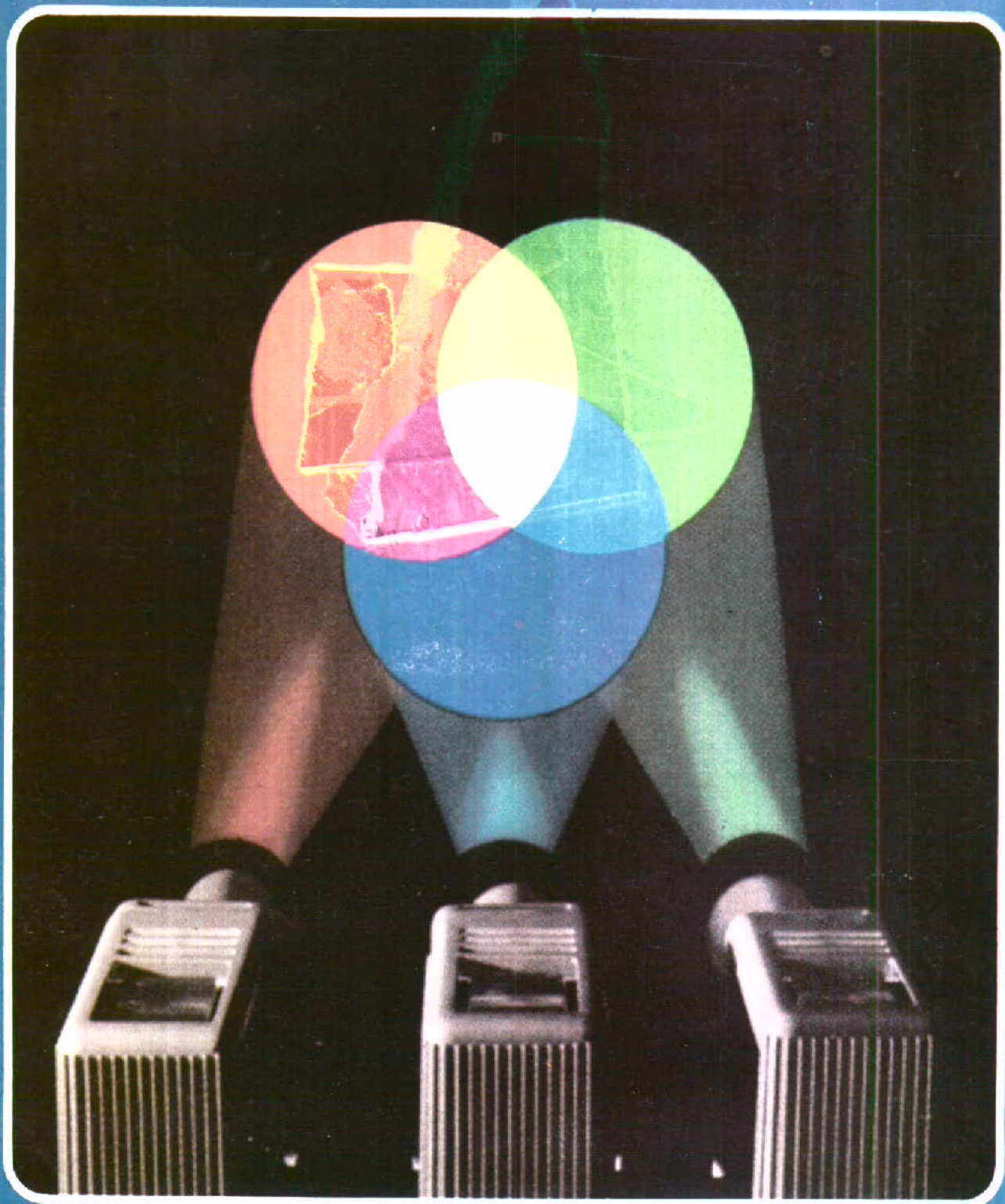
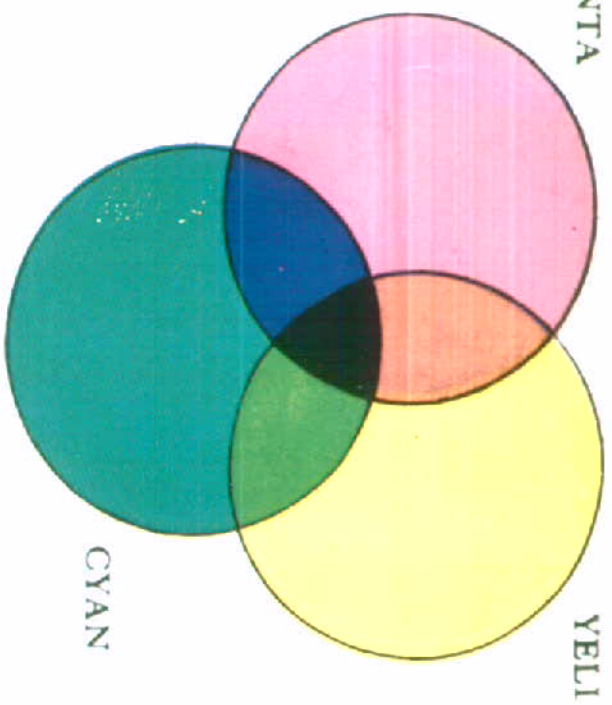
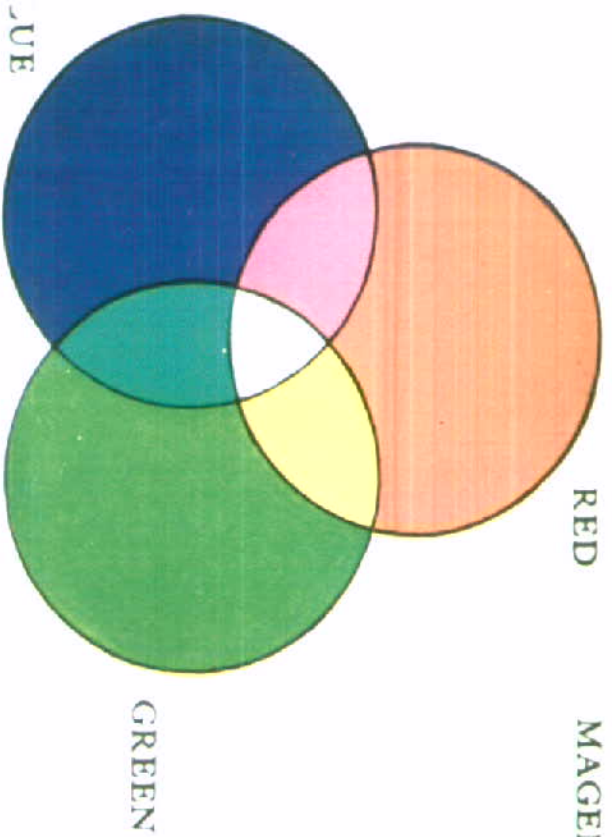


رشد آموزش شیمی

سال ششم - تابستان ۱۳۶۹ - شماره مسلسل ۲۴ - بها ۱۰۰۰ ریال





ADDITIVE PRIMARIES

SUBTRACTIVE PRIMARIES

BLUE

YELLOW

GREEN

MAGENTA

RED

CYAN

هنگامی که رنگهای اصلی هر یک را با یکدیگر ترکیب می‌کنیم، و نور سفید را تشکیل می‌دهند.

دشدا آموزش شیمی

سال ششم تابستان ۱۳۶۹ - شماره مسلسل ۲۴
نفر به گروه شیمی دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی سازمان
پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش

سردبیر: سیدرضا آقابورمقدم

زیر نظر هیات تحریریه

دکتر حسین آقایی / حامالدین امینی

دکتر محمدرضا ملاردی

دکتر مسعود روحی لاریجانی / محمدباقر جلالی

مدیر فنی هنری و تولید: حسین فرامرزی نیکنام

صفحه آرا: علی نجمی

نیانی: تهران - صندوق پستی ۳۶۳ - ۱۵۸۵۵

(خیا بان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ۴ وزارت آموزش و پرورش

للفن ۴ - ۸۳۹۲۶۲ داخلی ۴۲)

مجله رشد آموزش شیمی هر سه ماه یک بار به منظور اعتلای دانش دبیران
و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر دانش پژوهان در این
رشته منتشر می شود. جهت ارتقاء کیفی آن نظرات ارزنده خود را به
صندوق پستی تهران ۳۶۳ - ۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.

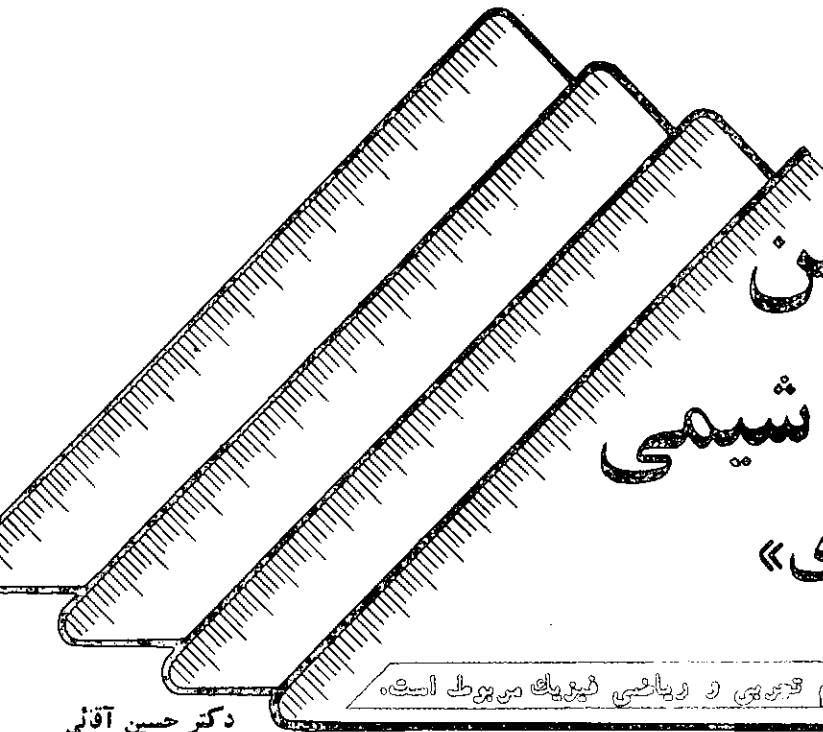
فهرست

سخنی با خوانندگان ارجمند

شیوه طراحی علمی برنامه ها و کتابهای درسی باید متأثر
از دانش و مهارت خاص برنامه ریزی و کار گروهی وسیعی باشد
که شامل قلمروهای تخصصی نظریه مانند اصول برنامه ریزی
درسی، تحلیل هدفهای آموزشی کشور، روانشناسی رشد و یادگیری،
روشهای تدریس و یادگیری، اصول امتحان و ارزشیابی و دیگر
مسائل تکنولوژی آموزشی است که با همکاری کارشناسان
برنامه ریزی، مؤلفان و معلمان عزیز انجام می گیرد.

روش ارائه برنامه و کتابهای شیمی مقطع متوسطه در
ایران از نظر محتوا و شیوه ارائه با توجه به اصول برنامه ریزی
و تجربه های جهانی بر مفهوم سازی و آموزش مفاهیم بنیادی علم
شیمی تأکید دارد. این تجربه ها و منطق برنامه ریزی آموزشی
بیانگر این موضوع است که آموزش مفاهیم اساسی در هر
رشته به دانش آموزان متوسطه، جامعترین شیوه طراحی آموزشی
است؛ چرا که آموختن مفاهیم بنیادی و روش مفهوم سازی، توان
اندیشیدن، معلومات سازی و گسترش این رشته علمی را
را به فراگیران می دهد. مفاهیم بنیادی هر رشته علمی همچون
حروف الفبای زبان زمینه و عامل مشترک هرگونه آموزش نظری یا
زمینه شناخت کاربردها را فراهم می کند. بنابراین کسانی
که علاقه مند به ادامه تحصیل در هر رشته علمی، مهندسی،
پزشکی و ... هستند، از این مفاهیم بنیادی به عنوان زمینه و

- سخنی با خوانندگان گروه شیمی ۳
مروری بر چگونگی راه یافتن اندازه گیری ...
دکتر حسین آقایی ۴
مسمومیت با وجود مصرف غذای سالم
دکتر قهرمان شمس ۱۲
شمین المپیاد بین المللی شیمی دکتر علی سیدی ۲۰
مکانیسم SRN راهی در جهت ...
دکتر مسعود روحی لاریجانی ۲۷
چرا بسیاری از مواد اشیاء، رنگی اند
دکتر محمدرضا ملاردی ۳۰
برخی از ویژگیهای عسل دکتر محمدحسین عزیزی ۴۶
مرکباتها و اسیدهای سولفونیک عبدالله جهانتاب ۴۸
اکسیدهای نیتروژن آلوده کننده هوا
دکتر منصور عابدینی ۵۰
نقد و نظر دکتر حسین آقایی ۵۴
معرفی کتاب ۵۵
آشنایی با برادر آرمان طاهرپور ۵۷
نیتروژن و موجودات زنده دکتر احمد نصیر احمدی ۵۸
آزمایش باکلرید قلع (II) نریا حق پرست فروچی ۶۴



مروری بر چگونگی راه یافتن

اندازه گیری در شیمی

«برخی مفاهیم ضروری»

این مقاله به کتابهای شیمی سال اول و دوم علوم تجربی و ریاضی دبیرانك مربوط است.

دکتر حسین آقایی
دانشیار دانشگاه تربیت معلم

اکنون باید دید چگونه می‌توان از جرم نسبی اتمها به نحوی با خیر شد. به‌عنوان يك مثال ساده، در زمان دالتون از راه تجزیه وزنی آب دریافتند که آب ترکیبی از اکسیژن و هیدروژن به نسبت جرمی ۸ و ۱ است. در آن زمان فرمول مولکولی آب شناخته شده نبود اما ساده‌ترین راه حل این بود که مولکول آب را متشکل از يك اتم اکسیژن و يك اتم هیدروژن پندارند. کما اینکه دالتون در بساره مولکول آب همین نظر را داد و آنرا به صورت $\text{O} \circ$ نشان داد که معادل HO است و نه H_2O . نشانه O هیدروژن را می‌رساند و O اکسیژن را. بدینسان با توجه به فرمول داده شده، چنانچه جرم اتم هیدروژن را برحسب يك واحد اختیاری مساوی ۱ بگیریم، در آنصورت جرم اتم اکسیژن ۸ برابر آن خواهد بود. به عبارت ساده‌تر در مبنای جرم اتمی هیدروژن مساوی ۱، جرم اتمی اکسیژن مساوی ۸ خواهد شد (در صورتیکه فرمول مولکول آب HO فرض شود). در واقع دالتون مرتکب چنین اشتباهی شد و جرم اتمی اکسیژن را ۸ گزارش کرد. در هر حال دالتون بر مبنای جرم اتم هیدروژن مساوی ۱، اولین جدول جرمهای اتمی را مرتب نمود (در بیشتر نوشته‌ها جدول وزنهای اتمی ذکر می‌شود). اما متأسفانه اغلب داده‌های آن جدول به دلیل آنکه فرمول مولکولی بیشتر ترکیبات در آن ایسام به درستی مشخص نبود، نادرست بودند. دالتون فکر می‌کرد که در يك مولکول از يك جسم مرکب، از هر عنصر يك اتم بیشتر شردت ندارد. مثلاً

«در قسمت نخست این نوشته تاریخچه کوتاهی از علم شیمی و سیر تاریخی راه یافتن اندازه‌گیری در شیمی را مورد بحث قرار دادیم. اینك در این قسمت برخی مفاهیم را که در محاسبات جرمی در شیمی مفیداند به بحث می‌گذاریم.»

ج - معرفی برخی مفاهیم لازم در محاسبات جرمی

درك صحیح جرمهای اتمی یکی از مسائل مهم در یادگیری شیمی مقدماتی است. سیر تاریخی مربوط به جرمهای اتمی را از زمان معرفی نظریه اتمی دالتون (۱۸۰۸) پی می‌گیریم. در واقع به دنبال معرفی نظریه اتمی دالتون بود که شیمیدانان به کنجکاوای درباره جرم اتمها (در آن زمانها وزن اتمها گفته می‌شد) و مقایسه سنگینی آنها با یکدیگر پرداختند. اما همانطور که آشکار است اتمها به اندازه‌ای کوچک و کم جرم‌اند که به این آسانی به مشاهده مستقیم در نمی‌آیند و از همین رو مستقیم نمی‌توان از سنگینی آنها سردرآورد و یا آنها را با هم مقایسه کرد. اما در هر حال شیمیدانان راههایی یافته‌اند که به‌طور غیر مستقیم می‌توان رد پای اتمها را دنبال کرد و به برخی خواص فردی آنها، از جمله جرمشان و جرم نسبیشان وقوف پیدا کرد.

مختلف با هم متفاوت است. اما جرم يك اتم منفرد به اندازه‌ای اندك است كه به هیچ روی نمی‌توان مستقیماً آنرا به سنجش درآورد. با این همه، شیمییدانان راههایی پیدا کرده‌اند كه به كمك آن می‌توانند جرم اتمها را باهم مقایسه كنند. برای مثال نسبت جرم هیدروژن به اكسیژن در آب به‌طور بسیار دقیق از راه تجزیه وزنی تعیین شده است. این نسبت برابر با $1/8000000 \times 16$ است. یا در نظر گرفتن اینکه در هر مولكول آب يك اتم اكسیژن و دو اتم هیدروژن شركت دارد (H_2O) پس می‌توان نوشت:

$$\text{جرم يك اتم اكسیژن} = \frac{16}{8000000} \times \text{جرم يك اتم هیدروژن}$$

پس اتم هیدروژن

اکنون اگر جرم اتم هیدروژن بر مبنای يك واحد اختیاری را $1/8000000$ بگیریم، برای اتم اكسیژن خواهیم داشت:

$$\text{جرم يك اتم اكسیژن} = \frac{16}{8000000} \times 8000000 = 16$$

$$\text{جرم يك اتم اكسیژن بر حسب واحد} = \frac{16}{8000000}$$

یاد شده

و یا اگر متقابلاً جرم اتم اكسیژن را درست 16000000 واحد در نظر بگیریم برای جرم اتم هیدروژن در آن مینا به‌دست خواهیم آورد:

$$\text{جرم يك اتم هیدروژن} = \frac{16000000}{16} = 1000000$$

پس (جرم يك اتم هیدروژن $\times 16$)

$16000000 = \text{جرم اتم هیدروژن در مبنای جدید بدینسان در استاندارد } 16000000 = O$ ، برای جرم

اتمی هیدروژن 16000000 به‌دست می‌آید. چون اكسیژن با اكثر عناصر دیگر میل ترکیبی دارد، مطابق روش بالا به آسانی می‌توان جرم نسبی اتمهای آن عناصر را بر حسب استاندارد اكسیژن محاسبه كرد. یکی از دلایل جایگزین شدن استاندارد اكسیژن به‌جای هیدروژن همین میل ترکیبی اكسیژن با بیشتر عناصر بوده است.

در هر حال بنا به دلایلی كه در قسمت قبلی این نوشته آمد، استاندارد $16000000 = O$ نیز جای خود را به

استاندارد $12000000 = C_{12}$ داد. در این استاندارد جدید ایزوتوپ کربن 12 كه هر اتم آن دارای 6 پروتون، 6 نوترون و 6 الكترون است به‌عنوان معیار در نظر گرفته شده است. در استاندارد کربن 12 ، جرم هر اتم C_{12} درست برابر با 12 واحد اختیاری در نظر گرفته شده است. به‌بیان دیگر، $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن 12 به عنوان يك واحد جرم اتمی است كه از آن برای مقایسه جرم اتمهای عناصر با یکدیگر استفاده می‌شود. همین $\frac{1}{12}$ جرم اتم C_{12} به‌عنوان واحد کربنی یا واحد جرم اتمی نام است و با نماد $1u$ یا $1amu$ نشان داده می‌شود.

فرمول آمونیاك را به صورت $\odot\odot$ یا HN در نظر می‌گرفت و از آنجا برای جرم اتمی نیتروژن 5 به‌دست می‌آورد. لازم است در نظر داشته باشیم در زمان دالتون هنوز نشانه‌های شیمیایی عناصر به‌صورت امروزی رواج نداشت و فرمول‌نویسی هم مرسوم نبود. خود دالتون از دایره‌هایی همراه با برخی علامتهای دیگری كه در آن دایره‌ها قرار می‌داد برای نشان دادن اتمها استفاده می‌كرد. مثلاً هیدروژن، اكسیژن، كربن و نیتروژن را به ترتیب به‌صورت \odot و \bullet نشان می‌داد، فرمول آب و مویك را هم به‌صورت $\odot\odot$ و $\odot\bullet$ می‌نوشت. بر سلیوس دید اینگونه نمادگذاری در شیمی مشكل و گاه ناممكن است. از همین رو پیشنهاد نمود از حرف اول یا حرف اول و دوم نام لاتینی هر عنصر، هم برای معرفی آن عنصر و هم برای نشان دادن اتم آن عنصر استفاده شود. نشانه‌هایی كه امروزه به‌طور بین‌المللی برای عناصر به كار می‌برند بر مبنای همین پیشنهاد تعیین شده‌اند.

وزنه‌های اتمی كه دالتون بر مبنای استاندارد $H=1$ به‌دست آورد همه مضرب درستی از 1 بودند و در بین آنها هیچ وزن اتمی كه قسمت اعشاری داشته باشد دیده نمی‌شد. این روند، پروت دانشمند انگلیسی را بر آن داشت كه در سال 1815 چنین نظری دهد كه همه عنصرها از هیدروژن تشكيل شده‌اند.

همانطور كه در قسمت اول این نوشته آمد بر سلیوس با تعیین دقیق نسبت اجزاء سازنده تركيبات شناخته شده آن زمان، جدول دقیقی از وزنه‌های اتمی بر مبنای استاندارد هیدروژن مساوی 1 تنظیم نمود كه جز در چند مورد خیلی نزدیک به مقادیر جرمهای اتمی امروزی است. مقادیری كه بر سلیوس به‌دست آورد اعداد درست نبودند و غالباً دارای قسمت اعشاری بودند.

با آنكه انتخاب هیدروژن به‌عنوان استاندارد یا معیار و اختصاص دادن جرم اتمی 1 بدان كاملاً طبیعی می‌نمود، اما جرمهای اتمی حساب شده بر پایه این استاندارد غالباً كسری بودند. از این رو برای بهتر ساختن این قضیه به جای استاندارد $H=1$ از استاندارد $O=16$ استفاده شد. این استاندارد تا اواسط قرن بیست مورد استفاده بود تا اینکه سرانجام شیمییدانان و فیزیکدانان، همانطور كه در قسمت اول این نوشته آمد، ترجیح دادند از استاندارد کربن 12 و واحد کربنی برای تعیین جرمهای اتمی استفاده کنند. جرمهای اتمی مندرج در جدولهای امروزی بر مبنای همین واحد کربنی تعیین شده‌اند.

واحد کربنی کدام است؟

همانطور كه می‌دانید اتمها جرم دارند و جرم اتمهای

از طرف دیگر جرم يك اتم هلیوم ۴ نیز به دقت برحسب همان واحد کربنی اندازه گیری شده و برای آن مقدار $4/00260U$ به دست آمده است. حال اگر این مقدار را با مجموع جرمهای دو پروتون، دوترون و دو الکترون در حالت آزاد مقایسه کنیم نیک خواهیم دید که با هم یکی نیستند.

مجموع جرم دو پروتون، دوترون و دو الکترون در حالت آزاد

$$2 \times 1.007276U + 2 \times$$

$$1.008665U + 2 \times 0.0005485803U = 4.03298U$$

به طوری که دیده می شود، مجموع حاصل مقدار اندکی

از جرم اتم هلیوم ۴ بزرگتر است. این تفاوت که می توان آنرا با Δm نشان داد برابر است با:

$$\Delta m = 4.03298 - 4.00260 = 0.03038U$$

اینک بایستی علت این تفاوت را توضیح داد. يك توضیح ساده این است که فرض کنیم در جریان تشکیل هسته هلیوم از دو پروتون و دوترون، مقداری جرم یا ماده (درست برابر با همان Δm) به انرژی تبدیل شده و همین تبدیل جرم به انرژی باعث پایداری هسته هلیوم شده است. انرژی ای که در ازای آن بین رفتن جرم Δm حاصل می شود از رابطه اینشتین $\Delta E = \Delta m C^2$ قابل محاسبه است؛ در این تساوی، ΔE انرژی حاصل را می رساند، Δm جرم از بین رفته است و C سرعت سیر نور می باشد. هرگاه در رابطه داده شده، Δm برحسب کیلوگرم و C برحسب متر بر ثانیه بیان شود، در آن صورت انرژی آزاد شده برحسب ژول خواهد بود.

از ΔE به شرح بالا به عنوان انرژی لازم برای بیرون

کشیدن پروتونها و نوترونها از هسته هلیوم و آزاد ساختن آنها نیز یاد می شود. پیدا است که برای بیرون راندن الکترونها از اتم نیز انرژی لازم است. اما این انرژی در مقایسه با انرژی لازم برای بیرون کشیدن پروتونها و نوترونها از هسته آنقدر کوچک است که می توان از آن چشم پوشید. برای مثال در تشکیل اتم هیدروژن 1H چون در ارتباط با تشکیل هسته آن انرژی ای مبادله نمی شود و انرژی مربوط به در مدار قرار گرفتن الکترون هم طوری است که جرم معادل آن بی اندازه ناچیز و قابل چشم پوشی است، لذا جرم يك اتم هیدروژن به طور استثنایی و با تقریب بسیار رضایتبخشی برابر مجموع جرم يك پروتون و يك الکترون است.

$$^1H \text{ اتم } = 1.007276U + 0.0005485803U$$

$$= 1.0078246U$$

جرم يك واحد کربنی در چه حد است؟

شیمیدانان از راه تجربه های دقیق دریافته اند که در 12.00000 گرم کربن ۱۲ به تعداد 6.02205×10^{23} اتم موجود است. با توجه به آن جرم يك واحد کربنی برحسب گرم عبارت خواهد شد از:

$$1U = \left(\frac{1}{12} \times 12.00000 \text{ g}\right) = \text{جرم يك واحد کربنی به گرم}$$

$$= \frac{6.02205 \times 10^{23}}{12} = 1.66056 \times 10^{-24} \text{ g}$$

همانطور که پیدا است جرم يك واحد کربنی جرم بسیار اندکی است و به هیچ وجه برای محاسبات معمولی مناسب نیست. با این وجود جرم مذکور برای تعیین جرم نسبی اتمها بسیار مفید است. جرم اتمی هراتم به سادگی این مطلب را می رساند که آن اتم چند برابر يك واحد کربنی جرم دارد. برای مثال جرم اتمی ایزوتوپ کلسیم ۴۰ ($^{40}_{20}Ca$) مساوی ۴۰ است. یعنی جرم هر اتم کلسیم ۴۰ برابر جرم يك واحد کربنی بیشتر است. باید به خاطر داشته باشیم، وقتی می گوئیم جرم اتمی ایزوتوپ $^{25}_{11}Cl$ مساوی ۲۵ است برای آن واحدی در کار نیست؛ جز آنکه از آن فقط می توان دریافت که جرم اتم این ایزوتوپ ۲۵ است. یعنی جرم اتم یاد شده ۲۵ برابر جرم يك واحد کربنی است. عدم توجه به این نکته می تواند منشا بسیاری از اشتباهات شود.

چرا جرمهای اتمی اعداد درست نیستند؟

در بین جرمهای اتمی فقط جرم اتمی کربن ۱۲ است که درست برابر ۱۲ است (یعنی جرم اتم $^{12}_6C$ درست $12U$ است) و بقیه جرمهای اتمی یا جرم اتمها اعداد درستی نیستند؛ یعنی مضرب صحیحی از واحد کربنی (U) نمی باشند. دلیل اصلی این مسئله در آن است که جرم هر اتم در حالت کلی با مجموع جرم پروتونها، نوترونها و الکترونهای تشکیل دهنده آن اتم برابر نیست. چرا؟ برای روشن تر شدن این مطلب مثالی را در نظر می گیریم. اتم هلیوم ۴ (4He) از دو پروتون، دوترون و دو الکترون تشکیل یافته است. جرم هر پروتون آزاد، هر نوترون آزاد و هر الکترون آزاد (که در بند هیچ اتمی نباشد) به دقت برحسب واحد کربنی اندازه گیری شده و مقدار هر يك از آنها در جدول زیر داده شده است:

ذره جرم برحسب U جرم برحسب باربرحسب واحد بنیادی الکتریسته گرم

$$1^- \text{ الکترون } 0.0005485803 \times 10^{-28} \times 9.109535$$

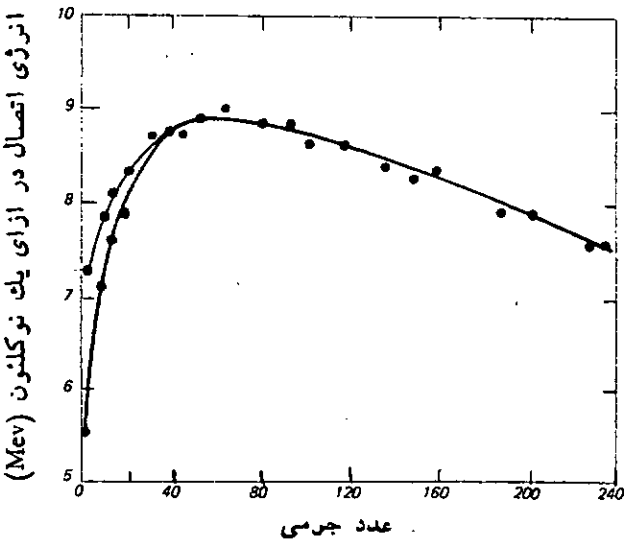
$$1^+ \text{ پروتون } 1.007276 \times 10^{-24} \times 1.6726249$$

$$0 \text{ نوترون } 1.008665 \times 10^{-24} \times 1.674954$$

هسته متحمل می‌شود از هسته يك اتم به اتم دیگر فرق می‌کند. برای مثال پروتون یا نوترونی که در هسته شرکت دارد اندکی بیش از پروتون یا نوترونی که در هسته ${}^4\text{He}$ شرکت دارد تراش دیده است، پس هر پروتون یا نوترون موجود در هسته ${}^{12}\text{C}$ اندکی از هر پروتون یا نوترون موجود در هسته ${}^4\text{He}$ سبکتر است و همین نکته باعث شده که جرم اتم هلیوم ۴، اندکی از ${}^4\text{U}$ بزرگتر درآید. (۱U یک دوازدهم جرم اتم ${}^{12}\text{C}$ است).

در بحث بالا، تفاوت میان جرم اتم و مجموع جرم پروتونها، نوترونها و الکترونهای آزاد در ارتباط با آنرا با Δm نشان دادیم. در ضمن گفتیم که انرژی معادل آن، $\Delta E = \Delta mc^2$ انرژی پایداری هسته را می‌رساند. در واقع این انرژی به‌عنوان انرژی لازم برای متلاشی ساختن اتم و هسته‌اش و تبدیل آن به پروتونها، نوترونها و الکترونهای آزاد نیز به‌حساب می‌آید. از این رو می‌توان از ΔE یا انرژی معادل آن ΔE ، به‌طور مناسبی برای مقایسه پایداری هسته‌های اتمی استفاده کرد. بدین منظور از نسبت $\frac{\Delta m}{A}$ که در آن A عدد جرمی است استفاده

می‌شود. عدد جرمی، A، مجموع تعداد پروتونها و نوترونهای موجود در هسته اتم را می‌رساند. (به هر يك از ذرات پروتون یا نوترون موجود در هسته را نوکلئون یا هسته گفته می‌شود). در واقع هر اندازه $\frac{\Delta m}{A}$ که کاهش جرم در ازای يك نوکلئون را معرفی می‌نماید بزرگتر باشد، هسته مورد نظر پایدارتر است. از انرژی معادل جرم Δm به‌عنوان انرژی اتصال هسته‌ای یاد می‌شود. این انرژی به‌طور متوسط انرژی اتصال يك نوکلئون در هسته را نشان می‌دهد، (هسته خودناشته‌ای از نوکلئونها است) در شکل زیر نمودار تغییرات انرژی



انرژی اتصال در ازای يك نوکلئون برحسب عدد جرمی

(باید در نظر داشت که نماد U همواره همان واحد کربنی یا واحد جرم اتمی را می‌رساند)

در هر حال، هرگاه در موقع تشکیل اتم از پروتونها، نوترونها و الکترونهای آزاد، کاهش جرمی پیش نمی‌آید، در کام نخست می‌شد انتظار داشت که جرم اتم ${}^4\text{He}$ درست مساوی ${}^{12}\text{C}$ باشد؛ چرا؟ اما واقعیت امر آن است که این کاهش جرم در تشکیل تمامی هسته‌های اتمی به‌جز هیدروژن وجود دارد. با این همه، باز هم هرگاه کاهش جرم با در نظر گرفتن عده پروتونها و نوترونهای موجود در هسته برای تمام اتمها به‌یک نسبت بود، می‌شد انتظار داشت که جرم اتم درست مساوی ${}^{12}\text{C}$ باشد؛ زیرا تعداد پروتونها و نوترونها در هسته اتم کربن ۱۲ سه برابر آنها در هسته اتم هلیوم ۴ است. اما محاسبه نشان می‌دهد که این کاهش جرم برای اتمهای عناصر مختلف به‌یک نسبت نیست. مثلا کاهش جرم در تشکیل هسته ${}^{12}\text{C}$ سه برابر کاهش جرم در تشکیل هسته ${}^4\text{He}$ نیست و اندکی از آن بیشتر است. کاهش جرم برای تشکیل هسته یا اتم عبارت است از:

$$\Delta m = (6 \times 1.0007276 \text{ U} + 6 \times 1.0008665 \text{ U} + 6 \times 0.0005485803 \text{ U}) - 12.000000 \text{ U} = 0.00989375 \text{ U}$$

به‌طوری که دیده می‌شود این کاهش اندکی از سه برابر کاهش مربوط به ${}^4\text{He}$ (یعنی 0.3038%) بزرگتر است.

از بحث بالا می‌توان دو نتیجه بسیار مهم را به دست آورد. نخست اینکه جرم پروتون یا نوترون واقع در هسته از جرم پروتون یا نوترون آزاد اندکی کمتر است: دوم اینکه جرم يك پروتون یا جرم يك نوترون مقید در هسته، از يك هسته به هسته دیگر متفاوت است. مثلا جرم يك پروتون یا نوترون در هسته هلیوم و در هسته کربن با هم یکی نیست. هر می‌کنید در کدام یکی بزرگتر است؟

برای توضیح بیشتر این مسئله می‌توان از يك قیاس ظاهری سمک گرفت وان اینکه تصور نمود وقتی پروتونها و نوترونهای آزاد آهنگ تشکیل هسته‌ای را می‌نمایند، در راه رفتن به‌داخل هسته می‌بایستی يك يك آنها از يك سلول تراش بگذرند و به مقدار بسیار جزئی تراشیده شوند، و بعد در هسته مورد نظر جای گیرند. بدینسان جرم هر يك از آنها در داخل هسته، اندکی از جرم به‌حال آزادشان کمتر خواهد بود، و همین است که جرم اتم از مجموع جرم پروتونها، نوترونها و الکترونهای تشکیل‌دهنده خود کمی کوچکتر است. نکته بسیار مهم دیگری که در این قیاس باید در نظر گرفت این است که میزان تراشی که هر پروتون یا نوترون در راه رفتن به داخل

$$\begin{aligned} & \text{گرفتن میزان فراوانی ایزوتوپهای آن برابر می‌شود با:} \\ & (0.7577 \times 24.9965 \text{ U}) + (0.2423 \times 26.9969 \text{ U}) \\ & = 25.9753 \text{ U} \end{aligned}$$

کربن در طبیعت نیز مخلوطی از ^{12}C و ^{13}C است. جرم اتم آن دو به ترتیب 12.0000 U و 13.0034 U است. درصد فراوانی هر کدام در نمونه‌های طبیعی به ترتیب 98.9% و 1.1% است. با استفاده از این معلومات، متوسط جرم اتمی برای کربن در نمونه‌های طبیعی 12.011 U می‌شود. (در طبیعت ایزوتوپ ^{14}C که رادیو-اکتیو است نیز به میزان بسیار ناچیزی یافت می‌شود که از آن در محاسبه متوسط جرم اتمی کربن صرف نظر می‌شود.)

مس نیز دو ایزوتوپ، یکی ^{63}Cu با جرم اتمی 62.9296 و دیگری ^{65}Cu با جرم اتمی 64.9278 دارد. اما جرم اتمی مس در نمونه‌های طبیعی 63.546 U می‌باشد؛ که از آن می‌توان درصد فراوانی هر ایزوتوپ را حساب کرد.

رویمرفته، عناصر خواه دارای چند ایزوتوپ باشند و خواه یک ایزوتوپ داشته باشند، جرمهای اتمیشان به صورت اعداد درست نیست؛ برای مثال با آنکه فلئور فقط یک ایزوتوپ طبیعی، ^{19}F دارد، اما جرم اتمی آن 18.998403 U است. در هر حال، در برخی اوقات که با محاسبات تقریبی سروکار است می‌توان جرمهای اتمی را تا یک رقم اعشاری گرد کرد؛ مثلاً جرم اتمی هیدروژن، اکسیژن، کربن، فلئور، کلر و مس را به ترتیب به صورت $1/0$ ، $16/0$ و $12/0$ ، $19/0$ ، $35/5$ و $63/5$ گرد می‌کنند.

اتم گرم

با آنکه هر اتم جرم معینی دارد، اما جرم یک اتم به اندازه‌ای کوچک است که حتی اگر هزاران میلیارد از اتمهای سنگین‌ترین عناصر را هم رویهم انباشته کنیم باز جرم آنها بر روی هم با هیچ ترازوی دقیقی قابل اندازه‌گیری نیست (یک میلیارد خود مساوی هزار میلیون است) با این همه، چون در واکنشهای شیمیایی همین اتمها و مولکولهای حاصل از آنها شرکت دارند لذا باید از معیار جرمی مناسبی که در ارتباط با جرم اتمها هم باشد استفاده نمود. شیمیدانان برای این منظور اتم گرم را قرارداد نموده‌اند. اتم گرم هر عنصر مقداری از آن عنصر به واحد گرم است که از لحاظ عددی با جرم اتمی عنصر یکی است. برای مثال جرم اتمی هیدروژن 1.0079

اتصال یک نوکلئون در هسته برحسب عدد جرمی اتم عناصر مختلف ترسیم شده است. این انرژی در آغاز با سرعت زیادی برای اتمهای سبک افزایش می‌یابد. در حوالی آهن کبالت و نیکل به مقدار ماکزیمم خود می‌رسد و پس از آن کم کم رو به کاهش می‌گذارد. این روند نشان می‌دهد که هسته‌های سنگین‌تر ناپایدارتر از هسته‌های با جرم متوسط‌اند. (باید به خاطر داشته باشیم که در اینجا منظور از پایداری همان پایداری از نقطه نظر انرژی است و نه از لحاظ فیزیکی یا سختی و محکمی)

از منحنی مورد بحث به آسانی می‌توان دریافت که از اتمهای سبک به طرف اتمهای نزدیک به آهن، کبالت و نیکل، کاهش جرم وابسته به قرار گرفتن هر نوکلئون در هسته، افزایش می‌یابد و از این رو یک نوکلئون درگیر در یک هسته سنگین‌تر، کمی سبکتر از نوکلئون نظیر خود در یک هسته سبکتر است. برای مثال، جرم هر پروتون یا نوترون مقید در هسته اتم ^{16}O به مقدار بسیار اندکی از جرم هر پروتون یا نوترون گیر افتاده در هسته اتم ^{12}C کمتر است. هرگاه این تفاوت در کار نبود، با در نظر گرفتن اینکه اتم ^{16}O هشت جفت نوکلئون دارد (می‌توان به یک پروتون و یک نوترون یک جفت نوکلئون گفت) و اتم ^{12}C شش جفت نوکلئون بیشتر ندارد، لذا می‌شد نتیجه گرفت که جرم اتم O بایستی $\frac{4}{3}$ جرم اتم C یعنی $16.0000 \text{ U} = 12.0000 \text{ U} \times \frac{4}{3}$ باشد. اما از آنجا که تفاوت یاد شده در کار است، پس یقیناً جرم اتم ^{16}O اندکی کوچکتر از 16.0000 U خواهد بود. جرم اتم ^{16}O برابر 15.9949 U است.

عامل دیگری که در کسری درآمدن جرمهای اتمی مندرج در جدولها مؤثر است، وجود ایزوتوپهای مختلف یک عنصر در یک نمونه است. یک نمونه طبیعی از یک عنصر معمولاً مخلوطی از چند ایزوتوپ است. موقعی که در آزمایشگاه جرم اتمی عنصری را تعیین می‌کنند جواب به دست آمده به صورت میانگین جرمهای اتمی ایزوتوپهای مختلف موجود در آن عنصر با احتساب درصد فراوانیشان می‌باشد. چنانچه غیر از این باشد، مسی‌بایستی آن ایزوتوپها را در نمونه از هم جدا کرد و سپس جرم اتمی هر یک را جداگانه اندازه گرفت. از آنجا که جدا کردن ایزوتوپها از یکدیگر کاری پر دردسر و پر هزینه است لذا جز در موارد بسیار نادر، دست به چنین کاری نمی‌زنند. بیشتر عنصرها، جز چند تایی، دارای ایزوتوپهای متفاوتی هستند. کلر دو ایزوتوپ ^{35}Cl و ^{37}Cl دارد. جرم اتمی هر یک از آن دو ایزوتوپ به ترتیب 34.969 U و 36.966 U است. درصد فراوانی هر یک از آن دو در نمونه‌های طبیعی به ترتیب 75.77% و 24.23% است. با توجه به آن جرم اتم کلر به طور متوسط با در نظر

يك تركيب يونی مانند كلريد سدیم، بهتر است همان اصطلاح **جرم فرمولی** به کار رود و از به کار بردن اصطلاح جرم مولکولی برای آن خودداری شود. پیدا است که جرم فرمولی و جرم مولکولی اجسامی که به صورت مولکولی هستند، با هم یکی است.

«فرمولگرم يك جسم مقداری از آن جسم برحسب جرم را می‌رساند که از لحاظ عددی با جرم فرمولی آن جسم مساوی است.»

برای مثال جرم فرمولی $BaCl_2$ مساوی 208.3 است (بدون واحد)، در حالی که فرمول جرم آن 208.3 گرم می‌باشد.

مول^۲

اصطلاح مول یکی از مفاهیم بنیادی در شیمی است که کاربرد آن در محاسبات بسیار وسیع است. يك مول از هر جسم مقداری از آن جسم است که در خود 6.022×10^{23} ذره نظیر اتم یا مولکول و مانند آنها از آن جسم در خود داشته باشد. برای مثال يك مول هلیوم یعنی آن مقدار هلیوم که محتوی 6.022×10^{23} اتم هلیوم است، و یا يك مول گاز اکسیژن (O_2) یعنی آن مقدار اکسیژن مولکولی که شامل همان 6.022×10^{23} مولکول O_2 باشد.

در هر حال می‌توان از يك مول اتم، يك مول مولکول، يك مول یون، يك مول الکترون و يك مول از هر ذره دیگری از این نوع را یاد کرد.

