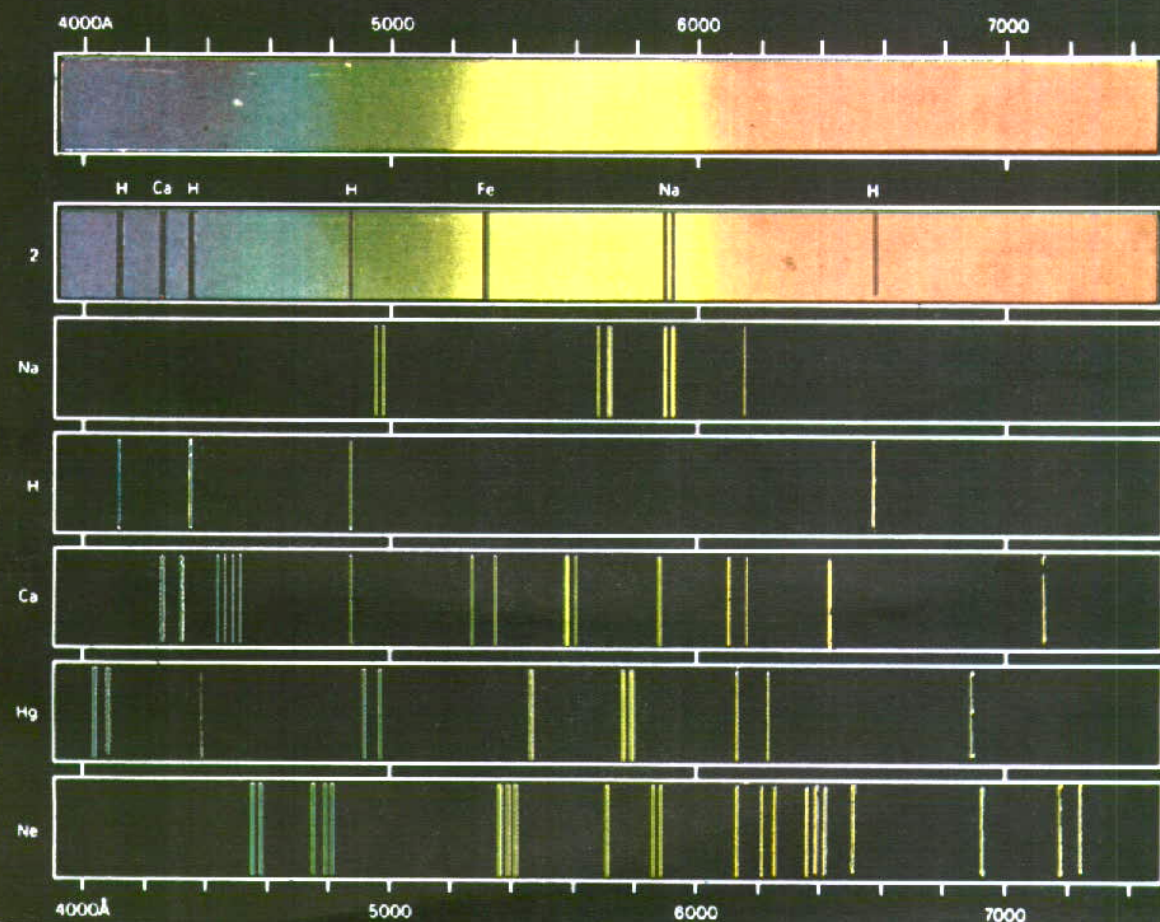
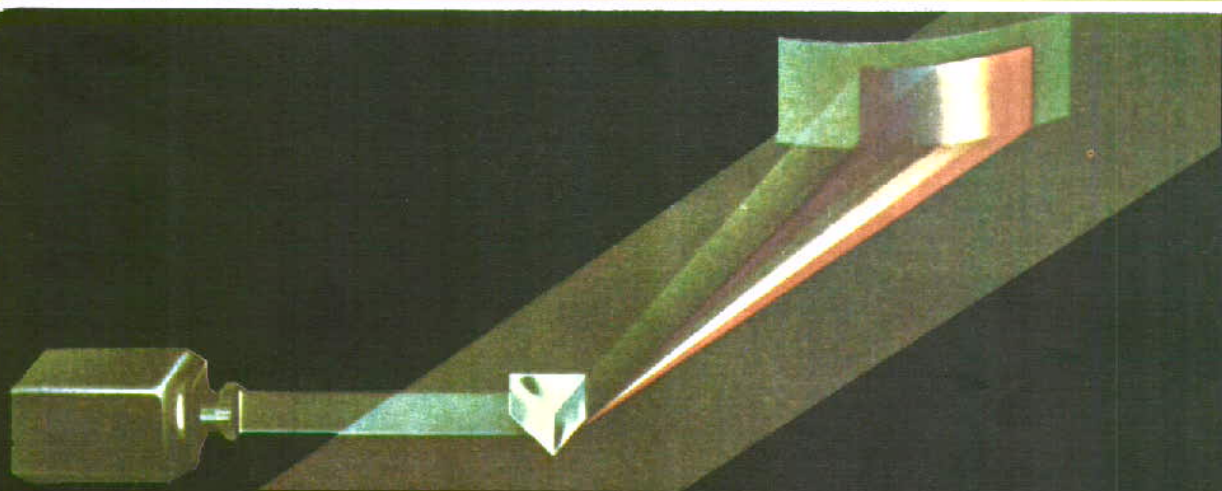


# مجله آموزش شیمی

بها: ۱۰۰ ریال

سال نهم - پائیز ۱۳۶۸ شماره مسلسل ۲۱



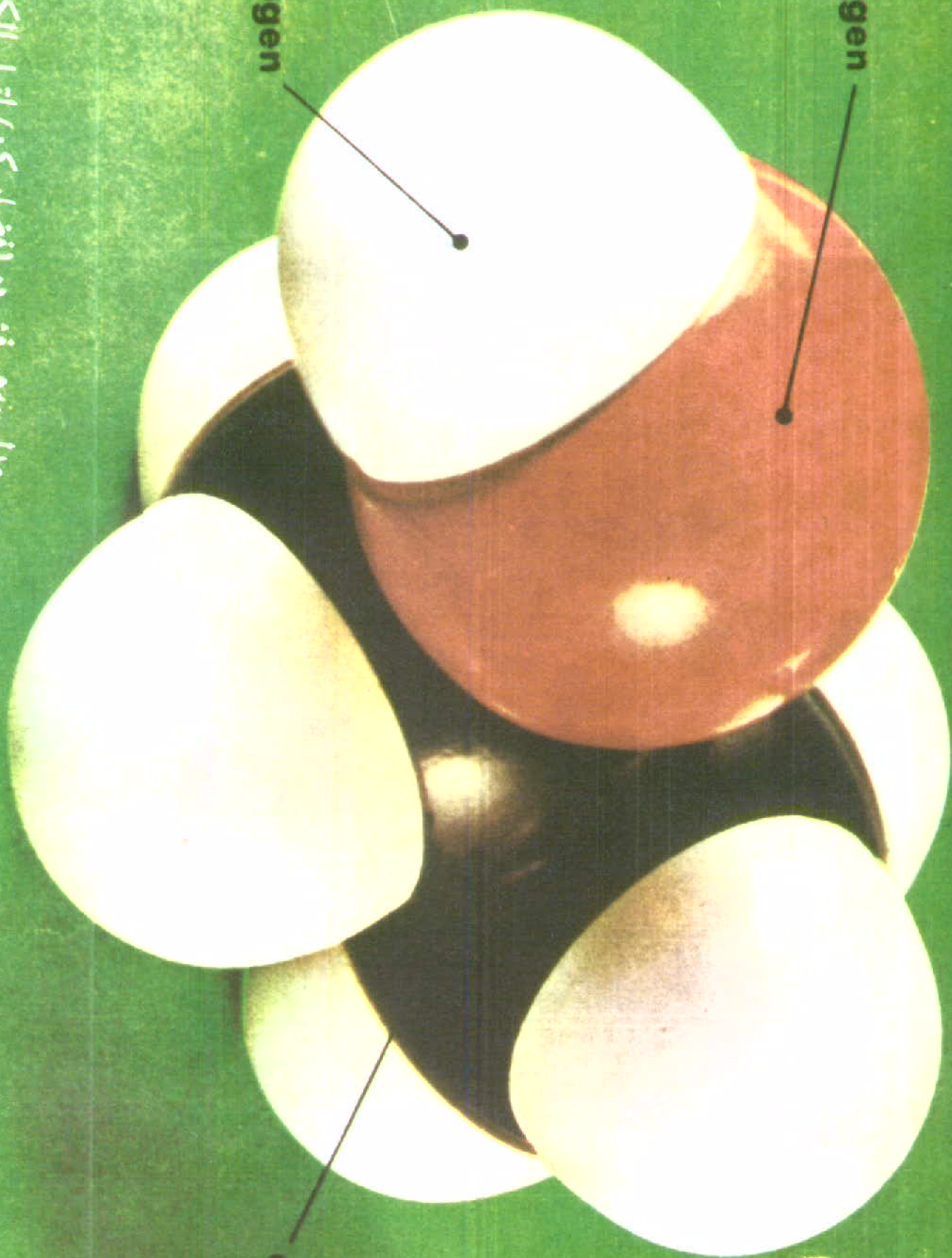


oxygen

hydrogen

carbon

مدل پیچیده فشرده (فضای پرکن) اتیل الکل





### سخنی با خوانندگان ارجمند

سپاس خدای را که مرحمت فرمود تا این مجله به ششمین سال حیات خود گام نهد.

