{CO}_2} + 1/2 n_{\text{CO}}) = 0.5 n_{\text{CO}}$$

$$X_{\text{O}_2} = 0.5 X_{\text{CO}}$$

(C)

$$K_{II}/K_I = p_{\text{CO}_2} p_{\text{O}_2}^{1/2} / p_{\text{CO}} = X_{\text{CO}_2} (X_{\text{O}_2} p)^{1/2} / X_{\text{CO}}$$

$$X_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} / n_{\text{کل}} = (1 - n_{\text{CO}}) / n_{\text{کل}} = 1/11$$

زیرا در نتیجه  $K_{II} \ll K_I$ ،  $n_{\text{CO}} \ll n_{\text{CO}_2}$  است.

$$(X_{\text{CO}})^{3/2} = (K_{II}/K_I) (2/p)^{1/2} / 11$$

$$= (2/13 \times 10^{-22} \times 1/414) / (4/72 \times 10^{-22} \times 11) = 5/93 \times 10^{-7}$$

$$X_{\text{CO}} = 7/0.6 \times 10^{-5}$$

(D)

$$n_{\text{کل}} = n_{\text{CH}_4} + n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2} = 1 + 1 + 16 + 21$$

$$\text{در حالت تعادل: } n_{\text{O}_2} = 1 - (n_{\text{CO}_2} + 1/2 n_{\text{CO}}) = 2 + 0.5 n_{\text{CO}} = 2;$$

$$n_{\text{CO}_2} = 1 - n_{\text{CO}}$$

$$K_{II}/K_I = X_{\text{CO}_2} (X_{\text{O}_2} p)^{1/2} / X_{\text{CO}} = X_{\text{CO}_2} (2/12)^{1/2} / 2 = (4/2)^{1/2} X_{\text{CO}}$$

$$X_{\text{CO}} = 4/2^{1/2} \times 2/13 \times 10^{-22} / 4/72 \times 10^{-22} = 7/11 \times 10^{-2}$$

می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:  
 $\mu \text{ moles}_{\text{اسید}} / \mu \text{ moles}_{\text{i.s.}} = (\text{مساحت}_{\text{اسید}} / \text{مساحت}_{\text{i.s.}}) \div F$   
 که F در این رابطه ضریب پاسخ است. پس:

$$\mu \text{ moles}_{\text{اسید}} = [(\text{مساحت}_{\text{اسید}} / \text{مساحت}_{\text{i.s.}}) \div F] \times$$

$$\mu \text{ moles}_{\text{i.s.}} \times (1000/100)$$

$$\text{CA} = [(2200 + 2304) / 0.5] \times 2/7 \times 10 = 51.6 \mu \text{ moles}$$

$$\text{GCA} = [(3520 + 2304) / 0.2] \times 2/7 \times 10 = 20.6 \mu \text{ moles}$$

مسأله نظری شماره ۳- شیمی فیزیک (راه حل)

این مسأله شامل محاسبه ثابتهای تعادل، توجه به تعادلهای همزمان و محاسبه‌های ساده استوکیومتری است

(A)

$$\Delta_f H^\circ = 74/9 - 393/5 - 2 \times 241/8 = -80.2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f S^\circ = -186/2 - 2 \times 205/0 + 213/6 + 2 \times 188/7 = -5.2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$K_I = \exp[-(\Delta_f H^\circ - T \Delta_f S^\circ) / RT] = \exp[(80.2/2 - 1/5 \times 205/2) / 8.314 \times 1/5] = 4/72 \times 10^{27}$$

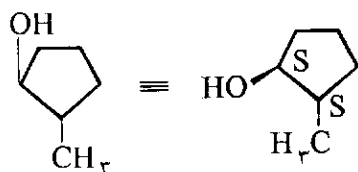
$$\Delta_{II} H^\circ = 74/9 - 110/5 - 2 \times 241/8 = -51.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_{II} S^\circ = -186/2 - 1/5 \times 205/0 + 197/6 + 2 \times 188/7 = 81/3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

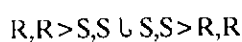
$$K_{II} = \exp[(51.9/2 + 1/5 \times 81/3) / 8.314 \times 1/5] = 2/12 \times 10^{22}$$

(B) چون  $K_I$  و  $K_{II}$  مقادیر خیلی بزرگ هستند هر دو تعادل کاملاً به سمت راست سوق دارند به طوری که  $X_{\text{CH}_4} = 0$  است.