کلمه مول (mole) واژه‌ای یونانی است و به معنای انبوه یا انباشته‌ای از چیزها است.

مول یکی از واحدهای سیستم علمی بین‌المللی (SI) است و با نماد mol نشان داده می‌شود.

با توجه به تعریف مول، می‌توان نتیجه گرفت که جرم يك مول از يك عنصر و جرم يك اتم کرم از آن عنصر با هم یکی است؛ به همین ترتیب، جرم يك مول از يك تركيب و جرم يك مولکول کرم از آن تركيب یا جرم يك فرمولگرم از آن تركيب نیز با هم مساوی است. برای مثال اتم‌گرم بریلیم (Be) مساوی 9.01218 گرم است و جرم يك مول از آن نیز همان 9.01218 گرم می‌باشد. همانطور که آشکار است، در این مقدار بریلیم 6.022×10^{23} اتم بریلیم موجود است.

$1 \text{ mol Be} = 6.022 \times 10^{23} \text{ Be atoms} = 9.01218 \text{ g Be}$

در موقع به کارگیری اصطلاح مول باید به دو جنبه از مفهوم آن بیشتر توجه کرد. یکی آنکه اصطلاح مول بیانگر مجموعه‌ای از ذرات نظیر اتم، مولکول، یون و مانند

است (بدون واحد) در حالی که اتم گرم آن مساوی 1.0079 گرم است. به همین ترتیب، در حالی که جرم اتمی اکسیژن 15.9994 است اتم گرم آن برابر 15.9994 گرم است.

پیش از این گفتیم که 12.0000 گرم کربن 12 که يك اتم گرم کربن 12 را می‌رساند، شامل 6.022×10^{23} اتم کربن است. به همین ترتیب معلوم شده است که در هر اتم گرم از عنصرهای دیگر هم به همین تعداد (6.022×10^{23}) اتم موجود است. برای مثال در 15.9994 گرم اکسیژن به تعداد 6.022×10^{23} اتم از اکسیژن موجود می‌باشد. با توجه به مطلب اخیر می‌توان تعریف بهتری را برای اتم گرم هر عنصر بیان داشت:

«اتم گرم هر عنصر مقداری از آن عنصر برحسب جرم است که در خود حاوی 6.022×10^{23} اتم از آن عنصر باشد.»

جرم مولکولی و مولکول گرم

جرم مولکولی برابر مجموع جرمهای اتمی اتمهای تشکیل‌دهنده مولکول است. يك مولکول گرم از يك جسم مقداری از آن جسم برحسب جرم است که در خود حاوی 6.022×10^{23} مولکول از آن جسم باشد. مولکول گرم هر جسم از نظر عدد با جرم مولکولی آن مساوی است.

جرم فرمولی و فرمول گرم

جرم فرمولی يك جسم مساوی مجموع جرمهای اتمی کلیه اتمهای موجود در فرمول آن جسم است. برای مثال جرم فرمولی $NaCl$ برابر مجموع جرم اتمی Cl و جرم اتمی Na است. اصطلاح جرم فرمولی معمولاً هم در مورد ترکیبات مولکولی و هم در مورد ترکیبات یونی به کار می‌رود. اما در ارتباط با به کار بردن جرم مولکولی بهتر است که آنرا برای اجسامی که مولکولی هستند به کار برند. برای مثال در مورد آب می‌توان هم اصطلاح جرم فرمولی و هم اصطلاح جرم مولکولی را به کار برد؛ در حالی که در مورد

هیچگونه عدم قطعیتی ندارند به اضافه رقمی که بامختصر عدم قطعیتی همراه است. در نتیجه در عدد 5.6×10^6 دو رقم معنادار به چشم می‌خورد، یکی رقم ۵ بدون هیچ عدم قطعیتی و دیگری ۶ که مدن است حداکثر تا 10^6 عدم قطعیت داشته باشد.

حالا اگر جرم همین سکه را با ترازوی دقیق آزمایشگاهی که دقت آن 1.000×10^{-6} g است به دست بیاوریم یقیناً تعداد ارقام معنادار در آن بیشتر خواهد شد. برای مثال ممکن است جرم سکه با چنین ترازویی مساوی 5.6122×10^6 گرم شود. در این نتیجه، رقمهای ۵، ۶، ۱ و ۲ کاملاً قطعی‌اند، اما رقم ۳ ممکن است بین ۴ و ۲ متغیر باشد. یعنی جرم واقعی سکه بین 5.6124×10^6 g و 5.6122×10^6 g محصور باشد. در این حالت تعداد رقمهای معنادار پنج تا است که از چهارتای اول آن اطمینان کامل در کار است اما آخرین رقم (سمت راست) با مقداری اشتباه همراه است.

در موقع گزارش نتایج اندازه‌گیریها و همچنین در محاسبات مربوط به آنها باید همواره میزان درستی اندازه‌گیریها و تعداد رقمهای معنادار را در نظر داشت و علاوه بر آن، نتایج اندازه‌گیریها را طوری گزارش نمود که با میزان درستی وسیله اندازه‌گیری و دقت آنها سازگار باشد. رعایت نکردن اینگونه نکات می‌تواند بدآموزیها و اشتباهات زیادی را به همراه داشته باشد. برای مثال در موقعی که جرم سکه یاد شده 5.6×10^6 گزارش شده و در آن دو رقم معنادار موجود است، اگر از ما بخواهند که جرم یک پنجم سکه را تعیین کنیم (یعنی $5.6 \times 10^6 / 5 = ?$) باید جواب آنرا 1.12×10^6 g گزارش کنیم و نه 1.12×10^6 g، چرا؟ از نظر علمی، 1.12×10^6 سه رقم با معنا دارد. یعنی در آن، دو رقم سمت چپ هیچ عدم قطعیتی ندارد و فقط رقم ۲ است که با عدم قطعیت چندی همراه است. بدینسان در این عدد اولین رقم بعد از ممیز کاملاً قطعی است در حالی که در نتیجه اصلی یعنی 5.6×10^6 اولین رقم پس از ممیز با عدم قطعیت چندی همراه است. از همین رو باید جواب خواسته شده را به صورت 1.1×10^6 g گزارش کرد و نه 1.12×10^6 تا میزان دقت و تعداد رقمهای معنادار در آن با نتیجه اولیه یکی باشد. در هر حال در جریان عملیات ریاضی گوناگون بر روی نتایج اندازه‌گیریها، می‌بایستی بر روی تعداد ارقام با معنا دقت لازم را مبذول داشت. در گزارش نتایج اندازه‌گیریها، اعداد بسیار بزرگ و اعداد بسیار کوچک را غالباً به صورت نمایی می‌نویسند. مثلاً 254×10^6 kg یا 1.2246×10^{-6} kg به ترتیب به صورت 2.54×10^8 kg و 1.2246×10^{-6} kg نشان می‌دهند. در نتیجه اول سه رقم معنادار وجود دارد که وقتی آنرا به صورت نمایی نشان می‌دهند، باز هم همان سه رقم بامعنادار را داراست؛ در نتیجه دومی شش رقم

آنها است که تعداد آن ذرات در آن مجموعه برابر با عدد آووگادرو (6.02205×10^{23}) است، دیگری اینکه یک مول از هر ماده مقداری از آن ماده را می‌رساند که بر حسب آنکه آن ماده ساختمان اتمی یا مولکولی یا فرمولی داشته باشد، به ترتیب با اتم‌جرم، یا مولدون جرم یا فرمولون جرم آن ماده مساوی است.

در اینجا لازم است اشاره‌ای داشته باشیم بر اینکه از جرمهای اتمی یا جرمهای فرمولی (که غالباً وزنهای اتمی و وزنهای فرمولی گفته می‌شود) ممکن است به سه روش متفاوت استفاده شود:

الف - جرمهای اتمی یا جرمهای فرمولی را به صورت اعداد بدون واحدی به کار برد. مانند موقعی که برای جرم اتمی سدیم عدد 22.98977 را گزارش می‌کنند. این عدد می‌رساند که نسبت جرم متوسط یک اتم سدیم به یک دوازدهم جرم یک اتم کربن ^{12}C مساوی 22.98977 است. بدینسان عدد داده شده یک نسبت و بدون واحد است.

ب - با در نظر گرفتن قرارداد مربوط به جرم یک اتم ^{12}C درست مساوی ۱۲ واحد (۱۲U)، می‌توان برای جرم متوسط یک اتم سدیم، مقدار 22.98977×12 را گزارش کرد. این عدد جرم اتمی (یا جرم اتم) سدیم را برحسب واحد جرم اتمی (U) بیان می‌کند.

ج - جرم یک مول از هر عنصر برحسب جرم از لحاظ عددی مساوی جرم اتمی آن عنصر است. بدینسان جرم یک مول سدیم مساوی 22.98977 g/mol است.

رقمهای معنی‌دار

رقمهای با معنا در ارتباط با اندازه‌گیری در شیمی و گزارش نتایج آن پیش می‌آید. فرض کنید بخواهیم جرم یک سکه 50 ریالی را با ترازو تعیین کنیم. بسته به اینکه ترازوی مورد استفاده ما تا چه میزان حساس باشد، تعیین جرم سکه ممکن است دقیق یا نادرست صورت گیرد. برای مثال اگر از ترازوی معمولی آزمایشگاهی که دقت آن تا 10^{-6} گرم است استفاده کنیم می‌توانیم جرم سکه را با تقریب 10^{-6} گرم اندازه بگیریم. هرگاه جرم سکه را با استفاده از چنین ترازویی فرضاً 5.6 گرم به دست آوریم، یقیناً احتمال اینکه این جرم دقیقاً مساوی جرم واقعی سکه باشد بسیار اندک است، اما با احتمال نزدیک به یقین، جرم واقعی سکه بین 5.5 g و 5.7 g قرار دارد. بدینسان رقم ۵ در عدد 5.6×10^6 رقمی کاملاً قطعی است، در حالی که رقم ۶ در آن با مقداری اشتباه همراه است. یعنی رقم ۶ در 5.6×10^6 مدن ۷ یا ۵ یا بین آن دو باشد. بدون می‌گوییم منظور از رقمهای معنادار در عددی که نتیجه یک اندازه‌گیری را اعلام می‌کند تمام رقمهایی است که

وقتی دو نتیجه که هر دو با تقریب چندی همراه اند در هم ضرب یا بر هم تقسیم شوند، تعداد ارقام با معنا در حاصلضرب یا در خارج قسمت بایستی مساوی با تعداد ارقام با معنای جمله‌ای که کمترین تعداد ارقام با معنا دارد، در نظر گرفته شود. برای مثال در ضرب $12.7m^2 = 12.7260m^2 = 12.7m^2 \times 1.0705m$ بایستی حاصلضرب $12.7260m^2$ را به $12.7m^2$ گرد کرد تا تعداد ارقام با معنا در آن با تعداد ارقام با معنای جمله $1.0705m$ که سه رقم با معنا دارد مساوی گردد. به همین ترتیب در تقسیم زیر بایستی نوشت:

$$3.9g/cm^3 = 3.9127692208g/cm^3 = 3.9g/cm^3 \div 2.04760g$$

در خاتمه این قسمت به جا است که از دو اصطلاح دقت و درستی^۲ در اندازه‌گیری و تفاوت آن دو از یکدیگر مروری داشته باشیم. دقت یک اندازه‌گیری به میزان تکرارپذیری نتیجه حاصل از اندازه‌گیری بستگی دارد. برای مثال اگر جسمی را با ترازوی معینی چندبار توزین کنیم و برای آن وزن ثابتی یا وزنه‌های خیلی به هم نزدیک به دست آوریم، اصطلاحاً گفته می‌شود دقت در توزین خوب است. در مقابل، درستی یک اندازه‌گیری از آن حکایت دارد که نتیجه حاصل از اندازه‌گیری یک کمیت تا چه حد به مقدار واقعی آن کمیت نزدیک‌تر است. در این میان هر اندازه وسیله اندازه‌گیری دقیق‌تر باشد درستی اندازه‌گیری بیشتر است. در مثال مربوط به توزین سکه، درستی اندازه‌گیری در وقتی که از ترازوی دقیق آزمایشگاهی استفاده می‌کنیم بیش از وقتی است که از یک ترازوی معمولی آزمایشگاهی برای توزین آن استفاده می‌نماییم. البته غالباً دیده می‌شود که به تفاوت میان دقت و درستی به شرح بالا کمتر توجه می‌شود و آن دو را یکجا و تحت نام دقت اندازه‌گیری در نظر می‌گیرند.*



۱- 1 unit or 1 atomic mass unit

۲- Nucleon

۳- mole

۴- Precision and accuracy

* در تدوین این قسمت از مقاله از همان منابع یاد شده در قسمت اول استفاده شده است.

با معنا موجود است که در حالت نمایی هم همان شش رقم معنادار را داراست. توجه داشته باشید، در موقعی که نتیجه‌ای را به صورت اعشاری و بدون عدد درست مانند $kg \ 0.00254$ گزارش می‌کنند، صفرهای واقع در سمت راست ممیز که محل ممیز را تعیین می‌کنند جزو رقمهای معنادار نیستند. از همین رو است که می‌گوییم نتیجه‌ای مانند $kg \ 0.00254$ دارای سه رقم با معنا است. اما در موقعی که نتیجه گزارش شده علاوه بر قسمت اعشاری قسمت صحیح هم دارد، در آن صورت صفرهای واقع در سمت راست ممیز با معنا هستند. برای مثال $10^2 \times 6.00$ دارای سه رقم با معنا است، در حالی که، $10^2 \times 6.0$ دو رقم با معنا دارد و 6×10^2 فقط یک رقم با معنا دارد. و یا در عدد آوگادرو به صورت 6.02205×10^{23} شش رقم معنادار در کار است، حال آنکه وقتی آنرا به صورت 6.02×10^{23} می‌نویسیم سه رقم معنادار بیشتر ندارد.

در موقع جمع و منهای کردن چند نتیجه با یکدیگر، میزان درستی یا دقت در حاصلجمع یا حاصل تفریق باید مساوی میزان درستی و دقت جمله‌ای که دقت آن از همه کمتر است، در نظر گرفته شود. یعنی تعداد ارقام پس از ممیز در حاصل جمع یا منهای باید مساوی تعداد ارقام پس از ممیز آن از همه کمتر است. از آن گذشته، وقتی نتیجه‌ای را در ضربی که هیچ تقریب ندادند ضرب می‌کنیم و یا بر آن تقسیم می‌نماییم، تعداد ارقام با معنا در جواب حاصل، بایستی با تعداد ارقام با معنا در نتیجه اولیه یکی باشد.

برای مثال حاصلجمع $2.04466m + 3.1256m = 5.17026m$ را باید به $2.0m$ گرد کرد؛ زیرا میزان دقت این حاصلجمع نمی‌تواند از میزان دقت جمله $2.0m$ که از بقیه نادقیق‌تر است فراتر رود. در این جمله آخرین رقم با معنا همان اولین رقم پس از ممیز است، لذا در حاصلجمع نیز آخرین رقمی که می‌تواند معنادار باشد بایستی همان اولین رقم بعد از ممیز باشد. در مورد وقتی که یک نتیجه اندازه‌گیری را در فاکتور بدون تقریبی ضرب می‌کنیم، می‌توانیم مثالی بدین شرح در نظر بگیریم. حجم مقدار معینی از یک مایع $2.52mL$ گزارش شده است. حجم آنرا به واحد لیتر (L) بنویسید. برای پیدا کردن جواب بایستی حجم داده شده را به عدد کاملاً دقیق ۱۰۰۰ تقسیم کرد؛ چون هر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر (mL) درست مساوی یک لیتر (L) می‌باشد.

حجم خواسته شده به لیتر

$$2.52mL \div 1000 m L/L = 0.00252 L \\ = 2.52 \times 10^{-3} L$$

کتابهای شیمی

رشته بهداشت

مربوط است.

مسمومیت*

با وجود مصرف

غذای سالم

دکتر قهرمان شمس
استاد دانشگاه تهران

موضوع فوق را در سخنرانی خود به چهار بخش تقسیم می‌نمایم:

I - پرخوری و عدم رعایت رابطه علمی و معقول در نوع غذاها

II - عوامل فیزیکی و شیمیایی که موجب تحول در غذا می‌شوند

III - تکنولوژی غلط یا ناقص در صنایع غذایی

IV - بررسی آثار سموم دفع‌اناث، متدهون در غذای روزانه مردم توسط مقامات بهداشتی کشور و هماهنگ کردن میزان آنها در بدن طبق مقررات بین‌المللی

I - پرخوری و عدم مراعات رابطه علمی و معقول در نوع غذاها

الف.

توانایی انسان جهت تغذیه محدود است و ارتباط به توانایی مکانیکی و شیمیایی بدن دارد. یک مرد فرانسوی در ۲۴ ساعت نیاز به حدود ۲۲۰۰ کالری انرژی دارد. برای گوارش غذایی که این مقدار کالری را تامین کند دستگاه گوارش باید ۲۲۰ کالری انرژی مصرف کند که برابری می‌کند با یک موتور کوچک $\frac{1}{10}$ اسب بخار که ۸ ساعت کار کند و ۱۵۰ گرم بنزین مصرف نماید. بنابر این توانایی معقول دستگاه گوارش با اختلاف حدود ۲۰٪

در این حد است.

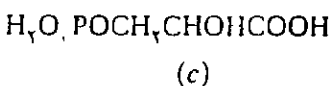
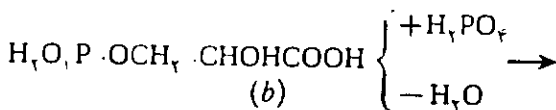
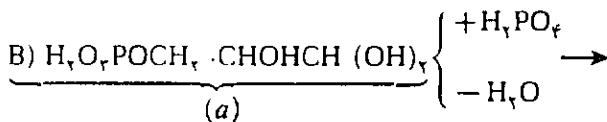
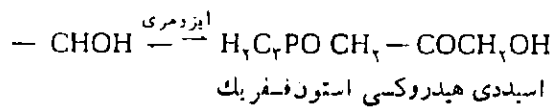
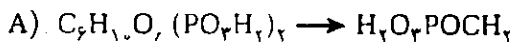
توانایی شیمیایی نیز محدود است. بدین معنی که دیاستازها یا آنزیم‌ها که از طریق بزاق معده، کبد، لوزالمعده، کیسه صفرا، روده کوچک و روده بزرگ ترشح می‌شوند و میزان آنها در ۲۴ ساعت تقریباً مشخص است و بسیاری از آن را بدن باید بسازد توانایی محدود دارند. از سوی دیگر مواد غذایی وقتی می‌توانند برای بدن مفید باشند و زیان نداشته باشند که مسیر واکنش بیوشیمیایی آنها شامل باشد* (مسیر تخمیر تابلو ۱). هیدروکربنها به CO_2 و H_2O ، پروتئینها به اسیدهای آمینه و چربیها نیز به CO_2 و H_2 تبدیل می‌شوند. اگر مسیر تخمیر هر یک از مواد غذایی را که معمولاً کلاسیک است در نظر آوریم ملاحظه می‌شود که محصول بینابین آنها یا سمی و یا غیر مفید است مانند آلدئیدها، ستن‌ها، آلدئید اسیدها، دی و تری‌پپتون‌ها که انرژی‌زا هستند.

حال اگر در اثر پرخوری، بدن قادر نباشد عمل تغذیه را به‌وجه احسن انجام دهد مقداری سم شیمیایی در بدن ایجاد می‌شود که درباره هر یک از آنها از نظر سم‌شناسی می‌توان بحث کلی نمود.

خطر دوم این است که غذای متابولیزه نشده پس از عبور از روده کوچک وارد روده بزرگ می‌شود که محیط بسیار مساعد برای رشد میکروبهایی است که در روده بزرگ وجود دارد. این میکروبهها پس از تکثیر زیاد برخلاف مسیر طبیعی به‌روده کوچک مراجعت کرده و مسمومیت‌های شدید ایجاد می‌کند.

در تخمیر گلوکز مسیر واکنش بیوشیمیایی به‌قرار زیر است:

آلدئید فرفورگایسریک اسید هگزوز دی فسفریک



کردن ۱۵۰ میلی‌گرم یدید سدیم و یا پتاسیم در یک کیلو نمک این کمبود جبران شود (استفاده از یدید پتاسیم به علت وجود پتاس جهت جلوگیری از انقباض عضلات پیشنهاد می‌شود). ید، یکی از عناصر تشکیل‌دهنده هورمون تیروئید است.

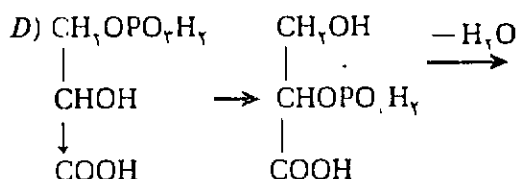
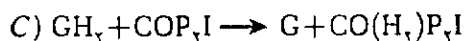
در کشورهای کوهستانی و دور از دریا کمبود ید مشخص است. در کشور سوئیس، قسمتی از خاورمیانه، آسیای جنوب شرقی، هیمالیا، آمریکای لاتین و آمریکای مرکزی کمبود ید محسوس است که در اغلب این نقاط نمک یددار مصرف می‌کنند.

کمبود ید موجب بیماری گواتر یعنی بزرگ شدن غده تیروئید می‌شود. کم‌کاری تیروئید، موجب عدم رشد استخوانها، کوتاهی قد، خشک شدن و آماس شدن پوست بدن، چروک‌های عمیق، عقب‌افتادگی مغزی، موجب کاهش سوخت و ساز اصلی و سوخت و ساز جسمانی و کندی تمام کارکردهای حیاتی از جمله کندی رشد قوای عقلانی می‌شود و اکسیداسیون سلولی را مختل می‌سازد. باید بخصوص به کودکان این مناطق هر هفته یک میلی‌گرم ید داده شود. بدن انسان به‌طور معمول باید دارای ۲۰ تا ۵۰ میلی‌گرم ید باشد که ۲۰ تا ۴۰٪ آن در غده تیروئید متمرکز است (غده تیروئید حدود ۲۰ گرم جرم دارد). روزانه ۱/۱ تا ۲/۲ میلی‌گرم ید برای بدن لازم است. درباره تعادل غذایی مثالهای متعدد برای مواد الی، معدنی، ویتامینها و... می‌توان بیان نمود که از بحث ما خارج است. اشاره می‌کنم به پروتئین‌ها که ضامن ایجاد اسید آمینه بدن است که تمام بافت‌ها، آنزیم‌ها و هورمون‌ها به آنها نیاز دارند و بدن انسان از ۲۲ اسید آمینه، ده نوع آن را نمی‌تواند بسازد و ۱۲ نوع آن قابل ساخت در بدن است بنابراین لازم است در غذای روزانه اسیدهای آمینه ضروری تامین شود و در واقع پروتئین‌ها بعد از آب ماده اصلی غذای بدن است.

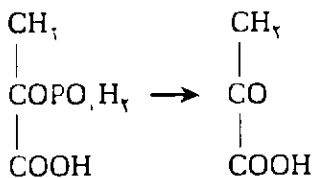
ج - روغن‌ها

آخرین موضوع مربوط به بند ا، چربی‌های خوراکی است که بحث فعلی کشور است. در سمیناری که با شرکت ۷۰ نفر از متخصصین زیست شیمی و صنایع روغن نباتی.

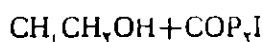
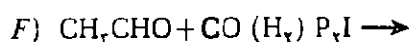
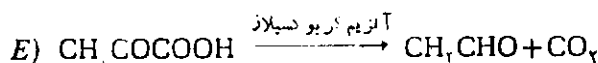
* منظور مسمومیت شیمیایی است.
** توضیح - تعریف تغذیه طبق گفته پرفسور ترمولیر، عمل تبدیل بیولوژی است که مواد خوراکی جهت تامین نیاز سلولی پس از جذب به بدن انجام می‌دهند.



اسید β فسفریک اسید α فسفولگسیریک



اسید پیروویک اسید فسفوزول پیروویک



کربوکسیلاز یا استرفریک ویتامین B_۱ تابلو (۱)

ب. رابطه نامناسب در نوع غذاها

با یک بررسی اجمالی در تغذیه ملاحظه می‌شود که کمبود هر یک از مواد غذایی ضروری برای بدن ایجاد مسمومیت، عوارض و یا بیماریهای گوناگون می‌کند که به‌در چند نمونه آن اکتفا می‌نماییم.

وقتی غذا فاقد ویتامین B به‌خصوص ویتامین B_۱ باشد (ویتامینی که در میوه‌ها و سبزی‌ها یافت می‌شود و بدن نمی‌تواند آنرا بسازد) ضمن ایجاد بیماریهای شناخته شده متابولیسم کلوئیدها مختل شده و به‌طور کامل تا مرحله CO_۲ و H_۲O انجام نمی‌گیرد. (به مسیر تخمیر توجه شود).

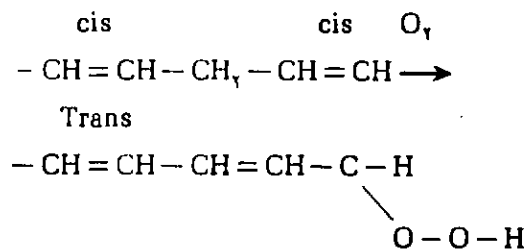
بنابراین مراد سمی که در مسیر تخمیر باقی می‌مانند موجب عوارض عصبی شدیدی شوند که در روی جانوران مختلف این عمل ملاحظه می‌شود (به‌خصوص روی کبوترها به‌صورت polynervite) شواهدی در دست است که در اثر عدم تعادل قند و ویتامین B مسمومیت‌های غذایی در کودکان ایجاد شده است و مصرف شکلات و شیرینی به‌مقدار زیاد در صورتی که همراه با ویتامین B نباشد در کودکان ناراحتی‌های شدید عصبی و دستگاه گوارش را سبب شده است.

مثال دیگر کمبود ید است که در کشور ما اهمیت زیاد دارد. در آب تهران به‌علت ضد عفونی کردن با کلر، ید وجود ندارد و بیماری گواتر زیاد است و شاید با اضافه

در بیشتر روغنهای نباتی اسید لینولئیک به مقدار زیاد وجود دارد، که اسید چرب اصلی و حیاتی بوده و آسیب پذیر نیز است، جادارد بررسی خود را از نظر اکسیداسیون روغنها بر روی اسیدلینولئیک متمرکز سازیم (چون اسید لینولئیک در اغلب روغنها به مقدار کم وجود دارد از بحث آن صرف نظر می شود).

الف. اکسید شدن اسیدلینولئیک

بیش از ۸۰٪ اسیدلینولئیک ضمن اکسید شدن به فرم A در می آید. عمل اکسیداسیون با پیروی از قانون خاص تا مرحله شکسته شدن مولکولها ادامه پیدا می کند و محصولات حاصل همگی سمی اند. آغاز اکسیداسیون به روش زیر است:



این اکسیداسیون ساده از نظر تغذیه دشواریهای متعدد ایجاد می کند:

۱. روغن را از وجود یک اسید چرب اصلی و حیاتی برای بدن محروم می سازد زیرا ضمن اتواکسیداسیون محل پیوند دوگانه نیز تغییر می کند و جسم تسلید شده، اسید چرب دارای کمال مطلوب نیست.

۲. این جسم به حالت ترانس در می آید بنابراین متابولیسم آن تحت پرسش است.

۳. این جسم در اثر گرما و هنگام پخت تبدیل به پلیمر حلقوی می شود.

۴. عمل اکسیداسیون ادامه پیدا می کند، مولکولها شکسته می شود و موادی نظیر آلدید، ستون، آلدیداسید، آلدید اپی هیدریک و غیره می دهد که هر یک به نوبه خود سمی هستند و عکس العملهای خاص در بدن دارند.

ب. اثر گرما بر روغنها

گرچه بحث فعلی ما درباره روغنهای گرمادیده است ولی بی مورد نیست که گفته شود بسیاری از کارشناسان مواد غذایی مصرف بیش از میزان مجاز روغنها را مضر می دانند تا جایی که عده ای از آنها عقیده دارند که مصرف زیاد چربیها نزد اشخاصی که برای بیماری سرطان آمادگی دارند بروز آن را تسریع می کند و بر تعداد غدد سرطانی می افزاید.

در ماه مارس ۱۹۸۶ در شهر seivino ایتالیا تشکیل شد، کارشناسان بر این عقیده بودند که فقط حدود ۲۵٪ کالری لازم دریافتی باید از چربیها تأمین شود، مشروط بر این که روغنهای اشباع نشده (polyunsaturated) و اشباع شده (saturated) دارای رابطه ذیل باشند: $\frac{p}{s} = \frac{1}{3}$ البته بعضی کشورها مانند آمریکا و کشورهای اروپایی و فرانسه بیش از ۴۰٪ کالری لازم را از چربی می گیرند حتی در پاریس این رقم به ۴۴٪ می رسد که موجب نگرانی مراکز بهداشتی است. در کشور منا طبق استانداردی که در نظر گرفته اند بین ۲۰ تا ۳۰٪ از کالری لازم توسط چربی منظور شده که کاملاً معقول است. و ضمناً حدود ۲۰٪ کالری روزانه لازم برای بدن یعنی حدود ۱۵ گرم را باید اسیدهای چرب اصلی تشکیل دهد.

اسیدهای چرب اصلی و مهم برای بدن عبارتند از:

AC. ARACHIDONIC	C۱۸
AC. LINOLEIC	C۱۸
AC. LINOLENIC	C۱۸

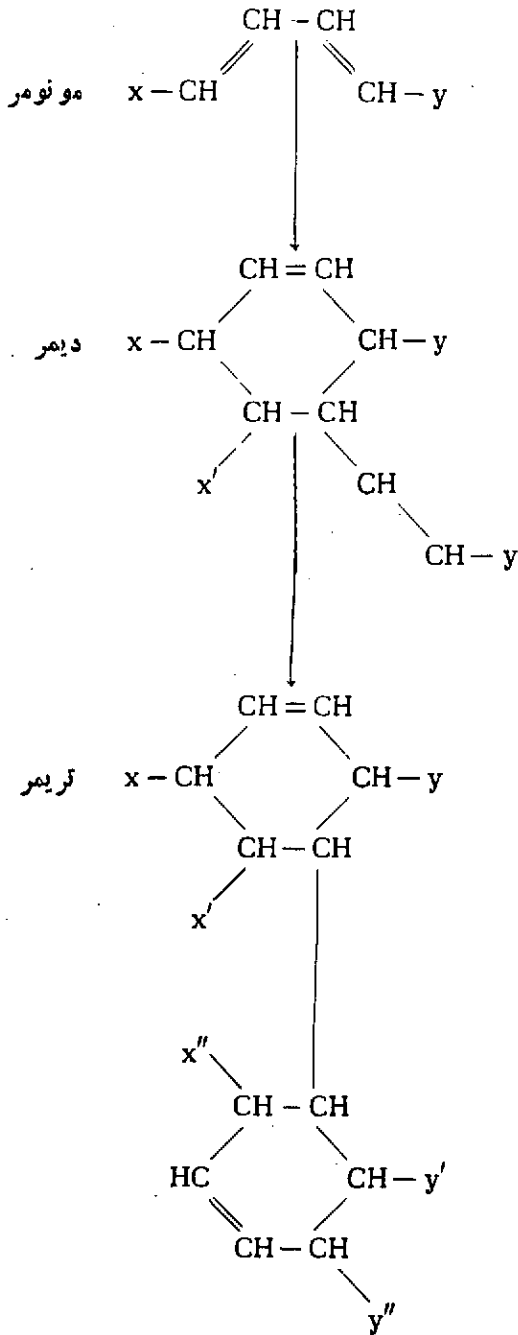
این سه اسید، ویتامین F را تشکیل می دهند. بدن انسان بخوبی می تواند از اسیدلینولئیک، اسیداراشیدونیک بسازد. بنابراین اسید چرب کاملاً ضروری نه باید وارد بدن شود اسید لینولئیک است که ملاحظه خواهیم کرد در اثر پخت بد و تکنولوژی نادرست نه تنها از بین می رود بلکه تبدیل به یک ماده سمی می شود.

II - عوامل فیزیکی و شیمیایی که موجب تحول در غذا می شوند

در گردهمایی ماه پیش انجمن درباره واکنش Louis Maillard مطالبی بیان کردند و اثر اسیدهای آمینه نظیر لیزین (Lysin) تحت عوامل فیزیکی و شیمیایی بر روی قندها (نظیر فروکتوز و لاکتوز) بیان شد و اشاره ای به سمی بودن فروکتولایزین و لاکتولایزین نمودند که نیازی به بحث مجدد نیست و جا دارد که در بحث امروز گروه غذایی دیگری نظیر چربیها و روغنها را مورد بررسی و مطالعه قرار دهیم.

روغنها بطور کلی تحت تأثیر اکسیژن هوا قرار می گیرند یعنی اتواکسیداسیون و این عمل در روی روغنهایی که اسید چرب آنها بیش از یک پیوند دوگانه دارد سریعتر انجام می شود. ضمناً عواملی نظیر حرارت، رطوبت، اشعه فرابنفش سطح تماس روغن و هوا، کاتالیزورها نظیر مس و آهن و همچنین سرد و گرم کردن روغن به طور متناوب بر سرعت این اتواکسیداسیون می افزاید. چون

چنانچه ملاحظه می‌شود اسید چرب وقتی در مقابل گرما به فرم ترانس درمی‌آید محل پیوند دوگانه خود را تغییر می‌دهد. باید در نظر داشت اسید چرب با دو پیوند دوگانه وقتی اکسید شده باشد به سادگی جسم حلقوی دایمر می‌دهد که بسیار سمی است. طبق شمای بعدی تریمر نیز ایجاد می‌شود.



باید در نظر داشت که اسیدهای چرب که بیش از دو پیوند دوگانه دارند ممکن است در اثر گرما به صورت مونومر حلقوی بسیار سمی درآیند و این عملکرد در مواد غذایی دریایی زیاد اتفاق می‌افتد.

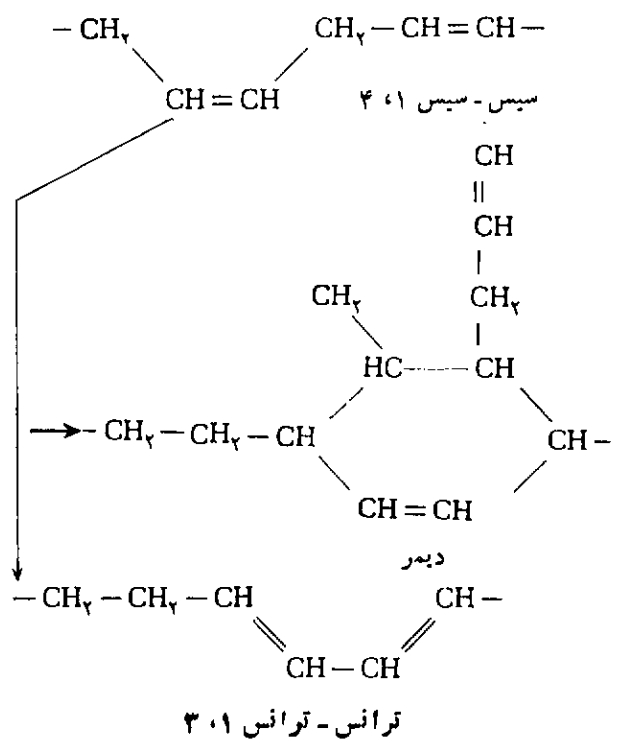
در خلال سی سال اخیر دانشمندان متعددی درباره روغنهای گرما دیده مطالعات عمیق کرده‌اند از پنجاه بررسی که در اختیار بوده به چند نمونه که می‌توان نتیجه نهایی را از آنها گرفت اشاره می‌کنیم از جمله بررسی در CNRS (مرکز تحقیقات علمی).

مصرف روغنهای حرارت دیده و خطرات ناشی از آن ارتباط به کشور خاصی ندارد بلکه تمام کشورها با این مشکل درگیرند. آمریکا به‌طور متوسط سالانه ۸۶ میلیون کیلو روغن تخم پنبه و ذرت تحت عملیات حرارت طولانی (۱۷۰°C تا ۲۰۵°C) برای تهیه chips مصرف می‌کند. فقط اطلاع از علل ایجاد خطر می‌تواند در رفع پیشامدها کمک نماید. خوشبختانه در سالهای اخیر بررسی‌های شیمیایی و فیزیولوژیکی کم و بیش انجام گرفته که مشکلات را تا اندازه‌ای حل کرده است.

ما قبل از آنکه درباره جداول بحث کنیم و اثر فیزیولوژیکی روغنهای حرارت دیده را مورد مطالعه قرار دهیم به چند بررسی مفید شیمیایی می‌پردازیم:

۱. اسیدهای چرب با چندین پیوند دوگانه در اثر گرما يك مونومر حلقوی بسیار سمی ایجاد می‌کنند (مانند سویا).

۲. اسیدهای چرب با دو پیوند دوگانه در مقابل گرما ابتدا يك فرم ترانس-ترانس ایجاد می‌کنند و طبق روش Diels-Alder به صورت حلقه در می‌آید که سمیت کمتر دارد طبق شکل زیر:



اثر فیزیولوژیک روغن‌های گرمادیده

ملاحظات	علائم بیماری که مشاهده می‌شود	ماده چربی بکار رفته و درصد در رژیم غذایی	شرایط گرمه ا دادن و نوع حیوان مورد آزمایش	محقق
In-Vivo پایین آمدن سرعت هیدرولیز بالیپاز پانکر آتیک	پایین آمدن رشد به خصوص در مورد ذرت پایین آمدن جذب در جهاز هاضمه و بزرگ شدن کبد	روغن زیتون - ذرت تخم پنبه - هیدروژنه Oleo - Oil	۱۸۰°C و ۲۴ ساعت همراه با هوادادن RATS	Johnson, Perkins, Sucal, Kummerow
تقسیم اسید لینولئیک	پایین آمدن شدید رشد	روغن ذرت گرمادیده قسمتی که با اوره کمپلکس نمی‌دهد		
	رشد عاری	قسمتی که کمپلکس می‌دهد با اوره		
	اثر سوئی نیست	چربی کره ۲۰%	۲۰۰°C و ۲۴ ساعت هوا دادن RATS	Johnson Sakuragi Kummerow
	کمی پایین آمدن رشد	روغن نباتی هیدروژنه ۲۰%		
	اسهال - پایین آمدن اشتها - پایین آمدن رشد	روغن ذرت ۲۰%		
در صورتی که کمی هویج به جانور داده شود آثار بیماری از بین می‌رود.	تورم جهاز هاضمه قبل از معده آثار کمبود ویتامین A کم شدن ویتامین A در کبد	مخلوط روغن تخم پنبه وبالن	۲۰۰°C تا ۲۲۰°C ۳۰ مرتبه هر بار ۲۰ تا ۳۰ دقیقه در هوا ولی در ظروف بسته است. RATS	Beck Peacock
شرایط آزمایش دقیقاً مشخص نشده است.	اغتشاش کلی در دستگاه گوارش و سرطان کبد	تغذیه طولانی	۲۰۰°C و بیشتر موش کوچک SOURIS	Waterman
	پایین آمدن و یا توقف کامل رشد - کم شدن طول عمر پاراکسیزی متشابه به فقدان ویتامین E مواردی زخم روده‌ها سپروزکبد	پیه خوک ۵۰% مدت طولانی	۳۰۰°C دو ساعت ۳۵۰°C ۳۰ دقیقه در هوای اولی در ظرف بسته RATS	Morris Larsen Lipincott
	پایین آمدن رشد بالا رفتن وزن کبد و ازدیاد ماده چربی مرگ تمام حیوانات در یک هفته	روغن کنجد، روغن نارگیل ۱۵% روغن کنجد روغن نارگیل ۳۰%	۲۷۰°C - ۸ ساعت در هوای آزاد (RATS)	RAJU RAJAGOPALAN
	عارضه در دستگاه گوارش - غدد سرطانی بعد از دو سال	روغن زیتون - پیه گوسفند - گوساله - خوک خوراک طولانی	۳۵۰°C - ۲۰ دقیقه در هوا (RATS)	ROFFO

اثر فیزیولوژیک روغن‌های گرمادیده

ملاحظات	علائم بیماری که مشاهده می‌شود	ماده چربی به‌کار رفته و درصد رژیم غذایی	شرایط حرارت دادن و حیوان مورد آزمایش	محقق
با تزریق زیر- پوستی چندین مورد سرطانی	زخم قبل از معده و زخم معده	پیه‌خوک- خوراک طولانی ۱۸ - ۲۴ ماه	۲۵۰°C - ۲۰ دقیقه در هوای آزاد	LANE BOLCKENSTAFF
	اغتشاش در شیر جانور مرگ نوزادان	روغن کتان ۱۰%	۲۷۵°C موش (RATS) ماده	CRAMPTON FARMER
	جذب نشده - اسهال - پایین آمدن رشد مرگ	قسمت روغن کتان که دارای دیمر است DIMIRE	۲۷۵ °C ۱۲ - ۲۴ ساعت در مجاور گاز CO ₂	CRAMPTON et al
با ازدیاد اسید لینولئیک سمیت اضافه می‌شود	سمی ولی کمتر از کتان	قسمتی از روغن کتان و قسمت MENHADEN تقطیر شده آن کمپلکس با اوره نمی‌دهد ۲۱/۵%، ۱۵%، ۲۵% مونومر- بادام چینی گرفته می‌شود Soia	جدا کردن با (حلال، تقطیر و جمع شدن با اوره)	CRAMPTON et al
	کمتر سمی	قسمتی که مربوط است به روغن آفتابگردان		

هستند مانند:

- روغن کتان، سویا، روغنهای ماهی‌های مختلف منداب و بالاخره *Menhaden* در صورتی که تحت تأثیر گرمای زیاد و مدت طولانی قرار گیرند ایجاد یک مونومر حلقوی سمی خطرناک می‌کنند که متخصصین این جسم را با کمک حلال و یا تقطیر مولکولی جدا نموده‌اند (که بسادگی تقطیر می‌شود) جسم بدست آمده بر روی جانوران مختلف آزمایش شده و ایجاد مسمومیت کرده است.
- روغنهایی که دو پیوند دوگانه دارند مانند کلیه روغنهای مایع غیر از زیتون، پالم و غیره در صورتیکه قند شده باشند و یا در معرض هوای زیاد و بهم‌زدن طولانی قرار گیرند ایجاد یک دیمر سمی می‌کنند که این اجسام را به وسیله تقطیر مولکولی (باقیمانده تقطیر) جدا کرده و آنها نیز سمی‌اند.
- دیمرهای اکسید نشده و تریمرها نیز عوارضی داشته ولی سمیت

نتیجه:

نتیجه‌ای که می‌توان از تحقیق و تجسس کارشناسان گرفت تا اندازه‌ای نگران‌کننده است ولی پس از بیان نتیجه حاصل به دو موضوع اشاره خواهیم کرد که تا اندازه‌ای از این نگرانی جلوگیری می‌نماید. از جداول ارائه شده نتیجه گرفته می‌شود که روغنهای مایع در اثر گرمای زیاد و اکسیداسیون، روی جانوران آزمایشگاهی عوارض زیر را ایجاد می‌کند:

مرگ، سرطان دستگاه گوارش، زخم‌ها در مسیر دستگاه گوارشی، قطع‌ویاکندی رشد، جلوگیری از هضم، بزرگ‌شدن کبد و کم‌اشتهایی. البته این عوارض تابع نوع روغن، زمان و نحوه گرمای دادن است. به‌طور مثال در روغنهایی که دارای چندین پیوند دوگانه

آنها کمتر است.