به نام پروردگار آغاز به نوشتن می‌کنیم. به پیشگاه حضرت ولی عصر (عج) و به روان پاک بنیانگذار جمهوری اسلامی ایران، سلام می‌فرستیم. یاد سالار شهیدان و معلم توحید، حسین بن علی (ع) و شهیدان جهان اسلام را گرامی می‌داریم. به همکاران و خوانندگان ارجمند سلام می‌فرستیم و دعا می‌کنیم. از خدای مهربان می‌خواهیم به ما معلمان یاری دهد تا در انجام عبادات توانا و از سلامت جسم و روح برخوردار باشیم. امید است که همیشه رحمت الهی شامل حال ما بشود.

از خوانندگان محترم برای برپا کردن محتوای این مجله، یاری می‌طلبیم و در انجام این مهم از آنان می‌خواهیم تا به نکات یادآوری شده در شماره‌های ۱۳ و ۱۸ این مجله دقت کنند. علاقه‌مندان ارسال مقاله به هدفهای مجله رشد تخصصی که در پیشگفتار شماره ۱ سال اول این مجله به تفصیل آمده است، توجه فرمایند. اهم اهداف در نشر مجله رشد آموزش شیمی، فهرست‌وار چنین است:

- ۱- دانش‌افزایی
- ۲- آشنایی با روشهای تدریس
- ۳- معرفی مواد و وسایل کمک آموزشی
- ۴- معرفی نشریات و کتب
- ۵- آشنایی با تاریخ علوم
- ۶- آشنایی با معلمان موفق و باتجربه
- ۷- آگاهی از مسائل و پرسشهای نمونه
- ۸- طرح موضوعات مربوط به آینده رشته شیمی
- ۹- آگاهی از تصمیم‌گیریها و بخشنامه‌ها
- ۱۰- آگاهی از برنامه‌ها و برنامه‌ریزیهای آینده و اظهار نظر درباره آنها
- ۱۱- آگاهی از پژوهشها و خبرهای مربوط به رشته شیمی

## دش آموزش شیمی

سال ششم - پاییز ۱۳۶۸ - شماره مسلسل ۲۱

نشریه گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی تلفن ۴ - ۸۳۹۲۶۱ داخلی (۴۲)

سر دبیر : سید رضا آقاپورمقدم

مدیر فنی هنری و تولید : حسین فرامرزی نیکنام

صفحه‌آرا : علی نجمی

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

## فهرست

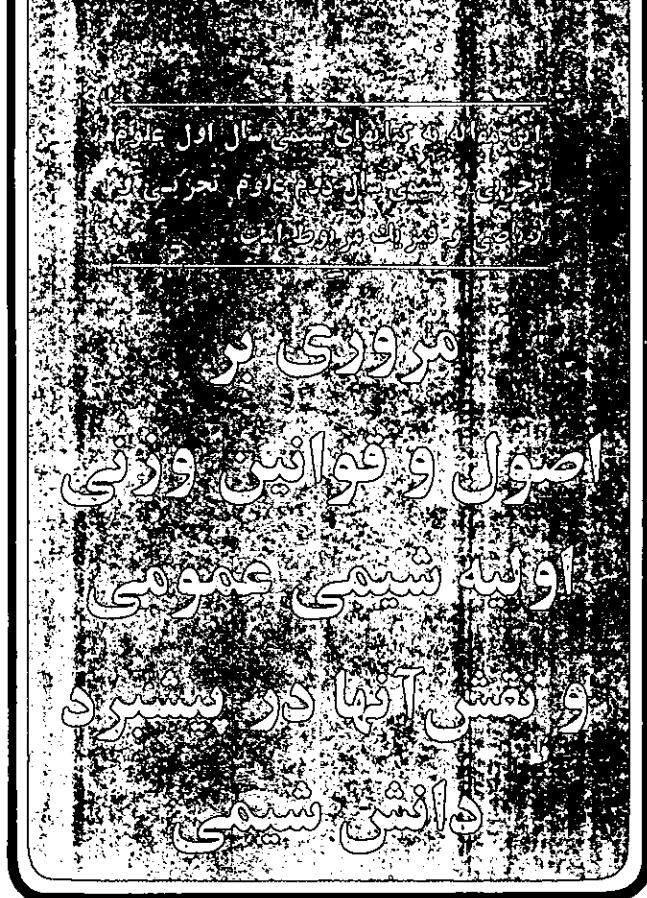
- |    |  |  |
|----|--|--|
| ۳  | سر دبیر                                | پیشگفتار   |
|    |  | مروری بر اصول و قوانین وزنی اولیه شیمی ...             |
| ۴  | دکتر محمد رضا ملاردی                   | تبدیل انرژی شیمیایی و الکتتریکی به یکدیگر              |
| ۱۴ | دکتر حسین آقائی                        | روی عنصر بی مانند زیستی                                |
| ۱۷ | دکتر حسین آقائی - دکتر محمد حسین عزیزی | ماست از دیدگاه علمی و صنعتی                            |
| ۲۱ | دکتر محمد رؤف درویش                    | بررسی متابولیسم به عنوان مجموعه‌ای از ...              |
| ۲۶ | دکتر مسعود روحی لاریجانی               | دستور ساخت سلسله وسایل آزمایشگاهی                      |
| ۳۳ | دکتر منصور عابدینی                     | کاربرد پتانسیل ...                                     |
| ۳۴ | دکتر منصور عابدینی                     | آزمون شیمی گروه آزمایش ریاضی فیزیک ۶۸-۶۹               |
| ۴۰ | حسام امینی                             | و پاسخ آن  |
| ۴۷ |  | اخبار  |
| ۴۸ | دکتر محمد حسین عزیزی                   | مسمومیت با الکل ...                                    |
| ۵۴ | مرضی خلخالی                            | روشی برای تدریس تعادلهای شیمیایی                       |
| ۵۶ | عذرا جوان                              | تدریس محاسبه جرمی                                      |
| ۶۰ |  | معرفی کتاب و مجلات                                     |
|    |  | مروری بر تاریخچه راه یافتن الکتروبیته در شیمی          |
| ۶۲ | دکتر حسین آقائی                        | معرفی عنوانهای مقاله‌هایی که در شماره ۲ از جلد ۶۶ مجله |
| ۶۹ |  | «آموزش شیمی» درج شده است زیر نظر هیأت تحریریه          |
| ۷۳ |  | پرسشنامه   |

که ضمن واکنش مواد با یکدیگر، مقداری از جرم آنها از بین می‌رود و یا اصولاً جرم سیستم واکنش دهنده، دستخوش تغییر می‌شود (البته در آن زمان اندازه‌گیری جرم چندان رایج نبود و مسأله کاهش جرم در رابطه با سوختن مواد بود). مثلاً طرفداران نظریه فلوژیستون\* می‌پنداشتند که جرم ماده حاصل از سوختن يك ماده سوختنی، از جرم آن ماده قبل از سوختن کمتر است، زیرا آنها سوختن را خارج شدن فلوژیستون از ماده سوختنی می‌دانستند. هر چند برخی از پژوهشگران در آن زمان، به تغییرناپذیری جرم تا حدی پی برده بودند، اما اوایل بار، حدود سال ۱۷۵۰ میلادی، اندیشمندی روسی به نام لامانوسف (Lomonosov)، با انجام آزمایشهای گوناگون در ظرفهای سربسته و توزین مواد قبل و بعد از واکنش، به این حقیقت دست یافت که ضمن انجام واکنش شیمیایی در يك سیستم بسته، جرم\* آن سیستم تغییر نمی‌کند. سالها بعد از آن برخی از شیمیدانان، به ویژه لاووازیه (Lavoisier) شیمیدان

مشهور فرانسوی (در سال ۱۷۷۴) بررسیهای مشابهی انجام دادند و نتایجی به دست آوردند که نظر لامانوسف را تأیید کرد. بدین وسیله یکی از قوانین بنیادی شیمی که به «قانون بقای جرم» موسوم شده است، کشف شد که می‌توان آن را چنین بیان کرد: «جرم ماده خصلت زوال‌ناپذیری دارد و در يك واکنش، بر جرم مواد افزوده و یا از آن کاسته نمی‌شود، بلکه مقداری از جرم مواد به مواد دیگری تبدیل می‌شود».

یادآوری می‌شود که پس از ارائه نظریه اتمی دالتون (در سال ۱۸۰۷) قانون بقای جرم، مفهوم تازه‌ای پیدا کرد و نام «قانون بقای اتم» به خود گرفت. بدین معنی که، ضمن انجام واکنشهای شیمیایی، اتمها از بین نمی‌روند، بلکه از ماده‌ای به ماده دیگر منتقل می‌شوند. بر همین اساس بود که موازنه کردن معادله واکنشهای شیمیایی در بررسیهای کمی ضرورت پیدا کرد و دانش شیمی به راه جدیدی برای کمال دست یافت.