در واکنش I تعداد کل مولها تغییر نمی‌کند در واکنش II



(C) به علت کایرال بودن عامل هیدروبودار کننده، یک اناتیومر نسبت به اناتیومر دیگر برتری دارد. به بیان دیگر:

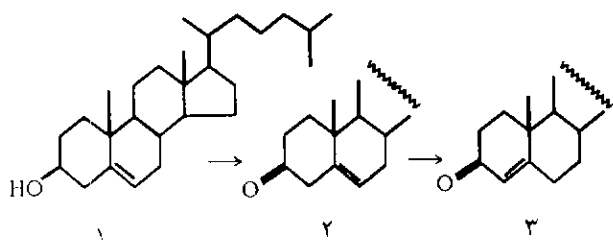


### آزمایش شماره ۱- شیمی آلی (شرح)

کلسترول (۱) یک استروئید طبیعی است که در ارگانسیمهای حیوانی و نباتی یافت می‌شود و می‌توان آن را به وسیله واکنشگر جونز به مشتق ۳- کتو مربوط (۲) اکسید کرد. پیوند دوگانه کربن-کربن در ترکیب اخیر، در اثر واکنش با بازها، ایزومری شده و به تشکیل  $\alpha$ ،  $\beta$  کتون سیر نشده (۳) منتهی می‌شود.

تبدیل  $\beta^3-\Delta^5$  - هیدروکسی استروئیدها به  $\Delta^4-\beta^3$  -

کتونهای مربوط یک واکنش مهم در شیمی استروئید است و نماینده مرحله آخر در سنتز انواع هورمونهای تجارته است. نمره شما در این آزمایش از روی میزان خلوص ترکیب شماره ۳ که سنتز و جدا می‌کنید تعیین می‌شود.



روش کار:

الف) نمونه از قبل توزین شده کلسترول (۱.۴۸۶mg)

میلی مول، (۱m mole) که در یک ظرف (A) ۵۰mL قرار دارد به کمک استون (۲۰mL) حل کنید. این ظرف را در حمام آب گرم به آرامی گرم کنید.

پس از حل شدن کامل نمونه ظرف حاوی محلول را به

(E) در نتیجه تراکم بخار آب، تعداد مولها در فاز گاز از ۱۱ به ۹ در مورد C و از ۲۱ به ۹ در مورد d تغییر می‌کند.

بنابراین، کسر مولی CO در مورد C به

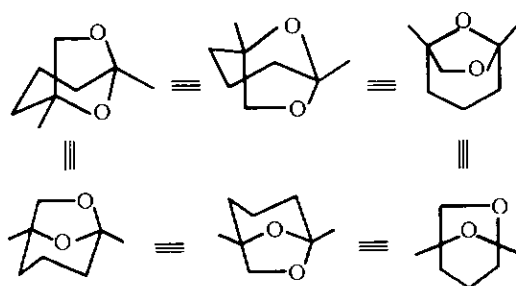
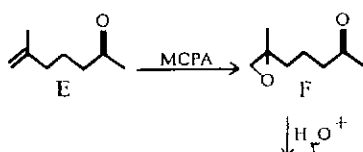
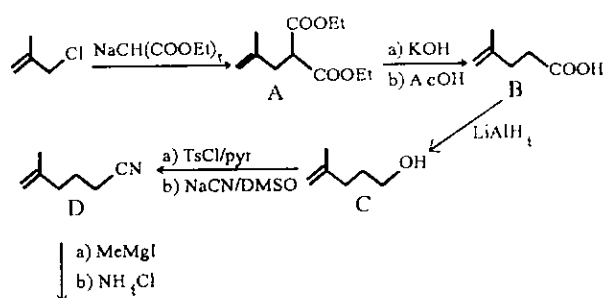
$$X_{CO} = \frac{7/11 \times 10 - 5 \times 11 \div 9 = 8/13 \times 10 - 5}{7/11 \times 10 - 7 \times 11 \div 9} = 7/11 \times 10 - 7$$

مقادیر به ترتیب با ۸۶ و ۰/۸ppm مطابقت می‌کنند و باید با

غلظت قابل قبول CO در هوا که  $\leq 5$ ppm است و با

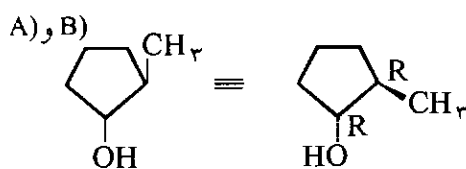
حد اکثر سطح قابل تحمل ۵۰ppm مقایسه شود.