۴. اگر چه بعضی از کارشناسان دربارهٔ ایجاد سرطان دستگاه گوارش اختلاف عقیده دارند ولی عموم آنها با جلوگیری از رشد، ایجاد زخم معده و بالاخره بدی گوارش و بزرگ شدن کبد متفق القول است.

۵. کارشناسان توجه پیدا کرده اند که علاوه بر دیمر و تریمر که به آنها اشاره شد مواد شیمیایی متعددی که در روغنهایی که گرمای زیاد و طولانی دیده اند ایجاد می شود که اکثر آنها سمی اند.

۶. کمبود و فقدان ویتامین A در بدن که بعضی از کارشناسان به آن اشاره کرده اند و عقیده دارند همراه با پلیمرهای جذب نشده از بدن خارج و دفع می شود.

دو نکته ای که لازم بود به آنها اشاره شود این بود که اولاً پژوهشگران بررسی خود را در دمای کم و بیش بالا و زمان طولانی انجام داده اند و این عمل در صنعت پخت غذا و آشپزخانه اگر دقت شود کمتر اتفاق می افتد و دوم این که برای جلوگیری از این خطر به نکات زیر باید توجه شود:

۱. همانطور که قبلاً نیز اشاره شد بدن نیاز به اسیدلینولئیک دارد و باید حداقل روزانه ۱۵ گرم وارد بدن شود لذا باید روغن های مایع عادی نظیر ذرت، تخم پنبه، آفتابگردان و سویا به صورت سالاد مصرف شود.

۲. از بکارگیری روغن ها که بیش از دو پیوند دوگانه دارند، برای سرخ کردن غذاها باید دوری جست مانند روغن سویا، منداب تصفیه شده، کتان و روغن های ماهی.

۳. از بکارگیری روغن های مایع تند شده جهت سرخ کردن غذاها باید اجتناب کرد.

۴. مصرف روغن های مایع در غذاهایی که همراه با آب است، مثل تهیه برنج، غذاهای آب پز و خورشها مشروط بر اینکه با روغن سرخ نکرده باشند زیرا بخار آب متصاعد شده مانع تماس اکسیژن با روغن می شود و خطر پلیمریزه شدن و ایجاد چربی های سمی حلقوی را مرتفع می سازد.

۵. در صورتی که بخواهید از روغن های مایع مجاز جهت سرخ کردن استفاده نمایید باید کوشش کنید دما از 150°C تجاوز نکند چون معمولاً غذاهایی که باید سرخ شود دارای آب است و بخار آب تولید شده مانع تماس اکسیژن و روغن می شود.

۶. در تهیه سیب زمینی سرخ شده صنعتی از در شناور (فلوتوان) استفاده می کنند که مانع تماس روغن با هوا می باشد.

III - تکنولوژی غلط یا ناقص در صنایع غذایی

تکنولوژی صنایع غذایی دائماً در حال ترمیم و تکمیل است

بنابر این نمی توان اظهار نمود که روشهای متداول امروز روشهای کمال مطلوب است. نقص در این روشها می تواند از نگهداری مواد اولیه تا تولید محصول باشد.

این نواقص در تکنولوژی تهیه شیر خشک، تهیه غذای کودک، نگهداری غلط دانه های روغن و نگهداری ناصحیح روغن های حاصله که موجب تندی و فساد مواد اولیه می شود و صدها مورد دیگر قابل ذکر است.

از طرف دیگر مواد اولیه غذایی که محتوی ماده سمی است و باید با تکنیک خاص آن را تصفیه کرد نیز مورد بحث می باشد مثلاً دانه های تخم پنبه که دارای گسیپل است و دانه های دیگر نظیر باقلا (*Feve*). یا باقلای مخصوص بنام *Caps* و *Rangoon* که دارای گلوکوزید اسید سیانیدریک است و باید به نحوی تصفیه شوند که رقم سمی گلوکوزید آن از حد مجاز تجاوز نکند.

لازم به یادآوری است که یکی از همکاران ما آقای مهندس مظلومی در سالهای اخیر مطالعه و تحقیق بسیار جالبی در روی دانه های *Amygdalus scoparia* که بادام وحشی گونه است، نموده اند. این دانه در نقاط مختلف کشور به قدر وفور یافت می شود روغن و کنجاله آن مشروط بر اینکه گلوکوزید آن گرفته شود غذای مطلوبی است. خوشبختانه ایشان موفق شدند با روش خاص این عمل تصفیه را به وجه احسن انجام دهند. ما امیدواریم ایشان در کنگره بعدی صنایع غذایی، بررسی های خود را ارائه دهند.

چون همانطور که اشاره شد گلوکوزید اسید سیانیدریک در بسیاری از محصولات کشاورزی ما وجود دارد بی مورد نیست که در اطراف این سم توضیح مختصری داده شود.

برای اینکه به میزان خطر این سم پی ببریم لازم است گفته شود که کودکان پنج یا شش ساله در صورتی که کمتر از ده دانه بادام تلخ بخورند مسموم می شوند و امکان مرگ آنها زیاد است.

معمولاً همراه با محصول و دانه های محتوی گلوکوزید-اسید سیانیدریک آنزیمی وجود دارد که بیشتر بنام *Emulsine* بیان می شود. این آنزیم در محل مرطوب می تواند گلوکوزید اسید سیانیدریک را بشکند و سیانید آنرا جدا سازد و این عملی است که در داخل معده انسان و حیوان انجام می گیرد. مسمومیت با اسید سیانیدریک و سیانیدها به عنوان مسمومیت برق آسا شناخته شده است. از راه تنفس اثر آن بسیار سریع ($3/5$ میلی گرم در لیتر هوا) مرگ آنی می دهد و از راه خوراک ($2/5$ گرم برای یک شخص بالغ) موجب مرگ می شود.

مجهزتر بودند موفق شدند نوع ترکیبهای آلی کلردار را مشخص کرده و تفکیک سازند به طوری که بررسیهای کشور آمریکا نشان می‌دهد ۱۰ میلی‌گرم *D. D. T* و ۰/۶ میلی‌گرم لیندان و ۰/۱ میلی‌گرم دیلدرین در هر کیلو بدن افراد از این سموم ملاحظه می‌شود. و این رقم برای افراد کشورهای مختلف متغیر است و همانطور که اشاره شد بیشتر این سموم در چربیهای ذخیره بدن متمرکز است و به‌طور مسلم متابولیسم چربی بدن را مختل می‌کند. عده‌ای از متخصصین معتقدند که سهمی از ناراحتی‌های قلبی و عروقی می‌تواند در اثر این تمرکز کلر آلی در ذخائر چربی بدن باشد.

نتیجه حاصل این است که یک انسان با وزن مشخص چه مقدار از سم معین را می‌تواند در ۲۴ ساعت جذب کند بدون آنکه به سلامتی او خللی وارد شود. این مقدار را *ADI* می‌گویند. برای بسیاری از سموم *ADI* مشخص شده در جدولها منعکس است.

بررسی و تحقیق در هر کشور به این طریق انجام می‌گیرد:

۱. مسئولین بهداشت کشور با کمک پزشکی قانونی و دانشکده‌های پزشکی، ذخائر سموم دفع آفات در بدن اشخاص را بررسی و مشخص می‌کنند.
۲. به‌صورت گزینش تصادفی میزان سموم دفع آفات متداول در غذای روزانه هر فرد بررسی می‌شود.
۳. ارقام به‌دست آمده با *ADI* بین‌المللی هم‌آهنگ می‌شود.

بررسی آثار سموم دفع آفات متداول در غذای روزانه مردم توسط مقامات بهداشتی کشور و اتخاذ تدبیری جهت هماهنگ کردن میزان آنها طبق مقررات بین‌المللی

باتوجه به تمرکز سموم دفع آفات نباتی و جانوری در بدن انسان و عوارض جدی و خطرناک که دیده شد، *WHO* (سازمان بهداشت جهانی) و مقامات بهداشتی بیشتر کشورها این موضوع را بسیار جدی تلقی کرده‌اند.

جهت روشن شدن مطلب لازم است در این باره به چند اصل مهم اشاره شود:

۱. بسیاری از سموم دفع آفات *Cumulative* هستند یعنی به مرور زمان در نقاط حساس بدن متمرکز می‌شوند (کید، کلیه‌ها، مغز، قلب، غدد داخلی، در ذخائر چربی بدن) و هنگامی که میزان آنها به حد معینی رسید خطرها و عارضه‌های آن ظاهر می‌شود.

۲. بسیاری از سموم دفع آفات *Cytotrope* و یا *Endotherapic* هستند یعنی به وسیله بافتهای گیاهی و ریشه جذب شده و از راه شیره گیاهان به اندام گیاه راه می‌یابند و حتی داخل میوه نیز می‌شوند (طالبی و خربزه و ...).

۳. بعضی از سموم دفع آفات مقاوم اند. (یعنی *Persistent*) این سموم مانند مواد رادیواکتیو نیم‌عمر شیمیایی و نیم‌عمر بیولوژیکی دارند. لازم است توجه شنوندگان گرامی را به بررسی دکتر هانس مایر جلب نماییم:

ایشان ثابت نموده‌اند که مقاومت بعضی از سموم در گیاه و یا خاک بسیار زیاد می‌تواند در خاک کشتزار تا پنج سال باقی بماند و هر سال در موقع کشت از راه ریشه وارد محصول جدید شوند. در آلمان روی سم آلدترین و دی آلدترین بررسی عمیق کرده‌اند و نیم‌عمر این سموم را ۱۶ ماه پیدا کرده‌اند. بنا بر این اگر یک زمین زراعی محتوای $1 ppm$ از این سموم باشد پس از چهار سال میزان سم در خاک $0.125 ppm$ خواهد رسید که می‌تواند بسادگی وارد محصول هویج، سیب زمینی، پیاز، کاهو و غیره شود و مسئله ساز باشد.

۴. *A. D. I* (میلی‌گرم سم مشخص برای هر کیلو بدن در روز *Acceptable Daily in tact for man*) آزمایش‌های متخصصین نشان می‌دهد که مقداری از بقایای سموم دفع آفات یا به صورت اصلی و یا تحول یافته در غذای روزانه باقی می‌ماند و همانطور که اشاره شد تمرکز آن در بدن مسئله ساز است. از سالها قبل ضمن آزمایشهای سم‌شناسی در پزشکی قانونی ایران وجود کلر آلی در ذخائر چربی بدن مشاهده شده بود و کشورهایی که



ترجمه دکتر علی سیدی
دانشیار دانشگاه تهران

فرمولهای ساختمانی، تغییراتی را که در اثر غلظت یونهای H_3O^+ در محلول روی می‌دهد، نشان دهید.

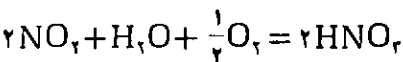
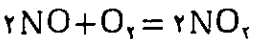
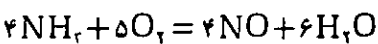
جرمهای اتمی نسبی: $Ar(N) = 14$ ؛ $Ar(O) = 16$ ؛

$Ar(H) = 1$ ؛ $Ar(C) = 12$

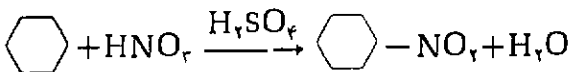
..... حل



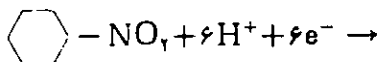
(A)



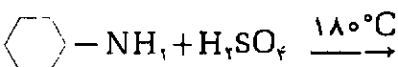
(B)



(C)



(D)



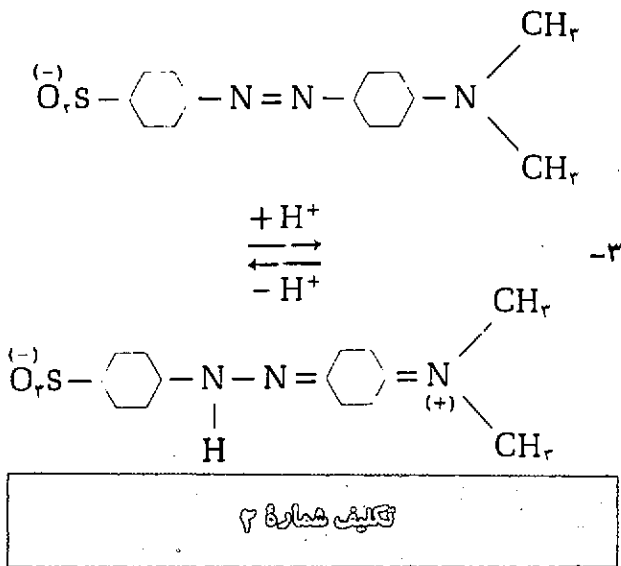
نگارشی شماره ۱

در تجزیه الکتروشیمیایی آب، در مدار الکتریکی، یک ولت کمتر، الکترودهای پلاتینی و یک باطری شامل ده پیل گالوانی، که به‌طور سری بهم متصل شده‌اند و هر یک دارای $1/5$ ولت و مقاومت درونی $5/4$ اهم می‌باشند، وجود دارد. مقاومت ولت‌متر $5/5$ اهم و ولتاژ پلاریزاسیون باطری $1/5$ ولت است. جریان الکتریسته به مدت ۸ ساعت و ۵۶ دقیقه و ۷ ثانیه از الکترولیت می‌گذرد. نیدروژن به‌دست آمده از این طریق برای سنتز با یک جسم دیگر مصرف شد. بدین ترتیب، جسم گازی شکل A تشکیل می‌شود که می‌تواند با عمل اکسیداسیون الکتروشیمیایی (از راه اکسید) به جسم B تبدیل شود.

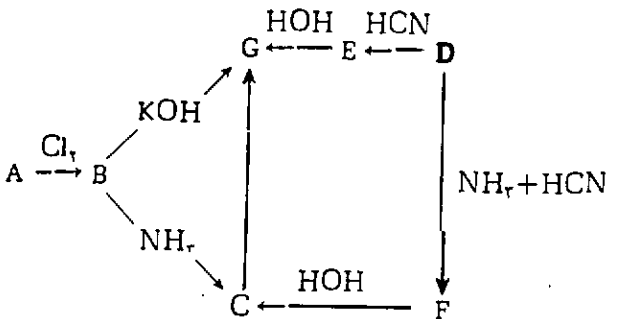
به کمک جسم B، امکان تهیه جسم C وجود دارد و از آن پس از کاهش به وسیله نیدروژن، می‌توان جسم D را بدست آورد. جسم D، در $180^\circ C$ ، با محلول غلیظ اسید سولفوریک واکنش می‌دهد و اسید سولفونیل تشکیل می‌دهد. به وسیله دی‌آزوتاسیون و جفت کردن آن با پارا- N_2O دی‌متیل‌آنیلین به یک رنگ آرزو، یعنی متیل اورانژ تشکیل می‌شود.

مسئله‌ها:

- ۱- معادله‌های شیمیایی تمام واکنشهای ذکر شده در بالا را بنویسید.
- ۲- جرم جسم D را حساب کنید.
- ۳- نام شیمیایی صحیح شناساگر متیل اورانژ را بنویسید. به‌کمک



ترکیب G را می توان با توجه به (طرح) زیر به چند روش تهیه کرد:

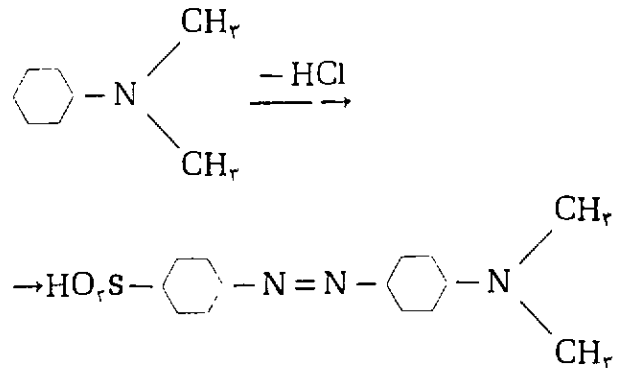
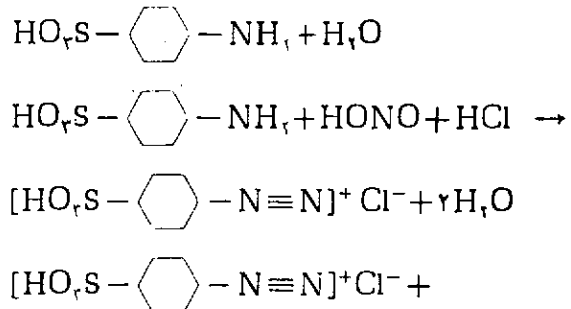


ترکیب A، ۴۸/۶۰٪ جرمی کربن، ۸/۱۰٪ نیتروژن و ۴۳/۳۰٪ اکسیژن دارد. با اکسید نقره (I) تازه تهیه شده واکنش می دهد و یک نمک نامحلول تشکیل می شود. از ۰/۷۴ g ترکیب A، مقدار ۱/۸۱ g نمک نقره (I) تشکیل می شود. ترکیب D دارای ۵۴/۵۴٪ کربن، ۹/۰۹٪ نیتروژن و ۳۶/۳۷٪ اکسیژن است. با NaHSO_4 ترکیب می شود و ترکیبی که دارای ۲/۱۶٪ گوگرد است، به دست می آید.

مسئله ها:

- ۱- فرمولهای خلاصه و همچنین فرمولهای ساختمانی اجسام A و D را بنویسید.
- ۲- فرمولهای ساختمانی اجسام B، C، E، F و G را بنویسید.
- ۳- واکنشهای طرح نشان داده شده بوسیله پیکانها را طبقه بندی و واکنشهای: B → G و D → E را دقیقتر بررسی کنید.
- ۴- فرمولهای ساختمانی ایزومرهای ممکن برای جسم G را بنویسید و نوع ایزومری را مشخص کنید. جرمهای اتمی نسبی: Ar(O) = ۱۶؛ Ar(H) = ۱؛ Ar(C) = ۱۲؛ Ar(S) = ۳۲؛ Ar(Na) = ۲۳؛ Ar(Ag) = ۱۰۸

حل



۴- دی متیل آمینو-۲- آزوبنزن سولفونیک اسید

$$m = \frac{M}{F \times Z} \times I \times t \times F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} \quad -2$$

$$I = \frac{b \times E_b - E_p}{R_e + b \times R_i} = \frac{10 \times 1.5 \text{ V} - 1.5 \text{ V}}{0.5 \Omega + 10 \times 0.4 \Omega} = 3 \text{ A}$$

b = تعداد پیلها

E_b = ولتاژ یک پیل؛

E_p = ولتاژ پلاریزاسیون؛

R_e = مقاومت ولتمتر؛

R_i = مقاومت درونی باطری؛

$$m(\text{H}_2) = \frac{1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 \text{ A} \times 32167 \text{ s} = 1 \text{ g}$$

از معادله ها:

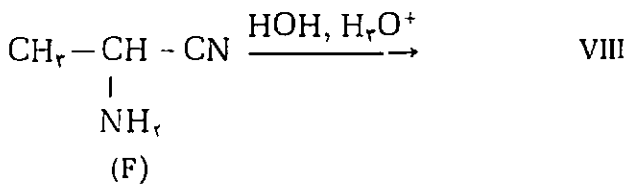
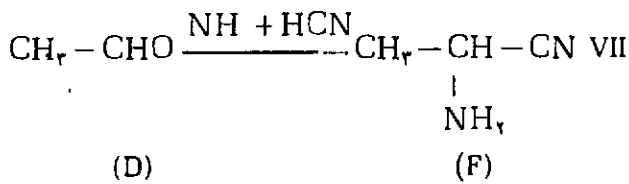
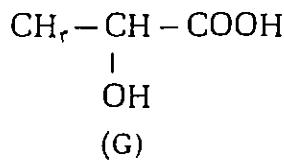
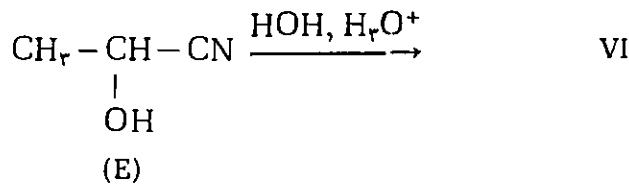
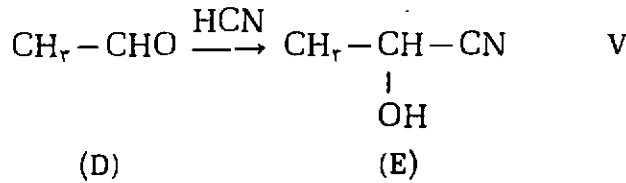
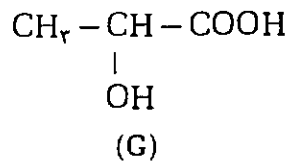
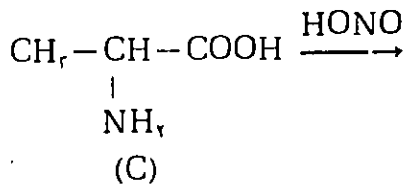
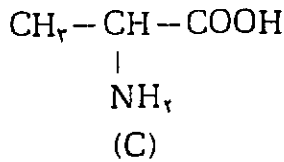
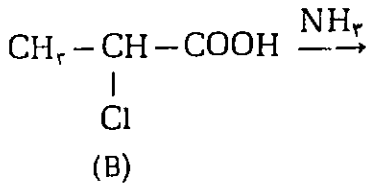
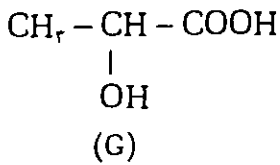
$$1 \text{ g H}_2 \text{ یعنی } \rightarrow 0.5 \text{ mol H}_2 \cong \frac{1}{3} \text{ mol NH}_3 \cong \frac{1}{3}$$

$$\text{mol HNO}_3 \cong \frac{1}{3} \text{ mol C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 \cong \frac{1}{3}$$

$$\text{mol C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \text{ (D)}$$

جرم محصول D:

$$m = n \cdot m = 31 \text{ g C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$$



III

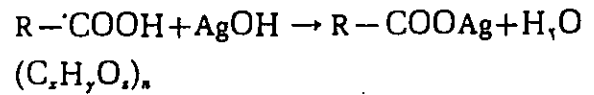
IV

V

VI

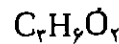
VIII

۱- ترکیب A:

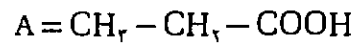


$$x:y:z = \frac{48/60}{12} : \frac{8/10}{1} : \frac{42/30}{16} = 1:2:0.67$$

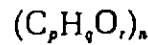
اگر $n=3$ باشد، در این صورت، فرمول خلاصه جسم A عبارت است از:



$$M(A) = 74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



ترکیب D:

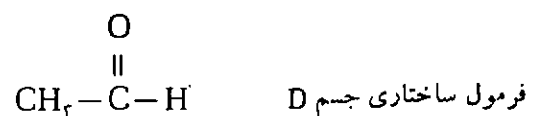


$$P:q:r = \frac{54/54}{12} : \frac{9/09}{1} : \frac{36/37}{16} = 1:2:0.5$$

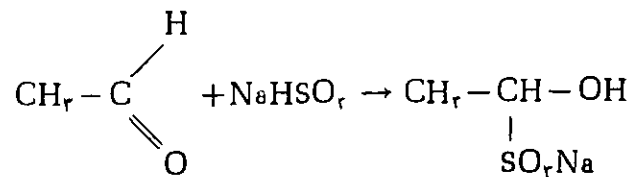
اگر $n=2$ باشد، در این صورت، فرمول خلاصه جسم D عبارت است از:



$$M(D) = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



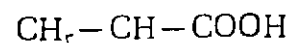
واکنش:



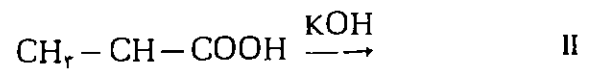
محصول واکنش دارای ۲۱/۶% گوگرد است.

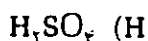


(A)



(B)





مسئله‌ها:

۱- غلظت یونهای H_3O^+ را در محلول G معین کنید.

۲- مقدار PH را در محلول A معین کنید.

۳- معادله واکنش شیمیایی را هنگامی که اجسام B و E بر یکدیگر اثر می‌کنند، بنویسید و جفت‌های اسید- باز مزدوج را مشخص کنید.

۴- خواص اسیدی- بازی اجسام A، B و C را مقایسه و معلوم کنید کدام یک خواص بازی بارزتری نشان می‌دهند. نظر خود را توجیه کنید.

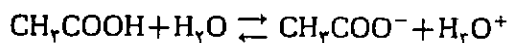
۵- معادله شیمیایی واکنش اجسام B با G را بنویسید و تغییر حالت تعادل را توجیه کنید.

۶- معادله واکنش شیمیایی میان اجسام C و E را بنویسید و جابجا شدن تعادل را توجیه کنید.

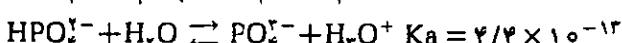
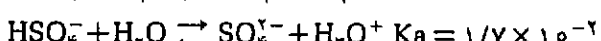
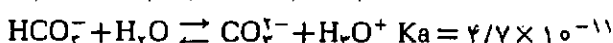
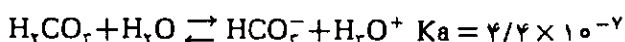
۷- حجم محلول D، لازم برای خنثی کردن Cm^3 ۲۰٪ از محلول H را حساب کنید.

۸- حجم کلرید تیدروژن موجود در یک لیتر از محلول A، اگر به حالت گاز در فشار $202/65 \text{ KPa}$ و دمای 27°C می‌بود، چقدر است؟

ثابت‌های یونیزاسیون:



$$K_a = 1/8 \times 10^{-5}$$



جرم‌های اتمی نسبی: $\text{Ar}(\text{Na}) = 23$; $\text{Ar}(\text{s}) = 32$

$$\text{Ar}(\text{O}) = 16$$

حل



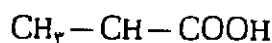
$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \times C} = \sqrt{1/8 \times 10^{-5} \times 0/1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1/9 \times 10^{-2} \text{ mol. dm}^{-3}$$

$$\text{PH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 2 \times 10^{-1} \quad -2$$

$$\text{PH} = 0/7$$



(C)

۳- I = واکنش جانشینی؛

II = واکنش جانشینی نوکلئوفیلی؛

III = واکنش جانشینی نوکلئوفیلی؛

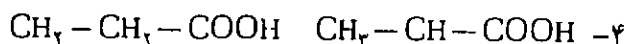
IV = واکنش جانشینی؛

V = واکنش افزایشی نوکلئوفیلی؛

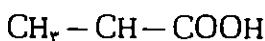
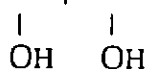
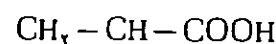
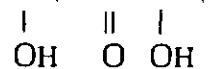
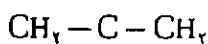
VI = واکنش افزایشی، تیدرولیز؛

VII = واکنش افزایشی؛

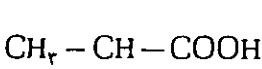
VIII = واکنش افزایشی، تیدرولیز؛



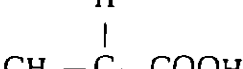
ایزومری موضعی



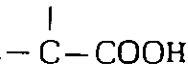
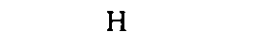
ایزومری ساختمانی



مخلوط راسمیک



(+) d



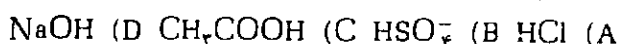
(-) l

ایزومری فضایی

(ایزومری نوری)

تکلیفی شماره ۳

محلولهای ۰/۲ مولار زیر در دسترس می‌باشند:



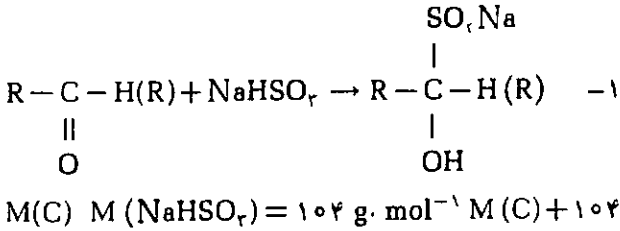
مسئله‌ها:

۱- فرمولهای ساختمانی اجسام A و B را بنویسید.

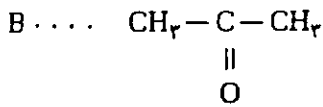
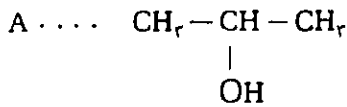
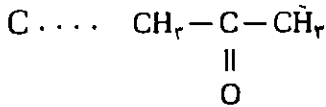
۲- نسبت مولی اجسام A و B را در مخلوط حساب کنید.

$Ar(Na) = 23$ $Ar(S) = 32$ $Ar(O) = 16$
 $Ar(C) = 12$

حل



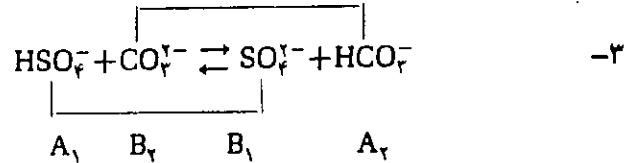
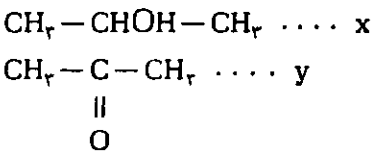
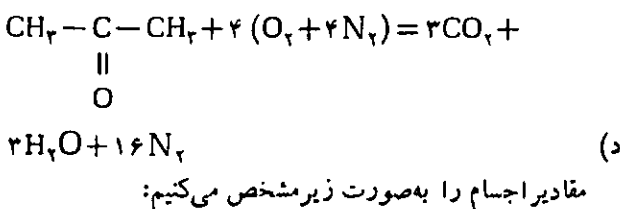
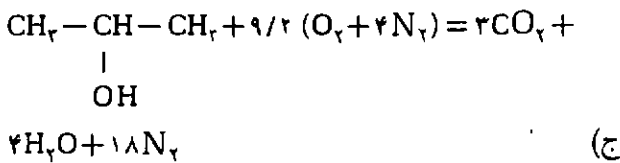
$$M(C) = 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \frac{M(C) + 104}{M(C)} = 2/7931$$



۲- مخلوط گازی، در شرایط STP، فقط می‌تواند شامل CO_2 و N_2 باشد، دی‌اکسید کربن در محلول نیتروکسید باریم جذب می‌شود و بنابراین:

الف) $V(\text{CO}_2) = 5/432 \text{ dm}^3 \times 0/1546 = 0/84 \text{ dm}^3$

ب) $V(\text{N}_2) = 5/432 \text{ dm}^3 - 0/84 \text{ dm}^3 = 4/592 \text{ dm}^3$



۴- با مقایسه ثابتهای یونیزاسیون، خواهیم داشت:

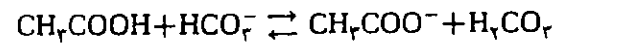
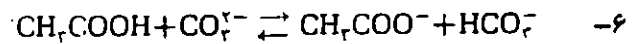
$K_a(\text{HCl}) > K_a(\text{HSO}_3^-) > K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$

بنابراین، قوت اسیدها، در رابطه با آب، به ترتیب داده شده در بالا، کاهش می‌یابد.

CH_3COO^- قویترین و Cl^- ضعیفترین باز مزدوج است.



تعادل بسوی تشکیل H_2PO_4^- و SO_3^{2-} جابجا می‌شود.



$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) > K_a(\text{H}_2\text{CO}_3) > K_a(\text{HCO}_3^-)$

تعادل بسوی تشکیل H_2CO_3 و CH_3COO^- جابجا می‌شود.

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = C \times V = 0/2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \times 0/02 \text{ dm}^3 = 0/004 \text{ mol}$

$V(\text{NaOH } 0/2 \text{ مولار}) = \frac{n}{C} = \frac{0/008 \text{ mol}}{0/2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 0/04 \text{ dm}^3$

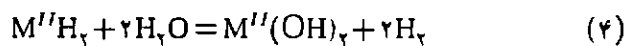
$V(\text{HCl}) = \frac{n \times R \times T}{p} =$

$\frac{0/2 \text{ mol} \times 8/314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 310 \text{ K}}{202/65 \text{ kPa}} = 2/544 \text{ dm}^3 \quad -8$

تکلیفی شماره ۴

مخلوطی شامل دو ترکیب آلی A و B است. هر دو ترکیب در مولکول خود اکسیژن دارند، و می‌توانند به هر نسبت دلخواه با یکدیگر مخلوط شوند. از اکسیداسیون این مخلوط، بعد از سرد کردن، فقط جسم C بدست می‌آید که با NaHSO_3 ترکیب می‌شود. نسبت جرم مولی جسم تشکیل شده در واکنش با NaHSO_3 به جرم مولی جسم C، برابر ۲/۷۹۳۱ است.

مخلوط اجسام A و B را در مجاورت مقدار استوکیومتری هوا (حسدوداً ۲۰٪ حجمی O_2 و ۸۰٪ حجمی N_2) در یک آب‌سنج می‌سوزانند که یک مخلوط گازی با حجم کل $5/432 \text{ dm}^3$ در STP تولید می‌کند. بعد از دمیدن این مخلوط گازی بدون محلول $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ، حجم آن تقریباً ۱۵/۴۶٪ کاهش می‌یابد.



عمل کرده: $0.005 \text{ mol } H_2O$ ، یعنی $0.09 \text{ g } H_2O$

(5)

عمل نکرده: $0.01 \text{ mol } H_2O$ ، یعنی $0.18 \text{ g } H_2O$

چون تمام هیدروکسیدهای فلزهای قلبایی به آسانی در آب حل می‌شوند، رسوب حاصل نشده $M''(OH)_y$ است، ولی این هیدروکسید نیز کمی در آب حل می‌شود.

بنابراین، ترکیب حل شده در محلول:

$$m'(M'OH + M''(OH)_y) = z$$

$$z = 0.077 \text{ g} \quad 30 = \frac{z}{z + 0.18} \times 100 \quad \text{در نتیجه:}$$

$$m'(M'OH + M''(OH)_y) = 0.077 \text{ g} \quad (6)$$

این مقدار نمایانگر $40/95\%$ از جرم کل هیدروکسیدها است،

یعنی جرم کل هیدروکسیدها به صورت زیر است:

$$m(M'OH + M''(OH)_y) = \frac{0.077 \text{ g} \times 100}{40/95}$$

$$= 0.188 \text{ g} \quad (7)$$

جرم $M''(OH)_y$ جامد:

$$0.188 \text{ g} - 0.077 \text{ g} = 0.111 \text{ g} \quad (8)$$

جرم دادن:



کاهش جرم: $0.027 \text{ g } (H_2O)$

(10) جرم $M''O$: 0.084 g

با توجه به (8)، (9)، و (10):

$$\frac{M(M''O)}{M(M''O) + 18} = \frac{0.084}{0.111}$$

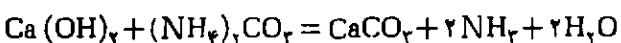
$$M(M''O) = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M(M'') = M(M''O) - M(O) = 56 - 16 =$$

$$40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M'' = Ca$$

رسوب دادن با $(NH_4)_2CO_3$:



با توجه به معادله‌های (الف)، (ج) و (د):

$$3x \times 22/4 + 3y \times 22/4 = 0.827 \quad (5)$$

با توجه به معادله‌های (ب)، (ج) و (د):

$$18x \times 22/4 + 16y \times 22/4 = 4.592 \quad (6)$$

با حل کردن معادله‌های (5) و (6) خواهیم داشت:

$$\frac{x}{y} = \frac{1}{4} \quad ; y = 0.01 \text{ mol} \quad ; x = 0.0025 \text{ mol}$$

تکلیف شماره 5

مخلوطی از دو فلز، که در جدول تناوبی مندلیف در گروه‌های متفاوت قرار دارند، در گرما با 56 cm^3 نیتروژن (اندازه‌گیری شده در شرایط STP) وارد واکنش شد و دو ترکیب یونی بدست آمد. این دو ترکیب تحت تأثیر 270 mg آب قرار گرفتند ولی فقط یک سوم آب وارد واکنش شد. یک محلول بازی تشکیل شد که در آن محتوای نیتروکسیدها 30% جرمی بود و در عین حال، رسوبی ته‌نشین شد که جرم آن $59/05\%$ جرم کل محصولهای تشکیل شده در واکنش بود. بعد از صاف کردن، رسوب را گرما دادند. جرم آن به 27 mg کاهش یافت.

وقتی مقدار استوکيومتری از کربنات آمونیم را به این محلول بازی افزودند، رسوبی تشکیل شد که کمی محلول بود، در عین حال، آمونیاک آزاد شد و هیدروکسیدهای موجود در محلول به $16/81\%$ کاهش یافت.

مسئله:

۱- فلزهای موجود در مخلوط ابتدایی و جرم آنها را معین کنید.

حل

از ترکیب شدن فلزهای قلبایی یا قلبی-ساخی با نیتروژن، هیدریدهای یونی تشکیل می‌شوند. با توجه به شرایط داده شده در تکلیف، یک فلز قلبایی (M') و همچنین یک فلز قلبی-ساخی (M'') در مخلوط وجود خواهد داشت.

معادله‌ها:

$$M' + \frac{1}{2} H_2 = M'H \quad (1)$$

$$M'' + H_2 = M''H_2 \quad (2)$$

$$M'H + H_2O = M'OH + H_2 \quad (3)$$

تکلیف‌های شماره ۶-۸ (تجربی) ششمین المپیاد بین‌المللی شیمی

تکلیف شماره ۶

لوله‌های آزمایش با نمونه‌های ناشناخته شامل مواد زیر اند:

- نمک يك اسيد كربوكسيليك؛

- يك فلز؛

- يك كربوئيدرات؛

- يك آميد.

با استفاده از واكنشگرهایی كه بر روی ميز آزمایشگاه در

دسترس می‌باشند، محتوای هر لوله آزمایش را معین کنید.

تکلیف شماره ۷

با استفاده از محلول موجود در لوله آزمایش شماره ۷،

كاتيونهای موجود در محلولهای شماره ۵، ۶، ۸ و ۹ را تعیین کنید.

بدون استفاده از شناساگر، معلوم کنید كه آیا محلول موجود

در لوله آزمایش شماره ۷ يك اسيد يا يك تيديروكسيد است.

محلول: لوله آزمایش شماره ۵: NH_4^+ ؛ شماره ۶: Hg^{2+} ؛

شماره ۷: OH^- ؛ شماره ۸: Fe^{2+} ؛ شماره ۹: Cu^{2+} .

تکلیف شماره ۸

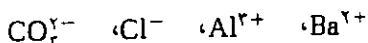
محلول موجود در لوله آزمایش شماره ۱۰، دارای دو کاتيون

و دو آنيون است. بكمك واكنشگرهایی كه بر روی ميز آزمایشگاه

در دسترس می‌باشند، وجود اين يونها را ثابت کنید.

محلول: محلول موجود در لوله آزمایش شماره ۱۰ دارای

يونهای زیر است:



با توجه به (۵)، (۶)، جرم محلول به صورت زیر بوده است:

$$0.18 \text{ g} + 0.077 \text{ g} = 0.257 \text{ g}$$

بعد از رسوب دادن با $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$:

$$16/81 = \frac{m(\text{M}'\text{OH})}{m(\text{محلول})} \times 100$$

مقدار $\text{Ca}(\text{OH})_2$ موجود در محلول را با n' نشان می‌دهیم:

$$M(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

با توجه به شرایط داده شده در تکلیف و همچنین معادله (۱۱) داریم:

$$16/81 = \frac{(0.077 - n' \times 74) \times 100}{0.257 - n' \times 74 + 2n' \times 18}$$

$$n' = 5 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

مقدار كل $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (هم در رسوب و هم در محلول):

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{0.111 \text{ g}}{74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$+ 5 \times 10^{-4} \text{ mol} = 0.002 \text{ mol} \quad (12)$$

(يعنی ۰/۱۴۸ g).

با توجه به معادله‌های (۳) و (۴):

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0.004 \text{ mol} \quad (\text{برای } \text{M}''\text{H}_2)$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0.001 \text{ mol} \quad (\text{برای } \text{M}'\text{H})$$

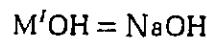
$$n(\text{M}'\text{OH}) = 0.001 \text{ mol}$$

با توجه به معادله‌های (۷) و (۱۱):

$$m(\text{M}'\text{OH}) = 0.188 \text{ g} - 0.148 \text{ g} = 0.04 \text{ g}$$

$$m(\text{M}'\text{OH}) = \frac{m(\text{M}'\text{OH})}{n(\text{M}'\text{OH})} = \frac{0.04 \text{ g}}{0.001 \text{ mol}}$$

$$= 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



تركيب درصد مخلوط: $0.002 \text{ mol Ca} + 0.001 \text{ mol Na}$

یا

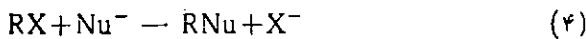
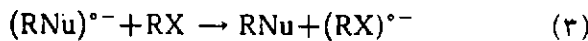
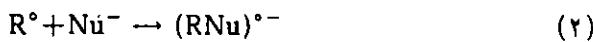
$$0.080 \text{ g Ca} + 0.023 \text{ g Na}$$

گسترش دانش شیمی چنین به نظر می‌رسید که (مکانیسم واکنش‌های شیمی آلی بر دو پایه متفاوت قابل توجیه است: یکی واکنشی که از طریق قطبی یا هترولیتیک پیش می‌رود یعنی مکانیسم فرآیند دو الکترونی و دیگری واکنشی که از طریق رادیکالهای آزاد یا همولیتیک یعنی فرآیند تک الکترونی انجام می‌شود)

در سال ۱۹۶۰ اولین دلیلی که رادیکالها می‌توانند با يك هسته‌خواه (نوکلئوفیل) براساس اثرات متقابل سه الکترون واکنش دهند ارائه شده و این مشتمل بر آمیختن دو مکانیسم اصلی است که تا آن زمان شناخته شده بود به این ترتیب که يك واکنش‌پذیر (سوستر) با گروه‌های جذب‌کننده الکترون من پارانیتروکومیل-هالید یا هالونیترو و پروپان، نشان داده شد که با هسته‌خواه (نوکلئوفیل) براساس يك مکانیسم زنجیری واکنش می‌دهد و رادیکالها یا رادیکال آنیون به‌عنوان واسطه این واکنش معرفی شده‌اند.

این نوع جدید از جانشینی هسته‌خواه به‌طور مستقل در سال ۱۹۶۶ توسط Kornblum و Russel پیشنهاد شده است.

مراحل اصلی این مکانیسم با شمای زیر معرفی گردیده است:



افزایش رابطه ۱ و ۳ منجر به رابطه (۴) می‌شود که يك جانشینی هسته‌خواه دربرگیرنده واسطه‌های رادیکالها و رادیکال-یونها است.

در ۱۹۷۰ Bunnett مشاهده نمود که اریل‌هالید غیر فعال که تصور می‌شد در واکنش هسته‌خواه فاقد فعالیت باشد - مگر آن‌که حامل گروه‌های الکترون‌کشنده باشد (SNAr) یا آنکه واکنش در مجاورت باز قوی (مکانیسم بنزین) یا در شرایط خشن تجربی عمل شود، به‌آسانی با هسته‌خواه در يك مکانیسم رادیکال هسته‌خواه واکنش می‌دهد. نامبرده برای این فرآیند پیشنهاد نام جانشینی رادیکالی هسته‌خواه یا SRN_۱ را نموده است.