همچنین، زمانی که رابطه مشهور اینشتین در مورد جرم و انرژی ارائه شد، مسأله امکان تبدیل مقداری از جرم سیستم واکنش دهنده به گرما مطرح شد که هر چند در واکنشهای شیمیایی معمولی قابل توجه نیست، اما در واکنشهای هسته‌ای باید مورد توجه قرار گیرد. از این رو، اصلاح قانون بقای جرم به صورت زیر، ضرورت پیدا کرد که به نام «قانون بقای جرم و انرژی» موسوم شده است و می‌توان آن را چنین بیان کرد:



دکتر محمدرضا ملاردی: دانشیار دانشگاه تربیت معلم

این قوانین که عموماً در نیمه دوم قرن هجدهم و دهه اول قرن نوزدهم کشف شدند، اهمیت زیادی در پیشبرد دانش شیمی دارند. زیرا، شالوده نظریه اتمی دالتون که در زمان خود تحولی شگرف در زمینه ساختار ماده ایجاد کرد، بر همین قوانین نهاده شده بود. فرضیه مولکولی آووگادرو که به کشف ساختار واقعی مواد گازی انجامید و راه گشایی در زمینه محاسبه چگالی نسبی و جرم مولکولی گازها و جرم اتمی بسیاری از عناصر شد، پیامدی از همین قوانین بود. از این رو، با توجه به اهمیت این قوانین و نیز به لحاظ اینکه در برنامه درس شیمی دوره دبیرستان، با بسیاری از آنها سروکار داریم، به بررسی زیربنایی این قوانین و نقش آنها در پیشبرد دانش شیمی می‌پردازیم. در این بررسی منطقی به نظر می‌رسد که این قوانین را به ترتیب تاریخ کشف آنها مورد بررسی قرار دهیم و هر جا که لازم باشد، به نتایج و کاربرد آنها اشاره کنیم و در پایان بروشهای متداول محاسبه جرم اتمی عناصر که مورد پرسش و علاقه بسیاری از همکاران است، مروری داشته باشیم.

### ۱- قانون بقای جرم

(The law of Conservation of mass)

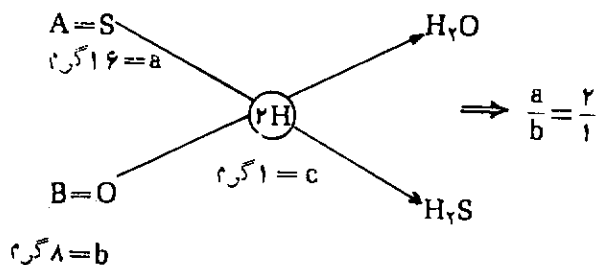
تا حدود سال ۱۷۵۰ میلادی، شیمیدانان بر این گمان بودند



کشف شد، چنین بیان می‌شود:

هر گاه دو عنصر A و B هر يك با عنصر C ميل ترکیبی داشته باشند، به طوری که a گرم از عنصر A با c گرم از عنصر C و b گرم از عنصر B نیز با همان c گرم از عنصر C ترکیب شود، هر گاه دو عنصر A و B با هم ميل ترکیبی داشته باشند، ترکیب آنها به نسبت جرمی  $\frac{a}{b}$  و یا  $\frac{a}{b} \times \frac{p}{q}$

صورت خواهد گرفت که  $\frac{p}{q}$  يك کسر ساده است. برای روشن شدن موضوع، این قانون را در مورد سه عنصر اکسیژن، گوگرد و نیدروژن مورد بررسی قرار می‌دهیم. می‌دانیم که اکسیژن و گوگرد می‌توانند با نیدروژن ترکیب شوند و خودشان نیز با یکدیگر ميل ترکیبی دارند. از این رو، می‌توان نوشت.



یعنی يك گرم نیدروژن با ۸ گرم اکسیژن و یا با ۱۶ گرم گوگرد ترکیب می‌شود. می‌دانیم که اکسیژن و گوگرد نیز می‌توانند با هم ترکیب شوند و دو ماده متمایز یعنی  $SO_2$  و  $SO_3$  را به وجود آورند. در  $SO_3$  نسبت جرم گوگرد به جرم اکسیژن برابر  $\frac{1 \times 32}{2 \times 16} = \frac{1}{1}$  و در  $SO_2$  برابر

$$\frac{1 \times 32}{3 \times 16} = \frac{2}{3}$$

است. از این رو، می‌توان نوشت:

$SO_2$ :

$$\frac{1}{1} = \frac{a}{b} \times \frac{p}{q}$$

$$\frac{1}{1} = \frac{2}{1} \cdot \frac{p}{q} \Rightarrow \frac{p}{q} = \frac{1}{2}$$

$SO_3$ :

$$\frac{2}{3} = \frac{2}{1} \cdot \frac{p}{q} \Rightarrow \frac{p}{q} = \frac{2 \times 1}{3 \times 2} = \frac{1}{3}$$

ملاحظه می‌شود که  $\frac{p}{q}$  در هر دو مورد کسر ساده‌ای است.

در يك سیستم منزوی که هیچ نوع تبادل جرم و انرژی با محیط ندارد، مجموع جرم و انرژی مواد واکنش دهنده همواره ثابت باقی می‌ماند.

## ۲- قانون جرمهای هم‌ارز\*

(The law of equivalent mass)

تا حدود نیمه‌دوم قرن هیجدهم شیمی‌دانان برای این باور بودند که مواد مختلف به هر نسبتی با یکدیگر ترکیب می‌شوند، زیرا هنوز در آن زمانها تفاوت بین ترکیب شدن و مخلوط شدن مواد با یکدیگر تمیز داده نشده بود. اولین بار کوندیش (Cavendish) شیمی‌دان مشهور انگلیسی دریافت که جرم معینی از يك اسید با جرم معینی از يك باز خنثی می‌شود. اما وی این موضوع را پیگیری نکرد و مطلبی درباره آن انتشار نداد. اما ویتسل (Wenzel) شیمی‌دان آلمانی، بررسیهای وسیعی در این زمینه انجام داد و نتایج بسیار ارزنده‌ای به دست آورد و معلوم داشت که نه تنها مواد مختلف به هر نسبت دلخواهی با یکدیگر ترکیب نمی‌شوند، بلکه جرمهای برابر از مواد مختلف نیز اثر یکسان ندارند. یعنی مثلاً يك گرم از يك اسید، توسط يك گرم از يك باز خنثی نمی‌شود. بلکه اثر يك مقدار معین از يك ماده شیمیایی با اثر مقدار مشخص و ثابتی از ماده دیگر برابر است. این مقادیر ثابت از مواد مختلف که اثر معادل یکدیگر دارند، اصطلاحاً «جرمهای هم‌ارز» نامیده شده است. مثلاً يك گرم نیدروژن با ۸ گرم اکسیژن و یا با ۳۵/۵ گرم کلر ترکیب می‌شود و همچنین اثر ۴۰ گرم نیدروکسید سدیم با اثر ۵۶ گرم نیدروکسید پتاسیم و اثر ۴۹ گرم اسید سولفوریک با اثر ۶۳ گرم اسید نیتریک برابر است. از این رو، مثلاً واکنش نیدروکسید سدیم و اسید سولفوریک فقط به نسبت  $\frac{40}{49}$  انجام می‌پذیرد. این واقعیت که به «به قانون

جرمهای هم‌ارز» موسوم شده است، چنین بیان می‌شود:

«مواد مختلف به نسبت جرمهای هم‌ارز با یکدیگر واکنش می‌دهند».

## ۳- قانون ریشر (یا قانون اعداد متناسب)

(The Richter's law, The law of Proportionated numbers).

این قانون که در سال ۱۷۹۲ توسط ریشر شیمی‌دان آلمانی

عناصر، توانستند فرمول شیمیایی بسیاری از ترکیبات را معین کنند.

### ۴- قانون نسبت‌های ثابت

(The law of Constant Proportions)

اولین بار، در قرن هفدهم برخی از شیمیدانان از جمله کانکل (Kankel) و برگمان (Bergman) در آلمان، با بررسی‌هایی که انجام دادند، به این واقعیت پی برده بودند که عناصر به نسبت ثابتی با یکدیگر ترکیب می‌شوند، ولی آنان این موضوع را پیگیری نکردند و مطلبی در این زمینه انتشار ندادند. اما در اواخر قرن نوزدهم، یک دانشمند فرانسوی بنام پروست (Proust) با بررسی‌های دقیقی که انجام داد، این واقعیت را در سال ۱۷۹۷ کشف کرد و با بازنگری ودقت بیشتر، آن را در سال ۱۷۹۹ انتشار داد که بنام «قانون نسبت‌های ثابت» موسوم شد و می‌توان آن را به صورت زیر بیان کرد: «عناصر برای تشکیل یک ماده مشخص، به نسبت جرمی ثابتی با یکدیگر ترکیب می‌شوند».