### مسأله نظری شماره ۴- شیمی آلی (راه‌حل)



### مسأله نظری شماره ۵- شیمی آلی (راه‌حل)

در این مسئله مفاهیم اساسی سنتز بی‌تقارن مورد بحث است.



کمک آب سرد تا دمای اتاق سرد کنید.

ب) به این محلول ۰.۴/۱ mL واکنشگر جونز قطره قطره بیفزایید ظرف را به ملایمت در داخل حمام آب سرد بچرخانید. تشکیل رسوب سبز رنگ  $Cr_2(SO_4)_3$  در جریان افزودن واکنشگر جونز مشاهده می شود.  
پ) به وسیله صاف کردن با کاغذ صافی رسوب سبز را جدا کنید.

ت) به محلول شفاف زیر صافی به آرامی ۱۰ mL آب بیفزایید. کتون (2) شروع به رسوب کردن می کند.  
ث) رسوب را روی قیف بوختر تحت فشار کم صاف کنید و بلورها را با مقدارهای کم مخلوط ۲:۱ استون/آب شستشو دهید.

ج) کتون (2) را در ۱۵ mL متانول حل کنید. به این محلول دقیقاً یک قطره از محلول متانولی ۵% NaOH بیفزایید و این مخلوط را به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب داغ گرم کنید.

ج)  $\Delta^4-3$  - کتو استروئید (3) در نتیجه افزودن حدود ۲ mL آب به مخلوط سرد شده واکنش خودبه خود رسوب می کند. بلورها را تحت فشار کم روی قیف بوختر صاف کنید. بلورها را در متانول حل کرده از نو متبلور کنید. چنانچه بلور به دست نیاید چند قطره آب بیفزایید. توجه: نمره شما مربوط به درجه خلوص محصول است و نه راندمان آن.

ح) بلورها را به دقت روی یک صفحه متخلخل خشک کنید. نقطه ذوب کتون (3) را تعیین کنید و مقدار آن را در گزارش کار بنویسید.

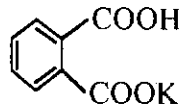
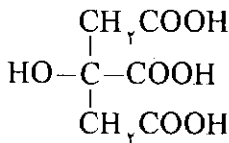
۱) بلورها را در ظرف پلاستیکی B قرار دهید و آن را به ناظر آزمایشگاه بسپارید

توجه: نقطه ذوب به وسیله مربی آزمایشگاه کنترل خواهد شد

توجه: دانش آموزانی که برای تکرار آزمایش نمونه مجدد درخواست کنند مشمول ۵ نمره جریمه خواهند شد. ۳۰ دقیقه بعد از شروع آزمایش نمونه مجدد داده نخواهد شد.

### آزمایش شماره ۲ شیمی تجزیه (شرح)

اسید سیتریک به طور گسترده در بافتهای گیاهی و حیوانی یافت می شود. آب لیمو بین ۵ تا ۸% از این اسید دارد. اسید سیتریک به عنوان یک ماده اسیدی و ضد اکسیدان در تعدادی از نوشابه ها به کار می رود.



$$MM=192/12 \text{ g mol}^{-1} \quad MM=204/23 \text{ g mol}^{-1}$$

$$pK_1=3/06; pK_2=4/74; pK_3=5/40$$

الف) استاندارد کردن محلول آبی NaOH (که حدود ۰.۸ mol L<sup>-1</sup> است) به وسیله پتاسیم هیدروژن فتالات

#### روش کار:

در بالن حجمی ۱۰۰ mL B یک نمونه پتاسیم هیدروژن فتالات (۲/۰۵g) از قبل توزین شده موجود است. این نمونه را تا خط نشانه با آب مقطر رقیق کنید. به ۲۵ mL از این محلول ۲ تا ۳ قطره شناساگر فنل فتالتین بیفزایید و سپس محلول NaOH را به کمک آن تیترا کنید. غلظت محلول NaOH را حساب کنید و گزارش دهید.  
ب) تعیین اسید سیتریک از راه سنجش حجمی

#### روش کار:

نمونه مجهول اسید سیتریک در بالن حجمی ۱۰۰ mL C موجود است این نمونه را با آب مقطر تا خط نشانه به حجم برسانید.  
۲۵ mL از این محلول را در ارکن مایر ۲۵۰ mL بریزید و آن را با آب رقیق کنید. ۲ تا ۳ قطره شناساگر فنل فتالتین بیفزایید و با NaOH استاندارد تیترا کنید.  
جرم اسید سیتریک را گزارش کنید.