در طول ۲۰ سال گذشته مشاهده شد که بسیاری از واکنش‌پذیرهای آروماتیک و هسته‌خواه‌ها براساس این مکانیسم واکنش داده‌اند. این واکنشها می‌تواند به‌وسیله نور یا الکترون سولواته، یا الکترون حاصل از الکتروود آغاز شود و در این فاصله بسیاری از سنتزهای جالب از طریق این فرآیند انجام شده است.

مکانیسم SRN_۱ راهی در جهت جانشینی هسته‌خواه الکیل‌هالیدها

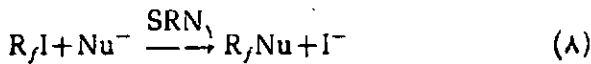
دکتر مسعود روحی لاریجانی

گرچه واکنش‌های ارگانیک چند قرن است که شناخته شده، اما فقط در اوایل قرن جاری مکانیسم این واکنش‌ها مشخص گردیده است. در آغاز این حرکت اغلب مکانیسم‌های پیشنهادی بر پایه واکنش‌های قطبی و بر مبنای اثر متقابل زوج الکترون بین اجزاء الکترون‌خواه و هسته‌خواه بوده است.

(جانشینی هسته‌خواه يك الکیل‌هالید براساس دو مسیر شناخته شده بود: یکی جانشینی هسته‌خواه دو مولکولی با علامت اختصاری SN_۲ و دیگری جانشینی هسته‌خواه يك مولکولی یا SN_۱.)

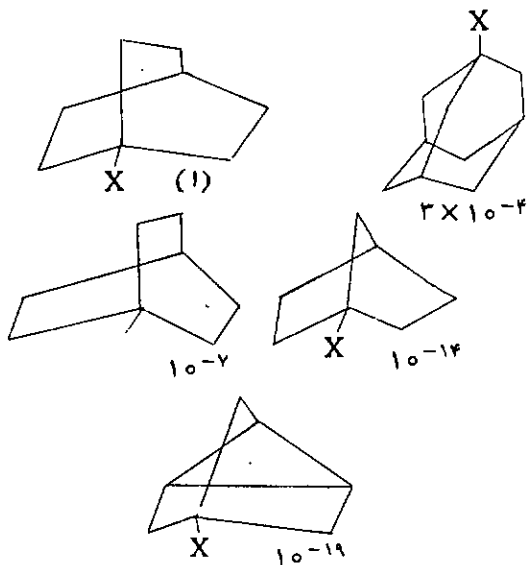
در سال ۱۹۳۰ وجود حالت واسطه رادیکالی به‌طور مشخص مورد تأیید واقع شد در این مرحله از

فلورو در حمله از جهت پشت سر هسته‌خواه نسبت داد



در حالی که Nu نشان‌دهنده یون کار بانئون تیولات و غیره باشد.

ترکیبهای پل دار استخلاف شده در موقعیت I به عنوان ترکیبهای غیر فعال نسبت به واکنشهای جانشینی هسته‌خواه شناخته شده‌اند. فعالیت مختصری که این ترکیبها در واکنش NS₁ از خود نشان می‌دهند به افزایش کشش حاصل از تشکیل یون کربونیوم در رأس پل نسبت داده شده است. ساختمان سیستم دو حلقه‌ای مانع از پذیرش حالت هندسی لازم سطح در پیرامون کربن می‌باشد در نتیجه نیاز به انرژی فعال‌سازی زیادی در مرحله یونیزاسیون خواهد داشت. فشار سیستم دو حلقه‌ای که در آنها پایداری کربوکاتیون به سرعت سولولیز ترکیبهای استخلاف شده در موقعیت I دارد، معرفی برای فعالیت آنهاست، سرعت نسبی سولولیز اندازه‌گیری شده برای این نوع ترکیبها به شرح زیر در دست است:

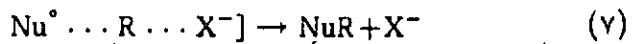
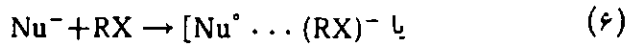


واکنش از نظر مکانیسم SN₂ نیز مزاحمت شده است زیرا جابجایی مستقیم‌اتم‌ها لوژن با انورسیون کنفیگوراسیون inversion configuration غیرممکن است.

هم‌آهنگی خوبی بین سرعت سولولیز (از طریق کربوکاتیون) و تجزیه ت-بوتیل پراستر (از طریق رادیکال) وجود دارد، با وجودی که این رادیکالها نسبت به فشار داخلی کمتر از کربوکاتیون‌ها حساسیت دارند. این رفتار با پیش‌گوییهای نظری که نشان می‌دهد انرژی کل کربوکاتیون و رادیکالها با افزایش میزان هم‌سطحی و خمش ترکیب واسطه فزونی می‌یابد، کاملاً هم‌آهنگ است بررسی‌های نظری انجام شده بوسیله روش نیمه‌تجربی



اخیراً به‌عنوان یک نتیجه از بررسیهای نظری (تئوریک) دونفر به‌نامهای Shaik و Pross، پیشنهاد راه تازه‌ای در بررسی واکنشهای جانشینی هسته‌خواه قطبسی ارائه نموده‌اند، نامبردگان پیشنهاد نمودند که در مرحله گذار (ترانزیسیون) در فرایند SN₂ یک انتقال الکترونی از هسته‌خواه یا دهنده به RX پذیرنده هم‌زمان با تجدید سازمان پیوندی صورت می‌گیرد این انتقال الکترونی را بنام جابجایی الکترون نامیده‌اند.



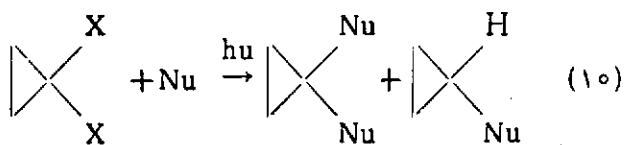
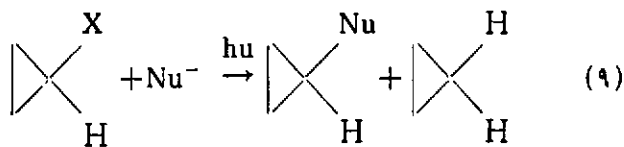
در این مورد هم چنین پیشنهاد شده است که این جابجایی، به‌همان اندازه که به عوامل الکترونی یا ساختمانی مربوط است به‌همان ترتیب به رابطه بین پتانسیل یونیزاسیون هسته‌خواه و الکترون‌خواهی (الکتروافینیت) واکنش‌پذیر مربوط است. واکنش انتقال الکترونی بدون بازسازی معناداری در پیوندها می‌تواند جریان یابد در این صورت فرایند SN₂ مردود شناخته می‌شود و واکنش SET جایگزین می‌گردد.

این واقعت می‌تواند به‌عنوان نشان‌دهنده وجود یک طیف کامل مکانیسمی بین واکنشهای دو قطبی SN₂ و SN₁ و واکنش انتقال الکترون (SET) باشد در قسمتهای بعدی این مقاله یک سری از ترکیبهای هالوآلیفاتیک که با هسته‌خواه در مکانیسم SRN₁ به علل فضایی یا الکترونی شرکت می‌کنند، نمایش داده می‌شود. در تعدادی از این سیستم‌ها مرحله آغازی (رابطه 5) از طریق یک SET خود بخود جریان می‌یابد اما بجز این، نیاز به تقویت‌کننده واکنش هم وجود دارد.

هالیدهای آلیفاتیک که با مکانیسم SRN₁ واکنش می‌دهند

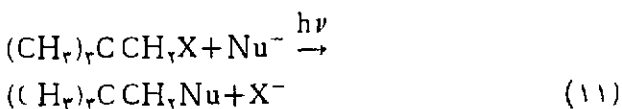
پرفلورو الکیل‌یدید (RfI) معرف مناسبی برای پرفلورو-الکیل‌اسیون ترکیبهای آلی است. فتولیز یا ترمولیز یدیدها ایجاد رادیکالهای پرفلور و الکیل می‌نماید که می‌توانند به ترکیبهای سیر نشده افزوده شوند. همین واکنش‌پذیر می‌تواند با هالیدهای ارگانیک در حضور مس، جفت شود ترکیب ارگانومتالیک پرفلوره را می‌شود از RfI تهیه نمود که با پذیرنده ارگانیک واکنش می‌دهد. گرچه RfI بطور بارزی در مقابل جابجایی یدید در شرایط SN₁ یا SN₂ مقاوم است قادر است در انواع واکنشهای جانشینی هسته‌خواه از طریق مکانیسم SRN₁ شرکت کند که می‌توان به‌ترکیبی از قابلیت ترکیب RfI به عنوان الکترون گیرنده خوب و به قابلیت مناسب الکترون دهنده‌گی هسته‌خواه و به پوشش جفت الکترون یون اتم‌های

جاننشینی هسته‌خواه از نوع SRN_1 واکنش دهد. مثال‌هایی هم درباره این رفتار هالوسیکلوپروپان گزارش شده است: (روابط ۹ و ۱۰)

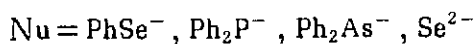


درحالی که $X = \text{Cl}$ یا Br یا I و $\text{Nu} = \text{PhSe}^- / \text{Phsp}^-$ یا کربانیون باشد. نئوپنتیل‌هالید کم‌فعالیت‌ترین واکنش‌پذیر در واکنش‌های جاننشینی هسته‌خواه است؛ چون هالوژن در هالید نئوپنتیل روی اتم کربن نوع اول قرار دارد هرگز از طریق مکانیسم SN_1 واکنش نمی‌دهد و به علت ممانعت فضایی گروه ترسیوبوتیل، حمله از پشت‌سر در واکنش SN_2 در سیستم نئوپنتیل به‌طور بارزی کند شده است و غالباً بازآرایی به سیستم ترسیوآمیل مشاهده شده است. مع‌هذا جاننشینی بدون بازآرایی هم مشاهده شده است.

در واکنش‌هایی که به‌وسیله نور تقویت شده‌اند (Photostimulated) بعضی از هالیدهای نئوپنتیل با هسته‌خواه محصول جاننشینی با بازده بسیار خوب مشاهده شده است. این واکنش در تاریکی نمی‌تواند صورت گیرد و در اثر یک الکترون گیرنده خوب ممانعت می‌شود (رابطه ۱۱):



درحالی که $X = \text{Cl}$ و Br یا I باشد.

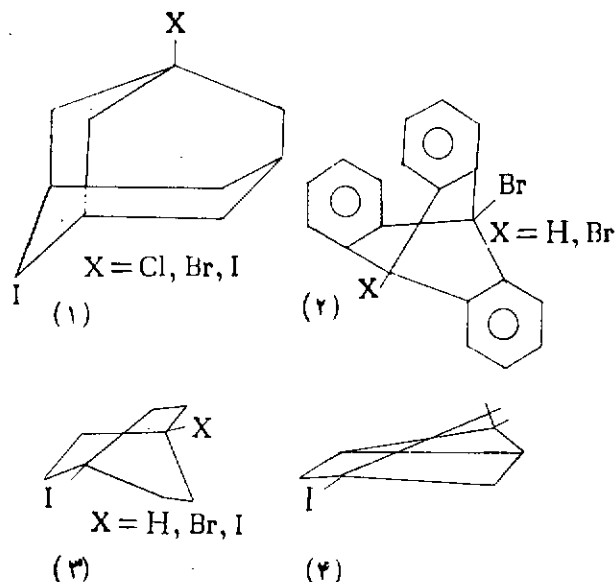


و غیره باشد.

نتیجه‌گیری - بنا بر تجربیات انجام شده چنین نتیجه می‌شود که واکنش رادیکالی (آروماتیک، آلیفاتیک، و وینیلی) با هسته‌خواه‌ها واکنش عمومی است و آن‌که در سیستم آلیفاتیک در صورتی که مکانیسم قطبی به علت شرایط الکترونی یا فضایی یا عامل فشار داخلی فاقد برتری باشد؛ مثل پرفلور و الکیل یدید - الکیل‌هالیدهای پل‌دار که هالید در موقعیت I قرار داشته باشد و یا سیکلو پروپیل هالید و نئوپنتیل هالید، مکانیسم رادیکالی مهم‌ترین مسیر انجام جاننشینی هسته‌خواه می‌باشد.

MNDO هم‌چنین نشان‌دهنده آن است که انرژی پایین‌ترین ارییتال مولکولی اشغال شده (LuMO) - که معیاری برای پتانسیل احیا است - هر قدر سیستم پل‌دار بیشتر تحت فشار داخلی باشد، بیشتر فزونی می‌یابد.

D. Lednicher و همکارانش نشان داده‌اند که در برخی هالیدهای پل‌دار نظیر ۱، ۵ - هالوآدامانتان (۱) و یا ۹ - برمو - ۹، ۱۰ - دی‌برموتریپتسین (Tripticesen) (۲) و یا ۱-هالو و ۱، ۴ - دی‌هالو بی‌سیکلو [۲، ۲، ۲] اکتان (۳) و ۴-ید و تری‌سیکلان (۴) به راحتی با هسته‌خواه‌هایی مانند: $\text{Phse}^-, \text{Phs}^-, \text{Ph}_3\text{as}^-, \text{Ph}_2\text{p}^-$ و غیره از طریق مکانیسم SRN_1 در جاننشینی هسته‌خواه واکنش می‌دهند.

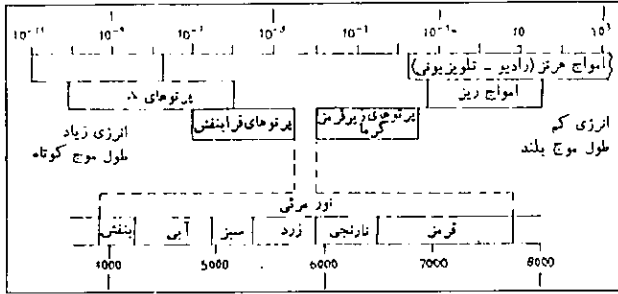


سیکلوپروپان استخلاف شده از طریق مکانیسم هسته‌خواه SN_1 واکنش می‌دهد اما این امر مستلزم بساز شدن disrotatory برای عزیزت گروه ترک‌کننده می‌باشد. (فرآیند الکتروسکلیک قاعده Woodward - Hoffmann) این فرآیند دارای انرژی فعالساز بالایی است که ناشی از شکسته شدن دو پیوند در یک فرآیند پیوسته می‌باشد. در حالی که سیکلوپروپان دارای گروه ترک‌کننده و گروه استخلافی در روی یک اتم کربن باشد که سبب پایداری بار مثبت شود، امکان انجام واکنش جاننشینی از طریق مکانیسم SN_1 بدون باز شدن حلقه وجود دارد.

از طرف دیگر هالوسیکلوپروپان و ژم‌دی‌هالوسیکلوپروپان به‌طور معمول در واکنش جاننشینی هسته‌خواه از نوع SN_2 شرکت نمی‌کنند. و یک واکنش حذفی-افزایشی در حضور باز قوی صورت می‌گیرد و گروه استخلاف‌شونده غالباً در موقعیتی غیر از محل اشغال شده توسط گروه ترک‌کننده، قرار می‌گیرد به‌علت این واقعه چنین تصور می‌شود که هالوسیکلوپروپان می‌تواند از طریق مکانیسم

ماهیت نور (The Nature of light)

از دبیرستان آموخته‌ایم که یک ذره باردار که دارای حرکت دورانی یا نوسانی است در فضای اطراف خود، علاوه بر میدان نیروی الکتریکی، یک میدان نیروی مغناطیسی نیز به وجود می‌آورد و در مجموع دارای یک میدان الکترومغناطیسی (Electromagnetic field) می‌شود. آثار چنین میدانی به صورت دو دسته موج که سطح نوسان یکی بر سطح نوسان دیگری عمود است، در فضای اطراف آن ذره در تمام جهتها با سرعت ثابت $C = 3 \times 10^{10} \text{ cm/sec}$ ، یعنی بدون اتلاف انرژی منتشر می‌شود و آنها را اصطلاحاً تابشهای (Radiations) الکترومغناطیسی می‌نامند. این تابشها طیف وسیعی از انرژیها و طول موجها را شامل می‌شوند (مثلا طول موج آنها ممکن است کسر بسیار کوچکی از آنگستروم مانند تابشهای کیهانی یا تابشهای گاما و تا چندین متر مانند امواج رادیویی تغییر کند). در شکل ۱ طیف تابشهای الکترومغناطیسی نشان داده شده است.



شکل ۱- تابشهای الکترومغناطیسی

همانطور که در این شکل دیده می‌شود ناحیه‌ای از تابشهای الکترومغناطیسی که بین طول موجهای حدود ۴۰۰۰ انگستروم (ناحیه فرابنفش) تا ۷۶۰۰ انگستروم (ناحیه زیر قرمز) قرار دارد، ناحیه تابشهای مرئی یعنی همان نور سفید یا نور مرئی را تشکیل می‌دهد. براساس نظریه کوانتومی انرژی (یعنی اینکه انرژی به صورت پیوسته تابش نمی‌شود و بلکه به صورت پاکتهای مشخصی بنام کوانتومهای انرژی منتشر می‌شود) که توسط ماکس پلانک (Max Plank) در سال ۱۹۰۰ درباره انرژی گرمایی ارائه شد و اینشتین برای توجیه پدیده فتوالکتریک در سال ۱۹۰۵ آنرا به انرژی نورانی (نور سفید) و در نتیجه به تمام تابشهای الکترومغناطیسی تعمیم داد، این تابشها از جمله نور سفید علاوه بر حفظ خصلت موجی خود (براساس نظریه کلاسیک)، به صورت کوانتومهای انرژی منتشر می‌شود. مقدار هر کوانتوم انرژی، در هر ناحیه‌ای از تابشهای الکترومغناطیسی از جمله نور سفید که با E

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

چرا بسیاری از مواد و اشیاء رنگی اند؟

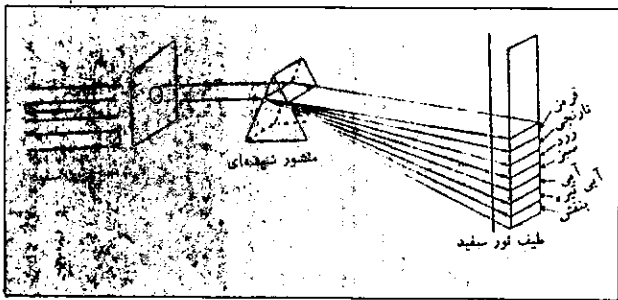
دکتر محمد رضا ملاردی دانشیار دانشگاه تربیت معلم

مقدمه

این پرسش که چرا بسیاری از مواد و اشیای پیرامون ما رنگی و یا رنگارنگ‌اند؟ و یا به طور کلی، پرسشهای مشابهی در زمینه منشأ رنگ مواد، پرسشهایی‌اند که اهمیت برای همه ما مطرح و مورد توجه ویژه‌ای‌اند. اشیاء را مورد موشکافی و تجزیه و تحلیل قرار داده و پاسخ در خور و قانع‌کننده‌ای برای پرسش بالا ارائه دهم. در راستای این هدف، درصدد تهیه این مقاله برآمدم تا نتایج این بررسی و پاسخ این پرسش در دسترس و مورد استفاده همه علاقمندان قرار گیرد.

روشن است که این یک مسئله نسبتاً پیچیده، درخور تعمق بسیار و تا حدی دشوار است و به اطلاعات زیربنایی ویژه‌ای در زمینه‌های شیمی، فیزیک و... نیاز دارد. علاوه بر آن، برای طرح و تفهیم چنین مسئله پیچیده‌ای، آن هم در سطحی که برای همگان قابل درک و استفاده و دارای جاذبه باشد، ناگزیر باید از نکته‌های زیربنایی آغاز کرد و بنا را بر یساده‌آوری مطالبهای از پیش آموخته شده، گذاشت که در اینجا نیز همین منوال پیش گرفته می‌شود.

دهنده نور سفید را نورهای ساده (یا رنگهای ساده Primary Colors) می نامند.



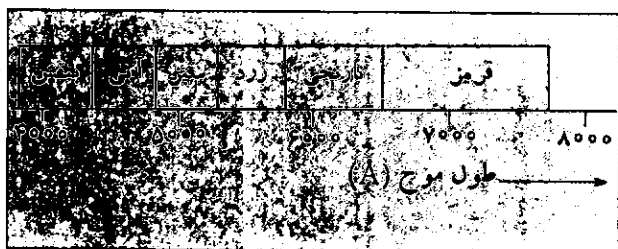
شکل ۴- طیف نور سفید

در جدول ۱، حدود طول موج، عدد موجی (عکس طول موج)، فرکانس و انرژی نورهای ساده تشکیل دهنده نور سفید نشان داده شده است:

جدول ۱ حدود طول موج، فرکانس و انرژی نورهای ساده

رنگ نور	حدود طول موج	میانگین انرژی هر کوآنتوم	
		$(\epsilon = h\nu = hc/\lambda)$	میانگین فرکانس (هرتز)
		برحسب (cm^{-1})	برحسب (cm^{-1})
قرمز	۷۷۰۰-۶۴۵۰	$2/1819 \times 10^{11}$	$2/255 \times 10^{14}$
نارنجی	۶۴۵۰-۵۹۰۰	$3/218 \times 10^{11}$	$2/188 \times 10^{14}$
زرد	۵۹۰۰-۵۷۰۰	$3/424 \times 10^{11}$	$5/172 \times 10^{14}$
سبز	۵۷۰۰-۴۹۰۰	$3/750 \times 10^{11}$	$5/460 \times 10^{14}$
آبی	۴۹۰۰-۴۴۰۰	$2/273 \times 10^{11}$	$6/252 \times 10^{14}$
بنفش	۴۴۰۰-۳۹۰۰	$2/789 \times 10^{11}$	$7/219 \times 10^{14}$

در شکل ۳ محدوده گستره رنگهای تشکیل دهنده نور سفید به منظور مقایسه طول موج آنها با یکدیگر نشان داده شده است.



شکل ۳- گستره رنگهای تشکیل دهنده نور سفید

قابل توجه است که تشخیص نور نیلی از نور آبی و بنفش نسبتاً دشوار است و از این رو، معمولاً از آن صرف نظر کرده و تنها شش نور ساده دیگر را که به روشنی

مشخص می شود با فرکانس λ تابش یا عکس طول موج یعنی عدد موجی آن $(\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda})$ بستگی دارد. از این رو، می توان نوشت:

$$\epsilon = h\nu \quad (\text{انرژی هر کوآنتوم})$$

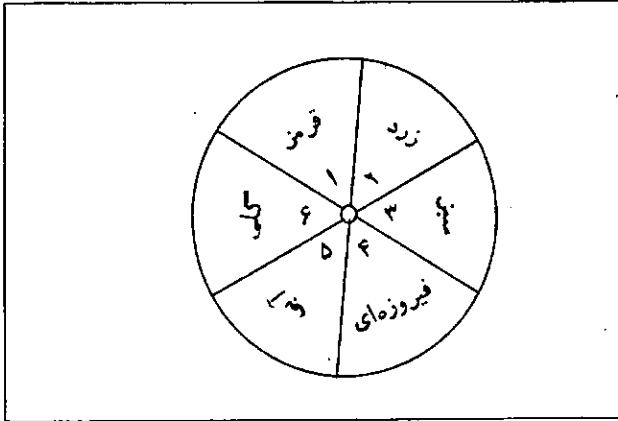
$$= hc/\lambda \quad (1)$$

$$= hc\bar{\nu} \quad (\text{Cm}^{-1})$$

که در آن ضریب تناسب یعنی h ثابت پلانک نامیده می شود و برابر $6.626 \times 10^{-27} \text{erg}\cdot\text{sec}$ است. از این معادله بنیادی و اساسی چنین برمی آید که چون طول موج تابشهای الکترومغناطیسی در طیف وسیعی گسترده است، کوآنتومهای انرژی آنها متناسب با عکس طول موج آنها، با یکدیگر تفاوت دارد. از جمله در ناحیه مرئی، یعنی تنها ناحیه ای از تابشهای الکترومغناطیسی که سلولهای حساس بینایی شبکیه چشم انسان را متاثر می کند، همین تفاوت بین طول موجهای ناحیه مرئی، تفاوت انرژی کوآنتومهای آن و تفاوت تأثیر آنها بر سلولهای بینایی در پرده حساس شبکیه چشم است که منشأ پیدایش رنگ در اجسام و عامل تفاوت و تمیز رنگهای مختلف از یکدیگر است.

با توجه به این که ضریب شکست رنگهای نور با اندازه طول موج آنها نسبت عکس دارد، با عبور دادن نور سفید از یک منشور شیشه ای یعنی ساده ترسین طیفنما (Spectroscop) که بشر از آن استفاده کرد، می توان نور سفید را تجزیه کرد. یا به بیان دیگر، به مرکب بودن آن پی برد و تعداد نورهای ساده تشکیل دهنده آن و رنگ هر یک از آنها را تمیز داد. جالب توجه است که این کار را اولین بار نیوتن (Newton) انجام داد. وی در پرده اطاق کار خود یک روزنه ایجاد کرد و از طریق آن باریکه ای از نور سفید (نورخورشید) را بر روی یک منشور شیشه ای تابانید و یک منظره رنگارنگ بر روی دیوار سفیدمقابل مشاهده کرد. یادآوری می شود که وی این منظره رنگی را اسپکتروم (واژه لاتینی Spectrum به معنی طیف) نامید. همان طور که در شکل ۲ نشان داده شد، وی به روشنی دریافت که نور مرئی از هفت نور ساده یعنی: قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی (آبی تیره) و بنفش تشکیل شده است. همان طور که اشاره شد چون میزان شکست هر نور با طول موج آن نسبت عکس دارد، از این رو، نور قرمز که بلندترین طول موج را در ناحیه مرئی دارد کمترین شکست را پیدا کرده در بالای طیف و نور بنفش که کوتاهترین طول موج را دارد، بیشترین شکست را پیدا می کند و پایین تر از همه رنگها در طیف نور سفید قرار می گیرد. هر یک از این نورهای تشکیل-

البته این ارتباط را می‌توان با طرح دیگری مطابق شکل ۵ نشان داد. بدین ترتیب که اگر سطح يك دایره را به شش قطعه برابر تقسیم کنیم - به ترتیبی که در شکل آمده است - سه نور اصلی، قرمز، سبز و آبی را به طور يك درمیان در قطعه‌های ۱، ۳ و ۴ در نظر بگیریم، سه نور فرعی زرد، فیروزه‌ای و گلی هر يك بین دو نور اصلی مربوط، یعنی به ترتیب بر روی قطعه‌های ۲، ۴ و ۶ قرار خواهد داشت.



شکل ۵- طرحی از وضعیت نسبی نورهای اصلی و فرعی

یعنی، هر نور فرعی بین دو نور اصلی به وجود آورنده خود قرار می‌گیرد. مثلاً همان‌طور که در این طرح نشان داده شده است، نور فرعی زرد، بین دو نور اصلی به وجود آورنده خود، یعنی نورهای قرمز و سبز قرار می‌گیرد. این بدان معنی است که از آمیزش دو نور اصلی مذکور می‌توان نور زرد را تولید کرد. اهمیت و ارزش این طرح آن است که از روی آن می‌توان نورهایی را که مکمل یددیگرند، کاملاً مشخص کرد.

نورهای مکمل (Complementary Lights)

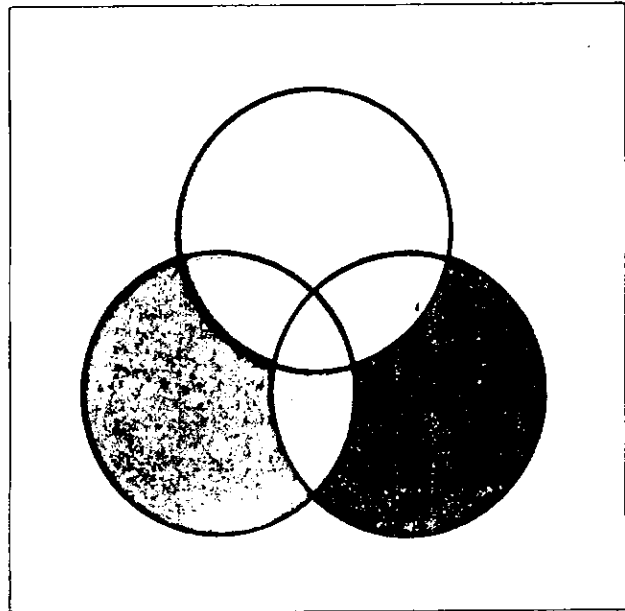
نورهای مکمل اصطلاحاً به دو یا چند نور گفته می‌شود که اگر آنها را به وسیله پروژکتور بر روی يك پرده سفید روییم بتابانیم، نور سفید را به وجود آورند. عینی‌ترین نمونه نورهای مکمل، هفت نور ساده حاصل از تجزیه نور سفید در يك منشور شیشه‌ای است که بر روییم نور سفید را به وجود می‌آورند. این يك واقعیت تجربی است که به چند روش می‌توان آن را ثابت کرد. یکی از روشها این است که در مقابل منشور اول که نور سفید را به هفت رنگ تجزیه می‌کند، منشور شیشه‌ای مشابهی را به‌طور وارونه قرار دهیم. زیرا هفت رنگ مجزا شده نور سفید به وسیله منشور اول، در برخورد به منشور دومی

از یکدیگر تمیز داده می‌شوند، در نظر می‌گیرند.

قابل توجه است که اگر منشور را در مقابل چشم خود بگیریم و به نور خورشید نگاه کنیم، بسته به اینکه کدام يك از این هفت رنگ نور به چشم ما بخورد، تنها همان رنگ نور را خواهیم دید، طبیعت نیز با استفاده از این رنگها و جدا کردن آنها از یکدیگر و یا مخلوط کردن يك یا چندتا از این رنگها، موجباتی فراهم می‌آورد تا ما اشیاء پیرامون خود را به رنگهای گوناگون مشاهده کنیم.

نورهای اصلی و نورهای فرعی

اولین بار در سال ۱۶۱۱ دو دومینیس (De deminis) نشان داد که نور سفید از سه نور ساده، یعنی نورهای قرمز، سبز و آبی تشکیل شده است و آنها را رنگهای اولیه نامید. اما امروز این سه نور ساده را نورهای اصلی می‌نامند. زیرا، هیچ يك از آنها را نمی‌توان از آمیزش نورهای ساده دیگر با یکدیگر، به دست آورد. اما، اگر مطابق شکل ۴ دو نور اصلی قرمز و سبز را به وسیله پروژکتور بر روی يك صفحه سفید، روی یکدیگر بتابانیم، آمیزه آنها نور زرد را به وجود می‌آورد. همچنین، بر روی هم تابانیدن دو نور اصلی آبی و قرمز، نوری به رنگ قرمز گلی و نیز بر روی هم تابانیدن دو نور اصلی آبی و سبز، نوری به رنگ آبی فیروزه‌ای را ظاهر می‌سازد. بر این اساس، سه نور زرد، قرمز گلی و آبی فیروزه‌ای را اصطلاحاً رنگهای فرعی می‌نامند.



شکل ۴- طرحی از آمیزش رنگهای اصلی و ایجاد رنگهای فرعی

(و یا چند نور مکمل) بر جسمی بتابد و آن‌شئی يك یا چند نور ساده را از نور سفید جذب کند و نورهای دیگر تشکیل دهنده نور سفید (نورهای مکمل نورهای جذب شده) را از خود عبور و یا در سطح خود بازتاب دهد، آن جسم به رنگ نور یا آمیزه‌ای از نورهایی دیده می‌شود که پس از عبور از آن و یا پس از بازتاب از سطح آن، به چشم ما می‌رسند. به بیان دیگر، هر شئی شفاف یا کدر صیقلی، به رنگ نور مکمل نورهایی که جذب می‌کند، مشاهده می‌شود. مثلاً محلولی که به رنگ آبی دیده می‌شود، یا همه رنگهای نور غیر از نور آبی را جذب می‌کند و تنها نور آبی را از خود عبور می‌دهد و یا اینکه نورهای قرمز و سبز و یا نور زرد را که مکمل نور آبی است، از خود عبور می‌دهد. همین‌طور، يك شئی جامد کدر و صیقلی مانند يك سنگ قیمتی که آبی به نظر می‌رسد، رنگهای دیگر نور (نورهای سبز و قرمز و یا نور زرد) را جذب می‌کند و تنها نور آبی را از سطح خود بازتاب داده و به چشم ما می‌رساند. در واقع نور پدیدآورنده رنگها است. نور سفیدی که از خورشید عالمتاب بر اشیای گوناگون سطح زمین می‌تابد، به راههای متفاوت دستخوش تغییر می‌شود. مثلاً؛ جزیی از آن به وسیله برخی از اشیاء جذب و انرژی آن به گرما یا برق تبدیل می‌شود. جزیی دیگر، ممکن است از اجسام شفاف بدون جذب شدن و یا جذب جزیی عبور کند و یا به وسیله برخی اجسام دیگر کاملاً جذب شود و سرانجام ممکن است به سطح صیقلی برخی از اجسام کدر برخورد کرده و بازتاب حاصل کند و در فضای اطراف پراکنده شود و یا جزیی از آن در سطح غیر صیقلی برخی از اجسام پخش شود.

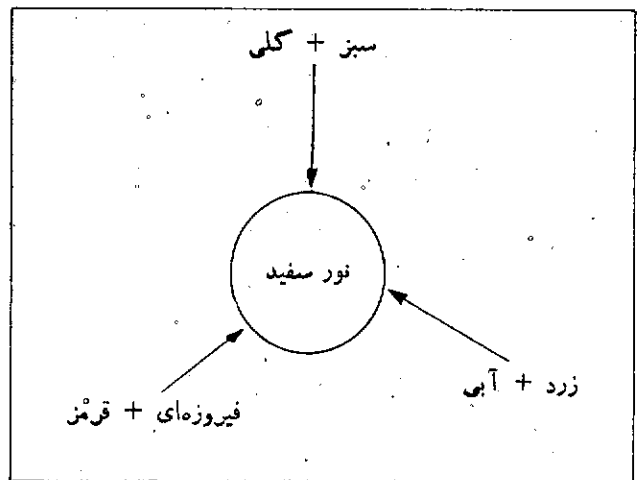
برخی از اجسام نورانی مانند خورشید، ستارگان یا شعله شمع، چراغ برق و غیره را (که اجسام منیر نامیده می‌شوند) بر اثر نوری که از آنها منتشر می‌شود و به چشم ما می‌رسد و یا به بیان دیگر، به طور مستقیم، در نوری که خردشان پخش می‌کنند می‌بینیم. اما بسیاری از اشیاء و اجسامی که پیرامون ما وجود دارند بر اثر بازتاب دادن نوری که از يك منبع نورانی بر آنها می‌تابد، دیده می‌شوند و تقریباً در همه موردها، ترکیب نوری که بر این اشیاء می‌تابد، با نوری که بازتاب می‌دهند و بر اثر آن دیده می‌شوند، تفاوت دارد (زیرا برخی از اجزای نور تابیده شده را جذب و یا پخش می‌کنند).

بدیهی است که اگر جسمی هیچک از نورهای تشکیل دهنده نور سفید را جذب نکند و همه آنها را از خود عبور دهد، بیرنگ دیده می‌شود و چنانچه همه نورهای تشکیل دهنده نور سفید را از سطح خود بازتاب دهد، سفید به نظر می‌آید. اما اگر همه اجزای تشکیل دهنده نور سفید را کاملاً جذب کند، سیاه به نظر خواهد آمد.

دوباره با هم ترکیب می‌شوند و به صورت نور سفید از آن خارج می‌شوند.

روش دیگر، روشی است که اولین بار نیوتن آن را به کار برد. وی دریافت که اگر يك صفحه سفید دایره‌ای را به هفت قطعه تقسیم کرده و هر قطعه را به ترتیب قرار گرفتن هفت رنگ ساده نور سفید، به رنگ یکی از این نورها درآوریم و سپس آن صفحه را به دور محوری که به طور عمودی از مرکز آن می‌گذرد، با سرعت زیاد بچرخانیم، صفحه با وجود دربرداشتن هفت رنگ متمایز از یکدیگر، سفید به نظر می‌آید.

همچنین سه نور اصلی آبی، قرمز و سبز مکمل یکدیگرند و اگر آنها را روی هم بر صفحه سفیدی بتابانیم، نور سفید را به وجود می‌آورند. افزون بر آن، از آنجا که این سه نور اصلی مکمل، هرگاه دو به دو به صورتی که در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است، با هم بیامیزند، می‌توانند سه نور فرعی زرد، فیروزه‌ای و گلی را به وجود آورند، مثلاً؛ چون نورهای اصلی قرمز و سبز، نور فرعی زرد را به وجود می‌آورند و این دو نور اصلی، مکمل نور آبی‌اند، پس نور حاصل از آمیزش این دو یعنی نور زرد نیز مکمل نور آبی خواهد بود. با استدلال مشابهی می‌توان نتیجه گرفت که نور گلی (آمیزه‌ای از نورهای اصلی آبی و قرمز) مکمل نور سبز و نور فیروزه‌ای (آمیزه‌ای از نورهای اصلی سبز و آبی) مکمل نور قرمز خواهد بود. این واقعیتها که به روش تجربی به اثبات رسیده است، به صورت طرحی در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶- طرحی از مکمل بودن رنگهای اصلی با رنگهای فرعی

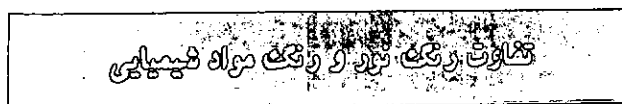
الهییت مشهور نورهای مکمل در ترکیب دیده می‌شود
الجمالی

بررسیهای تجربی نشان می‌دهد که هرگاه نور سفید

می‌کند و در واقع نور سبز را از نورهای دیگر جدا می‌سازد و به چشم ما می‌رساند.

در جدول ۲، طول موج مربوط به برخی از نورها که به وسیله برخی از اجسام جذب می‌شوند و رنگ مکمل هر یک از این نورها (و یا در واقع رنگی که از آن اجسام به چشم ما می‌رسد) نشان داده شده است.

پیش از آنکه به این پرسش پاسخ دهیم که چرا همه اجسام در مقابل نور سفید یکسان عمل نمی‌کنند؟ و یا اصولاً هر جسم کدام نور یا نورهای تشکیل‌دهنده نور سفید را می‌تواند جذب کند و به رنگ معین و ویژه به خود دیده شود، جا دارد که در اینجا به تفاوت بین رنگ نور و رنگ مواد شیمیایی (یا به بیان دیگر رنگ نقاشی) و دلیل وجود چنین تفاوتی بپردازیم:



به طور کلی، رنگ هر جسم، احساسی است که از تأثیر تابشهای مرئی (که به وسیله اجسام جذب نمی‌شود و از آنها می‌گذرد و یا از سطح آنها بازتاب می‌یابد و به چشم ما می‌رسد) بر سلولهای حساس بینایی ما حاصل می‌شود.

مسئله تشخیص رنگ به وسیله چشم انسان، هنوز به طور کامل روشن نشده است. اما تصور بر این است که سه نوع سلول اصلی حساس در شبکیه چشم وجود دارد که هر یک از آنها به یکی از نورهای قرمز، سبز و بنفش حساس‌اند. البته هر یک از این نورها و حتی نورهای دیگر بسته به میزان انرژی و اندازه طول موج خود، می‌توانند کم یا بیش بر این سلولهای حساس اثرهایی داشته باشند. برای نمونه، نور آبی بر سلولهای حساس در مقابل نورهای سبز و بنفش اثر می‌کند و یا نور زرد سلولهای حساس در مقابل نورهای قرمز و سبز را متاثر می‌سازد. اگر به فرض، در شبکیه چشم ما، برای تشخیص هر رنگ معین، دسته‌ای از سلولهای عصبی مشخصی وجود می‌داشت، در آن صورت، هر نوری می‌توانست سلولهای عصبی مربوط به خود را متاثر سرد و مفرز ما هر یک از این اثرها را جداگانه درک می‌کرد. به بیان دیگر، هر رنگ را به طور مجزا می‌توانستیم تشخیص دهیم. اما وقتی که تنها سه دسته سلول عصبی در نظر می‌گیریم که همه رنگهای نور کم یا بیش می‌توانند آنها را متاثر کنند، این بدان معنی است که مفرز ما ترکیبهایی از تأثیرهای گوناگون این رنگها را بر حسب میزان تأثیر آنها بر هر یک از سه دسته سلول حساس عصبی، درک می‌کند. از این رو، نه تنها ممکن است که یک رنگ ساده را به همان

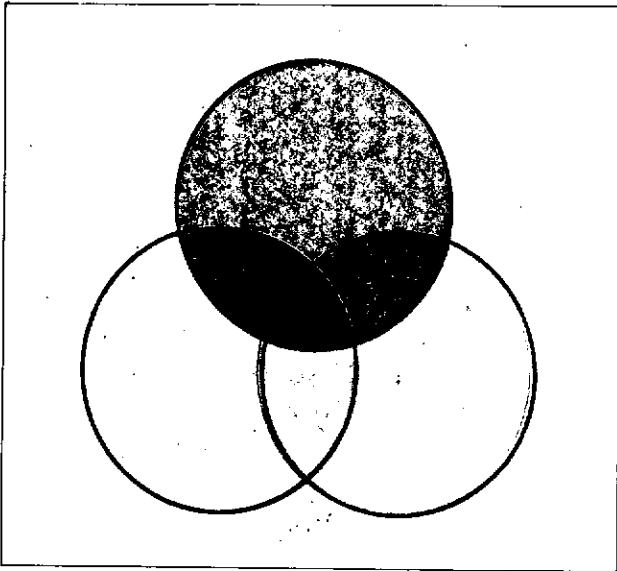
درواقع، پیش از آنکه نیوتن، آزمایشهای خود را در باره تجزیه نور به وسیله منشور شیشه‌ای انجام دهد، رنگ هر جسم را یکی از ویژگیهای ذاتی یک جسم و یک تجلی مستقیمی از آن می‌پنداشتند، نه پدیده‌ای وابسته به نور سفید که بر آن می‌تابد. اما همان‌طور که اشاره شد، واقعیت آن است که رنگ هر جسم، به رنگ نورهایی وابسته است که پس از تابش نور سفید بر آن، از آن عبور می‌کند و یا از سطح آن بازتاب می‌یابد و به چشم ما می‌رسد.