مثلاً اکسیژن و نیتروژن برای تشکیل آب، به نسبت ثابت ۸ گرم نیتروژن و ۸ گرم اکسیژن با یکدیگر ترکیب می‌شوند. یادآوری می‌شود که این قانون مورد اعتراض بسیاری از دانشمندان از جمله برتوله شیمیدان معروف فرانسوی قرار گرفت. زیرا وی معتقد بود که عناصر به هر نسبت دلخواهی می‌توانند با یکدیگر ترکیب شوند. این امر، تا حدی از اعتبار و فراگیر شدن قانون پروست جلوگیری کرد. اما سرانجام با انتشار نظریه اتمی دالتون در سال ۱۸۰۷، درستی نظریه پروست ثابت شد و قانون نسبت‌های ثابت، اعتبار خود را باز یافت.

### ۵- قانون نسبت‌های چندتایی

(The law of multiple Proportions)

این قانون که ضمن بررسی اکسیدهای نیتروژن و نسبت جرمی اکسیژن و نیتروژن در آنها توسط دالتون کشف شد، به صورت زیر بیان می‌شود: «دو عنصر می‌توانند با چند نسبت جرمی مشخص و ثابت با یکدیگر ترکیب شوند و مواد مرکب مشخص متفاوتی را به

اهمیت قانون ریشتر در کاربرد آن برای تعیین فرمول شیمیایی مواد حاصل از ترکیب شدن دو عنصر با یکدیگر است. زیرا اگر در مثال بالا،  $a$  گرم از عنصر  $A$  را معادل  $x$  اتم گرم از آن و  $b$  گرم از عنصر  $B$  را معادل  $y$  اتم گرم از آن در نظر بگیریم. با توجه به اینکه نشانه شیمیایی هر عنصر معرف یک اتم گرم از آن نیز می‌باشد، می‌توان نوشت:

$$a = xA$$

$$b = yB$$

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{p}{q} = \frac{xA}{yB} \cdot \frac{p}{q} = \frac{xpA}{yqB}$$

اگر  $xp$  را برابر  $m$  و  $yp$  را برابر  $n$  بگیریم، فرمول ماده حاصل از ترکیب عناصر  $A$  و  $B$  با یکدیگر را می‌توان به صورت  $mAnB$  نوشت که معمولاً آن را به صورت  $A_mB_n$  نشان می‌دهند. براین اساس، می‌توان با محاسبه  $x$  و  $y$  و با استفاده از مقادیر  $\frac{p}{q}$  در دو مورد بالا، فرمول  $SO_4$  و  $SO_3$  را به دست آورد:

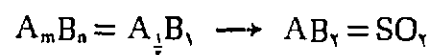
$$x = \frac{a}{\text{جرم اتمی گوگرد}} = \frac{۱۶}{۳۲} = \frac{۱}{۲}$$

$$y = \frac{b}{\text{جرم اتمی اکسیژن}} = \frac{۸}{۱۶} = \frac{۱}{۲}$$

در مورد  $SO_4$

$$m = xp = ۱ \times \frac{۱}{۲} = \frac{۱}{۲}$$

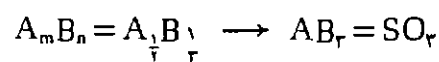
$$n = yp = ۲ \times \frac{۱}{۲} = ۱$$



در مورد  $SO_3$

$$m = xp = ۱ \times \frac{۱}{۲} = \frac{۱}{۲}$$

$$n = yq = ۱ \times ۳ = \frac{۱}{۳}$$



با استفاده از این روش بود که قبل از مشخص شدن ظرفیت

وجود آورند. در آن صورت، جرمهای متفاوتی از یکی از آن دو که با جرم ثابتی ازدیگری ترکیب می شود، بین خودنسبتهای ساده ای دارند. برای روشن شدن موضوع، اکسیدهای نیتروژن را در نظر می گیریم و در همه آنها جرم نیتروژن را ثابت و برابر ۱۴ گرم فرض می کنیم. با این فرض، می توان ترشت

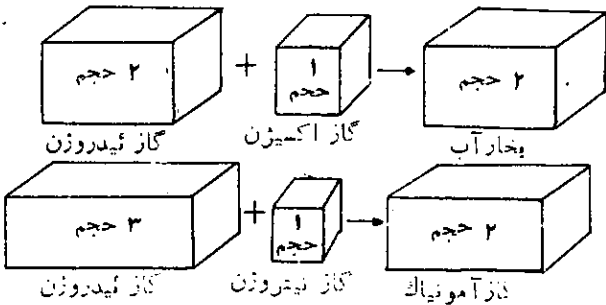
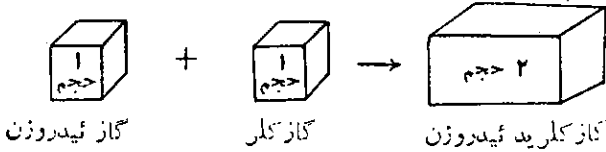
وجود آورند. در آن صورت، جرمهای متفاوتی از یکی از آن دو که با جرم ثابتی ازدیگری ترکیب می شود، بین خودنسبتهای ساده ای دارند. برای روشن شدن موضوع، اکسیدهای نیتروژن را در نظر می گیریم و در همه آنها جرم نیتروژن را ثابت و برابر ۱۴ گرم فرض می کنیم. با این فرض، می توان ترشت

ترکیب	$N_2O$	NO	$N_2O_3$	$N_2O_4$	$N_2O_5$
جرم نیتروژن	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
جرم اکسیژن	۸	۱۶	۲۴	۳۲	۴۰

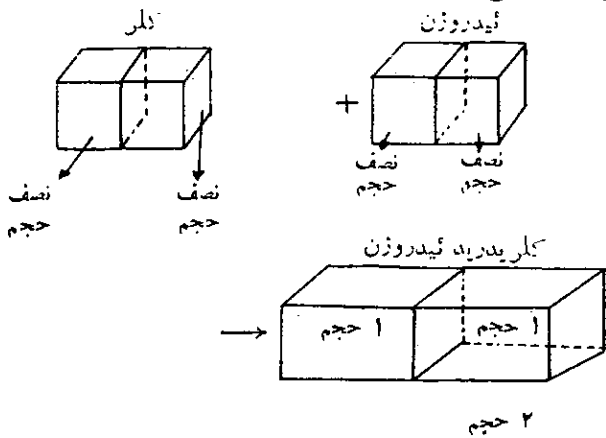
ملاحظه می شود که مقادیر متفاوت اکسیژن که با ۱۴ گرم نیتروژن می تواند ترکیب شود و پنج اکسید متفاوت را به وجود آورده بین خود نسبتهای ساده ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ را دارند.

### ۶- قانون ترکیب حجمی گازها

(The law of Combining Volumes)



در آن زمان، برای توجیه چنین رویدادهایی می بایست قبول کرد که هر حجم از گازهای کلر و نیتروژن نصف می شوند و از ترکیب شدن نصف حجم دو گاز با یکدیگر یک حجم گاز کلریدرید نیتروژن و در مجموع، دو حجم از این گاز حاصل می شود. یعنی



گیلوساک (Gay-Lussac) شیمیدان مشهور فرانسوی با بررسیهایی که در مورد ترکیب شدن گازها با یکدیگر انجام داد، در سال ۱۸۰۸ به این واقعیت دست یافت که گازها به نسبت حجمی مشخص و ثابتی با یکدیگر ترکیب می شوند و اگر ماده حاصل گازی باشد، بین حجم آن و حجم هر یک از گازهایی که برای تشکیل آن، با یکدیگر ترکیب می شوند نیز، نسبتهای مشخص و ساده ای وجود دارد.

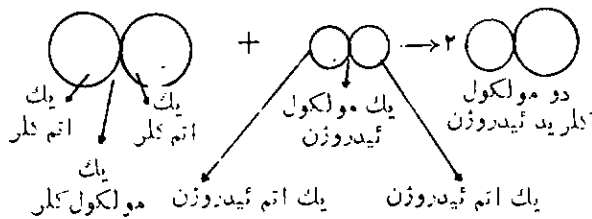
مثلاً یک حجم گاز نیتروژن با یک حجم گاز کلر ترکیب می شود و دو حجم گاز کلریدرید نیتروژن حاصل می شود و یا یک حجم گاز نیتروژن با سه حجم گاز نیتروژن می تواند ترکیب شود و دو حجم گاز آمونیاک به وجود آورد.