انا لله وانا اليه راجعون  
ما از خداییم و به سوی او باز می‌گردیم



### زندگی نامه دکتر فرحان

شادروان دکتر فرخ محمدرزاده فرحان در سال ۱۳۰۲ در شهر تبریز دیده به جهان گشود. تحصیلات ابتدایی تا دبیرستان را در شهرهای تبریز و تهران به پایان رسانید و در سال ۱۳۲۰ در امتحانات نهایی رشته ریاضی در بین دبیرستانهای تهران شاگرد اول شد. در همان سال ضمن شرکت در کنکور ورودی دانشکده فنی دانشگاه تهران با احراز مقام اول زندگی دانشگاهی خویش را در رشته مهندسی شیمی آغاز کرد. وی در سال ۱۳۲۴ پس از فارغ‌التحصیلی از آن رشته به خاطر نشان دادن شایستگیهای فردی خویش مدتی در دانشکده فنی به تدریس اشتغال داشت. سپس برای ادامه تحصیل به فرانسه رفت و در سال ۱۳۲۹ از دانشگاه سوربون پاریس موفق به اخذ درجه دکتری مهندسی شیمی شد. وی در همان سال

به ایران بازگشت و به تدریس در دانشکده فنی ادامه داد. در سال ۱۳۴۰ پس از ازدواج با گرفتن بورس تحصیلی از انجمن ملی پژوهشی کانادا برای گرفتن فوق دکتری به آن کشور رفت و پس از دو سال از دانشگاه N.R.C کانادا فارغ‌التحصیل شد و دوباره به ایران بازگشت، پس از این دوره به صورت تمام وقت تا زمان بازنشستگی (۱۳۵۸) در دانشکده فنی دانشگاه تهران در امر آموزش و پژوهش فعالیت پی‌گیر و مستمر داشت.

دکتر فرحان در طی این مدت سه دوره مدیر گروه مهندسی شیمی بود. در سال ۱۳۵۱ به عضویت کمیته انتصابات و ترفیعات دانشگاه تهران منصوب شد. در سال ۱۳۵۲ به مدت دو سال نماینده هیأت علمی دانشکده فنی در هیأت ممیزه دانشگاه تهران بود و در سال ۱۳۵۶ به عضویت شورای انتشارات و شورای پژوهشی دانشگاه

## گذر عمر

ای انسان، تو مجموعه روزها هستی، هر روزی که می‌گذرد قسمتی از وجود تو رفته است!

«حضرت امام حسین (ع)»



تهران انتخاب شد.

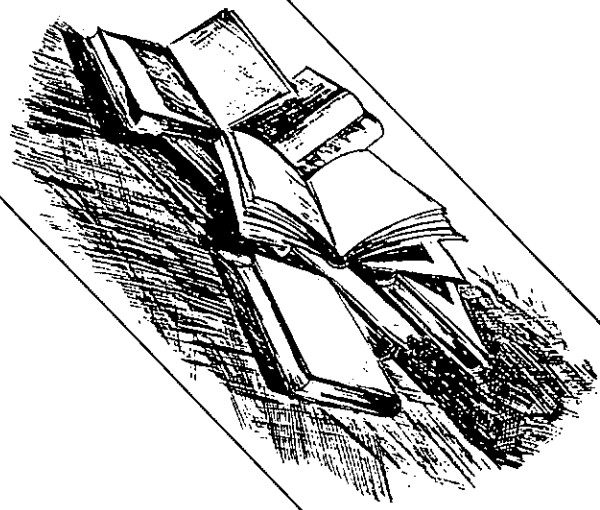
همچنین وی به صورت پاره وقت در دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک سابق)، دانشگاه تربیت معلم (دانشسرای عالی سابق)، مدرسه عالی علوم تغذیه، دانشگاه علوم و فنون و دانشگاههای تبریز، اراک، کاشان، صنعتی شریف و شهید بهشتی همکاری داشت.