جدول ۲ نورهای مکمل

طول موج نور جذب شده (Å)	رنگ نور جذب شده	رنگ مکمل نور جذب شده (رنگ جسم)
۳۹۰۰-۴۴۰۰	بنفش	زرد مایل به سبز
۴۴۰۰-۴۸۰۰	آبی	زرد
۴۸۰۰-۴۹۰۰	سبز مایل به آبی	نارنجی
۴۹۰۰-۵۰۰۰	آبی مایل به سبز	قرمز
۵۰۰۰-۵۶۰۰	سبز	ارغوانی
۵۶۰۰-۵۸۰۰	زرد مایل به سبز	بنفش
۵۸۰۰-۵۹۵۰	زرد	آبی
۵۹۰۰-۶۴۵۰	نارنجی	سبز مایل به آبی
۶۴۵۰-۷۷۰۰	قرمز	آبی مایل به سبز

موضوع قابل توجه دیگر این است که اگر ما نور خورشید یا چراغ مهتابی را سفید می‌پنداریم، نباید گمان کنیم که نور سفید سلولهای مخصوص تشخیص رنگها موجود در پرده شبکیه چشم ما را متاثر نمی‌کند، بلکه دلیل این رویداد آن است که همه رنگهای تشکیل‌دهنده نور سفید همزمان در یک لحظه بر این سلولها اثر می‌گذارند. چنانچه بخواهیم احساسی از یک رنگ را در چشم خود به وجود آوریم، باید تابش مربوط به آن رنگ را به وسیله‌ای از تابشهای مربوط به رنگهای دیگر نور سفید جدا کنیم و این همان کاری است که به طور طبیعی به وسیله اشیای رنگی موجود در طبیعت و یا اجسام رنگی دست - ساخت، انجام می‌پذیرد. مثلاً، رنگ گلبرگهای گل محمدی به این دلیل یک چنین رنگ قرمز زیبا را دارد که در تابش نور خورشید بر آن، نور قرمز را از مجموعه نورهای تشکیل‌دهنده نور سفید جذب نمی‌کند و آن را از نورهای دیگر که جذب می‌شوند، جدا کرده، به چشم ما می‌رساند. همچنین رنگ برگ درختان و یا رنگ چمن را به این دلیل سبز می‌بینیم که برگ درخت و یا چمن همه نورهای تشکیل‌دهنده نور سفید غیر از نور سبز را جذب

گلی، رنگ قرمز، از مخلوط کردن رنگهای زرد، فیروزه‌ای و گلی رنگ سیاه و نیز از مخلوط کردن رنگهای قرمز، سبز و آبی رنگ سیاه به دست می‌آید.



شکل ۷- اختلاط رنگها

در صورتی که مطابق شکل‌های ۴ و ۵ از ترکیب نورهای زرد، فیروزه‌ای و گلی و نیز از ترکیب کردن نورهای قرمز، سبز و آبی، نور سفید حاصل می‌شود. در جدول ۳ برخی از رنگهایی که از مخلوط شدن رنگهای دیگر، به دست می‌آیند، نشان داده شده است.

جدول ۳- رنگهای حاصل از اختلاط رنگها (مواد رنگی) دیگر

رنگ به دست آمده	رنگهای مخلوط شده
سبز	زرد + آبی
نارنجی	زرد + قرمز
قرمز	زرد + گلی
آبی	گلی + فیروزه‌ای
سفید	آبی + قرمز
سیاه	زرد + گلی + فیروزه‌ای
سیاه	قرمز + آبی + سبز

دلیل تفاوت ترکیب نورها و رنگها (مواد رنگی) این است که مواد رنگی زمانی که با هم مخلوط می‌شوند، ممکن است یکی از آنها، برخی از نورهای ساده را جذب کند و موجب حذف یک یا چند رنگ از مخلوط شود. اما زمانی که دو یا چند نور ساده را بر روی پرده می‌تابانیم، هیچ‌یک از آنها، موجب جذب یا حذف دیگری نمی‌شود.

صورتی که وجود دارد، مشاهده کنیم، بلکه این امکان نیز وجود دارد که مخلوطی از چندین رنگ مشخص را به صورت یک رنگ تنها مشاهده کنیم. ساده‌ترین مثال برای روشن و عینی شدن این موضوع آن است که ترکیب هفت رنگ ساده تشکیل دهنده نور مرئی یعنی ترکیب نورهای قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را به صورت نور سفید می‌بینیم. همچنین ترکیبی از سه نور اصلی قرمز، آبی و سبز و یا از ترکیب نورهای زرد و آبی و به طور کلی هر مجموعه از نورهای مکمل نیز به همین رنگ سفید مشاهده می‌شود.

از این بحث، این نتیجه به دست می‌آید که بین رنگی که ما مشاهده می‌کنیم و رنگهایی که موجب تحریک سلولهای حساس عصبی شبکیه چشم ما می‌شوند، ممکن است تفاوت وجود داشته باشد. باز هم برای روشن تر شدن موضوع مثالی می‌آوریم. اگر مقداری فلز سدیم و یا یکی از ترکیبهای آن مثلا کلرید سدیم (نمک معمولی) را درشعله بریزیم، شعله به رنگ زرد مشاهده می‌شود که طول موج مشخصی دارد و یکی از ویژگیهای سدیم و وسیله‌ای برای تشخیص سدیم و یون در ترکیبهای آن است. واقعیت این است که این رنگ زرد، درست از حذف شش نور ساده دیگر از نور سفید، به دست آمده است. اما تجربه نشان می‌دهد همین رنگ زرد را می‌توان با حذف نور آبی از مجموعه هفت نور ساده تشکیل دهنده نور سفید به دست آورد. بسیار روشن است که این بدان معنی است که نور زردی که با حذف نور آبی ظاهر می‌شود یک نور ساده، مانند نور زرد سدیم نیست، بلکه ترکیبی از نورهای ساده باقیمانده پس از نور آبی است.

این بحث در واقع مقدمه‌ای بر این واقعیت و تأییدی بر این مطلب است که رنگ نور با رنگ مواد شیمیایی (که بر اثر جذب تعدادی از نورهای ساده تشکیل دهنده نور سفید حاصل می‌شود) تفاوت دارد. شاید در اینجا نیز لازم باشد که برای روشن تر شدن موضوع مثال ساده‌ای بیاوریم. همان طور که در بحث نورهای مکمل گفته شد اگر نور آبی و نور زرد را به وسیله دو پروژکتور در صفحه سفیدی بر روی هم بتابانیم، نتیجه ترکیب شدن این دو نور چیزی جز نور سفید نخواهد بود. در صورتی اگر دو ماده رنگی به رنگ آبی و دیگری به رنگ زرد (رنگهای نقاشی) را با هم مخلوط کنیم، نتیجه این اختلاط، یک رنگ سبز خواهد بود. در صورتی که انتظار داریم، در مقایسه با مخلوط نور آبی و زرد، مخلوط این دو ماده به رنگ سفید درآید. و یا همان طور که در شکل ۷ نشان داده شده است از مخلوط کردن رنگ آبی فیروزه‌ای با رنگ گلی، رنگ آبی، از مخلوط کردن رنگهای زرد و

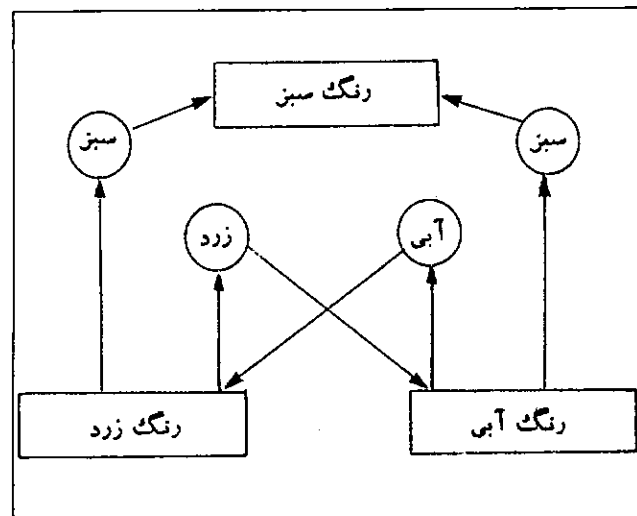
چرا ترکیبهای عنصرهای واسطه فلزها رنگی اند؟

بسیار شنیده‌ایم که از ویژگیهای عنصرهای واسطه این است که ترکیبهای آنها که از دسته ترکیبهای کوئوردیناسیون (Coordination Compounds) یا ترکیبهای کمپلکس‌اند، برخلاف ترکیبهای عنصرهای اصلی (ساده یا کمپلکس) عموماً رنگی‌اند. مثلاً کاتیونهایی که از عنصرهای اصلی به وجود می‌آیند، مانند Na^+ ، Ca^{2+} ، Al^{3+} ، NH_4^+ و غیره، خواه در حالت گازی، خواه به صورت محلول در آب و یا در بلورها، بیرنگ‌اند. همچنین آنیونهایی که از عنصرهای اصلی به وجود می‌آیند، مانند CO_3^{2-} ، N^{3-} ، PO_4^{3-} ، Cl^- ، NO_3^- ، S^{2-} ، و غیره، خواه در حالت گازی، خواه به صورت محلول در آب و یا در بلورها، رنگی ندارند. بدیهی است ترکیبهایی نیز که منحصراً از کاتیونها و آنیونهای تشکیل شده از عنصرهای اصلی حاصل می‌شوند، نیز بیرنگ‌اند. مانند CaCO_3 ، KNO_3 ، NaF ، MgSO_4 ، $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ و غیره.

اما کاتیونهای فلزهای واسطه مثلاً Ti^{2+} ، Fe^{2+} ، Cu^{2+} ، Ni^{2+} و غیره، به صورت آب پوشیده (Hydrated) در محلول یا در شکل بلور، رنگی‌اند و به ترتیب رنگهای بنفش سیر، آبی و سبز دارند و این رنگها به ماهیت آنیونی که با آنها در ترکیب همراه است، وابسته نیست. مثلاً رنگ سبز بلور زاج سبز $(\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O})$ ، تنها به کاتیون آب پوشیده $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ مربوط است، نه به آنیون SO_4^{2-} و یا رنگ سبز $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ تنها به کاتیون آب پوشیده $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ مربوط است و نه به آنیون SO_4^{2-} از این رو، رنگ آنها در محلول و یا بلور تفاوت اساسی ندارد. بدیهی دیگر، رنگ این ترکیبها تنها به کاتیون آب پوشیده آنها بستگی دارد و به ماهیت آنیون آنها وابسته نیست.

بدیهی است که نه تنها کاتیونهای آب پوشیده عنصرهای واسطه، بلکه هر نوع کاتیون آنها که گازی نباشد و درگیر پیوند با یک گروه نوکلئوفیل (بازلویس، خواه آنیونها، خواه مولکولهای خنثی و دارای الکترونهای غیر پیوندی قابل واگذاری) باشد، غالباً رنگی‌اند. مثلاً کاتیون $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ دارای رنگ آبی نیلی است و حتی هیدروکسید آن یعنی $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$ که در آب حل می‌شود (محلول شویتزر) نیز همان رنگ آبی را دارد. همچنین آنیونهایی که در آنها فلزهای واسطه شرکت دارند و در واقع آنیونهای کمپلکسی‌اند که در آنها فلز واسطه (در حالت اکسایش معین و یا به صورت کاتیون)

از طرفی، مثلاً رنگ زرد و یا آبی یک ماده شیمیایی، رنگ (نور)های ساده نیستند، بلکه رنگ مرکب‌اند، از این رو، مخلوط آنها به رنگ سفید دیده نمی‌شود. در واقع، ماده آبی رنگ مورد استفاده در نقاشی، می‌تواند همه رنگهای نور سفید غیر از نورهای آبی و سبز را جذب کند و تنها این نور را بازتاب دهد که به چشم ما آبی می‌آید. همچنین رنگ زرد نقاشی، می‌تواند نورهای آبی و بنفش را جذب کند و دو رنگ سبز و زرد را با هم بازتاب دهد. از این رو، زرد به نظر می‌آید. اما زمانی که این ماده رنگی آبی و زرد را با هم مخلوط می‌کنیم چون ماده آبی رنگ می‌تواند نور آبی و سبز را بازتاب دهد، اما رنگ آبی بازتاب یافته، به وسیله ماده زرد رنگ جذب می‌شود و رنگ زرد بازتاب داده شده به وسیله ماده زرد رنگ به وسیله ماده آبی جذب می‌شود. در نتیجه، این مخلوط تنها، رنگ سبز را می‌تواند بازتاب دهد. از این رو، به رنگ سبز دیده می‌شود. روشن تر شدن، مطلب آنچه که گفته شد، به صورت طرحی در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸- طرحی از چگونگی تشکیل رنگ سبز از اختلاط رنگهای آبی و زرد

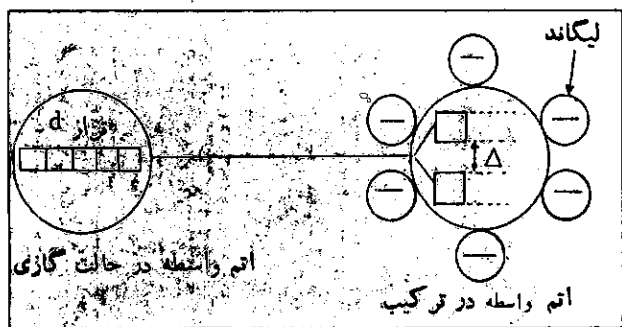
همچنین جالب توجه است که بدانیم چگونه مطابق شکل ۷، از مخلوط شدن سه رنگ گلی و فیروزه‌ای و زرد، رنگ سیاه به وجود می‌آید. دلیل این رویداد آن است که همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده است، از مخلوط شدن رنگ گلی و فیروزه‌ای، رنگ زرد به وجود می‌آید که مطابق آنچه در شکل ۸ نشان داده شده است، به وسیله رنگ زرد جذب می‌شود. همین‌طور مخلوط رنگ سبز و قرمز رنگ زرد را بازتاب می‌دهد که جذب نور آبی می‌شود و از این رو، اگر سه رنگ سبز، قرمز و زرد را با هم مخلوط کنیم رنگ سیاه تولید می‌شود.

در نقش اتم مرکزی با تعدادی آنیونهای متشکل از عنصرهای اصلی (در نقش لیگاند) پیوند دارد، غالباً رنگی اند. مثلاً آنیونهای: CrO_4^{2-} کرومات (VI)، MnO_4^- منگنات (VII) (یا پرمنگنات)، MnO_4^{2-} منگنات (VI) که در آنها یک فلز واسطه شرکت دارد، به ترتیب دارای رنگ زرد، بنفش و سبزاند، هر ترکیب آنها حتی با کاتیونهای فلزهای اصلی - که خود بیرنگاند - نیز همین رنگها را دارند. مثلاً Na_2CrO_4 یا K_2CrO_4 زردرنگ یا NaMnO_4 و KMnO_4 هردو بنفش رنگاند. یعنی در این دسته از ترکیبها، کاتیونهای فلزهای اصلی نقشی در رنگ آنها ندارد. بلکه رنگ آنها، تنها به ماهیت آنیون آنها، که یک ترکیب کمپلکس عنصر واسطه است، وابسته است. شاید با این مقدمه، اکنون این پرسش پیش بیاید که چرا مثلاً آنیونی از عنصرهای اصلی مانند SO_4^{2-} (غیر کمپلکس) و یا حتی آنیونهای کمپلکسی از فلزهای اصلی مانند $[\text{Al}(\text{OH})_6]^-$ ، $[\text{SF}_6]^{2-}$ و $[\text{AlF}_6]^-$ و غیره برخلاف آنیونهای فلزهای واسطه مانند

MnO_4^- ، CrO_4^{2-} بیرنگاند و یا کاتیونهای اصلی آب پوشیده مانند $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ برخلاف کاتیون واسطه آب پوشیده مانند $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ بیرنگ است؟ چرا مثلاً $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ آبی رنگ اما $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$ سبز رنگ است؟ و یا چرا مثلاً CrO_4^{2-} ، زردرنگ، MnO_4^- بنفش رنگ و یا MnO_4^- سبزرنگ است؟ ...

در یک پاسخگویی کلی به این سری از پرسشها، می توان گفت که دلیل اساسی وجود این نوع تفاوتها بین رنگ ترکیبهای اصلی و واسطه وحتى بین رنگ ترکیبهای عنصرهای واسطه، وجود یا شرکت نداشتن تراز انرژی d، لایه ظرفیت عنصرهای اصلی در ترکیبها و شرکت اساسی اوربیتالهای این تراز در لایه ظرفیت عنصرهای واسطه و در فعالیت شیمیایی آنها است. زیرا تراز انرژی d که دارای پنج اوربیتال است اگرچه مانند ترازهای s (شامل یک اوربیتال) و p (شامل سه اوربیتال) در اتم یا یون آزاد (کزی) واسطه، همترازی (degeneracy) پنج اوربیتال خود را حفظ می کند (یعنی هر پنج اوربیتال d هم سطح و هم انرژی باقی می ماند). اما برخلاف تراز P اتم که هم در اتم آزاد و هم در اتم وارد شده در ترکیبهای شیمیایی، همترازی اوربیتالهای خود را حفظ می کند، همترازی اوربیتالهای d مربوط به اتم عنصرهای واسطه در ترکیبهای این عنصرها از بین می رود. به بیان دیگر، بین پنج اوربیتال آن از نظر انرژی شکافتگی یا چند دستگی (splitting) روی می دهد. البته، این رویداد به دلیل خصلت جهت دار بودن (Directional Character) پیوند کووالانسی است. زیرا، این نوع پیوندها در راستای

مثلاً در کمپلکسهای ۸ وجهی مانند $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ به اتم مرکزی نزدیک شوند، دافعه آنها بر اوربیتالهای d_{z^2} و $d_{x^2-y^2}$ که بر روی محورهای گسترش دارند بیشتر خواهد بود تا بر اوربیتالهای بین محوری d_{xy} ، d_{xz} و d_{yz} . برعکس، اگر لیگاندها در راستای بین محوری مثل در کمپلکس چهار وجهی مانند MnO_4^- به اتم مرکزی نزدیک شوند، دافعه آنها بر اوربیتالهای d_{xz} ، d_{xy} و d_{yz} که در راستای بین محوری گسترش دارند، بیشتر خواهد بود تا بر اوربیتالهای محوری d_{z^2} و $d_{x^2-y^2}$. در نتیجه، این دو دسته اوربیتال d نمی توانند در یک سطح انرژی قرار داشته باشند بلکه بسته به راستای نزدیک شدن لیگاندها، دسته ای در تراز بالاتر و دسته دیگر در تراز پایین قرار خواهند گرفت. این همان دلیل اساسی و منشأ دو یا چند دسته شدن اوربیتالهای تراز d اتم عنصرهای واسطه در ترکیبهای آنها که از نوع کمپلکس اند، می باشد که در شکل ۹ طرحی از آن نشان داده شده است:



شکل ۹- طرحی از دو دسته شدن اوربیتالهای تراز d

اگر ترکیبی یک یا چند رنگ از رنگهای ششگانه مشخص شده در یک سمت قطر دایره در شکل ۱۰ را جذب کند، به رنگ میانگین رنگهای جذب نشده (میانگین رنگهای سمت دیگر دایره) که مکمل رنگهای جذب شده است، دیده خواهد شد. مثلا، اگر ترکیبی رنگ نارنجی و یا در واقع دو رنگ ترکیبکننده آن (یعنی رنگهای قرمز و نارنجی) را جذب کند، به رنگ آبی دیده خواهد شد. زیرا، این رنگها در سمت راست قطر دایره قرار دارند و می دانیم که میانگین سه رنگ سمت مقابل آنها (رنگ مکمل آنها) آبی است. زیرا، نتیجه ترکیب رنگهای بنفش و سبز، همان رنگ آبی است. همچنین، اگر ترکیبی رنگ سبز را در واقع، رنگهای ترکیبکننده آن (یعنی رنگهای زرد و آبی) را جذب کند که در سمت پایین قطر دایره قرار دارد، به رنگ قرمز که میانگینی از رنگهای نارنجی و بنفش است (سه رنگ سمت بالای قطر دایره) مشاهده می شود.

حال ممکن است این پرسش در اینجا پیش کشیده شود که چگونه می توان تشخیص داد که ترکیبی کدام رنگ یا رنگها را جذب می کند؟

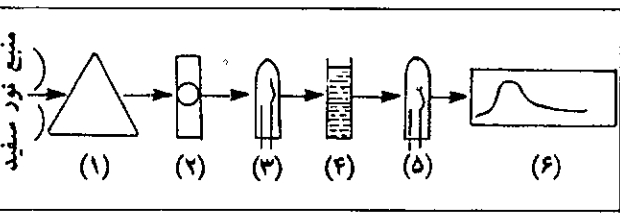
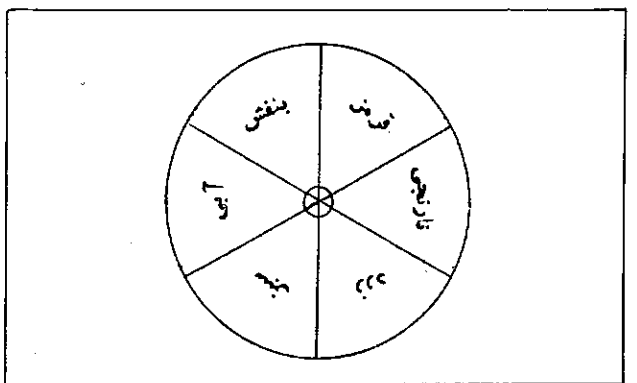
این کار به کمک یک دستگاه طیفنگار (Spectrograph)

به روش طیفنگاری جذبی الکترونی امکان پذیر است. هنگامی که نور سفید به یک دستگاه طیفنگار، مطابق شکل ۱۱ وارد می شود، در آغاز، از یک بخش آن که دارای یک منشور (یا شبکه پراش دهنده است)، می گذرد و در آنجا، رنگهای آن به ترتیب طول موج از یکدیگر جدا می شوند. این نورها سپس به وسیله بخش دیگری از دستگاه که نقش تک رنگ کننده (Monochromateur) را دارد، با استفاده از صافیهای ویژه ای به ترتیب افزایش یا کاهش طول موج (یا عدد موجی، یعنی عکس طول موج، $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} \text{ cm}^{-1}$ ضمن گذر از یک سلول فتوالکتریک، بر محلول ترکیب کمپلکس مورد نظر تابانیده می شود و پس از گذشتن از محلول دوباره از سلول فتوالکتریک دیگری عبور داده می شود. هرگاه نور یا نورهایی ضمن عبور از محلول مورد آزمایش، جذب آن نشوند (به دلیل اینکه انرژی فوتونهای آنها برای ارتقای الکترونها

همین شکافتگی تراز d است که عامل اصلی پدید آورنده رنگ ترکیبهای فلزهای واسطه محسوب می شود. زیرا الکترونی که در اوربیتال d تراز پایین تر، در کمپلکس قرار می گیرد، با جذب یک کوآنتوم انرژی معین (E) که برابر Δ است (=) می تواند به اوربیتال d تراز بالاتر جهش کند. در واقع، دلیل اساسی رنگی بودن بیشتر ترکیبهای فلزهای واسطه این است که مقدار انرژی لازم برای این ارتقای الکترونی (یعنی مقدار ۴ یا ۴) در محدوده انرژی تابشهای مرئی (یا نور سفید) قرار دارد. یعنی با انرژی یک (یا چند) نور ساده تشکیل دهنده نور سفید مطابقت دارد. از این رو، همان طور که در پیش، مورد بحث قرار گرفت، هرگاه ترکیبی بتواند انرژی یک یا چند نور ساده تشکیل دهنده نور سفید را جذب کند، نوری که از آن به چشم می آید، رنگی خواهد بود و چنانکه می دانیم، مکمل نور (یا نورهایی) است که جذب کرده است. در نتیجه، آن ترکیب به رنگ معینی دیده می شود. اکنون نوبت آن رسیده است که به پرسش زیر پاسخ دهیم:

چگونه می توان رنگ یک ترکیب فلزی واسطه را پیشگویی کرد و یا علت ظهور رنگ ترکیبها را توضیح کرد؟

از آنچه به تا کنون گفته شد، به روشنی می توان به اساس این پیشگویی پی برد. بدین ترتیب که در آغاز باید ببینیم، ترکیب مورد نظر کدام نور یا نورهای ساده را از نور سفید جذب می کند، سپس نور مکمل آن نورهای جذب شده را مشخص کنیم، رنگ آن ترکیب همان رنگ نور مکمل نور یا نورهایی است که جذب کرده است. برای آسانی، و سرعت بخشیدن به کار تشخیص رنگ ترکیبهای کمپلکس فلزهای واسطه که در واقع بیشتر رنگدانه های (pigments) غیر آلی را تشکیل می دهند، می توان از طرحی که در شکل ۱۰ آمده است، کمک گرفت. بدین ترتیب که

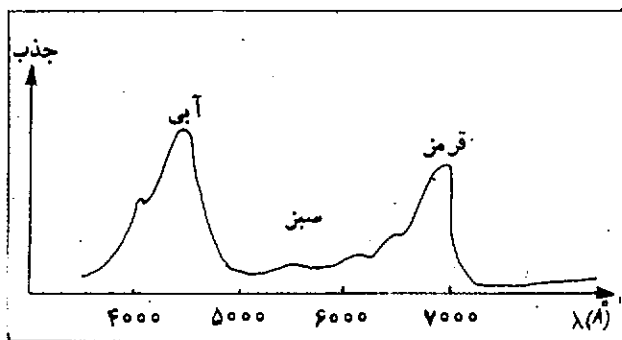


شکل ۱۱- طرحی از مسیر عبور نور سفید از دستگاه طیف نگار (۱) منشور (۲) تک رنگ کننده (۳) و (۴) سلول فتوالکتریک (۵) محلول مورد آزمایش (۶) بخش رسم کننده طیف

شکل ۱۰- طرحی از رنگهای مکمل

هیدروکسید، محلول شوایتزر را تشکیل می‌دهد، نیز نورهای زرد، نارنجی و قرمز را جذب می‌کند و سه رنگ دیگر، یعنی سبز، آبی و بنفش را از خود عبور می‌دهد و از این رو به رنگ آبی دیده می‌شود.

محلول نمکهای مس (II) در آب یا در واقع یون $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ ، نور قرمز را جذب می‌کند و پنج نور ساده دیگر را از خود عبور می‌دهد. از این رو، به رنگ آبی روشن که میانگین این پنج رنگ است، مشاهده می‌شود. همچنین، محلول نمکهای نیکل (II) به این دلیل به رنگ سبز دیده می‌شوند که نورهای قرمز، نارنجی و زرد و نیز نورهای آبی و بنفش را جذب می‌کند و تنها نور سبز را از خود عبور می‌دهند که طیف جذبی آن برای نمونه در شکل ۱۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۲- طیف جذبی

در شکل ۱۳ ارتباط بین طیف جذبی الکترونی برخی از ترکیبهای کمپلکس فلزهای واسطه و رنگ محلول این ترکیبها نشان داده شده است.

آنچه که تا اینجا در مورد رنگ ترکیبهای کمپلکس گفته شد، به جذب $d-d$ یا در واقع جذب انرژی برای جهش الکترون از یک تراز d به تراز d بالاتر در فلز واسطه نسبت داده شده است. می‌دانیم که این نوع جهش الکترونی، یک جهش غیر مجاز است. زیرا طبق قاعده لاپورت (Laporte)، در صورتی یک جهش الکترونی بین دو تراز فرعی مجاز است که بین عدد کوآنتومی فرعی آن دو تراز، رابطه: $\Delta l = \pm 1$ برقرار می‌باشد. براساس این قاعده یکی از قاعده‌های انتخاب (Selection rules) است، جهش الکترون از یک تراز d به تراز d دیگر ($\Delta l = 2 - 2 = 0$) مجاز نیست. در عمل نیز این نوع جذب، با شدت بسیار کمی همراه است.

لازم به یادآوری است که جذب $d-d$ به وسیله ترکیبهای کمپلکس، بر پایه نظریه میدان بلور استوار است. زیرا، براساس این نظریه، اتم مرکزی در ترکیبهای کمپلکس به منزله یک ذره باردار مثبت می‌تواند با لیگاندها که به منزله ذره‌های باردار منفی در نظر گرفته می‌شوند، مانند

از تراز d پایین تر به تراز d بالاتر در اتم مرکزی ترکیب کمپلکس مناسب نیست) بدون اینکه از شدت آنها کاسته شود، با همان شدت اولیه از محلول خارج می‌شوند. اما چنانچه نور یا نورهایی که انرژی فوتون آنها برابر انرژی لازم برای جهش الکترونها (۴) است، از محلول عبور داده شوند، انرژی آنها جذب و صرف جهش الکترونها بین دو تراز d اتم مرکزی می‌شود، در نتیجه شدت تابش نور پیش از وارد شدن به محلول و پس از عبور از محلول یکسان نخواهد بود و این تفاوت شدتها که به وسیله سلولهای فتوالکتریک به صورت تغییر شدت جریان در می‌آید، به اهرمی که به یک قلم طیف نگاری مجهز است، منتقل می‌شود و جذب انرژی نور با حرکت قلم به سمت بالا (یا پایین، بسته به تنظیم جهت جریان) و خاتمه جذب با حرکت قلم به سمت پایین (یا بالا) بر روی صفحه کاغذ مدرج ویژه طیف نگاری، ثبت می‌شود و نموداری به دست می‌آید که اصطلاحاً طیف جذبی الکترونی (Electronic absorption spectrum) آن ترکیب مورد آزمایش نامیده می‌شود.

حال اگر از نقطه ماکزیمم جذب (نوک پیک جذبی) خطی بر محور طول موج یا عدد موجی (محور افقی) به طور عمودی رسم کنیم. حدود طول موج نوری که جذب شده و در نتیجه رنگ نور یا نورهای جذب شده را می‌توان مشخص کرد. سپس با کمک گرفتن از شکل ۱۰ به روشنی می‌توان توجیه کرد که چرا ترکیب مورد آزمایش، دارای رنگ خاص به خود است به عنوان مثال:

محلول کمپلکس $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ نور سبز، آبی و بنفش را جذب می‌کند. در نتیجه، به رنگ نارنجی (یعنی میانگین سه نور جذب نشده: زرد، نارنجی و قرمز) مشاهده می‌شود.

محلول نمکهای کروم (III) در آب یعنی در واقع یون $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ ، نورهای بنفش و زرد را جذب می‌کند و نورهای آبی، سبز و قرمز را از خود عبور می‌دهد و در نتیجه به رنگ ارغوانی دیده می‌شود.

محلول نمکهای تیتان (III) در آب، یعنی یون $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ نور زرد (یا ترکیبی از نور نارنجی و سبز) را جذب می‌کند و نورهای قرمز، آبی و بنفش را از خود عبور می‌دهد. در نتیجه، مطابق آنچه در ارتباط با شکل ۱۰ گفته شد، به رنگ بنفش دیده می‌شود.

محلول کمپلکس $[CoCl_4]^{2-}$ نور نارنجی (یا ترکیبی از نورهای زرد و قرمز) را جذب می‌کند و نورهای سبز و بنفش و آبی را از خود عبور می‌دهد. در نتیجه، به رنگ میانگین این سه رنگ یعنی آبی مشاهده می‌شود. یون کمپلکس $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ که به صورت محلول

نه تنها در مورد این نوع ترکیبهای کمپلکس، بلکه تا حدی در مورد همه ترکیبهای کمپلکس جذبهای نسبتاً شدید و رنگهای نسبتاً تند را باید به طیف انتقال بار و رنگهای نسبتاً تند را باید به طیف انتقال بار (Charge transfer spectrum) نسبت داد که نتیجه‌ای از نظریه اصلاح شده میدان بلور یعنی «نظریه میدان لیگاند» است. براساس این نظریه، اوربیتالهای اتم مرکزی می‌توانند با اوربیتالهای لیگاند همپوشانی کنند و بین آنها پیوندهای کووالانسی به وجود آید. در نتیجه، الکترونها می‌توانند از طریق این همپوشانی، از اتم مرکزی به لیگاند و یا از لیگاند به اتم مرکزی جهش کنند. چون لیگاندها عموماً اوربیتالهای P اتمی یا اوربیتالهای π مولکولی خود را در همپوشانی با اوربیتالهای اتم مرکزی شرکت می‌دهند، از این رو، جهش الکترون از اوربیتالهای d اتم مرکزی (l=2) به اوربیتالهای P یا π لیگاند (l=1) از قاعده لاپورت پیروی می‌کند و این نوع جذب که به جذب انتقال بار موسوم است، بسیار شدید است. بر این اساس، می‌توان به روشنی دریافت که مثلاً چگونه MnO₄ دارای جذب شدید و رنگ تندی است؟ زیرا، امکان جهش الکترون از تراز P یونهای اکسید (O²⁻) به اوربیتالهای خالی d منگنز کاملاً امکان پذیر و مجاز است که با جذب انرژی نور زرد (یا نارنجی و سبز) صورت می‌گیرد و نورهای آبی، بنفش و قرمز از آن عبور می‌کنند. در نتیجه، محلول آن به رنگ میانگین این سه رنگ، یعنی بنفش دیده می‌شود. یون CrO₄²⁻ نیز بر همین اساس، از طریق انتقال بار، انرژی نور بنفش (یا آبی و قرمز) را از نور سفید جذب می‌کند و نور نارنجی و زرد و سبز را از خود عبور می‌دهد. در نتیجه، به رنگ زرد، دیده می‌شود.

توجه:

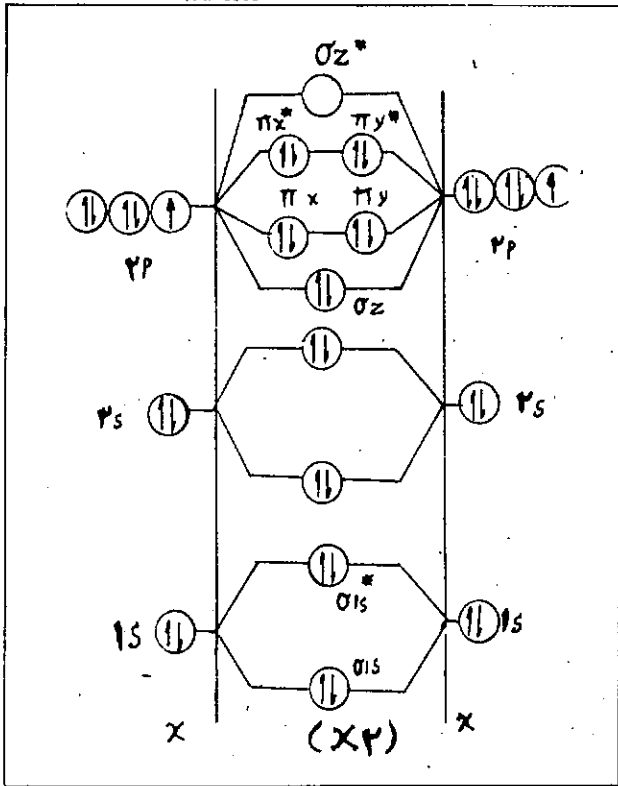
یکی از نکات قابل توجه در مورد رنگ مواد این است که نه تنها رنگ برخی از اجسام شفاف به ضخامت لایه‌های از آنها که نور از آن می‌گذرد، بستگی دارد، بلکه در مورد رنگ مربوط به مواد معدنی، به ساختار ماده رنگی، یعنی به تعداد و چگونگی آرایش لیگاندها در اطراف اتم مرکزی در آن نیز وابسته است. زیرا، تعداد و آرایش لیگاندها در اطراف اتم مرکزی هر ترکیب، مشخص کننده وضعیت تقارنی آن است. از آنجایی که هرچه مرتبه تقارن یک گونه شیمیایی رنگی (یعنی، جذب کننده بخشی از انرژی نور سفید) پایین تر باشد، میزان جذب آن شدیدتر و برعکس هرچه مرتبه تقارن آن بیشتر باشد، میزان جذب آن کمتر است، بر همین اساس است که گونه‌های رنگی با مرتبه تقارن کمتر مثلاً گونه‌های چهاروجهی رنگ تندتری نسبت به رنگ گونه‌های مشابه

طول موج نورها (A) و رنگ نورها	رنگ کمپلکس	ترکیب کمپلکس
۳۰۰۰ ۴۰۰۰ ۵۰۰۰ ۶۰۰۰ ۷۰۰۰ ۸۰۰۰ ۹۰۰۰ قرمز نارنجی زرد سبز آبی بنفش	رنگ کمپلکس	ترکیب کمپلکس
زرد کم رنگ		[CO(CN) ₄] ²⁻
زرد نارنجی		[CO(NH ₂) ₄] ²⁺
ارغوانی		[Cr(H ₂ O) ₆] ³⁺
ارغوانی		[Ti(H ₂ O) ₆] ³⁺
میخکی		[CO(H ₂ O) ₆] ³⁺
آبی		[CoCl ₄] ²⁻
آبی		[Cu(NH ₃) ₄] ²⁺
آبی روشن		[Cu(H ₂ O) ₆] ²⁺
سبز روشن		[Ni(H ₂ O) ₆] ²⁺
سبز		[CoF ₆] ³⁻
میخکی بسیار کم رنگ		[Mn(H ₂ O) ₆] ²⁺
ارغوانی		[Co(NH ₃) ₆ Cl] ³⁺
قرمز		Co(NH ₃) ₄ (H ₂ O) ₂ ²⁺
ارغوانی		[V(H ₂ O) ₆] ³⁺

شکل ۱۳- ارتباط بین طیف جذب الکترونی برخی از ترکیبهای فلزهای واسطه و رنگ آنها.

آنیونها و کاتیونها در بلورهای یونی، تا حد تماس شدن به یکدیگر نزدیک شود. یعنی، به هیچ وجه بین اوربیتالهای اتم مرکزی و لیگاندها همپوشانی در نظر گرفته نمی‌شود، بلکه همان طور که در پیش اشاره شد، میدان دافعه الکترواستاتیکی لیگاندها، موجب ایجاد شکافگی در تراز d اتم مرکزی می‌شود و بدین سان امکان جهشهای الکترونی d-d در اتم مرکزی را به وجود می‌آورد که جهشی غیر مجاز است.

اکنون این پرسش ممکن است پیش بیاید که در ترکیبهای کمپلکسی مانند MnO₄⁻، CrO₄²⁻ و غیره که اوربیتال d اتم مرکزی بر حسب قرارداد، الکترون ندارد (Cr⁺⁶ → d⁰، Mn⁺⁷ → d⁰) و اصولاً نباید امکان جهش d-d وجود داشته باشد، پس چرا و چگونه این یونها و ترکیبهای آنها رنگی اند و حتی MnO₄ دارای رنگ بنفش تندی است.



شکل ۱۴- نمودار کلی تراز انرژی اوربیتالهای مولکولی هالوژنهای (X_۶)

اتمهای مربوط ارتقا می‌یابند، چون برای این جهشهای الکترونی که به هسته اتم (یا یون) نزدیکتر و تحت جاذبه بیشتر است، انرژیهای بالاتر با طول موج کوتاهتر از طول موجهای ناحیه مرئی لازم است، هیچ‌یک از نورهای ساده تشکیل‌دهنده نور سفید جذب نمی‌شوند و در نتیجه یونهای هالید برخلاف هالوژنهای مربوط، بیرنگ می‌باشند.

جالب توجه است که بیرنگ شدن برخی از اجسام، بر اثر موادی که کلر نوزاد و اکسیژن نوزاد آزاد می‌کنند (مانند آب ژاول، پرکلرین، وایتکس، پروکسید تیدروژن) و یا در اثر دی‌اکسید گوگرد را می‌توان جذب الکترونیهای نسبتاً آزاد در آن اجسام به وسیله اکسیژن، کلر یا دی‌اکسید گوگرد دانست که عامل جذب بخشی از انرژی نور سفید و در نتیجه ایجاد رنگ در آن اجسام‌اند و با حذف آنها از آن اجسام، نور سفید به‌طور کامل از آنها بازتاب یافته و سفید (بیرنگ) جلوه می‌کنند.

رنگ شیشه‌ها

رنگ هر شیشه رنگی، به یک یا چند ترکیب از فلزهای واسطه مربوط است که به خمیر شیشه افزوده می‌شود. این ترکیبها، عمدتاً از نوع اکسید فلزهای

هشت‌وجهی دارند. به عنوان نمونه یون هشت‌وجهی $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ که دارای تقارن Oh (با ۴۸ نوع عمل تقارن مستقل) است دارای رنگ قرمز روشن است. اما یون چهاروجهی $[CoCl_4]^{2-}$ که دارای تقارن Td (با ۲۴ نوع عمل تقارن مستقل) است، رنگ آبی تندی دارد.

به همین دلیل، مثلاً یون هشت‌وجهی $[Co^{II}(H_2O)_6]^{2+}$ رنگ قرمز می‌بخشی روشن دارد (نور آبی را جذب می‌کند). اما یون چهاروجهی $[Co^{II}Cl_4]^{2-}$ رنگ آبی تندی دارد (نور قرمز را جذب می‌کند).

توجیه رنگی بودن برخی از عناصرها

در مورد رنگی بودن برخی از عناصرها، خاطر نشان می‌شود که:

جلای آیینهای سطح تمیز شده و صیقلی فلزها و برخی از غیر فلزهای جامد مربوط به این است که به علت داشتن الکترونیهای آزاد در شبکه بلور، می‌توانند همه رنگهای نور را از سطح خود بازتاب دهند، از این رو، سفیدرنگ (آیینهای) به نظر می‌آیند.

در مورد برخی از فلزها و یا آلیاژهای آنها مانند مس (سرخ‌رنگ)، طلا (زرد طلایی) برنز (زرد طلایی)، و ریشو (زرد) و غیره، جذب انرژی برخی از نورها جهت ارتقاء الکترونیها است که موجب می‌شود، نور سفید به‌طور کامل از سطح آنها بازتاب نیابد و در نتیجه، این فلزها و یا آلیاژها رنگی دیده می‌شوند.

در مورد رنگ عناصرهای هالوژن یعنی فلوئور (زرد)، کلر (سبز مایل به زرد)، برم (سرخ) و ید (خاکستری)، اساس همان جذب انرژی برخی از نورهای ساده موجود در نور سفید است که مطابق شکل ۱۴ برای جهش الکترون از تراز ضد پیوندی π به تراز ضد پیوندی σ_2^* لازم است. تفاوت رنگهای این عناصرها به تفاوت فاصله بین ترازهای ضد پیوندی π^* و σ_2^* در آنها وابسته است.

مثلاً، در فلوئور، برای جهش الکترون از تراز ضد پیوندی π^* به تراز σ_2^* ، انرژی نور آبی جذب و از نور سفید حذف می‌شود و نور مکمل نور آبی، یعنی نور زرد به چشم ما می‌رسد و در نتیجه، ما فلوئور را به رنگ زرد مشاهده می‌کنیم.

هنگامی که هالوژنهای به یون هالید مربوط (X_۶) تبدیل می‌شوند، در واقع چهارچوب ترازهای مولکولی آنها درهم می‌ریزد و به یک یون ساده تبدیل می‌شوند که تنها دارای ترازهای انرژی اتمی می‌باشند. یعنی الکترونیها در آنها، مانند الکترون در ترازهای انرژی

بدیهمی است که با بررسی ساختار و تجزیه عنصری کیفی و کمی جواهرات طبیعی و تعیین درصد هر یک از اجزای تشکیل دهنده آنها، توانستند، همه انواع آنها را به روش مصنوعی (سنترزی) نیز تهیه کنند (جواهرات مصنوعی).

در جدول ۵ چند نمونه از سنگهای قیمتی، رنگ هر یک و ترکیب عنصر واسطه‌ای که این رنگ را در آنها به وجود آورده است، نشان داده شده است.

چند نکته شنیدنی درباره رنگ اجسام

اکنون که تا اندازه‌ای ارتباط رنگ اجسام با نور، تفاوت رنگ نور با رنگ مواد شیمیایی (مواد رنگی یا رنگها) و نقش فلزهای واسطه و ترکیبهای آنها در ایجاد رنگ توجیه شد، جا دارد که به چند نکته جالب و شنیدنی درباره دنیای رنگ نیز در اینجا اشاره شود.