### اهمیت قانون گیلوساک و پیدایش نظریه مولکولی گازها

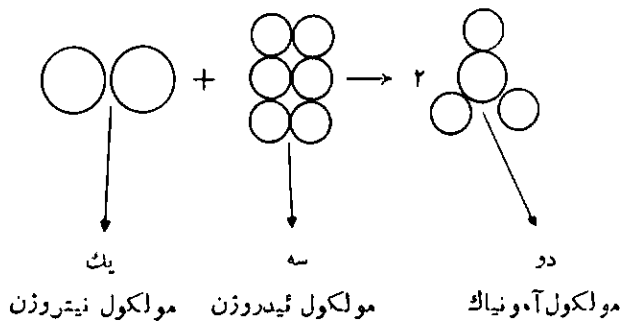
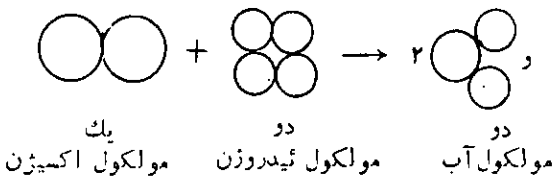
اما این فرض بامفاد نظریه اتمی دالتون سازگاری نداشت. زیرا، براساس این نظریه، یک حجم از هر گاز را می بایست معادل یک اتم از آن گاز در نظر گرفت. پس  $\frac{1}{4}$  حجم از هر گاز

می دانیم که دالتون براساس نظریه اتمی معروف خود، برای مواد از جمله مواد ساده گازی شکل (مانند نیتروژن، کلر، اکسیژن و...) ساختار اتمی در نظر گرفت. یعنی وی می پنداشت که هر ماده گازی شکل اجتماعی از اتمهای مجزا و آزاد آن ماده است (مانند گازهای کمیاب و بخار برخی از فلزات مانند

گرفت. چون مولکول هر ماده ساده گازی قابل تفکیک به اتمهای آن است. پس هر مولکول از گازهای کلر و نیدروژن (که معادل يك حجم از آنها است). ضمن واکنش، ابتدا به دو اتم تشکیل دهنده خود تفکیک می شود و هر اتم کلر با هر اتم نیدروژن بسا یکدیگر ترکیب شده يك مولکول گاز کلرید نیدروژن را تشکیل می دهند. یعنی می توان نوشت:

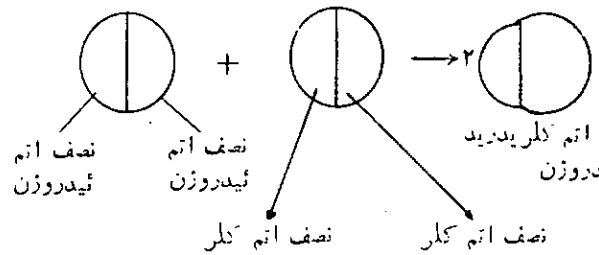


با همین روش توانست ترکیب شدن دو حجم گاز نیدروژن و يك حجم گاز اکسیژن را که دو حجم بخار آب تولید می کند و با ترکیب شدن يك حجم گاز نیتروژن با سه حجم گاز نیدروژن را که دو حجم گاز آمونیاک به وجود می آورند، توجیه کند:



فرضیه مولکولی آووگادرو با وجود اینکه با مشاهدات و شواهد تجربی مطابقت داشت و بدکمک آن آووگادرو توانست قانون گیلوساک را در مورد ترکیب حجمی گازها توجیه کند، برای جامعه علمی آن زمان با ابهامهایی همراه بود و تا زمانی نسبتاً طولانی یعنی حدود پنجاه سال نتوانست جایی برای خود باز کند. علت اصلی این عدم پذیرش، ابهامی بود که بین ماهیت اتم (که کاملاً پذیرفته شده بود) و ماهیت مولکول که

را می بایست معادل نصف اتم آن در نظر گرفت و رابطه حجمی فوق را براساس نظریه اتمی دالتون به صورت زیر نشان داد:



با توجه به اینکه طبق نظریه اتمی دالتون، اتم ذره ای غیر قابل تقسیم است، این استدلال قابل قبول نبود و این مسأله تا حدود سه سال بدون جواب مانده بود. تا اینکه آووگادرو (Avogadro) فیزیکدان معروف ایتالیایی، برای از میان برداشتن تناقض بین نظریه اتمی دالتون و مشاهدات تجربی درباره ترکیب حجمی گازها (قانون گیلوساک) که امری قطعی و منکی برواقعیت بود، فرضیه جدیدی را در مورد ساختار گازها در سال ۱۸۱۱ ارائه داد که فرضیه مولکولی گازها نام گرفت و می توان آن را چنین بیان کرد:

«ذرات تشکیل دهنده گازها را الزماً نباید به صورت اتمهای آزاد و مجزا از یکدیگر در توده گاز در نظر گرفت. بلکه باید این ذرات را متشکل از تعداد معینی اتم آن ماده گازی در نظر گرفت که بر اثر نیروی جاذبه معینی به یکدیگر اتصال دارند و ذره درشت تری به نام مولکول (Molecule) آن گاز را به وجود می آورند. مولکولهای گاز (برعکس اتم که قابل تقسیم شدن نیست) با جذب انرژی کافی و برخورد به یکدیگر، می توانند به اتمهای تشکیل دهنده خود تفکیک شوند».

وی برای مواد ساده گازی مانند نیدروژن، اکسیژن، کلر و غیره، مولکولهای دو اتمی در نظر گرفت که هر یک می تواند در شرایط مناسب به دو اتم یکسان تفکیک شود. مولکول مواد مرکب گازی و یا بخار آنها را باید متشکل از اتمهای دو یا چند نوع عنصر در نظر گرفت. مثلاً مولکول کلرید نیدروژن را متشکل از يك اتم کلر و يك اتم نیدروژن، مولکول آب را متشکل از يك اتم اکسیژن و دو اتم نیدروژن و مولکول آمونیاک را متشکل از يك اتم نیتروژن و سه اتم نیدروژن در نظر گرفت. وی براساس این فرض توانست قانون ترکیب حجمی گازها را به آسانی توجیه کند. زیرا با قبول فرضیه مولکولی، می توان هر يك حجم گاز را معادل يك مولکول از آن در نظر



صورت  $\text{NH}_3$  (معادل  $\text{NH}_3$  امروزی، زیرا وی  $\text{N}$  را نشانه نیتروژن و  $\text{H}$  را نشانه هیدروژن در نظر گرفته بود) نشان می‌داد. با توجه به اینکه معلوم شده بود حدود  $81/3$  درصد جرم آمونیاک را نیتروژن تشکیل می‌دهد، جرم اتمی نیتروژن را که در واقع جرمی از آن است که با یک گرم هیدروژن می‌تواند ترکیب شود، برابر  $4/1$  به دست آورده بود.

$$\text{درصد نیتروژن } 17/7 = 82/3 - 100$$

$$\text{نیتروژن } 72/3 \quad \text{نیتروژن } 17/7$$

$$x = 4/1$$

با همین روش جرم اتمی اکسیژن را  $5/5$ ، جرم اتمی کربن را  $4/3$  و جرم اتمی گوگرد را  $14/3$  به دست آورده بود که با جرم اتمی این عناصر، تفاوت بسیار زیادی داشت:

۲- برسلیوس (Berzelius) شیدیدان مشهور سوئدی با کشف فرمول درست بسیاری از مواد مرکب (بر اساس ترکیب حجمی گازها: قانون گیلوساک) مثلاً فرمول  $\text{H}_2\text{O}$  برای آب،  $\text{HCl}$  برای کلرید هیدروژن،  $\text{NH}_3$  برای آمونیاک و غیره، توانست جرم اتمی صحیح بسیاری از عناصر را به دست آورد. برای نمونه، در مورد جرم اتمی نیتروژن با توجه به فرمول مولکولی آمونیاک و ترکیب درصد جرمی، عدد  $13/95$  را به دست آورد:

$$\text{نیتروژن } 82/3 \quad \text{نیتروژن } 17/7$$

$$x = 13/95$$

باید توجه داشت که وی فقط در مورد جرم اتمی فلزات قلیایی، نقره، مس اشتباه اساسی مرتکب شد. زیرا، اکسید این عناصر را به صورت  $\text{MO}$  (مثلاً برای اکسید سدیم  $\text{NaO}$ ) در نظر گرفت. در نتیجه جرم اتمی این فلزات را دو برابر مقدار واقعی آنها (مثلاً  $46$  برای سدیم) به دست آورد. ولی با بررسیهای دقیق و بازبینیهای مکرر که در سالهای  $1814$ ،  $1818$  و  $1826$  انجام داد، سرانجام جرم اتمی نسبتاً دقیق عناصر دیگر را به دست آورد که با مقادیر متداول امروزی آنها تفاوت چندانی ندارد.

در جدول «۱»، جرمهای اتمی برخی از عناصر که در سال  $1814$  توسط برسلیوس به دست آمده بود و توسط وی در سالهای  $1818$  و  $1826$  مورد بازبینی قرار گرفت و اصلاح شد، گردآوری شده است.