شادروان دکتر فرحان فردی مؤمن، متواضع، نوع دوست، خوش رو و زنده دل بود و این روحیه را تا آخرین لحظه‌های عمر حفظ کرد. وی علاقه وافری به ایران و زبان پارسی داشت و در زمینه ریشه‌یابی واژه‌ها و زبان‌شناسی متبحر، و از لحاظ لغت‌شناسی یک فرهنگ لغات متحرک بود. اهمیت زیادی به اصالت ایرانی خود می‌داد و در کشورهای خارجی الگوی یک ایرانی واقعی بود. وی بر حفظ این ارزشها تکیه زیادی داشت و همواره به این نکته که واژه‌های زیادی در علم شیمی به ویژه اسامی سه عنصر بور، آرسنیک و زیرکیم از زبان پارسی گرفته شده افتخار می‌کرد. در ضمن به زبانهای ترکی، انگلیسی و فرانسوی تسلط کامل داشت، با زبانهای عربی، آلمانی، اسپانیولی و لاتین نیز آشنا بود. وی به زبان فرانسوی شعر هم می‌سرود و به دلیل این توانایی به عضویت فرهنگستان زبان فارسی در بخش علوم، گروه شیمی پذیرفته شد. مرحوم دکتر فرحان از ذهن فعالی برخوردار بود و حافظه بسیار قوی و شگفت‌آوری داشت. پویایی و تلاش وی تا آخرین روزهای زندگی حتی در هنگامی که در بستر بیماری بود تحسین همه را برمی‌انگیخت. وی آنقدر در فکر خدمت به کشور و جامعه علمی بود که به وضع مزاجی و سلامتی خود توجه نمی‌کرد.

دکتر فرحان با جوامع علمی دنیا ارتباط مستمر داشت و از اعضای فعال انجمن شیمی آمریکا، انجمن

سلطنتی شیمی انگلستان و انجمن‌های شیمی سوئد، آلمان و فرانسه بود. از جمله آثار باقی مانده از وی می‌توان به ۲۰ مقاله به زبانهای انگلیسی و فرانسوی که در مجلات معتبر دنیا به چاپ رسیده است و حدود ۴۰ مقاله علمی، پژوهشی، انتقادی در نشریه دانشکده فنی، نشریه دفاع غیر نظامی، مجله مهر و چند مجله دیگر اشاره نمود. از وی سه کتاب به نامهای «اصول شیمی فیزیک»، «ترمودینامیک محلولها» و «شیمی کانی» که همگی از انتشارات دانشگاه تهران می‌باشند به یادگار باقی مانده است. زنده یاد دکتر فرخ محمدرزاده فرحان استاد پایه دهم بود و بیش از ۴۲ سال از عمر گرانبهای خویش را در امر آموزش و پژوهش و خدمت به جامعه شیمی ایران سپری کرد. زنده یاد دکتر فرحان سرانجام پس از سالها تلاش و تکاپو بعد از یک سال بیماری طاقت فرسا در ۲۹ اردیبهشت سال ۱۳۷۲ در تهران چشم از جهان فرو بست. برای وی، کتاب گرانبهاترین چیزها، مطالعه به منزله کلید خوشبختی و خدمت به میهن یک موفقیت بود. نام و یاد آن انسان وارسته و دانشمند بزرگ همواره گرمی و روحش قرین رحمت الهی باد!

۱- جامع الاخبار



اصل این کتاب، ویرایش ششم و کاملاً جدید اثری است که از سال ۱۹۴۳ م پیوسته چاپ شده است مطالب آن با هر ویرایش جدید افزایش یافته و اطلاعات به روز شده است.

مدخلهای کتاب به تهجی الفبای فارسی تنظیم شده و در کنار هر برابر نماد فارسی صورت انگلیسی آن نیز آمده است و مجموعه واژگان مدخل هم به شکل واژهنامه انگلیسی-فارسی در پایان کتاب آورده شده است. فرهنگ علم بیش از همه به کار استادان، مترجمان و دانشجویان می آید.

نام کتاب: شیمی معدنی ۲ جلد دوم (رشته شیمی)  
ناشر دانشگاه پیام نور  
چاپ اول مهر ۱۳۷۲

این کتاب در ۵۶۰ صفحه و در هشت فصل توسط آقایان منصور عابدینی، حسین آقابزرگ تالیف شده است. عنوان فصلهای این کتاب عبارتند از: فصل اول- تقارن در شیمی؛ فصل دوم- ترکیبهای کوئوردیناسیون کلیات، نامگذاری، اعداد کوئوردیناسیون و ایزومری؛ فصل سوم- خواص مغناطیسی کمپلکسها؛ فصل چهارم- تشکیل پیوند در کمپلکسهای فلزی واسطه؛ فصل پنجم- سینتیک و مکانیسم واکنشهای کمپلکسهای معدنی؛ فصل ششم- شیمی توصیفی فلزها واسطه؛ فصل هفتم- عناصر واسطه سریهای دوم و سوم؛ فصل هشتم- لانتانیدها و اکتینیدها.