۱- تفاوت رنگ جسم در نور سفید و در نورهای ساده بررسیهای تجربی نشان می‌دهد که رنگ اجسام در مقابل نور خورشید، با رنگ آنها در مقابل نورهای ساده، تفاوت دارد. مثلاً، گلبرگهای یک گل زرد در مقابل نور سفید و یا نور زرد، رنگ زرد دارد. زیرا، رنگ زرد، نورهای قرمز و سبز را که به وجود آورنده آن‌اند، بازتاب می‌دهد. اما همین گلبرگها در نور سبز به رنگ سبز و در نور قرمز به رنگ قرمز دیده می‌شوند. زیرا همان‌طور که اشاره شد، رنگ سبز یا رنگ قرمز را که بر آن می‌تابد، بازتاب می‌دهد. می‌دانیم که هر جسم به همان رنگی دیده می‌شود که آن را باز می‌تاباند.

جالب توجه است که همان گلبرگهای زرد رنگ در نور آبی یا بنفش به رنگ تیره دیده می‌شوند. زیرا می‌دانیم که رنگ زرد هم رنگ آبی و هم رنگ بنفش را جذب می‌کند.

۲- تفاوت رنگ جسم در مقابل نور خورشید و نور چراغ آزمایش نشان می‌دهد که رنگ برخی از اشیاء در مقابل نور طبیعی با رنگ آنها در مقابل نور چراغ تفاوت دارد. مثلاً رنگ پارچه سرمه‌ای، در مقابل نور خورشید، به دلیل اینکه همه نورها غیر از نور آبی را جذب می‌کند به رنگ آبی دیده می‌شود. اما اگر همان پارچه را در نور یک لامپ الکتریکی نگاه کنیم، تیره به نظر می‌رسد. زیرا این پارچه فقط نور آبی را بازتاب می‌دهد که در نور لامپ الکتریکی، نور آبی (به دلیل داشتن طول موج بسیار کوتاه و انرژی زیاد) در دمای داخل لامپ به وسیله رشته تنگستن ملتهب، تابش نمی‌شود. از این‌رو، نوری از سطح پارچه باز نمی‌تابد. در نتیجه، تیره به نظر می‌آید.

واسطه‌اند که اساساً ساختار کمپلکس دارند و یون اکسید در آنها نقش لیگاند را دارد. از این‌رو، این اکسیدها، مانند بسیاری از ترکیبهای دیگر فلزهای واسطه، به دلیل جذب بخشی از انرژی نور سفید، به رنگهای معینی دیده می‌شوند. وجود آنها در شیشه‌ها نیز موجب می‌شود تا ضمن برخورد نور سفید (نور خورشید) به شیشه، بخش معینی از انرژی نور سفید، جذب شود و بخش مکمل آن از شیشه عبور کند (و یا جزیی از آن از سطح شیشه بازتاب یابد). در نتیجه، شیشه به رنگ معینی که به ماهیت اکسید فلز واسطه به کار رفته در آن بستگی دارد، مشاهده می‌شود. در جدول ۴ برخی از اکسیدهای فلزی که در تهیه شیشه‌های رنگی به کار می‌روند و رنگی را که در شیشه به وجود می‌آورند، آمده است.

جدول ۴- برخی از اکسیدهای فلز و رنگی که در شیشه به وجود می‌آورند.

اکسید فلز	CoO	MnO ₂	Cu ₂ O	SeO ₂	Cr ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	U ₂ O ₇
رنگ شیشه	آبی تند	بنفش	آبی قرمز باهنمای راهنمای	قرمز باهنمای راهنمای	سبز	سبز	زرد	زرد - سبز

رنگ جواهرات (سنگهای قیمتی)

سنگهای قیمتی در واقع ترکیبهایی طبیعی از سیلیسیم، آلومینیم، بریلیم و... می‌باشند که عمدتاً به صورت اکسید این عنصرها همراه با اکسیدهایی از عنصرهای واسطه‌اند. در حقیقت، به دلیل وجود همین ترکیبهای فلزهای واسطه است که این نوع جواهرات، عموماً رنگهای زیبا و جالب توجهی دارند. زیرا همان‌طور که بحث شد، این اکسیدهای فلزهای واسطه، همانند ترکیبهای دیگر آنها، جزو ترکیبهای کوئوردیناسیون‌اند و به دلیل وجود شکافتگی بین اوربیتالهای تراز d لایه ظرفیت اتم مرکزی در آنها، انرژی رنگ یا رنگهای معینی از نور سفید در برخورد به آنها، برای جهش دادن الکترون بین ترازهای d، جذب می‌شود و نورهای باقیمانده که از سطح آنها بازتاب می‌یابد، رنگی دیده می‌شود و موجب آن می‌شود که سنگ قیمتی به رنگ معینی که غالباً زیبا است، مشاهده شود.

سنگ قیمتی	یاقوت سبز	یاقوت کبود	یاقوت سرخ	زمرد	لعل	فیروزه
رنگ	سبز	کبود	سرخ	سبز	قرمز	آبی فیروزه‌ای
ترکیب فلز واسطه	Cr ₂ O ₃	TiO ₂ و Co(NO ₂) ₂	K ₂ Cr ₂ O ₇	TiO ₂ و Cr ₂ O ₃	TiO ₂ و Cr ₂ O ₃	NiO

جدول ۵- چند نمونه از سنگهای قیمتی، رنگ و ترکیب به وجود آورنده رنگ آنها

توضیح:

از بررسی این دو پدیده، می‌توان نتیجه گرفت که رنگ اجسام نه تنها به ماهیت آنها بلکه به ماهیت نوری که بر آنها می‌تابد نیز بستگی دارد.

۳- تفاوت رنگ يك جسم از دید افراد مختلف

از آن رنگ بر روی سلولهای حساس شبکیه باقی می‌ماند و آنها را خسته می‌کند. بر همین اساس است که مثلا يك لکه زردرنگ بر روی يك زمينهٔ سیاه، درخشانتر از همان لکه دیده می‌شود که بر روی يك زمينه سفید رنگ باشد. دلیل آن این است که ضمن نگاه کردن به رنگ سیاه، نوری از آن به چشم نمی‌خورد که موجب خستگی چشم شود. اما در نگاه کردن به صفحه سفید، نورهایی از سطح آن به چشم می‌تابد که چشم را خسته می‌کند و میزان حساسیت آن نسبت به آن لکه زردرنگ کم می‌کند و موجب می‌شود کم‌رنگتر دیده شود. جالب توجه است که بر همین اساس، يك لکه زردرنگ بر روی يك زمينه قرمز، کمی سبز و بر روی زمينه سبز، کمی قرمز رنگ به نظر می‌آید. زیرا رنگ زرد از ترکیب دو رنگ سبز و قرمز حاصل می‌شود. در مورد اول، جزء قرمز آن بر اثر خستگی چشم ضمن نگاه کردن به زمينه قرمز تا حدی حذف می‌شود و در مورد دوم، جزء سبز آن بر اثر خستگی ضمن نگاه کردن به زمينه سبز تا حدی حذف می‌شود.

البته در مورد طرحهای تودرتو، حرکت سریع چشم از روی يك رنگ بر روی رنگ دیگر، موجب می‌شود که اثر رنگ اولی تا حدی بر روی رنگ بعدی بماند. بر همین اساس است که نقطه‌ای زرد رنگ پشت سر هم بر روی يك زمينه سبز قرار گرفته باشند، به جای اینکه زرد به نظر آیند، بیشتر رنگ سبز دیده می‌شوند. زیرا به دلیل کوتاه بودن زمان نگاه کردن، سلولهای حساس شبکیه ضمن حرکت از يك نقطه سبز به يك نقطه زرد، اثرات رنگ سبز را در خود حفظ می‌کنند.

۵- رنگ آسمان

همان‌طور که اشاره شد، جذب برخی از نورهای تشکیل‌دهنده نور سفید به وسیله برخی از اشیاء مهمترین عامل رنگی دیده شدن آنها است. در طبیعت نیز اجسام کمیابی وجود دارند که به وسیله جذب برخی از اجزای نور سفید، یعنی در واقع جداکنندگی رنگها، خود رنگین دیده می‌شوند برای مثال، نور خورشید در سر راه رسیدن خود به زمین، زمانی که به جو زمین وارد می‌شود بازه‌های گرد و غبار موجود در هوا برخورد می‌کند. بخشی از آن بازتاب می‌یابد. نورهایی که دارای طول موج کوتاه حدود طول موج نور آبی‌اند، بیشتر از نورهایی که طول موجهای بلندتر در حدود نور قرمز دارند، در اطراف پخش می‌شوند. بر همین اساس است که آسمان را به رنگ آبی می‌بینیم. اما، چنانچه، به ویژه به هنگام غروب آفتاب مستقیماً به خورشید نگاه کنیم، هم خورشید و آسمان اطراف آن را به رنگ قرمز یا نارنجی می‌بینیم، زیرا در آن شرایط دیگر نور آبی پخش نمی‌شود، بلکه نورهایی با طول موج بلندتر یعنی نارنجی یا زرد از خورشید در

علاوه بر دو پدیده بالا، بررسیهای تجربی نشان می‌دهد که ممکن است رنگ يك شیئی واحد به چشم دو نفر یکسان مشاهده نشود. زیرا، رنگ يك جسم نه تنها به ماهیت خود جسم و یا ماهیت نوری که بر آن می‌تابد، بلکه به ساختمان و وضعیت سلولهای بینایی فرد بیننده نیز بستگی دارد. سالم بودن سلولهای حساس شبکیه چشم فرد مشاهده‌کننده، یکی از عاملهای مهم در تشخیص رنگ اجسام است. زیرا در صورت سالم نبودن، این سلولها در مقابل تابش يك نور معین، نمی‌توانند عکس‌العمل طبیعی خود را داشته باشند. در نتیجه، رنگی را که فرد از آن جسم احساس می‌کند، با رنگ آن جسم یکسان نخواهد بود.

۶- نقش خستگی چشم در تشخیص رنگ

هرگاه مدت نسبتاً طولانی به يك رنگ معین خیره شوید سلولهای شبکیه چشم شما که نسبت به آن رنگ حساس‌اند، به تدریج خسته می‌شوند. به طوری که اگر بی‌درنگ چشم خود را به يك صفحه سفید برگردانید آن صفحه را به رنگ مکمل رنگی که به آن خیره شده بودید خواهید دید. جالب توجه است که اگر مدتی به يك نقطه آبی رنگ خیره شوید، سلولهای حساس چشم شما که ویژه تشخیص رنگهای سبز و آبی‌اند خسته می‌شوند. در آن صورت، اگر بی‌درنگ، نگاه خود را به صفحه سفیدی برگردانید، نقطه زرد نارنجی رنگی بر روی آن در نظر شما مجسم خواهد شد که می‌دانید مکمل رنگهای سبز و آبی است. زیرا، چشم شما به دلیل خسته شدن از آنها، حساسیت خود را در برابر آنها از دست داده و بیشتر به رنگهای زرد نارنجی حساسیت نشان می‌دهد.

در واقع، اگر امکان داشت که انسان به مدت طولانی به طور یکنواخت به نقطه ثابتی خیره شود، به دلیل خسته شدن سلولهای حساس شبکیه، در تمییز دادن رنگها از یکدیگر، دچار اشکال می‌شد. اما خوشبختانه چنین اتفاقی روی نمی‌دهد. که يك دلیل آن مژه زدن چشم و چرخش مداوم آن به هنگام نگاه کردن به اشیاء رنگارنگ منبذ تابلوهای نقاشی است. این عمل، مانع از آن می‌شود تا يك نور مشخص، پیوسته بر پرده شبکیه بتابد و سلولهای حساس آن را خسته کند. البته هر اندازه هم که چشم از يك رنگ به رنگ دیگر حرکت کند و هر اندازه هم که مدت نگاه کردن به رنگ اول کوتاه باشد، باز هم اثری

آسمان پخش می‌شود.

قابل توجه است که پخش نور به وسیله ذره‌های گرد و غبار در هوا، به دلیل بازتاب یافتن نور از سطح خارجی این ذره‌ها است. در نتیجه، اندازه این ذره‌ها، در رنگ نور و میزان شکست آن مؤثر است. اصولاً، هرگاه قطر ذره‌ها نسبت به طول موج نور بسیار کوچکتر باشد، نور، مانند موجهای دریا که از روی صخره‌های کوچک می‌گذرد و بدون اینکه مسیر یا جهت حرکت خود را تغییر دهد به راه خود ادامه می‌دهد. اما اگر قطر ذره‌ها از طول موج نور بسیار بزرگتر باشد، به منزله مانعی بر سر راه موجهای نور، موجب تغییر جهت حرکت نور می‌شود.

قطر ذره‌های موجود در جو زمین، یعنی در واقع قطر مولکولها، در مقایسه با طول موج نور مرئی حتی کوتاهترین طول موجها که به نور آبی، نیلی و بنفش مربوط اند، بسیار کوچکتر است. اما به دلیل آنکه تعداد آنها فوق‌العاده زیاد است حتی بدون اینکه به وجود ذره‌های درشت‌تر گرد و غبار نیازی باشد، می‌توانند از پخش نورهایی با طول بلندتر به‌ویژه نورهای زرد، نارنجی و قرمز جلوگیری کرده و تنها نورهای آبی و نیلی و بنفش نور خورشید را در آسمان پخش کنند. بر همین اساس است که حتی آسمان تمیز و بدون گرد و غبار را نیز به رنگ آبی می‌بینیم.

۶- چرا چراغهای مه شکن اتومبیلها را به رنگ زرد می‌سازند؟

می‌دانیم که برای افزایش دید رانندگان خودروها در هوای مه‌آلود، از چراغ ویژه‌ای بنام «چراغ مه‌شکن» استفاده می‌شود که تفاوت آن با چراغهای معمولی این است که شیشه آن زردرنگ است. نقش این شیشه زرد این است که نور مکمل نور زرد یعنی نور آبی را که طول موجهای کوتاهی دارد، جذب می‌کند و از برخورد آنها به ذره‌های مه و پراکنده شدن آنها در فضای جلوی خودرو جلوگیری می‌کند و تنها نور زرد را که طول موجهای بلندتری دارد و کمتر به وسیله ذره‌های مه پخش و پراکنده می‌شود را از خود عبور می‌دهد. بدین وسیله موجب می‌شود که نور بیشتری از سطح جاده یا خیابان و یا از خودروهای جلویی و یا به‌طور کلی هر شیء و مانع سر راه، بازتاب یافته و به چشم راننده برسد و موجب شود که دید راننده در تشخیص وضعیت جاده و خیابان ... افزایش یابد. قابل توجه است که در عکاسی نیز از این پدیده در عکسبرداری در هوای مه‌آلود استفاده می‌کنند. یعنی با استفاده از فیلتر زردرنگ، نورهای دارای طول موجهای کوتاه مانند نورهای بنفش، نیلی و آبی را که در برخورد به ذره‌های مه در هوا پخش می‌شود، جذب می‌کنند و بدین وسیله، تصویرهای واضح‌تری به دست می‌آورند.

۷- چرا آب در عمقهای مختلف به رنگهای متفاوتی از خاکستری تا آبی دیده می‌شود؟

به‌طور کلی، می‌توان گفت که عامل اصلی رنگی دیده شدن آب، در حوضها، استخرها و دریاها به وجود ذره‌های شناور در آن، وابسته است. مثلاً آب حوض، استخر و دریا در نقاط کم‌عمق به این دلیل سبز به نظر می‌آید که وقتی نور خورشید به سطح آب، در این مکانها می‌تابد، نورهایی که طول موج کوتاه‌تر دارند، مانند نورهای آبی، نیلی و بنفش به وسیله ذره‌های کوچک شناور در سطح آب پخش و پراکنده می‌شوند و بخشی از آنها به چشم ما می‌رسد. اما، نورهایی که طول موج بلندتر دارند، مانند نورهای زرد و قرمز که به وسیله این ذره‌های کوچک پخش نمی‌شوند، به کف حوض، استخر یا دریا (در عمق کم) می‌رسند و در آنجا به وسیله ذره‌های درشت‌تر (مانند شن، ماسه و ذره‌های تشکیل‌دهنده کف) بازتاب می‌یابند و پس از بازگشت از عمق آب به چشم ما می‌رسند. تاثیر تابش مخلوطی از این نورهای پخش شده به وسیله ذره‌های شناور (یعنی نور آبی) و نورهای بازتاب یافته از کف استخر یا دریا، بر چشم ما، به گونه‌ای است که آب را به رنگ سبز می‌بینیم.

بدیهی است که اگر عمق آب زیاد باشد، ممکن است نور خورشید به کف نرسد و یا بازتاب آن از کف، به‌طور کامل به چشم ما نرسد، در آن صورت، عمدتاً نور آبی را که به وسیله ذره‌های شناور در قسمت سطحی آب پراکنده می‌شوند و به چشم ما می‌رسند، می‌بینیم. از این‌رو، رنگ آب آبی یا خاکستری به نظر می‌آید.

قابل توجه است که طبیعت نیز از خاصیت پخش و نشر نور سفید در به وجود آوردن برخی از رنگها استفاده می‌کند. به‌عنوان یک نمونه از این فرایند می‌توان رنگ سفید بالهای پروانه و یا رنگ سفید برخی از گلبرگها را نام برد. که دلیل آن وجود حبابهای بسیار ریز هوا در آنها است. این حبابهای هوا می‌توانند نور سفید را به هرسو منعکس کند و از این‌رو، بال این نوع پروانه‌ها یا این نوع گلبرگها سفید رنگ دیده می‌شوند. برای امتحان، اگر این نوع گلبرگها را تحت فشار قرار داده و له کنیم تا حبابهای هوا از آنها خارج شود، دیگر به رنگ سفید دیده نخواهند شد.

همچنین برخی از انواع حشره‌ها، ذره‌های کوچکی را در بدن خود وارد می‌کنند که برخی از رنگهای نور را بیشتر از رنگهای نور بازتاب می‌دهند و از این‌رو، محل آن ذره‌ها به همان رنگ مشاهده می‌شود. به‌عنوان نمونه، نقطه‌های آبی‌رنگ شفافی که روی بال سنجاقک مشاهده می‌شود، حاصل چنین فرایندی است.



بقیه از صفحه ۲

بی شک اگر چنین محدودیتهایی نبود؛ برنامه، محتوا و روش ارائه کتابهای درسی نیز مسیر دیگر و نوآوریهای بیشتری به خود می گرفت. طرح برخی برشتهای عملی و پاسخ به تعداد بسیار محدود در متن کتابهای درسی شیمی به نحوی آمده است که متعاقب نوعی فعالیت مفهومی سازی باشد که هم برای ارزشیابی از آموخته ها مفید است و هم انگیزه ای برای پرورش فکر و تلاش جهت دسترسی به پاسخ است (از منابع عملی، انتشاراتی و یا معلم). افزون بر این، هرگاه این مختصر انگیزه کار عملی ساده را از کتابهای درسی حذف کنیم، دیگر چه امیدی و چه احساس نیازی به آزمایشگاه و فعالیتهای پژوهشی ساده وجود خواهد داشت؟

مانع عمده دیگر در اجرای فعالیتهای عملی - که برای آموختن دروس علوم تجربی نهایت ضرورت را دارد - نبودن فضایی برای انجام کار عملی توسط گروههای دانش آموزان است. اکتفا به آزمایش نمایشی معلم، که بعضاً در برخی مدارس انجام می گیرد، نیز هدفهای آموزشی و مهارتهای مورد نظر را تحقق نمی بخشد.

اخیراً شرکت صنایع آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش با گسترش تسهیلات خود، در تلاش است که نوعی کیتهای آزمایشی ساده را برای مقطع تحصیلی متوسطه طراحی و فراهم سازد. در اینجا به چند مأخذ سودمند در مورد برنامه ریزی و اصول طراحی آموزش شیمی و... برای مراجعه همکاران عزیز اشاره می شود:

۱- سلسله مقاله های «هدفهای آموزشی و اصول ارزشیابی در آموزش شیمی» و... در مجله های رشد آموزش شیمی شماره های ۲۳/۲۴/۲۵/۳۰/۱۹/۱۵/۱۴/۱۱/۱۰/۹/۸/۶/۱
۲- کتاب الگوهای تدریس شیمی نوشته مرتضی خلخالی از انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. این کتاب تحلیل مفصلی بر هدفهای آموزش شیمی در ایران و همچنین کاربرد برخی اصول طراحی آموزشی در تنظیم برنامه و روشهای تدریس آن دارد.

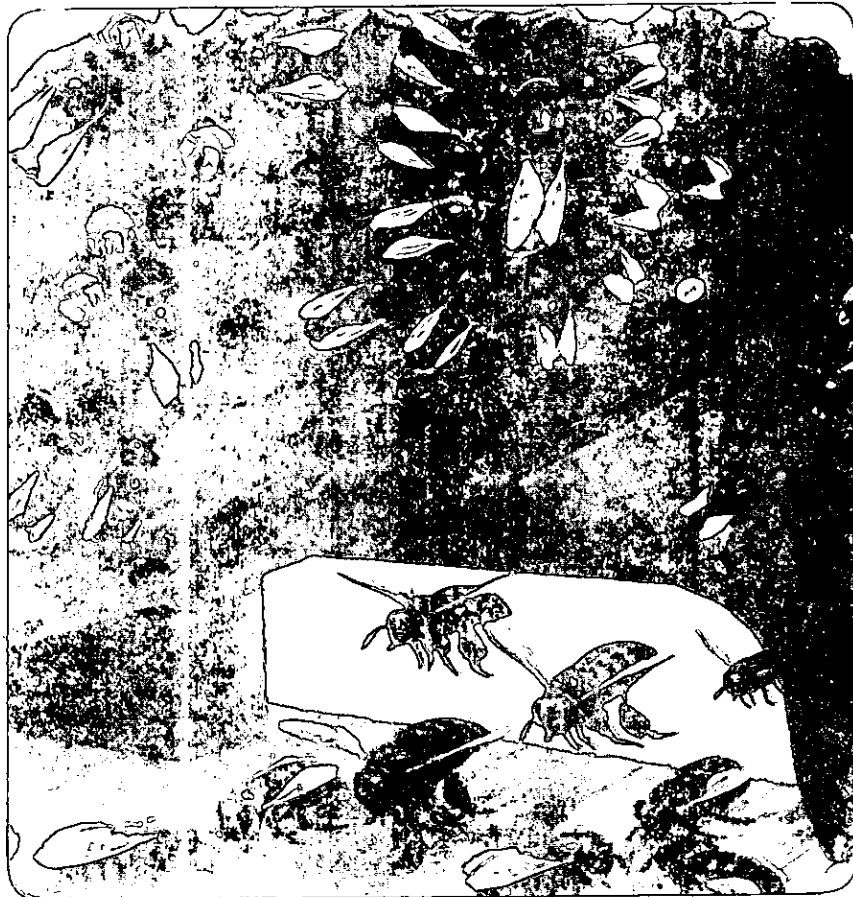
۳- کتاب روشها و فنون در آموزش علوم، تألیف برخی صاحب نظران بونسکو و ترجمه و نشر دفتر امور کمک آموزشی وابسته به سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی. این کتاب نیز به مفهوم واقعی آموزش علوم و تجارب جهانی، تلاشهای کشورهای جهان سوم در امر برنامه ریزی و ایجاد تحول در روشهای برنامه ریزی و تدریس علوم تجربی می پردازد و کتابهای دیگر که در این زمینه منتشر شده است. امید است که با اصلاح نظام آموزشی و توجه دائم به کنشهای متقابل میان همه مؤلفه های برنامه ریزی و طراحی آموزشی، همچنین تربیت معلم، امتحان و ارزشیابی و شرایط اجرایی در مدرسه، بسیاری از اینگونه گره ها و محدودیتهای برطرف شود. گروه شیمی دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی

مینا استفاده می کنند. در عین حال، اکثریتی که متأسفانه موفق به ادامه تحصیل نمی شوند، نیز زمینه و مبنایی برای امکان طی کردن دوره های کارآموزی فنی و حرفه ای یا جهت گیری در هر گونه متاعلی که احیاناً نیازمند به علم شیمی هستند، به دست می آورند. تجربه نشان داده است که برنامه ریزی نیم قرن گذشته که بیشتر بر شیمی توصیفی و اشاره مختصر و بدون استدلال به صدها واکنش و خواص مواد و صنایع متفرقه می برداخت، نوعی اتلاف وقت و تضییع فرصتهای یادگیری به شمار می رفت. زیرا اینگونه آموزشهای بدون ریشه و غیر مبتنی بر استدلالها و مفاهیم اساسی علمی، هرگز در ساختار ذهنی انسان نبات و دوام نداشته و آمادگی درک عمیق، آموزش پیوسته و گسترش اندیشه را فراهم نمی آورد؛ در نتیجه فراگیرنده را به مصرف کننده معلومات انتقال دادی و فرار تبدیل می کند که تنها آنها را موقتاً برای دوران امتحان و شرکت در آزمونها در ذهن خود نگه می دارد.

کارشناسان برنامه ریزی و نویسندگان کتابها با توجه به وضعیت نابسامان فعالیت های آزمایشگاهی و محدودیتهای اسف انگیز آن در مدارس، از همان ابتدا نوع آزمایشها را طوری برگزیده اند که مناسب با محدودیتهای و با ساده ترین وسایل تشکیل یافته از چند لوله آزمایش، لیوان، سرنگ و دیگر وسایل ارزان قیمت، قابل اجرا باشند. آزمایشهای مورد اشاره در کتابهای شیمی متوسطه در دو دسته می گنجند: نخست آزمایشهایی که با همان وسایل ساده و ارزان قیمت قابلیت اجرا دارند. دوم، شرح آزمایشها نه آزمایشهای پیچیده تر، که متأسفانه در شرایط موجود و محدودیتهای آزمایشگاهی و با کمبود وسایل سمعی و بصری در مدارس اجرا نمی شوند. شرح اینگونه آزمایشها تنها برای تحلیل موقعیتهای و بررسی داده ها و نتایج ارائه شده در کتب است و نه اجرای واقعی در آزمایشگاه.

برنامه ریزان و نویسندگان کتابهای درسی، مشکل اصلی عدم اجرای آزمایش در مدارس را بیشتر معلول نارسایی های نظام امتحان و ارزشیابی می دانند. التزام به اجرای امتحانات نهایی کتبی و تعیین سرنوشت تحصیلی در آزمونها کتبی برای ورود به دانشگاه متأسفانه نوعی ضد ارزش در مورد آموزش مهارتها در نظام آموزش متوسطه به وجود می آورد. اصلاح نظام ارزشیابی چه از نظر تدریس معلم و چه از نظر آموختن دانش آموز، همواره مورد آرزو و درخواست و اصرار برنامه ریزان و مؤلفان بوده است و خواهد بود. نظام صحیح ارزشیابی باید آموخته های دانش آموزان را در سه قلمرو شناختی و ذهنی، ارزشی و مهارتهای عملی مورد توجه قرار دهد که متأسفانه پیشرفت در این زمینه، علیرغم انتشار صدها مقاله و تحلیل در مجله های رشد و غیره، بسیار بسیار کند و با دها مشکل اجرایی روبرو است.





«برخی از ویژگی‌های عسل»

این مقاله به کتابهای شیمی سال چهارم ریاضی و فیزیک دبیرستان و دبیرستان خراسان و رشته بهداشت عمومی است.

ترجمه و تدوین: دکتر محمدحسین عزیزی

تاریخچه مصرف عسل در پزشکی سنتی:

عسل مایعی غلیظ و چسبنده است که توسط زنبور عسل از شهد گیاهان گوناگون ساخته می‌شود. در طول تاریخ، عسل همواره به عنوان دارویی شام-بخش در پزشکی سنتی به کار رفته است. در کتابهای پزشکی از حدود ۲۰۰۰ سال پیش از عسل به عنوان یک دارو یاد شده است و از آن در مواردی مانند درمان سوختگی‌ها، بریدگی‌ها و دمل‌ها استفاده کرده‌اند.

دیسکوریدیس (Discorides) (۵۶ میلادی) پزشک که کتاب وی در پزشکی تا قرن شانزدهم شهرت جهانی داشته است، با روغن کل سرخ و عسل مرهمی می‌ساخته که آنرا برای التیام زخم‌ها مفید می‌دانسته است. جالینوس معجونی از عسل را در مداوای بیماری‌های معده تجویز می‌کرده است. ابوالخیر الجزایی یکی از مشاهیر جراحی قرن چهارم

هجری مرهم‌هایی از عسل تهیه می‌کرد و آنها را در زخم‌بندیها بکار می‌برده است. این مرهم به مرهم جاذب معروف بوده است (۶). در قرآن کریم نیز به خواص درمانی عسل اشاره شده است (سوره نحل آیات ۶۸-۶۹) در بررسی‌های تازه نیز ویژگی‌های دارویی و درمانی عسل مورد بحث قرار گرفته است. در این مقاله هدف آن است که برخی از ویژگی‌های غذایی، دارویی و درمانی عسل مورد بحث قرار گیرد.

ویژگی‌های غذایی عسل:

عسل غذایی طبیعی، کوارا، زود-هضم و پر انرژی است. براساس یک گزارش علمی عسل حاوی حدود ۱۸۱ ماده مختلف است. عسل دارای کربوهیدرات، پروتئین، چربی، نمکها، آنزیم‌ها و ویتامین‌های گوناگون است. جدول شماره ۱ ترکیب عسل را نشان می‌دهد. (۱)

یک قاشق غذاخوری عسل دارای ۶۰ کالری انرژی، ۱۱ گرم کربوهیدرات

ویژگی‌های دارویی و درمانی عسل:

۱- نقش عسل در التیام زخم‌ها: در پزشکی سنتی، عسل به عنوان یک داروی فوق‌العاده مؤثر برای تسریع التیام زخمها به کار رفته است.

سربازان روسی در جنگ جهانی اول از عسل برای این منظور استفاده می‌کردند. ارزیابی‌های اخیر علمی نیز این باورها را تأیید می‌کند.

قسمت اعظم عسل از فندهای ساده

می‌کند. اثرات دارویی و درمانی عسل از این عوامل تأثیر می‌پذیرند. عسل-های خالص عموماً سمی نیستند، اما در شرایط ویژه زنبور عسل ممکن است از شهد گیاهانی استفاده کند که برای انسان مسمومیت‌زا باشند. گاهی به علت وجود سم زنبور عسل، واکنش-های آلرژیک در افراد مستعد صورت می‌گیرد. (۱)

نکتهٔ جالب این است که طعم و رنگ عسل‌های مختلف برحسب ناحیه جغرافیایی و در ایام مختلف سال باهم متفاوت است (۱). خلاصه آنکه عسل علاوه بر آنکه یک ماده غذایی ارزشمند است ویژگی‌های درمانی و دارویی نیز داراست که در این مقاله به اختصار برخی از آنها آمده است:

جدول ۱- ترکیب عسل

آب	سایر خواص عسل
۱۷/۴٪	برخی ویژگی‌های دارویی و درمانی
۳۸/۱۹٪	را به عسل نسبت داده‌اند که ذیلا به آنها اشاره می‌شود، البته این گونه ویژگی‌ها به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد: خواص ضد سرفه و خلط‌آور عسل و خاصیت ضد التهابی آن.
۳۱/۲۸٪	ضد سرفه و خلط‌آور بودن عسل را می‌توان به توانایی عسل در رقیق‌سازی ترشحات نایژه و بهبود عملکرد مخاط آن نسبت داد. عسل دارای خاصیت ضد التهاب (Anti inflammatory) نیز می‌باشد که علت آنرا می‌توان اینهمیبین موجود در عسل و خاصیت نم‌گیری آن دانست؛ خاصیت نم‌گیر عسل سبب کاهش ورم (Edema) می‌شود. هم‌چنین محتمل است که عسل سبب آزاد شدن مواد واسطه‌مانند پروستاگلندین‌ها، هیستامین‌ها و لکوترین‌ها (Leukotrienes) شود. (۱)
۷/۳٪	● نمکها: پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن، کلسر، سولفات، فسفات
۱/۳٪	● آنزیم‌ها: کاتالاز، دیاستاز، انورتاز، فسفاتاز اکسیداز و لیزوزیم‌ها
۱/۵٪	● ویتامین‌ها: تیامین، ریبوفلاوین، اسید نیکوتینیک، اسید فولیک، اسید اسکوربیک، پیریدوکسین ویتامین کا
	● رنگینه‌ها: کاروتن و کلروفیل
	● پروتئین‌ها
	● چربی‌ها
	● اینهمیبین (Inhibine)

(ماخذ شماره ۱)

* Escheri chia coli

* ORS=Oral Rehydration Solution

(به همراه الکترولیت‌های لازم) به اندازه کلوکز باعث پیشبرد جذب سدیم و آب در روده می‌شود (۲).

۳- اثرات ضد میکروبی عسل:

اثرات ضد میکروبی و ضد قارچی عسل را می‌توان ناشی از pH پایین آن، هیپرتونیسیت و فشار زیاد اسمزی عسل دانست. علاوه بر این، خاصیت ضد میکروبی عسل ممکن است به دلیل ایجاد پراکسید هیدروژن و داشتن سیستم انتی‌بیوتیکی حاوی اینهمیبین (inhibine) باشد. هم‌چنین آنزیم‌های مختلف موجود در عسل مانند اکسیداز انورتناس (invertase) و لیزوزیم‌ها ممکن است از رشد باکتریها و قارچها جلوگیری کنند. (۱)

۴- سایر خواص عسل

عسل خالص سبب کشتن بسیاری از باکتریها از جمله باکتریهای بیماری-زای روده‌ای مانند سالمونلا (Salmonella)، شیگلا (Shigella)، اشریشیاکولسی بیماری‌زای روده (E. E. coli)* و سایر میکروبهای گرم منفی (Gram Negative) می‌شود، از طرفی عسل سرشار از گلوکز و فروکتوز است. در یک بررسی که بر روی شیر-خواران و کودکان مبتلا به اسهال حاد صورت گرفته است، نشان داده‌اند که استفاده از عسل به جای گلوکز موجود در محلول سرم خوراکی درمانی (ORS)* که در مبتلایان به اسهال به کار می‌رود، سبب کاهش دوره اسهال باکتریال می‌شود، از این رو می‌توان از آن به عنوان جای‌گزین مناسبی برای گلوکز استفاده کرد (۲). هم‌چنین در این بررسی دوره اسهال‌های غیر باکتریال نیز در بیماران که با عسل درمان شده‌اند؛ افزایش نیافته است. از این رو بررسی‌کنندگان نتیجه‌گیری کرده‌اند که استفاده از عسل در محلول سرم خوراکی درمانی به جای خلوکز

تشکیل شده است که یک منبع غنی انرژی به حساب می‌آید. از طرفی نشان داده‌اند که عسل دارای فشار اسمزی بالایی است یعنی مایعی هیپرتونیک (Hypertonic) و در عین حال عاری از میکروب است و بشدت سبب کشتن میکروبها می‌شود. به هر حال ارزش عسل در التیام زخم‌ها به طور تجربی و علمی ثابت شده است و این امر می‌تواند به علت غنی بودن انرژی عسل باشد که برای ترمیم بافتها سودمند است. هم‌چنین به علت خاصیت نم-گیری (Hygrosopic) عسل و وجود آنزیم‌های مختلف و اعمال ضدباکتریال آن در التیام زخم‌ها ممکن است مفید باشد. (۱)

۲- نقش عسل در کاهش دوره اسهال حاد

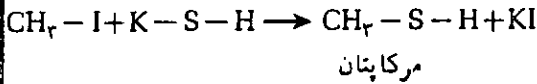
عسل خالص سبب کشتن بسیاری از باکتریها از جمله باکتریهای بیماری-زای روده‌ای مانند سالمونلا (Salmonella)، شیگلا (Shigella)، اشریشیاکولسی بیماری‌زای روده (E. E. coli)* و سایر میکروبهای گرم منفی (Gram Negative) می‌شود، از طرفی عسل سرشار از گلوکز و فروکتوز است. در یک بررسی که بر روی شیر-خواران و کودکان مبتلا به اسهال حاد صورت گرفته است، نشان داده‌اند که استفاده از عسل به جای گلوکز موجود در محلول سرم خوراکی درمانی (ORS)* که در مبتلایان به اسهال به کار می‌رود، سبب کاهش دوره اسهال باکتریال می‌شود، از این رو می‌توان از آن به عنوان جای‌گزین مناسبی برای گلوکز استفاده کرد (۲). هم‌چنین در این بررسی دوره اسهال‌های غیر باکتریال نیز در بیماران که با عسل درمان شده‌اند؛ افزایش نیافته است. از این رو بررسی‌کنندگان نتیجه‌گیری کرده‌اند که استفاده از عسل در محلول سرم خوراکی درمانی به جای خلوکز

«مرکاپتانها. اسید های

سولفونیک»

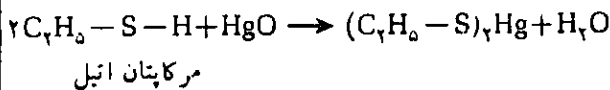
تیواترها»

مرکاپتانها را، که تیوالکلها نیز نامیده می‌شوند، می‌توان به طریق مشابهی از تأثیر هیدرو سولفید پتاسیم بر هالید الکیل بدست آورد:



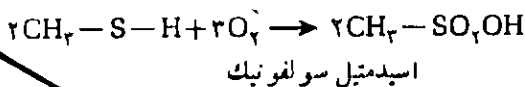
الکلها از مشتقات آب هستند، در حالی که مرکاپتانها از مشتقات سولفید هیدروژن می‌باشند. اما با وجودی که آب یک ترکیب خنثی است، سولفید هیدروژن یک اسید ضعیف است.

بنابراین الکلها نه خاصیت اسیدی از خود نشان می‌دهند و نه خاصیت بازی، در حالی که مرکاپتانها خواص اسیدی ضعیفی از خود نشان می‌دهند و نه تنها تحت تأثیر بازها بلکه تحت تأثیر اکسیدهای فلزی (اکسید فلزات سنگین)، مشتقات فلزی تشکیل می‌دهند (مرکاپتیدها). مخصوصاً ترکیبات جیوه بیانگر خصوصیات آنها می‌باشند:



از این رو نام مرکاپتان که خلاصه شده (mercurio corpus aptum) می‌باشد؛ اسکلتی است که وابسته به جیوه است. مرکاپتانها نسبت به الکل‌های مشابه، دارای دمای جوش پایین هستند، مثلاً متیل مرکاپتان در دمای $5/96^\circ\text{C}$ می‌جوشد در حالی که متیل الکل در دمای $115/6^\circ\text{C}$ می‌جوشد. مرکاپتانها دارای بوی بسیار تند زنده‌نامطبوعی هستند.

– اسیدهای سولفونیک یا سولفونیک اسیدها: (اکسیداسیون مرکاپتانها به وسیله اسید نیتریک سبب تبدیل آنها به سولفونیک اسیدها می‌شود)



سولفونیک اسیدها دارای گروه سولفو

ترجمه از:

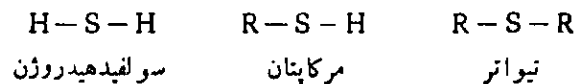
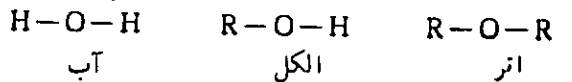
B. Pavlov, A. TRENTYEV «Organic Chemistry»

عبدالله جبرائیل

کارشناس مجتمع آموزش عالی و پژوهش ملائانی

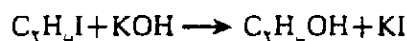
این مقاله به کتاب شیمی سال چهارم علوم تجربی و ریاضی شیزیک مربوط است.

الکلها و اترها را می‌توان به عنوان مشتقاتی از آب به حساب آورد که به وسیله جایگزین شدن بنیانهای هیدروکربن به جای یک یا دو اتم هیدروژن موجود در مولکول آب، حاصل می‌شوند. به همین گونه (مرکاپتانها و تیواترها را می‌توان مشتقاتی از سولفید هیدروژن در نظر گرفت که به وسیله جایگزین شدن بنیانهای هیدروکربن به جای اتم‌های هیدروژن مولکول آب حاصل می‌شوند).

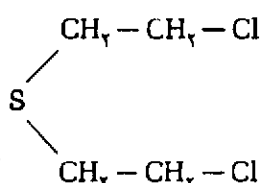


مرکاپتانها:

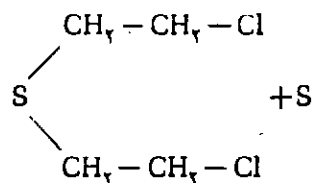
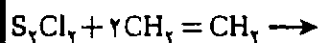
می‌دانیم که الکلها را می‌توان از واکنش بازها با مالیدهای الکیل تمیبه کرد:



تیواترهای پایین‌تر، مایعاتی هستند که در آب نامحلولند؛ مانند نمکهای سولفید هیدروژن که سولفید نامیده می‌شوند. یکی از تیواترهایی که در جنگ جهانی اول شهرت به‌سزایی پیدا کرد «دی‌کلرو دی اتیل سولفید» بود که به **yeperite**** یا گاز خردل معروف شد. **yeperite** تصفیه نشده دارای بوی خفیف خردل است.



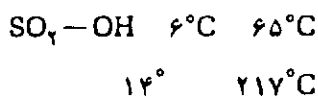
اپیریت (**yeperite**) را می‌توان از واکنش اتیلن با مونوکلرید گوگرد تهیه کرد:



اپیریت در 228°C می‌جوشد و اپیریت تصفیه شده (خالص) در 14°C ذوب می‌شود و تصفیه نشده آن در دمای بسیار پایین‌تر ذوب می‌شود.

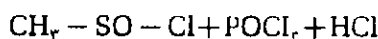
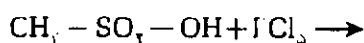
اپیریت که عامل جنگی شیمیایی است. یک تاول‌زاست که در تماس با پوست بدن تاولهای سختی تولید می‌کند. بخار آن بر غشاء مخاطی دستگاه تنفس و پوست انسان و حیوانات تأثیر می‌نهد.

اپیریت به‌عنوان یکی از گازهای جنگی مؤثر است. حفاظت فردی بوسیله ماسک گاز و لباسهای حفاظتی امکان‌پذیر است و خنثی‌سازی آن به‌وسیله پودر سفیدکننده صورت می‌گیرد که به‌طور همزمان سبب کلرینه کردن و اکسیداسیون اپیریت و تبدیل آن به مواد غیر سمی می‌شود.

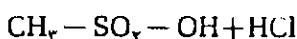
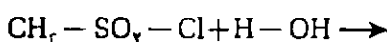


(ریشه اسید سولفوریک) با اتصال اتم گوگرد به کربن می‌باشند و اسیدهایی بسیار قوی هستند و به سهولت در آب حل می‌شوند.

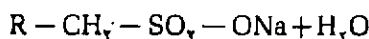
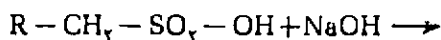
از تأثیر پنتاکلرید فسفر بر اسیدهایی سولفونیک کلریدهایی اسید سولفونیک یا سولفوکلریدها تولید می‌شوند:



سولفوکلریدها تحت تأثیر آب به اسید سولفونیک تبدیل می‌شوند:



اسیدهایی سولفونیک در اثر واکنش با سود یا پتاس، تشکیل نمک می‌دهند. این نمکها به سهولت در آب حل می‌شوند و سولفونات نامیده می‌شوند:

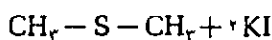
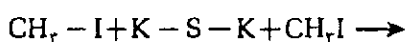


سولفونات سدیم

یک روش بسیار مهم اقتصادی برای تهیه سولفوناتها به روش (سولفوکلریناسیون فتوشیمی) معروف است.