ذره‌ای نوظهور بود. وجود داشت و آووگادرو نتوانسته بود این ابهام را برطرف کند. تا اینکه کانیتزارو (Canizzaro) دانشمند دیگر ایتالیایی که زمانی دانشجوی آووگادرو بود، پس از گذشت  $47$  سال از ارائه نظریه مولکولی آووگادرو، یعنی در سال  $1858$  توانست تفاوت بین مفهومیهای اتم و مولکول را دقیقاً مشخص کند و مفهوم روشنی از مولکول و ماهیت آن و تفاوت مولکول با اتم ارائه دهد که مورد پذیرش همگان قرار گرفت. نتایج بررسیها و نظر کانیتزارو در این زمینه، در مجمع شیمیدانهای اروپایی در شهر کالسروده (Kalsruhe) که در سال  $1860$  برپا شد، به تصویب رسید و می‌توان آن را به صورت زیر خلاصه کرد:

۱- مولکول کوچکترین ذره از ماده است که می‌تواند به صورت آزاد وجود داشته باشد و آن را نمی‌توان به اجزای کوچکتری تفکیک کرد، مگر آنکه ماهیت و خواص شیمیایی بنیادی خود را از دست بدهد.

۲- اتم کوچکترین ذره یک عنصر در مولکول یک ماده ساده یا مرکب است که به صورت آزاد نمی‌تواند وجود داشته باشد.

با قبول فرضیه مولکولی، تفاوت بنیادی بین جسم ساده و جسم مرکب مشخص شد. بدین ترتیب که در جسم ساده، مولکولهای از اتمهای یکسان ولی در جسم مرکب، مولکولها از اتمهای دو یا چند نوع عنصر به وجود می‌آیند. مثلاً مولکول ازون (ماده ساده) از سه اتم یکسان اکسیژن، اما مولکول کلرید هیدروژن (ماده مرکب) از یک اتم هیدروژن و یک اتم کلر تشکیل می‌شود.

## روشهای تعیین جرم اتمی

۱- اولین بار دالتون در سال  $1807$  وزن اتمی را در مفهوم سنگینی نسبی اتمها، متداول کرد. وی برای هیدروژن که سبکترین عنصر شناخته شده بود، جرم اتمی «۱» را نسبت داد و جرم اتمی عناصر دیگر را بر اساس فرمول شیمیایی که به مواد مرکب نسبت داد، با استفاده از نسبت جرمی یا حجمی ترکیب آنها با یکدیگر حساب کرد. اما با توجه به اینکه فرمولهای شیمیایی که وی برای مواد مرکب در نظر گرفته بود، درست نبود، جرمهای اتمی که برای عناصر به دست آورده بود نیز نادرست بود. به عنوان نمونه، وی فرمول آمونیاک را به

جدول ۱

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
عناصر	۱۸۱۴		۱۸۱۸		۱۸۲۶		
O		۱۶		۱۶		۱۶/۵۳	
S	SO <sub>۲</sub> , SO <sub>۳</sub>	۳۲/۱۶	SO <sub>۲</sub> , SO <sub>۳</sub>	۳۲/۱۹	SO <sub>۲</sub> , SO <sub>۳</sub>	۳۲/۲۲	SO <sub>۲</sub> , SO <sub>۳</sub>
P	P <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub> , P <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	۲۶/۸۰	PO <sub>۳</sub> , PO <sub>۵</sub>	۶۲/۷۷	P <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub> , P <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	۳۱/۴۳	P <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub> , P <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>
Cl		(۳۵/۱۶)		(۳۵/۴۱)	Cl <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۳۵/۲۷	
C	CO, CO <sub>۲</sub>	۱۱/۹۸۶	CO, CO <sub>۲</sub>	۱۲/۵۵	CO, CO <sub>۲</sub>	۱۲/۲۵	CO, CO <sub>۲</sub>
N		(۱۴/۳۶)		(۱۴/۵۵)	N <sub>۲</sub> O, NO	۱۴/۱۹	N <sub>۲</sub> O, NO
H	H <sub>۲</sub> O	۱/۵۶۲	H <sub>۲</sub> O	۵/۹۹۴۸	H <sub>۲</sub> O	۱	H <sub>۲</sub> O
As	AsO <sub>۳</sub> , AsO <sub>۵</sub>	۱۳۲/۳۸	AsO <sub>۳</sub> , AsO <sub>۵</sub>	۱۵۰/۵۲	As <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub> , As <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	۷۵/۳۳	As <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub> , As <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>
Cr	CrO <sub>۳</sub> , CrO <sub>۵</sub>	۱۱۳/۲۹	CrO <sub>۳</sub> , CrO <sub>۵</sub>	۱۱۲/۵۸	Cr <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub> , CrO <sub>۳</sub>	۵۶/۳۸	Cr <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub> , CrO <sub>۳</sub>
Si	SiO <sub>۲</sub>	۲۸/۶۹۶	SiO <sub>۲</sub>	۲۷/۴۳	SiO <sub>۲</sub>	۴۲/۲۴	SiO <sub>۲</sub>
Hg	HgO, MgO <sub>۲</sub>	۲۰۵/۵۶	HgO, HgO <sub>۲</sub>	۲۰۵/۵۶	Hg <sub>۲</sub> O, HgO	۲۰۲/۸۶	Hg <sub>۲</sub> O, HgO
Ag	AgO <sub>۲</sub>	۲۳۰/۱۰۷	AgO <sub>۲</sub>	۲۳۲/۵۱	AgO	۲۱۶/۶	Ag <sub>۲</sub> O
Cu	CuO, CuO <sub>۲</sub>	۱۲۹/۵۳	CuO, CuO <sub>۲</sub>	۱۲۶/۶۲	Cu <sub>۲</sub> O, CuO	۶۳/۴۲	Cu <sub>۲</sub> O, CuO
Bi	BiO <sub>۲</sub>	۲۸۳/۴۸	BiO <sub>۲</sub>	۲۸۳/۸۱	Bi <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۲۳۱/۲۲	Bi <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>
Pb	PbO <sub>۲</sub> , PbO <sub>۳</sub>	۴۱۵/۵۸	PbO <sub>۲</sub> , PbO <sub>۳</sub>	۴۱۴/۲۴	PbO, Pb <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۲۰۷/۴۶	PbO, Pb <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>
Sn	SnO <sub>۲</sub> , SnO <sub>۴</sub>	۲۳۵/۲۹	SnO <sub>۲</sub> , SnO <sub>۴</sub>	۲۳۵/۳	SnO, SnO <sub>۲</sub>	۱۱۷/۸۴	SnO, SnO <sub>۲</sub>
Fe	FeO <sub>۳</sub> , FeO <sub>۴</sub>	۱۱۰/۹۸	FeO <sub>۳</sub> , FeO <sub>۴</sub>	۱۰۸/۵۵	FeO, Fe <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۵۲/۳۶	FeO, Fe <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>
Zn	ZnO <sub>۲</sub>	۱۲۹/۵۳	ZnO <sub>۲</sub>	۱۲۹/۵۳	ZnO	۶۴/۶۲	ZnO
Mn	MnO <sub>۳</sub> , MnO <sub>۴</sub>	۱۱۳/۸۵	MnO <sub>۳</sub> , MnO <sub>۴</sub>	۱۱۳/۸۵	MnO, Mn <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۵۵/۴۳	MnO, Mn <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>
Al	AlO <sub>۳</sub>	۵۴/۸۸	AlO <sub>۳</sub>	۵۴/۷۷	Al <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	۲۷/۴۳	Al <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>
Mg	MgO <sub>۳</sub>	۵۰/۴۷	MgO <sub>۳</sub>	۵۰/۶۸	MgO	۲۵/۳۸	MgO
Ca	CaO <sub>۳</sub>	۸۱/۶۳	CaO <sub>۳</sub>	۸۱/۹۳	CaO	۴۱/۵۳	CaO
Na	NaO <sub>۳</sub>	۹۴/۶۹	NaO <sub>۳</sub>	۹۳/۵۹	NaO	۴۶/۶۲	Na <sub>۲</sub> O
K	KO <sub>۳</sub>	۱۵۶/۴۸	KO <sub>۳</sub>	۱۵۶/۷۷	KO	۷۸/۵۱	K <sub>۲</sub> O

بر طبق نظر کانتیسارو، نشئت می‌گیرد که اتم را کوچکترین ذره يك عنصر می‌دانند که فقط می‌تواند در ترکیبات شرکت کند. براساس این اصل که در سال ۱۸۵۸ توسط کانتیسارو بیان شد، جرم اتمی يك عنصر، کمترین مقداری از آن باید باشد که در يك مولکول از ترکیبات مختلف آن شرکت دارد. بدین‌بندی است که از این اصل زمانی می‌توان برای محاسبه جرم اتمی يك عنصر استفاده کرد که تمام ترکیبات ممکن آن شناخته شده باشد. با بررسیهایی که در آن زمان صورت گرفته بود، نتایجی در مورد درصد جرمی نئیدروژن، کربن و اکسیژن در ترکیبات مختلف آنها به دست آمد که در جدول ۲ گردآوری شده است.

یادآوری می‌شود که در ستونهای ۲، ۴ و ۶ این جدول فرمول اکسیدهای این عناصر که براساس آنها را پیشنهاد کرده بود، نشان داده شده است. ستون ۸ این جدول نیز فرمول اکسیدهای عناصر را به صورتی که امروزه متداول است، نشان می‌دهد.

جرم اتمی عناصر در ستونهای ۳، ۵ و ۷ به ترتیب بر مبنای  $H=1$  و  $O=16$  توسط برسیوس محاسبه شد.