نام کتاب: شیمی معدنی (۲)، جنبه‌های تئوری شیمی کوئوردیناسیون (ترکیبهای کمپلکس)  
چاپ اول: تابستان ۱۳۷۲  
ناشر: مبتکران  
مؤلف: دکتر محمدرضا ملاردی  
این کتاب ۳۱۳ صفحه است. پنج فصل دارد که عبارتند از:

فصل اول: تقارن مولکولی شامل معرفی عنصرها و عملهای تقارن، اشاره‌ای به نظریه گروهها، بررسی گروههای نقطه‌ای و نمونه‌هایی از کاربردهای ساده تقارن در شیمی.

فصل دوم: آشنایی با ترکیبهای کوئوردیناسیون شامل مقدمه تاریخی، نظریه کوئوردیناسیون ورنر، ساختار و نام

# آشنایی با کتاب

نام کتاب: فرهنگ علم  
مؤلفان: ئی. بی. اواروف (E. B. Uvarov) و آلن آیزاکس (Alan Isaacs).  
مترجمان: دکتر ابوالقاسم قلمسیاه، استاد احمد بیرشک، دکتر قاسم خدادادی و دکتر محمود بهزاد  
ناشر: انتشارات مازیار  
تاریخ نشر: ۱۳۷۲

لیگاندهای مهم و متداول، نامگذاری ترکیبهای کئوردیناسیون به روش «ایویاک».

**فصل سوم:** ایزومری در ترکیبهای کئوردیناسیون شامل آشنایی با مفاهیم اولیه انواع ایزومری ساختاری، ایزومر فضایی (ایزومری هندسی و نوری).

**فصل چهارم:** خواص مغناطیسی مواد شامل آشنایی با مفاهیم اولیه مبحث مغناطیس، قانونهای کوری و کوری-واس، روشهای اندازه گیری تاثیرپذیری مغناطیسی، روشهای محاسبه ممان مغناطیسی ترکیبهای کئوردیناسیون فلزهای واسطه، بحث درباره ارتباط بین خواص مغناطیسی و ساختار مواد.

**فصل پنجم:** بررسی ساختار ترکیبهای کئوردیناسیون بر اساس نظریه پیوند ظرفیت شامل معرفی اصول زیربنایی این نظریه، بررسی ساختار ترکیبهای کمپلکس با عددهای کئوردیناسیون ۲ تا ۱۲ در مورد کاتیونهای  $d^1$  تا  $d^9$  بر مبنای

هیبریداسیون اوربیتالهای لایه ظرفیت اتم مرکزی بررسی نقاط ضعف و قوت این نظریه.

**نام کتاب:** شیمی (۲) نظری (رشته علوم تجربی-ریاضی و فیزیک) نظام جدید آموزشی متوسطه.

**چاپ اول:** در دو بخش ۱۳۷۲

**ناشر:** آموزش و پرورش

**مؤلفان:** دکتر حسین آقائی، سیدرضا آقابورمقدم، حسام امینی، مرتضی خلخالی، دکتر مسعود روحی لاریجانی، دکتر علی سیدی اصفهانی، دکتر منصور عابدینی و دکتر محمدرضا ملاردی

این کتاب روی هم ۱۵۵ صفحه است. چهار فصل دارد: فصل اول (آرایش الکترونی اتمها): فصل دوم- پیوندهای شیمیایی: فصل سوم (خواص پیوند کووالانسی)، فصل چهارم (نیروهای جاذبه بین مولکولی).

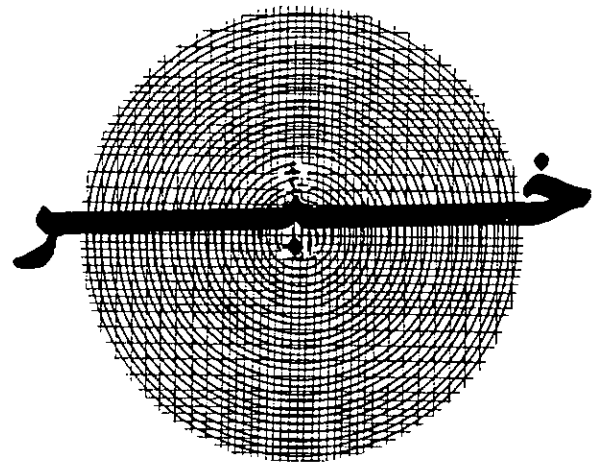
هرمزگان در شهر بندرعباس برگزار شد تدریس بخشی از ساعت‌های این کلاس را آقایان دکتر آقائی، دکتر ملاردی، امینی، لطیفی و آقابورمقدم مولفان کتابهای یاد شده بر عهده داشتند.