واکنش سولفو کلریناسیون تولید مخلوطی از کلرید اسید آلکیل سولفونیک بلند، می‌نماید. با خنثی نمودن مخلوط به‌وسیله سود می‌توان سولفونات به‌دست آورد که به سهولت در آب حل می‌شود و به عنوان مواد پاک‌کننده «detergent» مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- تیواترها: ساختمان تیواترها از طرز تهیه آنها به وسیله اثر هالیدهای الکیل بر سولفید پتاسیم تبعیت می‌کند:

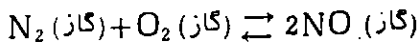


(سولفید دی متیل)

اکسیدهای نیتروژن، مواد آلوده کننده هوا

در این مقاله راجع به چگونگی تولید اکسیدهای نیتروژن، NOx، که از عوامل آلوده کننده هوا هستند و واکنشهای فتوشیمیایی آنها بحث می‌کنیم. قبلاً به این نکته اشاره می‌کنیم که دو وجه مهم از شیمی نیتروژن در محیط زیست، یکی پایداری و واکنش پذیری کم مولکول نیتروژن، N₂، و دیگری گستره وسیع حالت‌های اکسایش آن است. حالت‌های اکسایش نیتروژن با ذکر گونه‌های شیمیایی مربوط در جدول ۱ داده شده و پتانسیلهای کاهش تعدادی از ترکیبات اکسیژن دار نیتروژن هم که در شکل ۱ نشان داده شده، این نکته را که پایداری N₂ يك عامل برجسته و مهم است، به وضوح نشان می‌دهد.

با اینکه N₂ از نظر ترمودینامیکی پایدار و واکنش پذیری آن کم است، ولی تحت شرایط مناسب، با اکسیژن ترکیب شده، NO و سرانجام NO₂ می‌دهد. دمای موجود در موتورهای درونسوز به تشکیل مقدار قابل ملاحظه‌ای از NO کمک می‌کند. انرژی آزاد واکنش تعادلی زیر:



+ ۱۷۳ کیلو ژول است (و این دو برابر مقدار انرژی آزاد تشکیل NO است). از روی رابطه $\Delta G/2/30^3RT$

جدول ۱- حالت‌های اکسایش نیتروژن

اهمیت در محیط زیست	گونه شیمیایی	حالت اکسایش
کود شیمیایی در جو از N تشکیل می‌شود	NO ₃ ⁻ HNO ₃	+V
آلوده کننده هوا در مناطق شهری	2NO ₂ ⇌ N ₂ O ₄	+IV
یک ترکیب میانی در چرخه نیتروژن در خاک	NO ₂ ⁻ HNO ₂	+III
آلوده کننده هوا در مناطق شهری	NO	+II
محصول کاهش نیترات به وسیله باکتری که به اتمسفر راه پیدا می‌کند	N ₂ O	+I
منبع اصلی نیتروژن که سازنده عمده هوا است	N ₂	0
احتمالاً محصولهای میانی در تثبیت نیتروژن	$\left\{ \begin{array}{l} \text{NH}_2\text{OH} \\ \text{N}_2\text{H}_4 \end{array} \right.$	-I
		-II
کود شیمیایی، محصول تثبیت نیتروژن	NH ₃ , NH ₄ ⁺	-III

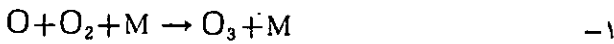
این مقاله به کتابهای شیمی سال اول، سوم و چهارم علوم تجربی و ریاضی فیزیک دبیرستان و دبیرستان حرفه‌ای رشته بهداشت مربوط است.

دکتر منصور عابدینی استاد دانشگاه تهران



است که ۵۱٪ NOx را تولید می‌کند و حدود ۱۴٪ هم از احتراق مواد نفتی حاصل می‌شود. تولید NOx از سوختها به ترتیب زغال‌سنگ < مواد نفتی < گاز طبیعی است و این نظام با افزایش دمای لازم برای احتراق این مواد سازگاری دارد.

قبل از پرداختن به واکنشهای فتوشیمیایی اکسیدهای نیتروژن، NOx، به این مطلب اشاره می‌کنیم که «وارونگی دما»، آفتاب شدید و چگالی بسیار بالای دود اگزوز اتومبیلها از جمله عواملی هستند که در شهرها به تشکیل فتوشیمیایی مه‌دود* کمک می‌کنند. منظور از «وارونگی دما» شرایط توپوگرافی محلی است که سبب می‌شود هوای گرم سبکتر در بالای هوای سرد سنگینتر قرار بگیرد و این وضعیت پایدار به به دام افتادن مواد آلوده‌کننده منتهی می‌گردد. از نمونه‌های آلوده‌کننده‌هایی که از اگزوز اتومبیلها و منابع دیگر در هوا پخش می‌شوند می‌توان NOx، SO2، CO، هیدروکربنها و ذرات جامدرا نام برد. تنها منبع شناخته شده برای آزون در هوای شهری واکنش زیر است



M نماینده يك جزء سوم برای برخورد است. پس برای توجیه تشکیل آزون باید منبعی برای اکسیژن اتمی بیابیم.

ملاحظات انرژی نشان می‌دهد که این منبع باید يك منبع فتوشیمیایی باشد، ولی نور خورشید که به نزدیکی سطح زمین می‌رسد اساساً دارای طول موجهایی بیشتر از حدود ۳۱۰ نانومتر است. تعداد گونه‌های شیمیایی که بتوانند در این طول موجها به وسیله نورکافت، اکسیژن اتمی بدهند، محدود است و تنها احتمال، مولکول NO2 است.



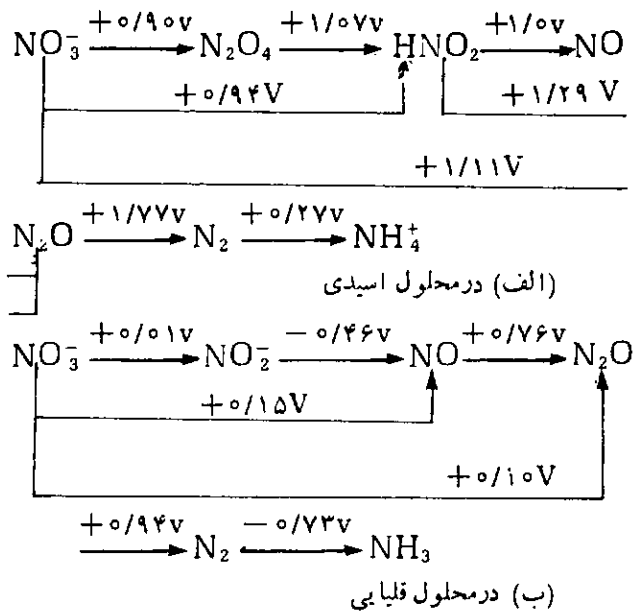
طول موج 430 nm به‌طور تقریب حد بالایی برای این فرایند نورکافتی است و برای شکستن يك پیوند N-O (300 kJ) کافی است. ولی چون آلوده‌کننده اصلی اکسید نیتريك است و نه دی‌اکسید نیتروژن، پس چنانچه واکنش ۲، منبع اتمهای اکسیژن و نهایتاً آزون باشد، باید راهی برای تبدیل NO به NO2 وجود داشته باشد. فرایند شناخته شده زیر



خیلی کند است به طوری که نمی‌تواند در غلظتهای به نسبت پایین اکسید نیتريك که در هوای آلوده یافت می‌شود حائز اهمیت باشد، زیرا سرعت آن به $[NO]^2$ بستگی دارد. تنها واکنشی که سرعت آن قابل ملاحظه باشد، واکنش

* مه‌دود = Smog = Smoke + fog

$\log K = -$ نتیجه می‌شود که در ۲۹۸ درجه کلوین، $\log K = -30/3$ است و این رقم نشان می‌دهد که حالت تعادل به‌طور عمده به سمت چپ قرار دارد. چنانچه مخلوط واکنش را هوا اختیار کنیم، مقدار NO تولید شده را می‌توان از روی رابطه زیر محاسبه نمود:



شکل ۱- پتانسیلهای کاهش برای گونه‌های مختلف نیتروژن-اکسیژن

$$\log K = \frac{P^2NO}{PO_2 \cdot PN_2}$$

بنابراین داریم:

$$P^2NO = -30.3 \times 20.3 \times 81$$

که در این رابطه، ۲۰/۳ و ۸۱ به ترتیب فشارهای O2 و N2 در هوا بر حسب کیلو پاسکال، kPa، است.

(پاسکال = ۱۰۱۳۲۵ = اتمسفر)

$$PNO = 2/9 \times 10^{-14} \text{ kPa} \quad \text{پس}$$

است، ولی، در ۲۰۰۰ K، $\log K = -4/5$ است و بنابراین

$$P^2NO = 10^{-4/5} \times 20.3 \times 81$$

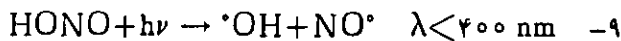
$$PNO = 0.23 \text{ kPa} \quad \text{است.}$$

پس، در دمای بالاتر مقدار NO بیشتری تولید می‌شود و با سرد شدن سریع آن، فرصت تجزیه شدن ندارد. اکسید نیتريك NO و دی‌اکسید نیتروژن NO2 که از واکنش اکسید نیتريك با اکسیژن به وجود می‌آید، هردو از جمله مولکولهایی هستند که تعداد الکترونهاي آنها فرد است و بخشی از دلیل واکنش پذیری NO2 و دیمر شدن آن هم، وجود الکترون جفت نشده است.

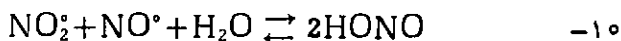
منبع عمده اکسیدهای نیتروژن NOx (NO + NO2)، که از مواد آلوده‌کننده هوا هستند، از احتراق زغال‌سنگ

۵ و ۷ فوق‌العاده سریع‌اند و رادیکالهای OH هم در هوای شهری شناسایی شده است.

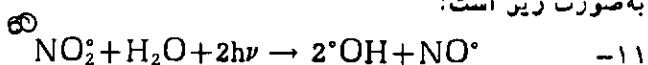
آغاز زنجیر شامل تولید يك یا تعداد بیشتری حد واسطهای واکنش‌پذیر است. برای تولید رادیکالهای هیدروکسیل، فتولیز (نورکافت) اسیدنیترو، HONO، پیشنهاد شده است:



اسیدنیترو، هم در آزمایشهای محفظه مه‌دود و هم در هوای سیار آشکار شده است. يك راه برای تشکیل آن واکنش زیر است:

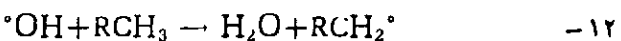


اگر چه در واکنش ۱۰، يك مولکول NO₂ مصرف می‌شود، ولی نتیجه نهایی واکنش ۱۰ به اضافه ۲ برابر واکنش ۹ به صورت زیر است:

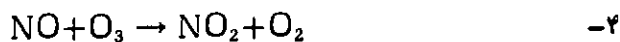


و به طوری که ملاحظه می‌شود به ازای يك مولکول NO₂ مصرف شده، دو حامل زنجیر تولید شده است. نظر به اینکه قبل از تلف شدن حاملهای زنجیر، چرخه‌های کاتالیزوری متعددی می‌تواند اتفاق بیفتد، نتیجه نهایی تبدیل بسیاری از مولکولهای NO به NO₂ است.

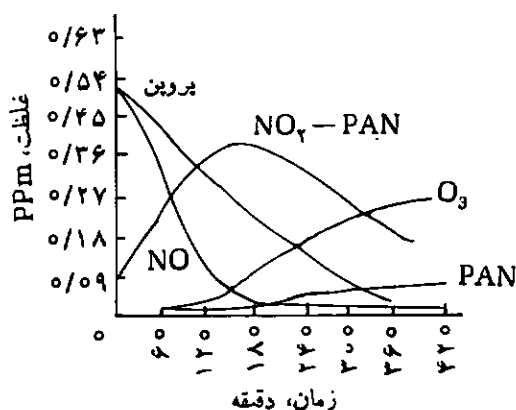
اگرچه چرخه کاتالیزوری واکنشهای ۵ تا ۷ طریقه‌ای برای اکسایش NO به NO₂ است، ولی همان‌گونه که در بالا، در آزمایش محفظه مه‌دود هم ملاحظه شد، چنین به نظر می‌رسد که حضور هیدروکربنها برای تشکیل ازون اساسی باشد. حال باید جنبه شیمی‌آلی آلودگی فتوشیمیایی هوا را براساس هم تولید ازون و هم تشکیل آلوده‌کننده‌های آلی فرعی بررسی کنیم. يك بار دیگر، رادیکالهای هیدروکسیل در مکانیسمهای پذیرفته شده فعلی، گونه کلیدی است. مطالعات سینتیکی انجام شده نشان می‌دهند که رادیکال هیدروکسیل با جذب هیدروژن از مولکول هیدروکربن، رادیکالی تشکیل می‌دهد که آن را به صورت RCH₂ [که در آن R می‌تواند H یا يك گروه آلی باشد] بیان می‌کنیم. رادیکالهای آلکیل می‌توانند با اضافه کردن O₂، رادیکالهای پروکسی آلکیل، RCH₂O₂، تشکیل دهند که با NO، به نحوی مشابه با رادیکالهای HO₂ ترکیب می‌شوند. پس می‌توان يك فرایند زنجیری رادیکالی که همزمان با تبدیل NO به NO₂، موجب اکسایش هیدروکربنها نیز می‌شود، به صورت زیر نوشت:



اکسیدنیتريك با خود ازون است

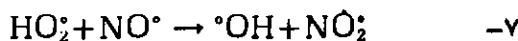
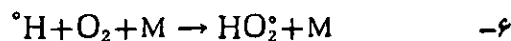
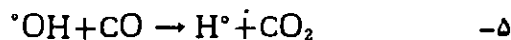


مصرف ازون به وسیله اکسیدنیتريك در این واکنش، موجب بارداشتن ظهور ازون در هوای آلوده می‌شود تا اینکه اکسیدنیتريك به غلظتهای پایین برسد. این موضوع به وسیله نتیجه آزمایش محفظه مه‌دود* که در آن مخلوطی از هیدروکربن، اکسیدنیتريك و هوا را با نور فرابنفش نزدیک تابش می‌دهند تأیید شده است (شکل ۲)



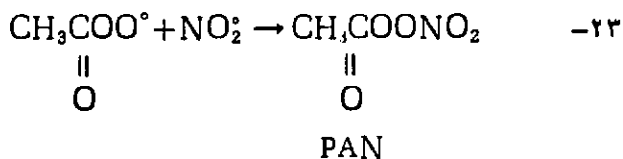
شکل ۲- تغییر غلظتهای آلوده کننده‌های اصلی و فرعی برحسب زمان به هنگام تابش‌دهی مخلوطی از پروپن (۰/۵۲ ppm) و NOx (۰/۵۹ ppm) در هوای تصفیه شده از فشار يك اتمسفر در محفظه مه‌دود. PAN = پروکسی استیل نیترات است که يك ماده اشك‌زا است. ولی، واکنش ۴ به تنهایی نمی‌تواند مسئول تبدیل NO به NO₂ باشد. برای انجام این تبدیل به ازون نیاز داریم در حالی که برای تشکیل ازون، وجود دی‌اکسید نیتروژن ضرورت دارد. این نکته واضح است که نمی‌توان تنها به وسیله واکنشهای ساده ۱، ۲ و ۴ رفتار مشاهده شده را توضیح داد.

مسیر سریع دیگری که برای اکسایش NO به NO₂ وجود دارد شامل يك واکنش زنجیری کاتالیزوری است که انتشار آن به وسیله حد واسطهای رادیکالی و اتمی انجام می‌گیرد. چنانچه در حال حاضر فقط گونه‌های شیمیایی معدنی را در نظر بگیریم این واکنش زنجیری را می‌توان به صورت زیر نوشت:



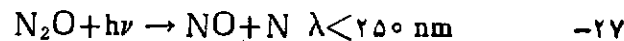
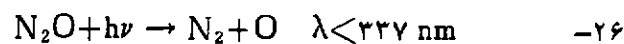
براساس مطالعات سینتیکی معلوم شده است که واکنشهای

* Swog Chamber

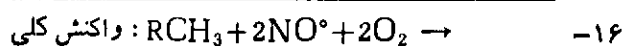
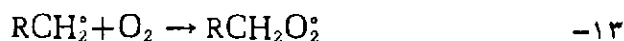


توجه کنید که واکنشهای ۲۲-۲۰ مشابه واکنشهای ۱۴-۱۲ هستند و در آنها رادیکال آلکیل RCH_2 به وسیله CH_3CO جانشین شده است.

اکسید نیترو، N_2O ، در خاک به وسیله باکتریهای کاهنده نیترات تولید می شود. این اکسید پایدار است و غلظت آن در سرتاسر تروپوسفر* (تا فاصله ۱۰ تا ۱۶ کیلومتر بالای سطح زمین) ثابت باقی می ماند (۰/۲۵ppm) ولی در استراتوسفر* (از فاصله ۱۰ الی ۱۶ کیلومتری تا حدود ۶۰ کیلومتر بالای سطح زمین) این غلظت کاهش می یابد که حاکی از مصرف شدن اکسید نیترو است. انجام واکنشهای زیر در استراتوسفر امکان پذیر است:

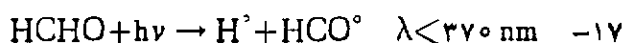


نظر به اینکه در این جا NO تولید می شود، سطح ازون ممکن است کاهش یابد و در نتیجه این امکان هست که استفاده بیشتر از کودهای شیمیایی نیتروژن دار، بر روی لایه ازون تاثیر بگذارد.



آلدئیدها می توانند در یک مرحله دیگر بر اثر اکسایش به اسیدها تبدیل شوند.

آلدئیدها نیز می توانند از طریق نورکافت در یک زنجیر رادیکالی وارد شوند. برای مثال تفکیک نوری فرمالدئید، دو رادیکال زیر را می دهد:



هر دو محصول رادیکالی فوق می توانند به وسیله واکنش با اکسیژن تولید HO_2 نمایند که یک حامل زنجیر است

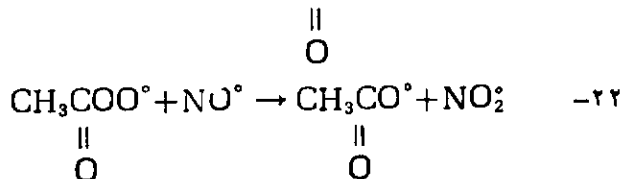
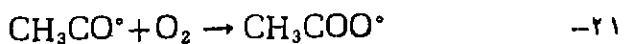
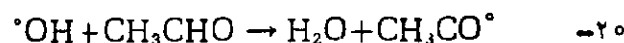


آلدئیدهای بالاتر، از این نظر که منبع حاملهای زنجیر باشند احتمالاً از اهمیت کمتری برخوردارند زیرا که برای نورکافت آنها نور فرابنفش با طول موج کوتاهتری لازم است. ولی، در هر حال، این آلدئیدها نیز اجزاء رادیکالی می دهند که به طور مستقیم و یا از طریق واکنش ۱۸ آغازگرهای زنجیر را تولید می کنند:



آزمایشهای محفظه مه دود از این فکر که آلدئیدها حائز اهمیتند حمایت می کند. افزایش فرمالدئید موجب می شود که NO خیلی سریعتر به NO_2 تبدیل شود و ازون نیز زودتر و در غلظتهای بیشتری تشکیل می شود. این نکته جالب توجه است که فرمالدئید مستقیماً از اکروزاتومبیلها در هوا منتشر می گردد.

تشکیل پروکسی استیل نیترات (PAN) که قبلاً به آن اشاره کردیم نیز ممکن است به حضور آلدئیدها بستگی داشته باشد. یک طریقه ممکن برای تشکیل آن به قرار زیر است:



* Troposphere

* Stratosphere

منابع:

1) Light, Chemical Change and Life: a Source book in Photo Chemistry, edited by J. D. Coyle, R. R. Hill and D. R. Roberts, The Open University Press, 1982.

2) Inorganic Chemistry and the Earth, J. E. Fergusson, Pergamon Press, 1982.

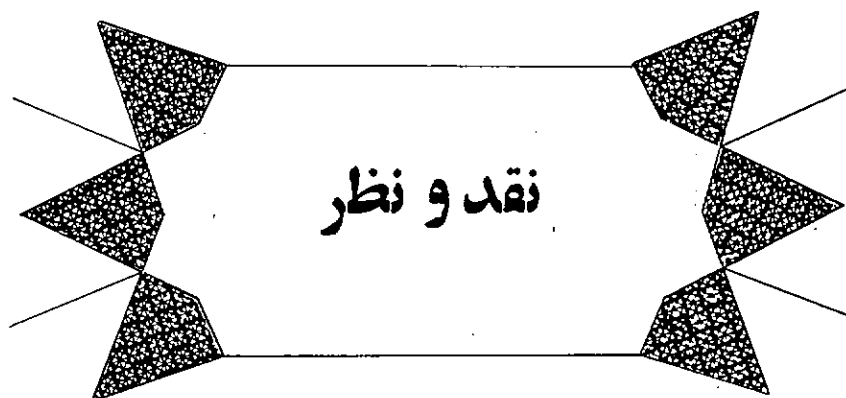
به فعل درآیند، از حیطة بحث‌ها و نظرها به میدانهای عمل، آزمایشگاه، کارگاه و کارخانه‌کشانده شوند. تاریخ علم درگذشته بارها به روشنی نشان داده است، آنگاه علم در مسیر ترقی و تکامل واقعی قرار می‌گیرد که با تولید همراه شود و برای رفع نیازهای جامعه به کار رود.

یقیناً جامعه از نهادهای علمی و فرهنگی و از دانشمندان و پژوهشگران و استادان انتظاراتی دارد. فی‌المثل مطالعاتی فراگیر و پژوهشهایی گوناگون در قلمروهای نظری و عملی به طوری که سعادت و خیر افراد جامعه را در پی داشته باشد با آهنگی سریع انجام شود، میراث علمی و ادبی و

پژوهشی به نسل جوان آموزش داده شود و فرهنگ عمومی مردم ارتقاء یابد. پیدا است بخشی از این انتظارات می‌بایستی به دست شیمیدانان و دست‌اندرکاران شیمی در دانشگاهها و مراکز پژوهشی و واحدهای صنعتی جامعه عمل به خود پوشد. ضرورت تاریخی ایجاب می‌کند به سه امر سرنوشت‌ساز آموزش و پرورش، پژوهش و کاربرد نتایج حاصل از آنها سخت توجه گردد. در متون بسیار غنی اسلامی ما، مضامین پرمعنای زیادی در این باره آمده است؛ بهر تقدیر:

– آموزش می‌باید به گونه‌ای انجام شود که شکوفایی استعدادها را به بار آورد، راه و رسم دستیابی به واقعیتها را یاد دهد، اندیشه‌ها و نگرشها را نیک پروراند و افراد مؤمن را برای زندگی صالح و سالم آماده سازد.

– پژوهش می‌بایستی اصیل و در راستای نیازها باشد، بر پایه برنامه‌های منظم و زمانبندی شده دنبال شود از حمایت همه‌جانبه دولت برخوردار باشد. بدون شك موقمی می‌توانیم نویدبخش آینده‌ای موفق و شکوفا به



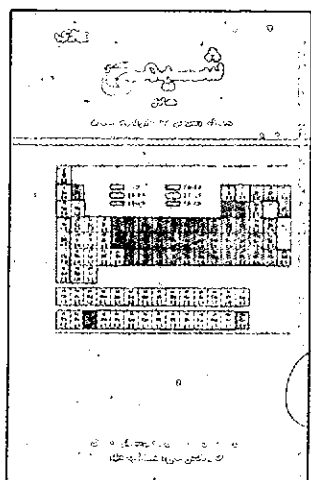
نقد و نظر

دکتر حسین آقایی
دانشیار دانشگاه تربیت معلم

در میان علوم کاربردی گوناگون اهمیت نقش شیمی و دست‌آوردهای آن در بهتر ساختن شرایط زندگی انسانها و محیط زیست آنان به قدری آشکار است که نیازی به توضیح نیست؛ از ساده‌ترین مایحتاج زندگی گرفته تا پیچیده‌ترین فرایندهای زیستی، محیطی، صنعتی، کشاورزی و... همگی به نحوی با شیمی و کاربردهای آن سر و کار دارند. اینها همه بار مسئولیت شیمیدان را سنگین‌تر می‌کنند و به او ندا می‌زند که در ایفای نقش خود و ارستگي تمام و تمهد هرچه بیشتر را ملحوظ نظر قرار دهد.

در شرایط کنونی کشورمان شیمیدانان و دست‌اندرکاران مسایل شیمی به راستی می‌توانند در سازندگی و فعالیت‌های زیربنایی سهم مؤثری دارا باشند، صنایع شیمیایی مملکت را رونق دهند، به پژوهشهای بنیادی ضروری همت گمارند و در پرورش نیروهای مؤمن و متخصص و لایق برای ساختن ایرانی سربلند و آباد فداکاری کنند. در این گستره از زمان می‌باید اندیشه‌های علمی از قوه

سخن را با این مهم آغاز می‌کنم که در شرایط دشوار کنونی که میهن اسلامی ما در ابعاد بسیار وسیعی به سازندگی و تولید نیاز دارد، شیمیدانان کشور و دیگر اشخاصی که به نحوی در این قلمرو سهیم‌اند چه رسالت مهم تاریخی در دانشگاهها و مراکز پژوهشی برعهده دارند. بدون شك رسالتی بس سنگین و مسئولانه در پیش است؛ می‌بایستی بکوشیم تا با عنایات الهی ره‌آوردهای علمی به سود بهزیستی کلی جامعه و اصلاح عمومی به کار گرفته شود و نه آنکه در راستای منافع فرد یا جمعی ویژه قرار گیرد. متأسفانه در برخی از جوامع بخش عمده‌ای از ماحصل کار پژوهشگران و جویندگان علم بدون میل و رضایت باطنی خود آنها تقریباً به سود معدود افرادی تمام می‌شود که بسیار ناراحت‌کننده است. امیدواریم در جمهوری اسلامی ایران شرایط برای تحقق چنین وضعی فراهم نشود و دست‌آوردهای علمی به یاری پروردگار در جهت اصلاح کلی مسایل جامعه و خیر و سعادت عموم به کار گرفته شود.



نام کتاب : شیمی معدنی جلد اول

نام مؤلفان : دکتر حسین آقا بزرگ، دکتر محمدرضا ملاردی

ناشر : انتشارات علوی

تاریخ نشر : پاییز ۱۳۶۹

این کتاب در زمینه شیمی معدنی منطبق با مصوبه ستاد انقلاب فرهنگی توسط آقایان دکتر محمدرضا ملاردی و دکتر حسین آقا بزرگ تألیف شده و کتاب درسی برای دانشجویان رشته شیمی دانشگاهها و منبعی برای استفاده معلمان شیمی است که در ۴۱۲ صفحه تدوین شده است.

مطالب این کتاب در شش فصل به شرح زیر تنظیم شده و مشتمل بر ۱۵۰ تمرین حل نشده است.

فصل اول : تاریخچه نشر و جذب تابشها، در ۲۸ صفحه، شامل ۸ تمرین حل شده.

فصل دوم : مدلهای اولیه و مدلهای کوآتومی اتم در ۴۰ صفحه، شامل ۱۰ تمرین حل شده.

فصل سوم : بررسی حرکت الکترون در اتم از دیدگاه مکانیک موجی، اوربیتالهای اتمی، ۴۹ صفحه، شامل ۵ تمرین حل شده.

فصل چهارم: آرایش الکترونی اتم، ترمهای طیفی، بار مؤثر هسته، در ۸۳ صفحه شامل ۲۳ تمرین حل شده.

معرفی کتاب

مردم کشورمان باشیم که در امر تحقیق و پژوهش به معنای واقعی آن، در همه ابعادش به سرمایه‌گذاریهایی اساسی و همه‌جانبه دست زنیم.

کلام آخر اینکه لازمه نیل به انتظارات بالا آن است که مسئولان معظم دولت جمهوری اسلامی ایران عنایتی جمیل در این باره مبذول فرمایند تا در پرتو آن شرایط لازم برای تحقق یافتن موارد مشروح زیر فراهم آید:

۱- انجام اقدامات جدی و شایسته در زمینه بهبود کیفیت آموزش و پژوهش و برنامه‌ریزیهای آن در سطوح مختلف.

۲- حمایت همه‌جانبه از برنامه‌های پژوهشهای علمی و تجهیز آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و افزایش بودجه ارزی دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی و قایل شدن اولویت خاص برای خرید مایحتاج آموزشی و پژوهشی.

۳- ایجاد شرایط مناسب و دلگرم‌کننده در دانشگاهها و مراکز آموزش عالی برای جویندگان علم و علاقه‌مندان به پژوهش.

۴- فراهم شدن امکانات لازم برای شرکت هرچه بیشتر استادان و پژوهشگران در مجامع علمی و پژوهشی داخلی و بین‌المللی و حمایت از تشکیل چنین مجامعی.

۵- و بالاخره برای آنکه استاد و محقق با فراغ بال بتواند به‌وظیفه بسیار خطیر خود آنطور که شایسته است عمل کند می‌بایستی از حمایت و احترام جامعه و دولت برخوردار باشد وضع معیشتی او چنان سامان داده شود که در تنگنا نباشد تا بتواند از امکانات یک زندگی متناسب با وظیفه سنگینی که بر عهده دارد بهره‌مند شود.

بنابراین الکترونی استاندارد، الکترولیز و برخی کاربردها در تکنولوژی و شیمی معدنی می‌باشد، که به شیوه مفهوم‌سازی و استدلالی در سطح پیشرفته دبیرستانی طراحی شده است. در این بخش نیز پانویسهای فراوانی با حروف متمایز جهت پاسخگویی به چرایی‌های برخی افراد علاقمند یا تیزهوش ارائه شده است.

بخش دوم: تحت نام «معماهای الکتروشیمی مقدماتی» شام ۲۱ پیوست به صورت مقاله کوتاه یا بلند بوده که در سطح علمی بالاتر ولی باز هم به زبان ساده بیان شده و برای پاسخگویی به کنجکاویهای افراد علاقه‌مندتر یا حرفه‌ای در نظر گرفته شده‌اند. این پیوستها حکم مراجع و مباحث تکمیلی را برای مفاهیم و فصل اول داشته‌که با بیانی ساده برخی پیچیدگی‌های تغییرات انرژی آزاد در واکنشهای الکتروشیمیایی، کشف معادله نرنست و کاربردهای آن، خواص الکترولیت‌های محلول، اضافه ولتاژ، الکترولیز، و کاربرد تعدادی مفاهیم الکتروشیمی در تجزیه شیمیایی، کوروزیون، آبکاری و شیمی معدنی را مورد توجه قرار می‌دهد.



نام کتاب: فرهنگ جامع پوشش فلزات انگلیسی - فارسی - انگلیسی

ناشر: انتشارات اطلس

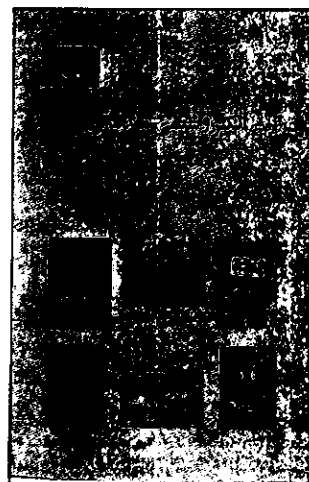
تاریخ نشر: ۱۳۶۷

شامل: اصطلاحات آبکاری، رنگکاری، فلز پاشی و فلز خوردگی (فارسی به شماره‌اژه انگلیسی).

گردآوری، تألیف و ترجمه: علی محمدخان محمدی هزازه

فصل پنجم: طبقه‌بندی عناصر و ارتباط آن با آرایش الکترونی، در ۴۸ صفحه شامل ۱۵ تمرین حل شده.

فصل ششم: خواص بنیادی اتم، در ۱۵۸ صفحه، شامل ۲۵ تمرین حل شده در ضمن کتاب شامل چندین پیوست از ثابتها، داده‌های مهم و واژه‌نامه است.



نام کتاب: «الکتروشیمی مقدماتی، برخی کاربردها در شیمی معدنی»

ناشر: طرح آموزش علوم دانش و روش (پروژه آموزشی SMP)

تاریخ نشر: آبان ۶۹، چاپ اول، تیراژ ۳۳۵۰، قطع وزیری، ۴۳۲ صفحه

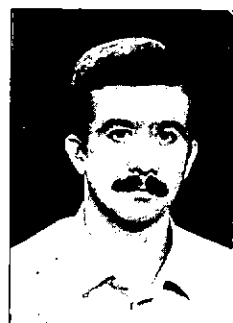
مؤلف: مرتضی خلخالی

نگاهی ساده به کتاب:

این کتاب چهارمین جلد از سری کتابهای آموزش کلاسیک و برنامه‌ای شیمی مدرن است که توسط طرح نامبرده منتشر می‌شود. با توجه به هدفهای این طرح مبتنی بر کاربرد برخی اصول تکنولوژی آموزشی در فراهم کردن شیوه‌ها و فرصتهای گوناگون یادگیری برای پاسخگویی به تفاوت‌های فردی فراگیران، مطالب این کتاب طی دو بخش و در دو سطح تحصیلی ارائه شده است.

بخش اول: (بخش اصلی) شامل ۶ فصل درباره مفاهیم بنیادی اکسیداسیون و احیاء (اکسایش و کاهش)، واکنشهای اکسایشی و کاهش و محاسبات آنها، پیل‌های الکتروشیمیایی، جدول

آشنایی با برادر آرمان طاهر پور



در سال ۱۳۴۵ در تهران متولد شدم. تحصیلات دوران ابتدایی تا دیپلم را در تهران به اتمام رسانیدم. در سال ۱۳۶۴ در دانشگاه رازی باختران در رشته کشاورزی مشغول به تحصیل شدم، اما اندکی بعد در تهران به تحصیل در رشته شیمی پرداختم و اکنون نیز در دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی دانشگاه آزاد اسلامی مشغول به ادامه تحصیل می باشم. در حین تحصیل در دوره لیسانس بود که اولین بارقه های مربوط به تئوری نقش مراکز صفر کولمبی در مولکولها و وجود این مراکز در مولکولها و در پدیده های شیمیایی در ذهن روشن شد. بتدریج در عرض زمانی حدود یکسال ونیم پایه ها و اسلوب و شیوه ای منطقی را برای بیان این تئوری با دقت لازم و با در نظر

گرفتن روابط محاسباتی و هندسی و شواهد شیمیایی فیزیکی پی ریزی کردم. در پی آن سعی در پیدا کردن و یافتن شواهدی در تأیید هر چه بیشتر این مطلب نمودم. سرانجام اولین مقاله مدون و مفصل در این باب که در مجله رشد آموزش شیمی شماره ۲۳ آمده است. در فروردین ماه ۱۳۶۸، تحریر نمودم. این مقاله شامل اولین مفاهیم و حاصل پژوهش و تفکری بود که با توجه به مفهوم مراکز صفر کولمبی در مولکولها از جانب نگارنده صورت گرفته است. بدنبال آن، این مقاله در چهارمین کنگره شیمی و مهندسی شیمی ایران (دانشگاه گیلان - شهریور ۱۳۶۸) به صورت سخنرانی ارائه گردید. در این میان هر گز خود را از راهنماییهای اساتید محترم محروم نگزدانیدم، و وظیفه خود، می دانم که از راهنماییها و ترغیبهای استاد محترم جناب آقای دکتر روحی لاریجانی و آقای دکتر محمودی هاشمی و دیگر اساتید ارجمند که همواره روشنگر راه علم هستند، تشکر نمایم.

در مطالعه علوم شاید بهترین شیوه این باشد که همواره در کنار تحصیل، به دنبال درک واقعی قوانین علمی و دریافت هر چه بیشتر پدیده های دیگر بود و از آن طریق علاوه بر مطالب علمی که در کتب درسی وجود دارد، به طور منطقی و صحیح از مرزهای آنها فراتر رفت و به عبارتی قوانین علمی را به محک آزمایش زد. در

این بین اثری که کتب علمی، به خصوص کتب شیمی دوره متوسطه بر ذهن دانش آموز می گذرد بر کسی پوشیده نیست مطالب موجود در کتب شیمی دوره متوسطه در صورتی که از سوی دانش آموزان با تعمق بیشتر مورد دقت قرار بگیرد می تواند در پی ریزی شیوه فکری و تحلیلی، دانش آموزان بسیار مفید واقع گردد. هر چه مفاهیم علمی هر شاخه از علوم بیشتر به یکدیگر آمیختگی داشته باشند و بیشتر از طریق تجربی مورد دقت قرار گیرند، ثمره بهتری در پی خواهد داشت.

مطلب قابل توجه نقش مطالعه تاریخ علوم و شرح حال فعالیت های علمی و تحقیق در رسیدن به راههای روشن تر و صحیح تر تحقیق و ایجاد شور و شوق و انگیزش در آموختن می باشد، که جا دارد در اینجا از بذل توجه مسئولین تهیه کتب درسی دبیرستانی در زمینه توجه به تاریخ علوم برای پی گیری اهداف عالی آموزشی تشکر و قدردانی شود. همچنین در مجلات رشد شیمی به کرات دیده شده است که شرح حال محققین و به طور کلی تاریخ علم در مقالات گوناگون نگاشته شده است که این مقالات شور و شوق تحقیق را بیشتر در ضمیر بیدار می نماید و خواننده با فراز و فرودهای تاریخ علم آشنا می شود.

همچنین مقالاتی که در مجلات رشد شیمی منتشر می شود در دانش افزایی معلم، دانشجو و دانش آموز یاریگر می گردد.

نیتروژن و موجودات زنده

دکتر احمد نصیراحمدی

مقدمه:

چگونگی انتقال نیتروژن آزاد آمونیاک به مستقیمای موجودات زنده (اعم از گیاه و جانور) و تبدیل آن به مولکولهای نیتروژندار فعال بیولوژیکی، موضوعی است که در این مقاله پیگیری می‌شود. نیتروژن به‌حالت آزاد، قابل جذب و استفاده موجودات زنده به‌رغم اسهال نیست، ولی بعضی از گیاهان به‌کمک باکتریایی که با آنها همزیستی مولکولهای فعال بیولوژیکی به‌جایز و انسان منقل می‌شود. از طرف دیگر نیتروژن آزاد آمونیاک در اثر تحولات جوی به ترکیبهای محلول در آب تبدیل، و به راههای مختلف به شکل منقل از راه خاک نیز جذب گیاهان شده که منابع آن در اثر تغییر بیوشیمیایی از ترکیبهای نیتروژندار فعال تبدیل می‌شود. اسپیدیای ترکیبیک و آنزیمها را نام بزرگ آفتابی با ساختمان و فعالیت‌های بیولوژیکی آنها موضوع مطالعه‌های پس می‌خواند بزرگ.

تاریخچه نیتروژن:

نیتروژن از کلمه لاتین نیتروم^۱ به معنی شوره و ژن^۲ به معنی آفریدن گرفته شده است که به‌طور خلاصه می‌توان آنرا «شوره‌زا» ترجمه کرد. این نام نخستین بار توسط شپتال^۳ به‌منظور بیان این مفهوم که نیتروژن از اجزاء تشکیل‌دهنده شوره است به‌کار گرفته شد.

نیتروژن نخستین بار در ۱۷۷۲ توسط دانیل رادرفورد^۴ شناسایی شد و سپس لاووازیه^۵ در ۱۷۷۶ آنرا تأیید کرد.

نیتروژن با علامت اختصاری N، عدد اتمی ۷ و جرم اتمی ۱۴/۰۰۶۷ که توسط ری‌لای^۶ و رامسی^۷ تعیین شد (همین تعیین جرم اتمی نیتروژن منجر به کشف گازهای

کمیاب آرگون و... در جو شد)، در گروه پنجم جدول تناوبی قرار دارد، در $209/86^{\circ}\text{C}$ ذوب می‌شود و در $195/8^{\circ}\text{C}$ می‌جوشد. نیتروژن دارای دمای بحرانی

$147/1^{\circ}\text{C}$ -، فشار بحرانی $23/5$ اتمسفر و به‌صورت جامد دارای چگالی $1/14$ گرم بر سانتی متر مکعب است که به صورت بلور هگزاگونال وجود دارد. در حالت عادی گازی است بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌طعم، کمی در آب محلول است (در صفر $2/35^{\circ}\text{C}$ قسمت آن در 100 قسمت آب حل می‌شود)، با افزایش دما قابلیت انحلال آن در آب کاهش می‌یابد (در 20°C ، $1/55$ قسمت در 100 قسمت آب حل می‌شود).

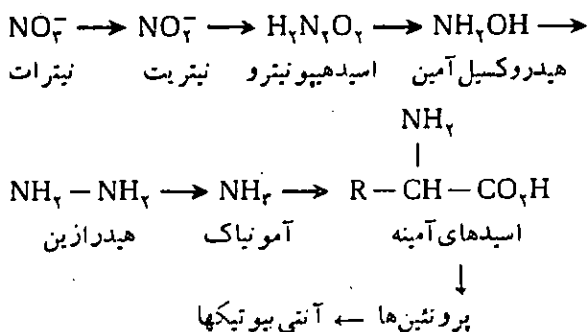
دو ایزوتوپ نیتروژن یعنی 14N و 15N در طبیعت وجود دارند که ایزوتوپ 14N فراوانتر است ($99/625\%$).

که مواد غذایی خود را به صورت نیم ساخته، مثل؛ اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اوره و... از خارج دریافت می‌کنند) مورد استفاده قرار گرفته، سپس نیتروژن توسط ارگانوسمهای مذکور طی فرآیندهای پیچیده بیوشیمیایی، به محصولات متابولیستی یا محصولات تخریبی (معمولاً آمونیاک) بعد از مرگشان، به خاک برمی‌گردد. میکرو- ارگانوسمهای خاک، آمونیاک و دیگر محصولات متابولیستی برگشتی به خاک را به نیتريت‌ها، نترات‌ها و... اکسیده کرده که دوباره می‌تواند توسط گیاهان مورد استفاده قرار گیرد.

برخی از گیاهان (اعم از عالی یا پست) می‌توانند به طور مستقیم نیتروژن آزاد طبیعت را به کمک برخی باکتریها مورد استفاده قرار دهند که این عمل را تثبیت نیتروژن^{۱۰} می‌گویند. در بین گیاهان، خانواده حبوبات عمدتاً عمل تثبیت نیتروژن را انجام می‌دهند. جلبکهای سبز - آبی^{۱۱} نیز تثبیت‌کننده فتوسنتتیکی نیتروژن‌اند که در خاک، آب تازه و اقیانوسها یافت می‌شوند. این ارگانوسمها انرژی خود را از نور خورشید، کربن را از دی‌اکسید کربن، نیتروژن را مستقیماً از هوا والکترونهای مورد نیاز برای احیا کردن دی‌اکسید کربن را از آب، تأمین می‌کنند.