### ۳- اصل کانتیسارو

این اصل، در واقع از نظریه اتمی و مفهوم اتم و مولکول

## جدول ۲

الف) در مورد هیدروژن

جرم لیدروژن در هر مول (گرم)	جرم مولی	فرمول	ترکیب
۲	۲	H <sub>۲</sub>	هیدروژن
۴	۱۶	CH <sub>۴</sub>	متان
۶	۳۰	C <sub>۲</sub> H <sub>۶</sub>	اتان
۲	۱۸	H <sub>۲</sub> O	آب
۲	۳۴	H <sub>۲</sub> S	سولفید هیدروژن
۱	۲۷	HCN	سیانید هیدروژن
۱	۳۶/۵	HCl	کلرید هیدروژن
۳	۱۷	NH <sub>۳</sub>	آمونیاک
۵	۷۹	C <sub>۵</sub> H <sub>۵</sub> N	پیریدین

ب) در مورد کربن

جرم لیدروژن در هر مول (گرم)	جرم مولی	فرمول	ترکیب
۱۲	۴۴	CO <sub>۲</sub>	دی اکسید کربن
۱۲	۲۸	CO	مونو اکسید کربن
۲۴	۲۶	C <sub>۲</sub> H <sub>۲</sub>	استیلن
۱۲	۷۶	CS <sub>۲</sub>	دی سولفید کربن
۷۲	۷۸	C <sub>۶</sub> H <sub>۶</sub>	بنزن
۲۸	۷۴	C <sub>۴</sub> H <sub>۱۰</sub> O	دی اتیل اتر
۳۶	۵۸	C <sub>۲</sub> H <sub>۶</sub> O	استن
۱۲۰	۱۲۸	C <sub>۱۰</sub> H <sub>۸</sub>	نفتالن

ج) در مورد اکسیژن

مقدار اکسیژن در هر مول (گرم)	جرم مولی	فرمول	ترکیب
۳۲	۳۲	O <sub>۲</sub>	اکسیژن
۱۶	۱۸	H <sub>۲</sub> O	آب
۱۶	۲۸	CO	مونو اکسید کربن
۱۶	۴۴	CO <sub>۲</sub>	دی اکسید کربن
۱۶	۴۴	N <sub>۲</sub> O	همی اکسید نیتروژن
۱۶	۳۰	NO	مونو اکسید نیتروژن
۳۲	۶۴	SO <sub>۲</sub>	دی اکسید گوگرد
۴۸	۸۰	SO <sub>۳</sub>	تری اکسید گوگرد

همان طور که از داده‌های این جدولها برمی آید، کمترین مقدار هیدروژن، اکسیژن و یا کربن که می‌تواند در یک مول از ترکیبات آنها شرکت داشته باشد، به ترتیب برابر ۱، ۱۲ و ۱۶ گرم است.

از این رو، کانتیسارو، با توجه به اصلی که ارائه داد، برای هیدروژن، کربن و اکسیژن به ترتیب جرم اتمی ۱، ۱۲ و ۱۶ را در نظر گرفت. برای عناصر دیگر نیز به روش مشابهی عمل کرد و توانست جرم اتمی آنها را به طور نسبتاً دقیق به دست آورد.

## ۴- استفاده از طیف خطی پرتوهای X عناصر

می‌دانیم که بررسیهای انجام شده بر روی طیف پرتوهای X عناصر که توسط مزلی (Moseley) فیزیکدان انگلیسی صورت گرفت، معلوم شد که جذر فرکانس هر خط طیفی در پرتوهای X یک عنصر، تابعی خطی از عدد اتمی آن عنصر است. یعنی می‌توان نوشت:

$$\sqrt{\nu} = a(z - b)$$

که  $\sqrt{\nu}$  جذر فرکانس خط طیفی پرتوهای X عنصر، Z عدد اتمی



**تمرین**

در صورتی که جرم حجمی يك جسم ساده گازی ( $A_n$ ) ۲/۱۴۳ گرم بر سانتیمترمکعب (در شرایط متعارفی) و گرمای ویژه مولی آن در فشار ثابت، برابر ۸ کالری بر اتم گرم در درجه باشد، جرم اتمی عنصر A را حساب کنید.

حل

$$M = 22/4 \times 2/143 \approx 48$$

با توجه به مقدار گرمای ویژه مولی این گاز (۸ کالری بر اتم گرم در درجه) می توان دریافت که مولکول آن سه اتمی و فرمول مولکولی آن  $A_3$  است. از این، می توان نوشت:

$$M = 3A = 48 \\ A = 16 \quad \text{جرم اتمی عنصر A}$$

**تمرین**

چگالی بخار جیوه نسبت به گاز نیتروژن برابر ۷/۱۴ است. در صورتی که گرمای ویژه بخار جیوه در فشار ثابت، ۵ کالری بر اتم گرم در درجه باشد، جرم اتمی جیوه را حساب کنید.

حل

$$\text{چگالی بخار جیوه نسبت به گاز نیتروژن} =$$

$$\frac{\text{جرم مولی بخار جیوه}}{\text{جرم مولی نیتروژن}} = \frac{M}{28}$$

$$7/14 = \frac{M}{28}$$

$$M \approx 200$$

با توجه به مقدار گرمای ویژه جیوه (۵ کالری بر اتم گرم در درجه) می توان دریافت که بخار جیوه تک اتمی است. پس جرم اتمی جیوه برابر ۲۰۰ است.

**۶- با استفاده از قاعده دولن و پتی**

(Dulong & Petit)

دولن و پتی (فرانسوی) با بررسیهای خود در مورد ارتباط گرمای ویژه عناصر با جرم اتمی آنها، در سال ۱۸۱۹ دریافتند که در مورد عناصر جامد سنگین (که جرم اتمی آنها بزرگتر از ۳۵ باشد)، حاصلضرب گرمای ویژه (بر حسب کالری بر گرم در درجه) در جرم اتمی آنها که گرمای اتمی نامیده می شود، مقدار

آن،  $a$  و  $b$  نیز ثابتهایی اند که به عنصر مورد آزمایش بستگی ندارند، بلکه به خط طیفی معین مربوط اند. مثلاً برای خط طیفی  $K_\alpha$  تمام عناصر  $b = 1$  و  $a = 5 \times 10^7$  است.

با استفاده از این معادله که اساس یکی از دقیقترین روش تعیین عدد اتمی عناصر است، می توان جرم اتمی تقریبی عناصر، به ویژه عناصر سبک را اندازه گرفت. زیرا در بسیاری از عناصر سبک جرم اتمی تقریباً دو برابر عدد اتمی آنها

$$M \approx 2Z$$

و در عناصر سنگین نیز حداکثر به میزان ۲۵ درصد از این مقدار فزونی دارد. برای روشن شدن مطلب به حل تمرینی می پردازیم:

**تمرین**

در صورتی که فرکانس خط طیفی  $K_\alpha$  برای فلز کلسیم برابر  $90/25 \times 10^{16}$  هر تری باشد، عدد اتمی و عدد جرمی آن را معین کنید.

حل

با توجه به توضیحات بالا می توان نوشت:

$$\sqrt{90/25 \times 10^{16}} = 5 \times 10^7 (Z - 1)$$

$$9/5 \times 10^8 = 5 \times 10^7 (Z - 1)$$

$$(Z - 1) = \frac{9/5 \times 10^8}{5 \times 10^7} = 19$$

$$Z = 19 + 1 = 20$$

$$M = 2Z = 2 \times 20 = 40$$

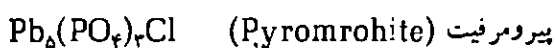
**۵- استفاده از جرم مولکولی و گرمای ویژه گازها**

می دانیم که با داشتن جرم حجمی و یا چگالی نسبی گازها می توان جرم مولکولی آنها را حساب کرد. با توجه به اینکه گرمای ویژه گازهای يك اتمی، دو اتمی و سه اتمی (جور هسته) در شرایط معارفی به ترتیب برابر ۵، ۷ و ۸ کالری بر اتم گرم در درجه است، می توان جرم اتمی عناصر گازی شکل را با استفاده از جرم مولکولی آنها حساب کرد. برای روشن شدن موضوع به حل ۲ تمرین می پردازیم:

دهند. وی پیشنهاد کرد که این نوع مواد بلوری باید دارای فرمول شیمیایی مشابه باشند. مثلاً انواع زاجها در سیستم مکعبی با آرایش ۸ وجهی متبلور می شوند و بررسیها نشان داد که همه آنها دارای فرمول مشابهی اند مثلاً زاج سفید با زاج کروم هم ریخت است و فرمول شیمیایی آنها نیز مشابه یکدیگر است:



این کشف میچرلیچ، کمک زیادی در محاسبه جرم اتمی عناصر کرد. جالبترین نمونه آن، محاسبه جرم اتمی وانادیم توسط روسکو (Roscoe) پژوهشگر انگلیسی در سال ۱۸۶۷ بود. یادآوری می شود که برسلیوس در سال ۱۸۳۱ جرم اتمی وانادیم را برابر ۶۸/۶ به دست آورده بود که با مقدار واقعی آن یعنی ۵۰/۹۴ تفاوت زیادی دارد. زیرا برسلیوس، جرم اتمی وانادیم را بر اساس فرمولی که به یکی از ترکیبات طبیعی آن یعنی وانادیت (Vanadite) نسبت داده بود حساب کرد. وی فرمول وانادیت را به صورت  $Pb_5(VO_4)_3Cl$  در نظر گرفته بود (علت این بود که وی اکسید VO را عنصر وانادیم پنداشته بود). اما روسکو در سال ۱۸۶۷ دریافت که وانادیت با سه ترکیب دیگر طبیعی هم ریخت (ایزومرف) است. این سه ترکیب عبارت انداز:



از این رو، با توجه به قانون هم ریختی میچرلیچ، متوجه شد که فرمول وانادیت را به صورت  $Pb_5(VO_4)_3Cl$  باید در نظر گرفت. در نتیجه، جرم وانادیم را ۵۰/۹ به دست آورد که با جرم اتمی دقیق آن یعنی ۵۰/۴۹۲ بسیار نزدیک است.