### اسامی دانش‌آموزان منتخب سومین دوره المپیاد شیمی کشور

پس از طی آموزش سه‌ماهه شیمی برای ۴۰ نفر از دانش‌آموزان دختر و پسر برگزیده سومین المپیاد شیمی کشور، اسامی ۶ نفر از آنها به ترتیب حروف الفبا اعلام شد.

یادآوری: از میان این عده پس از یک دوره آموزش ویژه شیمی که زیر نظر استادان دانشگاه برگزار می‌شود، ۴ نفر برای شرکت در بیست‌وششمین المپیاد جهانی شیمی به کشور تروژ اعزام خواهند شد:

آقای آرش ابراهیم‌پور	شهرستان مشهد	دبیرستان شهید هاشمی‌نژاد
آقای امید خاکپور	شهرستان تهران	دبیرستان البرز
آقای محمدرضا شادنام	شهرستان تهران	دبیرستان علامه حلی
آقای سهیل غیبی حافظی	شهرستان کرمان	دبیرستان علامه حلی
آقای هادی مازوچی	شهرستان تهران	نیکان
آقای علی واحدی	شهرستان تهران	نیکان



### کلاس بازآموزی معلمان شیمی نظام جدید

به منظور آشنایی با هدفها و محتوای کتابهای شیمی سال اول و دوم نظام متوسطه و آزمایشهای مربوط به آنها، کلاسهای بازآموزی شیمی به مدت ۹۰ ساعت از تاریخ ۷۲/۶/۲۴ با شرکت معلمان مناطق مختلف استان

## درباره نشریات رشد تخصصی

مجلات رشد آموزش مواد درسی مدارس کشور که به منظور ارتقاء سطح دانش معلمان و ایجاد ارتباط متقابل میان صاحب نظران، معلمان و دانشجویان با برنامه ریزان امور درسی از سوی دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش به صورت فصلنامه منتشر می شود. در حال حاضر عبارتند از:

۲۸	۶ - رشد آموزش زبان	۴۵	۱ - رشد آموزش ریاضی
۲۲	۷ - رشد آموزش زمین شناسی	۳۹	۲ - رشد آموزش شیمی
۳۵	۸ - رشد آموزش فیزیک	۳۵	۳ - رشد آموزش جغرافیا
۲۲	۹ - رشد آموزش معارف اسلامی	۳۵	۴ - رشد آموزش ادب فارسی
۱۸	۱۰ - رشد آموزش علوم اجتماعی	۳۲	۵ - رشد آموزش زیست شناسی
۱۱ - رشد آموزش راهنمایی ۶			

دیران، دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر علاقه مندان به اشتراک این مجلات می توانند مبلغ ۱۴۰۰ ریال حق اشتراک یکساله خود را به حساب جاری شماره ۲۵۰۰ نزد بانک صادرات شعبه ۳۰۵۷ (جاده مازندران) به نام شرکت افست واریز و فیش آنرا همراه با فرم تکمیل شده زیر به نشانی تهران، جاده آبدلی - خیابان سازمان آب، بیست متری خورشید، مرکز توزیع انتشارات کمک آموزشی کد پستی ۱۶۵۹۸ ارسال دارند. ضمناً؛ معلمان، کارشناسان، مدیران، پژوهشگران، و سایر علاقه مندان به امور تعلیم و تربیت جهت آگاهی بیشتر از یافته های صاحب نظران می توانند با پرداخت مبلغ ۲۰۰۰ ریال در هر سال ۴ جلد فصلنامه تعلیم و تربیت دریافت نمایند.

### قابل توجه مشترکین و علاقه مندان:

- ۱ - مجله رشد آموزش راهنمایی سه شماره در سال منتشر می شود.
- ۲ - به اطلاع مشترکین و علاقه مندان مجلات رشد تخصصی می رساند، چنانچه فرم اشتراک به طور کامل تنظیم و همراه حواله بانکی ارسال نشود، مرکز توزیع از ارسال مجله مورد درخواست معذور است.
- ۳ - متقاضیانی که احتمالاً به دلیل نقص درخواست به تقاضای آنان پاسخ داده شده است، می توانند جهت روشن شدن موضوع با مرکز توزیع مکاتبه و یا با تلفن ۷۷۵۱۱۰ تماس حاصل فرمایند.
- ۴ - در صورت تغییر نشانی پستی، مراتب را با ذکر شماره اشتراک به مرکز توزیع مجلات اعلام نمایید.