در تثبیت نیتروژن، هموگلوبین به‌طور غیر مستقیم برای انتقال اکسیژن فعالیت دارد؛ زیرا اکسیژن موجود در هوا خود در غیاب هموگلوبین به صورت بازدارنده^{۱۲} تثبیت نیتروژن عمل می‌کند. هموگلوبین موجود در غده‌های ریشه‌ای گیاهان یاد شده توسط اطلاعات ژنتیکی گیاهان و با حضور باکتری ریزوبیوم^{۱۳}، بیوسنتز می‌شود.

برخی از میکرو ارگانوسمها می‌توانند با استفاده از نیتريت‌ها، نترات‌ها و... آنتی‌بیوتیکها را بیوسنتز کنند، مثل؛ استرپتومایسس اورانتیکوس^{۱۴} که کلرو تتراسیکلین و استرپتومایسس سابتروپیکوس^{۱۵} که آلبومایسین را بیوسنتز می‌کنند. شمای کلی بیوسنتز آنتی‌بیوتیکها در زیر نشان داده شده است:



با اینحال چهار ایزوتوپ رادیواکتیو مربوط به نیتروژن یعنی ^{۱۲N}، ^{۱۳N}، ^{۱۴N} و ^{۱۵N} نیز شناسایی شده‌اند که نیم عمری کوتاه در حد ثانیه یا دقیقه دارند.

از نظر فراوانی، نیتروژن در ساختار پوسته زمین در ردیف سی‌وهشتم قرار دارد و شانزدهمین عنصر در آب دریا است (۲۳۰۰ تن در مایل مکعب یا ۴۹۲ تن در کیلومتر مکعب) ۷۵/۵۴ درصد جرمی و ۷۸/۰۸ درصد حجمی هوا را نیز نیتروژن تشکیل می‌دهد. به‌طور کلی هفتمین عنصر فراوان در طبیعت است.

نیتروژن مانند اکسیژن برای حیات موجودات زیستمند ضروری است. عمدتاً به صورت ترکیبهای مختلف به‌عنوان کود و غذا کاربرد دارد که در سیستم بیولوژیکی به شکل‌های مختلف کارایی ویژه‌ای را به‌عهده دارد. به‌عنوان رقیق‌کننده هوا، مانع ترکیب شدن سریع اکسیژن با سایر مواد موجود در طبیعت (سوختن) از جمله سیستم تنفس می‌شود، در غیر این صورت همه چیز در طبیعت به‌سرعت می‌سوخت.

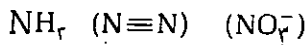
نیتروژن از اجزاء تشکیل‌دهنده بسیاری از ترکیبهای معدنی و آلی است که فعالیت حیاتی دارند، مثل؛ الکاوتیدها، آمیدها، آمین‌ها، سیانیدها، سیانوزنها، ترکیبهای دی‌ازو، ایمیدها، هیدرازینها، نتراتها، نیتريدها، نیتريتها، اکسیمها، پورینها، بنهایمیدنها، پیریدینها، اوره، پروتئینها، اسیدهای نوکلئیک و...

چرخه نیتروژن^۸:

چگونگی انتقال نیتروژن آزاد در طبیعت به سیستم موجودات زنده (اعم از گیاهی یا جانوری) و سپس برگشت آن به طبیعت را اصطلاحاً چرخه نیتروژن می‌گویند. از آنجایی که نیتروژن به حالت آزاد قابل استفاده برای رشد و نمو و تداوم حیات موجودات زنده نیست و طی فرایندهای مختلف به مواد نیتروژن‌دار قابل استفاده برای موجودات زنده تبدیل می‌شود، لذا ترجیح داده می‌شود که پیش از آگاهی به‌سرنوشت نیتروژن در ساختار موجودات زنده به‌طور اختصار به بحث پیرامون چرخه نیتروژن پرداخته شود.

گیاهان، نیتروژن آزاد موجود در طبیعت را هم به‌طور مستقیم و هم به‌صورت تغییر یافته آن، که بحث اجمالی آن در پی می‌آید، مورد استفاده قرار می‌دهند و آنها را به ترکیبهای نیتروژن‌دار نظیر اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و... تبدیل می‌کنند. این مواد توسط ارگانوسمهای هتروتروفیک^۹، مانند انسان و جانور (ارگانوسمهایی‌اند

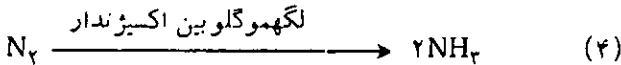
تشبیت بیولوژیکی نیتروژن هم توسط میکرو-ارگانیسمهایی که تنه‌زندگی می‌کنند^{۱۶} مثل ازوباکتر^{۱۷} (ارگانیسم هوازی خاک)، کلوستریدیوم^{۱۸} (ارگانیسم غیر هوازی خاک)، رودوسپریلوم روبروم^{۱۹} (باکتری فتو-سنتتیک)، میکسوفسیه^{۲۰} (جلبک) و هم توسط باکتریهایی که با گیاهان همزیستی دارند^{۲۱} مثل گیاهان خانواده شبدر، یونجه، سویا و... انجام می‌گیرد. البته بیش از ۱۹۰ گونه گیاهان که در تشبیت نیتروژن فعالیت دارند، شناخته شده‌اند. در این گونه گیاهان عمل تشبیت، به وسیله غده‌هایی که در اطراف ریشه گیاهان تشکیل می‌شوند و فصل مشترک باکتری و گیاه هستند، صورت می‌پذیرد.



در تشبیت همزیستی نیتروژن^{۲۲}، هم گیاه و هم باکتری (مثل ریزوبیا^{۲۳}) هردو دخالت دارند، بدون مجاورت یکی، دیگری قادر به جذب نیتروژن نیست. ریزوبیا در ریشه افشان گیاه نفوذ کرده و در آنجا ایجاد غده‌ریشه‌ای می‌کند که دارای سیستم نیتروژناز و پیگمان لگه‌مو-گلوبین^{۲۴} است که همانند هموگلوبین به‌طور برگشت‌پذیر با اکسیژن متراکم می‌شود. لگه‌مو گلوبین اکسیژن‌دار، اکسیژن را به محلی که فسفریلاسیون اکسایشی برای ایجاد ATP^{۲۵} انجام می‌گیرد، منتقل می‌کند.



نیتروژناز



۱- Fe در مجاورت ایزوبیال فردوکسین تأمین‌کننده الکترون است.

۲- ATP آدنوزین تری‌فسفات، تأمین‌کننده انرژی است.

۳- لگه‌مو گلوبین اکسیژن‌دار حامل اکسیژن جهت فسفریلاسیون اکسیداسیون یعنی تبدیل ATP به ADP است.

۴- نیتروژناز: آنزیم تشبیت‌کننده نیتروژن است.

۳- تشبیت نیتروژن در خارج از سلول: تا سال ۱۹۶۰

موادی که بتوانند در خارج از سلول عمل تشبیت نیتروژن را انجام دهند، شناخته نشده بودند تا اینکه در این سال کارناهام^{۲۶} و همکارانش موفق شدند که در لوله آزمایش به کمک مواد استخراجی قابل حل در آب، از کلوستریدیوم پاستوریانوم^{۲۷} نیتروژن را به آمونیاک تبدیل کنند. در این کشف نامبردگان متوجه شدند که برای تشبیت نیتروژن مقدار زیادی اسید پیروویک نیز باید در محیط وجود

علاوه بر ترکیبهای آلی چندین ترکیب معدنی نیتروژن‌دار با اکسیداسیون متفاوت در چرخه نیتروژن شرکت دارند که عمده‌ترین آنها به‌صورت زیر است:

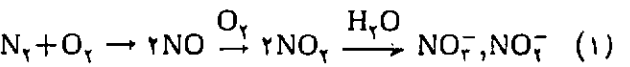
نوع یون یا مولکول	NO_3^-	NO_2^-	$\text{N}_2\text{O}_4^{2-}$
هیونیترو	نیترات	نیتريت	نیونیترو
عدد اکسیداسیون (اکسایش)	+۵	+۳	+۱
N_2	NH_4OH	NH_3	
آمونیاک	هیدروکسیل‌آمین	نیتروژن	
	۰	-۱	-۳

ترکیبهای معدنی بالا نشان می‌دهند که نیتروژن در طبیعت می‌تواند به‌صورت بالاترین حالت اکسایش یعنی (NO_3^-) و کاهش یعنی (NH_3) وجود داشته باشد.

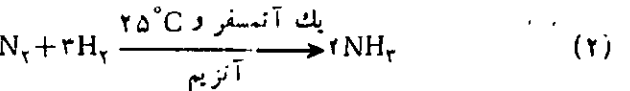
تشبیت نیتروژن:

نیتروژن با دارا بودن يك پیوند سه‌گانه در ساختار مولکولی اش ($\text{N} \equiv \text{N}$) فوق‌العاده پایدار است، و واکنش با آن نیز به‌همان نسبت دشوار است. با این حال به راههای گوناگون می‌تواند بر روی گیاهان تشبیت شود که اعم آنها عبارتند از:

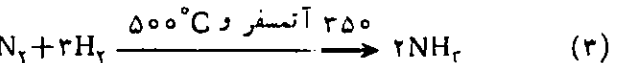
۱- تشبیت غیر بیولوژیکی: در اثر تخلیه الکتریکی و ایجاد رعد و برق جوی، نیتروژن موجود در آتمسفر ابتدا به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شود که این اجسام حاصل به نوبه خود در اثر هیدراته شدن با بخار آب به نیتريت و نیترات تبدیل می‌شوند و به زمین می‌رسند. در زمین این یونها توسط گیاهان جذب و در طی فرآیندهای بیوشیمیایی به ترکیبهای نیتروژن‌دار دیگر نظیر اسیدهای آمینه، پروتئینها و... تبدیل می‌شوند.



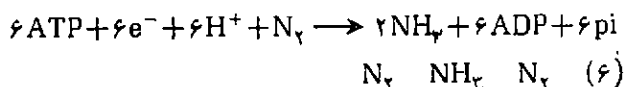
۲- تشبیت بیولوژیکی نیتروژن: یکی از اختلافات اساسی تشبیت نیتروژن در روش بیولوژیکی با تشبیت آن در روشهای غیر بیولوژیکی، انجام آن در دما و فشار پایین است که به کمک آنزیم انجام می‌پذیرد:



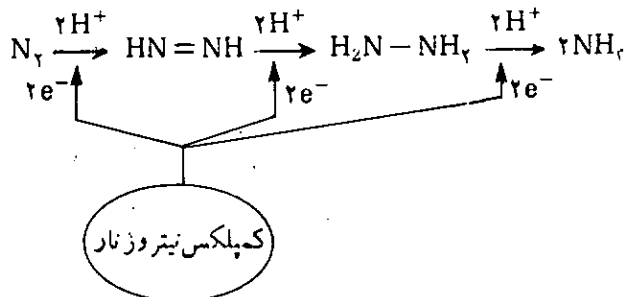
همین واکنش در روش هابر جهت تهیه آمونیاک از نیتروژن و هیدروژن در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد و فشار ۲۵۰ آتمسفر انجام می‌گیرد:



لازم است، واکنش کلی برای این تبدیل را می‌توان به صورت زیر نوشت:



شمای چگونگی تبدیل N_2 به آمونیاک و دیگر ترکیبهای نیتروژن‌دار را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



پروتئینها → گلو تامیک → گلو تامین →
اسیدهای نوکلئیک

بدین ترتیب کمپلکس نیتروژن‌از به وسیله جریانی از الکترونها و ATP احیاء و فعال می‌شود. این کمپلکس فعال شده از فرودوکسین و مولیبدوفردوکسین (نیتروژن‌از) الکترونهاشان را به گیرنده‌های مناسب معمولاً دی‌نیتروژن (N_2) انتقال می‌دهند، که در صورت عدم حضور نیتروژن، مطابق واکنش (۵) یونهای H^+ به کازهای هیدروژن احیا می‌شوند.

کمپلکس نیتروژن تنها عامل تبدیل N_2 به NH_3 نیست، بلکه ترکیبهای دیگری مانند C_2H_4, HCN, C_2H_2 را نیز می‌تواند به ترتیب به CH_4, C_2H_4 و N_2, NH_3 و آب مطابق واکنشهای زیر تبدیل کند:

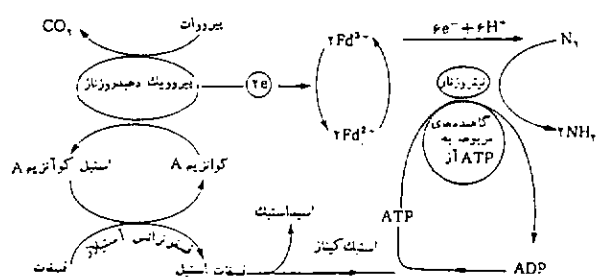
سرعت نسبی

$N_2 \xrightarrow{6e^-} 2NH_3$	۱	(۷)
$C_2H_2 \xrightarrow{2e^-} C_2H_4$	۳/۴	(۸)
$HCN \xrightarrow{6e^-} CH_4 + NH_3$	۵/۶	(۹)
$N_2O \xrightarrow{2e^-} N_2 + H_2O$	۳	(۱۰)

از روی تعیین سرعت تبدیل استیلن موجود در نمونه آب یا خاک به اتیلن، می‌توان ظرفیت تثبیت نیتروژن، در آن نمونه را معین کرد.

گرچه این روش تثبیت نیتروژن در علوم کشاورزی بسیار مهم و حیاتی است، ولی به‌طور غیرمستقیم راهی است که انسان از آن بهره می‌گیرد.

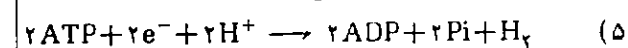
داشته باشد تا بتواند تحت تجزیه فسفوریلیتیکی، ایجاد فسفات استیلن، CO_2 و H_2 کند. بعداً معلوم شد که ماده حاصل از باکتری کلستریدیوم پاستوریانوم خود شامل دو سیستم است، که یکی از آنها دهنده هیدروژن است که مسئول جریان الکترونها حاصل از هضم اسیدپروویک از طریق فرودوکسین^{۲۸} به دومین سیستم نیتروژن‌از می‌باشد، و سیستم دیگر نیتروژن‌از است که نیتروژن را به آمونیاک تبدیل می‌کند.



از شمای تثبیت نیتروژن مشخص است که سیستم دهنده هیدروژن که شامل سیستم تولیدکننده ATP نیز هست، شامل پیروویک دئیدروژن‌از، فسفوترانس استیلاز، استیک کیناز می‌باشد و سیستم نیتروژن‌از نیز شامل کاهنده‌های مربوط به ATP از و انزیم نیتروژن‌از است. پژوهشها نشان داده است که کلیه ترکیبهایی که دارای مشخصات زیر باشند می‌توانند عمل تثبیت نیتروژن را انجام دهند:

- ۱- دارای یک منبع الکترون دهنده باشند.
- ۲- دارای یک منبع الکترون گیرنده (مثل گاز نیتروژن) باشند.
- ۳- دارای ATP همراه با یک کاتیون دو ظرفیتی مثل Mg باشند.
- ۴- دارای دو پروتئین، یکی پروتئین مولیبدن و آهن بدون هم با جرم مولکولی ۱۷۰۰۰۰ (مثل مولیبدو- فرودوکسین^{۲۹})، و دیگری پروتئین آهن بدون هم با جرم مولکولی ۵۵۰۰۰ (مثل ازو فرودوکسین^{۲۰}) باشند که آنها را مجموعاً نیتروژن‌از می‌گویند.

مجموعه کمپلکس بالا تشکیل یک کمپلکس نیتروژن‌از می‌دهد که می‌تواند نیتروژن را تثبیت کند. اگر نیتروژن (به عنوان منبع گیرنده الکترون) حضور نداشته باشد، ATP با جذب الکترون به ADP، گاز هیدروژن و فسفات تبدیل می‌شود:



از آنجایی که ۶ الکترون جهت احیاء N_2 به NH_3

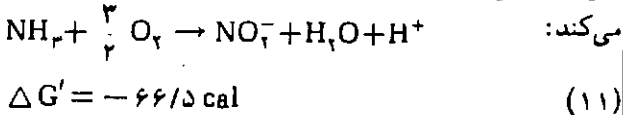
اسپاراژین استفاده می‌کنند که به همین صورت ذخیره می‌شوند.

وقتی که ارگانسیم تثبیت کننده نیتروژن (یا غیر تثبیت کننده نیتروژن) از بین برود (بمیرد)، پروتئینهای موجود در سلولهای آنها به اسیدهای آمینه هیدرولیز شده که تحت اثر آنزیمهای آمینو اکسیدازها، ترانس آمینازها و گلوتامیک دهیدروژنازها بی‌آمینه می‌شوند.

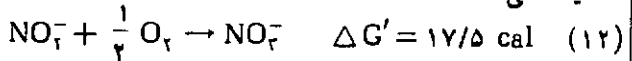
نیتریفیکاسیون:

علی‌رغم اینکه نیتروژن معمولاً به صورت NH_3 به خاک منتقل می‌شود، مقدار آن در خاک خیلی جزئی است. مطالعات نشان داده است که NH_3 خاک به سرعت به یون نیترات اکسیده می‌شود. یون نیترات منبع اصلی نیتروژن برای ارگانسیمهای زنده غیر تثبیت کننده نیتروژن می‌باشد.

عمل اکسیده شدن آمونیاک به یون نیترات توسط دو گروه باکتری نیتروکننده انجام می‌شود. یکی از آنها نیتروزوموناس^{۲۲} است که همراه با اکسیژن به عنوان معرف اکسیدان، آمونیاک را به یون نیتريت تبدیل می‌کند:



دیگری نیتروباکتر^{۲۴} است که نیتريت را به نیترات اکسیده می‌کند:



هر دو ارگانسیم فوق‌الذکر اتوتروف اند^{۲۵}، یعنی می‌توانند مواد مورد نیاز خود را (پروتئین‌ها، پپتیدها، قندها و...) از مواد ساده‌تر (مثل دی‌اکسید کربن، آب و...) به روش فتوسنتز یا کیموسنتز تهیه کنند. امروز مشخص است که انرژی لازم برای فتوسنتز قندها از خورشید تأمین می‌شود. ولی در حالت نیتروزوموناس و نیتروباکتر انرژی مورد نیاز برای تبدیل CO_2 به مواد قندی و دیگر ترکیبهای کربن‌دار، از انرژی آزاد شده در اکسایش NH_3 و NO_2^- تأمین می‌شود، به همین دلیل ارگانسیمهای زنده‌ای که انرژی‌های مورد نیاز خود برای رشد را از اکسیداسیون ترکیبهای ساده معدنی بدست می‌آورند، کیمواتوتروف^{۲۶} می‌گویند.

جذب و هضم نیترات^{۲۷}:

NO_3^- فراوانترین شکل نیتروژن در خاک، گیاه و

کنترل فعالیت نیتروژناز:

نیتروژناز به دو صورت کنترل یا به بیان دیگر از فعالیت باز می‌ایستد:

الف - کنترل توسط آمونیاک: عمل تثبیت نیتروژن توسط نیتروژناز در مجاورت آمونیاک به سرعت متوقف می‌شود. بنابراین افزایش غلظت آمونیاک در ارگانسیم زنده موجب بازدارندگی نیتروژناز می‌شود. با افزایش رشد سلول و کاهش غلظت آمونیاک این اثر بازدارندگی از بین می‌رود و بیوسنتز نیتروژناز دوباره آغاز می‌شود. آمونیاک به طور مستقیم در لوله آزمایش قادر به بازدارندگی نیتروژناز نیست.

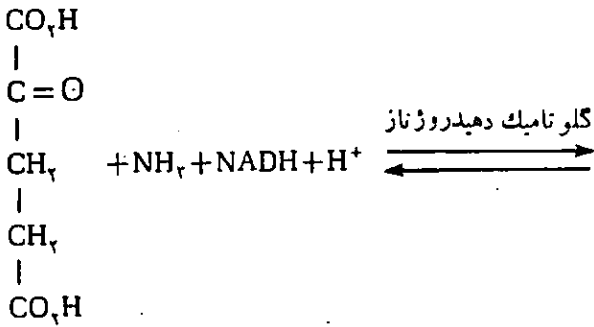
ب - کنترل توسط $ADP: 2ADP$ به عنوان یک بازدارنده رقابتی برای نیتروژناز عمل می‌کند. در لوله آزمایش وقتی نسبت $\frac{ADP}{ATP} = 0/2$ است، میزان بازدارندگی نیتروژناز ۵۳٪ می‌شود، وقتی این نسبت به ۲ برسد عمل بازدارندگی به طور کامل اتفاق می‌افتد. بدین ترتیب با کاهش ATP و افزایش ADP در سلول عمل بازدارندگی نیتروژناز نیز افزایش می‌یابد.

کمپلکس نیتروژناز

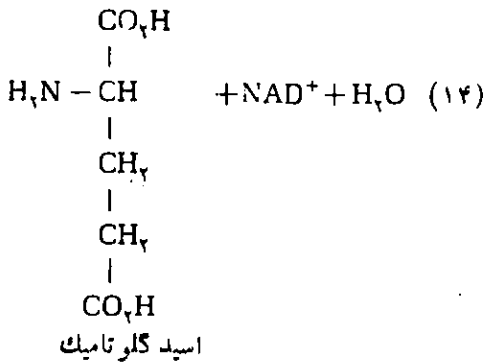
اکولوژی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن:

ارگانسیمهایی که تثبیت نیتروژن را انجام می‌دهند، در حقیقت آمونیاک را به ترکیبهای نیتروژن‌دار (پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، رنگدانه‌ها و...) در بافتهای خود تبدیل می‌کنند. نیتروژن تثبیت شده اضافی ممکن است به خاک یا محیط دیگری که عمل تثبیت نیتروژن در آن رو به فزونی است، منتقل شود.

ثابت شده است که گیاهان تیره بقولات و توسکا که در محیط کشت شنی پرورش می‌یابند، مقداری آمونیاک و اسیدهای آمینه به محیط شنی اطراف ریشه خود وارد می‌کنند. جلبکهای سبز - آبی نیز مقداری آمونیاک، اسیدهای آمینه و پپتیدها را به محیط اطراف خود منتقل می‌کنند. اگر آمونیاک وارد خاک شود می‌تواند در فرآیند نیتریفیکاسیون^{۲۲} وارد شود یا توسط دیگر میکروب ارگانسیم‌های خاک (باکتریها یا گیاهان عالی) که قادر به تثبیت نیتروژن نیستند مورد استفاده قرار گیرد. اگر ارگانسیم تثبیت کننده نیتروژن گیاهان عالی باشند، از نیتروژن تثبیت شده اضافی برای بیوسنتز گلوتامین و

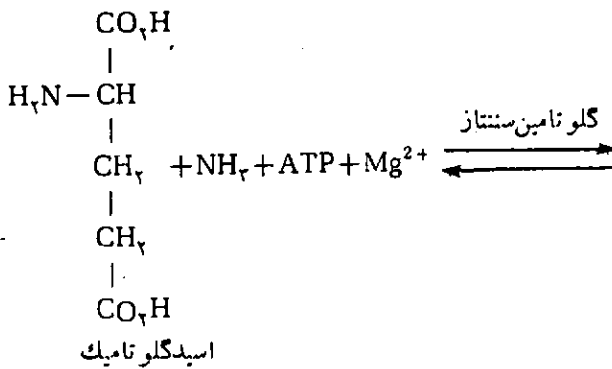


اسيد آلفاگلوگوتاريك

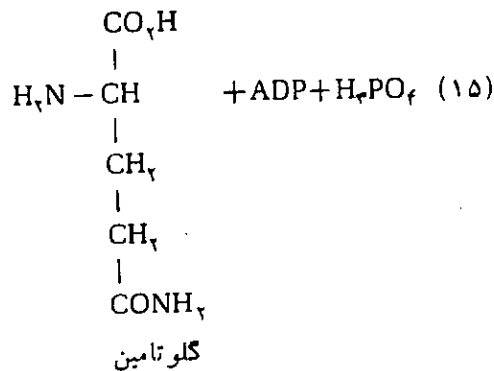


اسيد گلو تاميك

اسيد گلو تاميك حاصل طی يك سری واكنشهای ترانس آمیناسيون به اسيدهای آمينه پرولين، آلانين، اسپاريك و گلو تامين، اسپاراژين تبديل می شود:

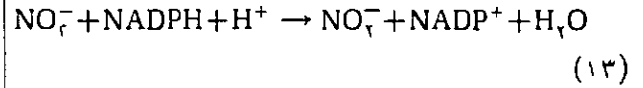


اسيد گلو تاميك

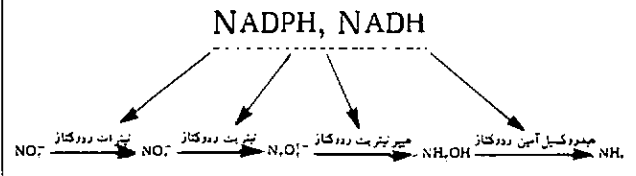


گلو تامين

ارگانيسمهای موجود در خاک اند. با وجودی که تبديل نيتروژن معدنی به ترکیبهای نيتروژن دار آلی توسط کاتالیزور گلو تاميك دهيدروژناز انجام می گیرد، با این حال گیاهان عالی و ميكرو ارگانيسمهایی که از یون NO_2^- استفاده می کنند باید ابتدا به آمونیاك تبديل شوند، که در این عمل ابتدا NO_2^- توسط نيترات ردوكتاز به NO_2^- احیاء می شود:



نيترات ردوكتاز را می توان از منابع باكتريایی، گیاهان عالی (مثل سویا) و كپك نان به طور خالص تهیه کرد. در هر حالت نيكوتين آميد نوكلئوتيدهای كاهیده (NADH و NADPH) منبع اصلی الكترون برای عمل كاهش اند. فرآیند (13) جهت كاهش یون نيتريت حاصل تداوم دارد و از طریق واسطه های هیپونيتريت و هيدروكسيل آمين به آمونیاك تبديل می شود:



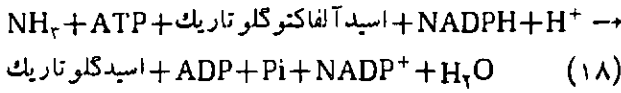
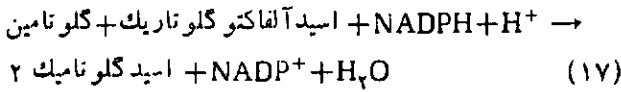
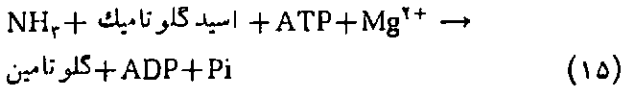
هر مرحله شامل افزایش دو الكترون به نيتروژن است که به وسیله نيكوتين آميد دی نوكلئوتيد در اختیار قرار می گیرد. در مجموع هشت الكترون به NO_2^- (با عدد اكسایش +5) اضافه می شود تا به NH_3 (عدد اكسایش -3) تبديل شود. مراحل تبديل NO_2^- به NH_3 برای شرکت در ساخت ترکیبهای داخل سلولی را، جذب و هضم نيترات می گویند.

علت اینکه NH_3 در طبیعت باید به NO_2^- اكسیده شود و سپس هنگام شرکت در ساختن ترکیبهای درون سلولی مجدداً به NH_3 كاهش یابد، این است که اولاً NO_2^- ذخیره پایدارتر از NH_3 گازی است، ثانياً NO_2^- سمیت خیلی کمتری نسبت به NH_3 دارد.

جذب و هضم آمونیاك:

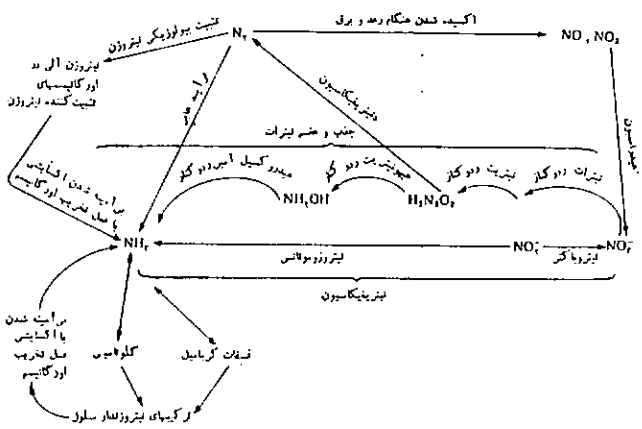
آمونیاك طی سه واكنش به ترکیبهای آلی تبديل می شود، بیوكاتالیزورهایی که در این تبديل شرکت دارند عبارتند از: گلو تاميك دهيدروژناز (واكنش 14)، گلو تامين سنتتاز (واكنش 15) و كربامیل كیناز (واكنش 16).

يك مولكول ATP و يك مولكول NADPH نياز دارد و در نتيجه واكنش يك طرفه خواهد بود:



اعتقاد بر اين است كه گياهان عالي داراي سنتتاز گلوتامات هستند كه از گلوتامين استفاده مي‌كنند و فردوكسين را به عنوان يك كاهنده بجاي NADPH كاهش مي‌دهند. وجود سنتتاز گلوتامات در بافتهاي جانوري هنوز ثابت نشده است.

به‌طور خلاصه جانوران عالي مي‌توانند از يون آمونيم براي بيوسنتز اسيدهاي آمينه غير ضروري استفاده كنند، ولي نمي‌توانند بدین منظور از نيتريت، نيترات و پسا نيتروژن اتمسفر استفاده كنند. گياهان مي‌توانند كليله اسيدهاي آمينه براي سنتز پروتئين را از يونهاي آمونيم، نيتريت، نيترات و در بعضي موارد از نيتروژن اتمسفر بيوسنتز كنند. بعضي از ميكرو ارگانيسم‌ها مثل E.coli (اشريشياكولي) مي‌توانند كليله اسيدهاي آمينه مورد نياز را از آمونياك تهيه كنند.

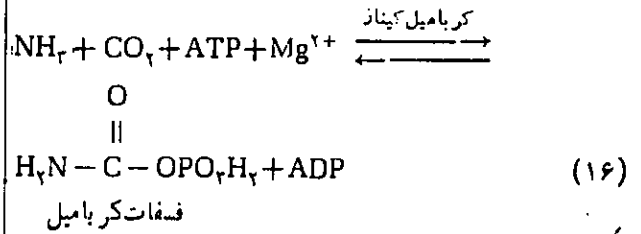


چرخه نيتروژن

منابع

Edition, Revised by Gessner G. Hawley.

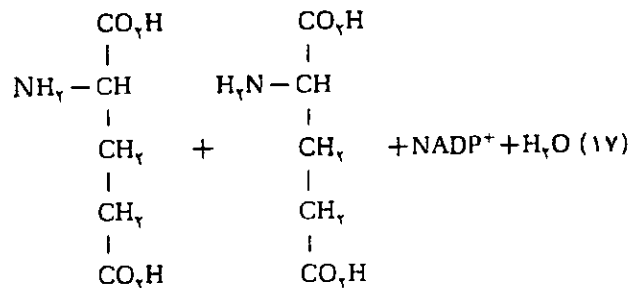
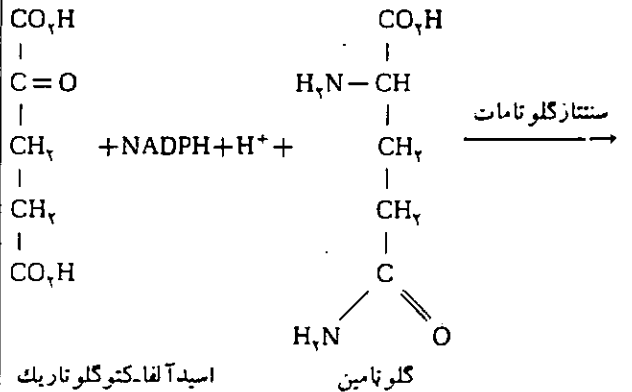
- 1- Nitrum
- 2- gen
- 3- Chaptal
- 4- Daniel Rutherford
- 5- Lavoisier
- 6- Rayleigh



واكنشي كه توسط گلوتاميك دهيدروژناز كاتاليز مي‌شود، از واكنشهاي اساسي تبديل آمونياك به گروه آمين آلفا اسيد گلوتاميك مي‌باشد كه اين جسم به نوبه خود مي‌تواند به اسيدهاي آمينه ديگر تبديل شود (ترانس آميناسيون).

واكنش (15)، از واكنشهاي مهمي است كه در مغز براي سميت‌زدائي آمونياك انجام مي‌گيرد. زيرا اگر مقدار آمونياك از يك حد معيني تجاوز كند مسموم‌كننده خواهد بود (10 تا 110 ميلي‌گرم در 1000 خون).

اخيرا يك آنزيم جديد سنتتاز گلوتامات در E. coli و ديگر ميكرو ارگانيسمهاي پست پيدا شده است كه از گلوتامين به‌طور مستقيم به عنوان منبع NH3 استفاده مي‌كند.



در واكنش فوق گلوتامين به عنوان حامل اتم نيتروژن آمين عمل مي‌كند. با جمع واكنش 15 و 17 معلوم مي‌شود كه ارگانيسم زنده براي تشكيل اسيد گلوتاميك به

این مقاله مربوط به کتاب شیمی سال سوم علوم تجربی و ریاضی فیزیک مربوط است.

Manuela Martin Sanches

نویسنده

Number 10, october 1988, PP 898
Chemical Education Vol 65

منبع:

آزمایشی

با کلرید

قلع (III)

ترجمه: نریا حقیرست فروچی، معلم شیمی منطقه ۱۵ تهران

آزمایشی که در این مقاله شرح داده می‌شود توسط مؤلف به عنوان هدفی نهایی در پایان درس شیمی سال اول دبیرستان استفاده شده است. دانش‌آموزان در گروه‌های دو تا چهار نفر کار می‌کنند. آنها قرار است مفاهیم الکترولیز، اصل لوشاتلیه و الکترولیز را به صورت کار عملی دریابند.
در طی این آزمایش دانش‌آموزان باید پاسخ این

- 7- Ramsay
- 8- Nitrogen cycle
- 9- Heterotrophic
- 10- Nitrogen Fixation
- 11- blue-green alyae
- 12- Inhibitor
- 13- Rhizobium
- 14- Str. auranticus
- 15- Str. subtropicus
- 16- Nonsymbiotic
- 17- azobacter
- 18- Clostridium
- 19- Rhodospirillum rubrum
- 20- Myophceae
- 21- Symbiosis
- 22- Symbiotic N2 Fixation
- 23- Rhizobia
- 24- Leghemoglobin
- 25- Adenosine triphosphate
- 26- Carnaham
- 27- Clostridium pasteurianum
- 28- Ferredoxin
- 29- Molybdoferredoxin
- 30- Azoferredoxin
- 31- Adenosin diphosphate
- 32- Nitrification
- 33- Nitrosomonas
- 34- Nitrobacter
- 35- autotrophs
- 36- Chemoautotrophs
- 37- Nitrate assimilation
- 38- Amomonias assimilation

مراجع

- 1- Harper's Biochemist.y; Twenty-First Edition; R. K. Murray, D. K. Granner, P. A. Mayes, V. W. Rodwell.
- 2- Outlines of Biochemistry; 4 th Edition, Conn/ Stumpf
- 3- Biochemistry, Lehninger, Second Edition
- 4- Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations, Thomas. M. Devlin
- 5- Basic Biological Chemist.y; H. R. Mahler, E. H. Cordes. Third Printing.
- 6- Van Nostrand Reinhold Encyclopedia of Chemistry, Douglas M. Considine, P. E. Fourth Edition.
- 7- Chambers Dictionary of Science and Technology.
- 8- Hackh's Chemical Dictionary, Grant.
- 9- The Condensed Chemical Blictionary, Tenth Edition.

پرسشها را بیابند:

چه واکنشهایی مورد بحث هستند؟

چرا محلول آبی کلرید قلع (II) اسیدی است؟

چگونه می‌توان فلز قلع را در پایان آزمایش دوباره

به‌دست آورد؟

شرح آزمایش:

به دانش‌آموزان در حدود یک گرم کلرید قلع (II) خالص داده می‌شود با این اطمینان که نمونه مذکور هیچ‌گونه ناخالصی نداشته باشد؛ زیرا در صورت ناخالصی حتی با اضافه کردن اسید کلریدریک هم در آب حل نخواهد شد. یک قطره‌چکان که در آن اسید کلریدریک ۲ مولار باشد، یک تکه کاغذ pH سنج، مفتولی از سرب لعیم کاری که در حدود ۵ سانتی‌متر درازا داشته باشد. در ضمن دانش‌آموزان باید وسایل زیر را تهیه کنند: یک باتری ۴ تا ۵ ولتی، ۲ عدد میله مسی به طول ۱۰ سانتی‌متر، روزنامه‌های کهنه برای پوشاندن میز کار، یک بطری کوچک پلاستیکی شفاف که در حدود ۶ سانتی‌متر قطر و ۳ سانتی‌متر ارتفاع داشته باشد، (بعدها از این بطری به‌عنوان ظرف واکنش یعنی سلول الکترولیز استفاده می‌شود).

بعد از آماده شدن همه وسایل لازم، دانش‌آموزان باید کلرید قلع (II) را در ظرف واکنش قرار دهند و به آن تا نیمه ظرف، آب اضافه کنند و آن را تکان دهند تا تمام کلرید قلع (II) حل شود. در نتیجه محلول کدروی به‌خاطر

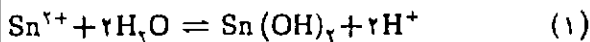
پیدایش Sn(OH)_2 ایجاد می‌شود. با کمک کاغذ pH سنج می‌توان فهمید که یک محلول اسیدی است. پس از اضافه شدن چند قطره اسید کلریدریک ۲ مولار، محلول شفاف می‌شود. دانش‌آموزان باید متوجه باشند که نباید HCl زیاد اضافه کنند؛ چون این مسئله باعث می‌شود در مرحله الکترولیز به‌جای قلع، گاز H_2 تشکیل شود.

هنگامی که تیرگی محلول از بین رفت، سلول الکترولیز آماده می‌شود؛ به این ترتیب که یک تکه مس به هر کدام از قطبهای باتری و سپس یک قطعه قلع به الکتروود مسی در قطب مثبت وصل می‌شود و سر میله مسی قطب منفی، آزاد باقی می‌ماند. این میله‌ها سپس در محلول فرو برده می‌شود و در همان حال میله قلع باریکتر می‌شود. در پایان

آزمایش از تماس دو میله مسی و قلع دو قطب جلوگیری کنند. در طی آزمایش دانش‌آموزان مشاهده می‌کنند که بتدریج لایه‌های درخشانی از قلع روی میله مسی ظاهر می‌شود و در همان حال نکه قلع باریکتر می‌شود. در پایان آزمایش می‌توان همه چیز را دوباره به‌دست آورد مگر باتری که مصرف شده است. از دانش‌آموزان دربارۀ واکنشهایی که مشاهده کرده‌اند، پرسش می‌شود. به‌علاوه درباره معانی کلمه‌هایی مثل هیدرولیز، الکترولیز، کاتدواند می‌توان پرسشهایی مطرح کرد.

واکنشهای شیمیایی (آزمایش):

وقتی کلرید قلع (II) SnCl_2 در آب وارد می‌شود، طبق معادله زیر یون Sn^{2+} با مولکولهای آب هیدرولیز می‌شود و محلول کدروی را با خاصیت اسیدی طبق معادله زیر ایجاد می‌کند:



بعداً با افزایش چند قطره HCl تیرگی محلول از بین می‌رود و طبق پدیده اثر یون مشترک، تعادل بالا به سمت چپ جابجا می‌شود (اصل لوشاتلیه).

لایه‌های درخشان قلع که در قطب کاتد در عمل الکترولیز ظاهر شده‌اند، به دلیل نیم واکنش احیای زیر است:



و نیم‌واکنش اکسیداسیون زیر می‌تواند دلیلی بر کاهش وزن میله قلع در قطب آند باشد:



نتیجه‌گیری:

دانش‌آموزان از انجام دادن این گونه واکنشها خیلی لذت می‌برند. آنها تعبیر و تفسیرهای موفقی از مشاهدات و توضیح واکنشهای شیمیایی که مشاهده کرده‌اند، دارند. در ضمن این آزمایش را می‌توان به‌طور کمی نیز انجام داد؛ در این صورت الکتروودها را باید قبل و بعد از الکترولیز وزن کرد؛ چون جمع کردن و توزین لایه‌های قلع در عمل الکترولیز به‌دست آمده، مشکل است.

۱- در کشور اسپانیا این آزمایش قابل‌استفاده دانش‌آموزان سال اول دبیرستان در رشته شیمی است.



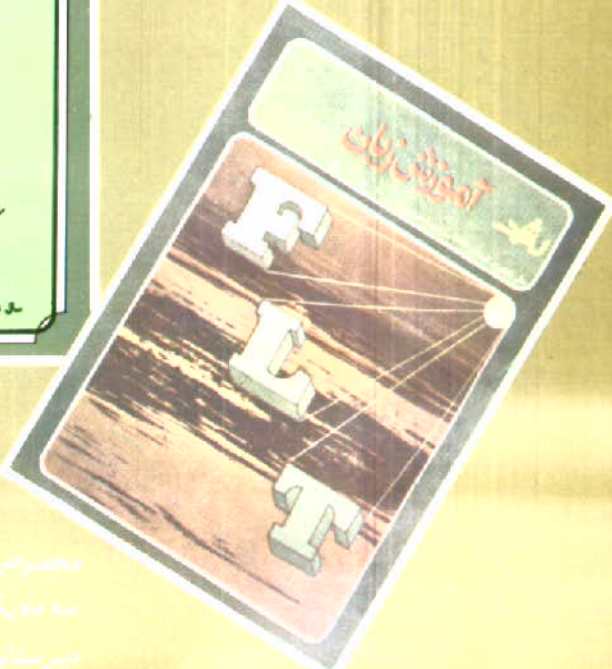
ما از خدا ایم و به سوی او باز می‌گردیم
در گذشت مرحوم هوشنگ شریفزاده که همه عمر خود
را در پژوهش، قلم زدن و تدریس گذراند، به جامعه علمی
به ویژه خانواده محترمشان تسلیت عرض می‌کنیم.
هیأت تحریریه مجله رشد آموزش شیمی

درباره نشریات رشد آموزش تخصصی

مجلات رشد آموزش مواد درسی مدارس کشور که بمنظور ارتقاء سطح دانش معلمان و ایجاد ارتباط متقابل میان صاحب نظران، معلمان و دانشجویان با برنامه ریزان امور درسی از سوی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تألیف سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش هر سه ماه یکبار - چهار شماره در سال - منتشر می‌شود در حال حاضر عبارتند از:

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| ۱ - آموزش ریاضی ۲۵ | ۶ - آموزش زبان ۲۳ |
| ۲ - آموزش شیمی ۲۴ | ۷ - آموزش زمین شناسی ۱۸ |
| ۳ - آموزش جغرافیای ۲۳ | ۸ - آموزش فیزیک ۲۲ |
| ۴ - آموزش ادب فارسی ۲۲ | ۹ - آموزش معارف اسلامی ۱۰ |
| ۵ - آموزش زیست شناسی ۲۱ | ۱۰ - آموزش علوم اجتماعی ۴ |

قابل توجه
دوران و
دانشجویان



ایضا
مجلات
رشد تخصصی

مختص دوران دانشجویان و دانشجو یاران است
به منظور ارتقای در زمینه آموزش و پرورش
دانشجویان متخصصین و علاقه مندان