### فرم اشتراک

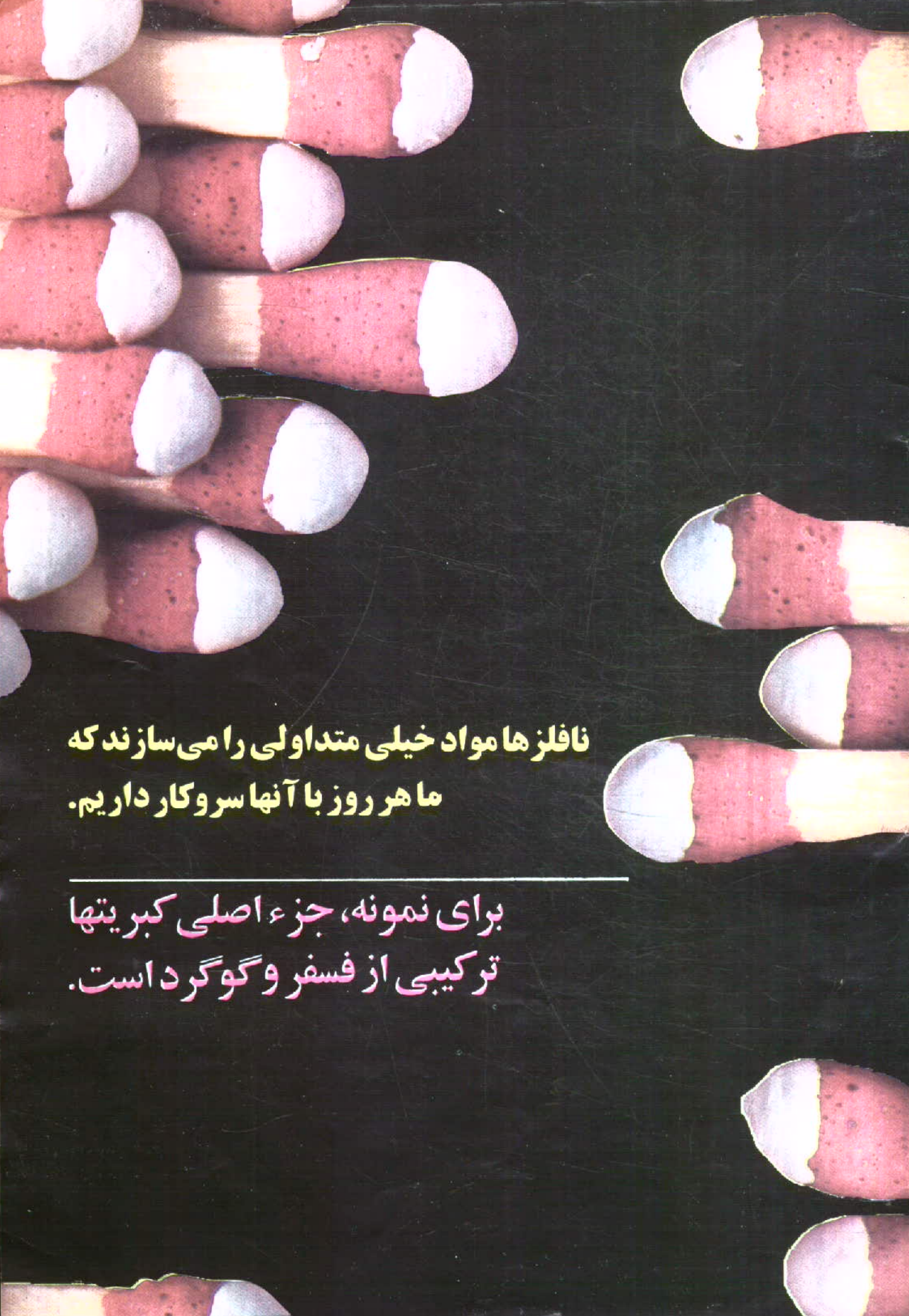


اینجانب ..... با ارسال فیش شماره ..... به مبلغ ..... ریال، متقاضی اشتراک ..... شماره از مجله رشد آموزش ..... هستم.

نشانی: شهرستان: ..... خیابان: ..... کوچه: .....

پلاک: ..... کد پستی: ..... تلفن: .....





نافلزها مواد خیلی متداولی رامی سازند که  
ما هر روز با آنها سروکار داریم.

---

برای نمونه، جزء اصلی کبریتها  
ترکیبی از فسفر و گوگرد است.