**پانوشتها:**

۱- **Phlogyston** به معنی قابل اشتعال یا آتش گر است و طرفداران نظریه فلوریزتون می پنداشتند که هر ماده سوختی مقداری فلوریزتون همراه دارد.

\* البته در آن زمان به جای جرم، وزن را به کار می بردند.

\* در کتابهای درسی، به جای واژه هم ارز، واژه اکیوالان به کار رفته است.

تقریباً ثابتی در حدود ۶/۲ کالری بر اتم گرم در درجه است.

یعنی می توان نوشت:  $C \cdot M \approx 6.2$   
مقادیر دقیق گرمای ویژه جرم اتمی و گرمای اتمی چند عنصر جامد در جدول زیر گردآوری شده است:

عناصر	جرم اتمی	گرمای ویژه (Cal/g. deg)	گرمای اتمی (Cal/g. atom. deg)
گوگرد	۳۲/۰۶	۰/۱۷۶	۵/۶
مس	۶۳/۵۴	۰/۰۹۲	۵/۹
آهن	۵۵/۸۵	۰/۱۰۷	۶/۰
طلا	۱۹۶/۹۷	۰/۰۳۱	۶/۰
روی	۶۵/۳۷	۰/۰۹۱	۶/۱
سرب	۲۰۷/۱۹	۰/۰۳۱	۶/۳
فلج	۱۱۸/۶۹	۰/۰۶۳	۶/۴
ید	۱۲۶/۹۰	۰/۰۵۲	۶/۶

**مثال**

گرمای ویژه بیسموت برابر ۰/۰۹۴ کالری بر گرم در درجه است. جرم اتمی تقریبی آن را با استفاده از قاعده دولن-پتی حساب کنید.

**حل**

با استفاده از رابطه بالا، می توان نوشت:

$0.0294 \times M = 6.2$

$M = \frac{6.2}{0.0294} = 210.88$

مقدار دقیق جرم اتمی بیسموت ۲۰۸/۹۸ است.

**۷- استفاده از قانون هم ریختی (همشکلی):**

**(Isomorphism)**

می دانیم که میچرلیچ (Mitscherlich) شیمیدان آلمانی، در سال ۱۸۱۹، پدیده هم ریختی را کشف کرد. یعنی وی با بررسیهایی که بر روی ساختار بلورهای یونی انجام داد، دریافت که برخی از بلورهای یونی دارای شکل هندسی یکسان اند و می توانند به هر نسبتی در ساختار بلور واحدی که با آنها هم شکل است، شرکت کنند. به بیانی دیگر، می توانند به هر نسبتی محلولهای جامد (Solid Solutions) تشکیل

## تبدیل انرژی

## شیمیایی و

## الکتریکی

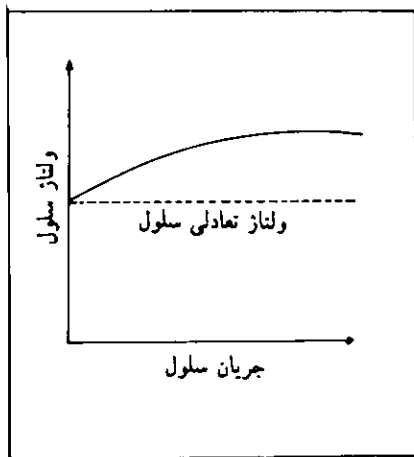
## به یکدیگر:

این مقاله

به کتاب شیمی

سال سوم علوم تجربی -

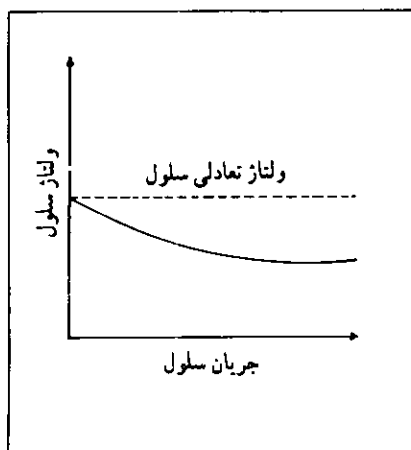
ریاضی و فیزیک مربوط است.



شکل - ۱. طرح بستگی ولتاژ - جریان در یک سلول راندنی

زمانی به دلیل حصول آهسته شرایط تعادل در نتیجه پدیده قطبش نظیر قطبش غلظتی (۷) بزرگتر از مقدار برگشت پذیر خود باقی می ماند. در این میان بایستی بر روی این نکته تأکید ورزیم که به واسطه همین اضافه ولتاژ است که سلول، نه مانند سلول سوختی نیدروژن - اکسیژن، قادر است وسایل الکترومکانیکی نظیر ساعتی که معمولاً به یک نیروی محرکه تقریباً  $1/5$  ولتی نیاز دارد، به کار اندازد.

برعکس در یک پیل سوختی که سلولی خودران است، برای مثال مولد انرژی است، ولتاژ سلول در موقع عبور جریان همواره از مقدار ماکسیمم برگشت پذیر آن به دلیل وجود فرایندهای قطبش کوچکتر است (۶)،



شکل - ۲. طرح بستگی ولتاژ - جریان در یک سلول خودران

## الکترولیز آب و پیل سوختی نیدروژن - اکسیژن

Sergio Roffia, Vittorio Concialini, and Carmen Paradisi

مجله: Chemical Education جلد ۶۵، شماره ۸ آگوست ۱۹۸۸

ترجمه: دکتر حسین آقائی

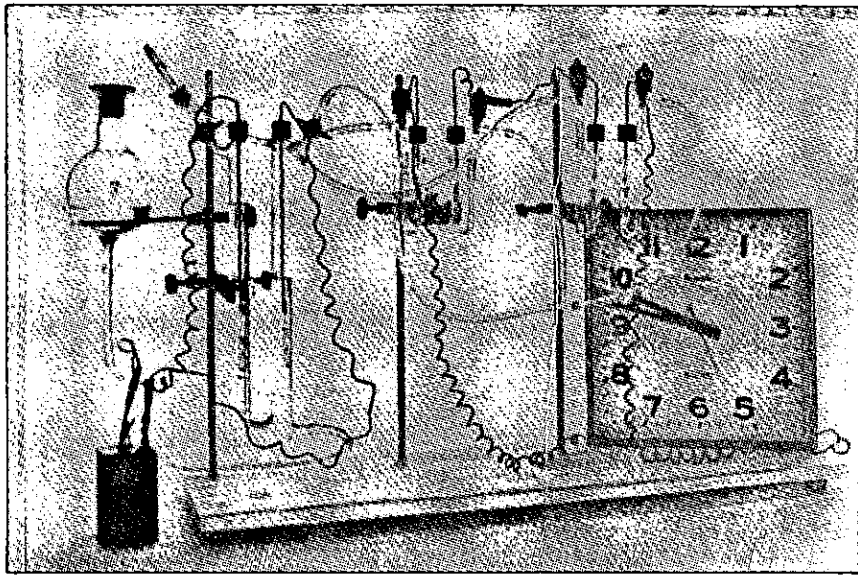
دانشیار دانشگاه تربیت معلم

می شود الگوی خوبی برای یک سلول سوختی نیست: نخست اینکه اختلاف پتانسیلی که درست پس از الکترولیز اندازه گیری می شود (نوعاً کمی بزرگتر از ۲ ولت) نسبتاً از مقدار حد ترمودینامیکی آن ( $1/23$  ولت) که برای سلول سوختی نیدروژن - اکسیژن در  $25^{\circ}\text{C}$  مورد انتظار است بزرگتر می باشد. دوم فقدان تداوم تبدیل انرژی است که از ویژگیهای یک سلول سوختی می باشد.

تا آنجا که به دلیل اول مربوط است، ولتاژی که در بین الکترودها پس از قطع الکترولیز برقرار می شود از  $1/23$  ولت بزرگتر است؛ زیرا در یک سلول راندنی برای مثال سلولی که به کمک یک توان خارجی رانده می شود، ولتاژ سلول بایستی از مقدار تعادلی آن به دلیل وجود قطبش بزرگتر باشد (شکل - ۱) (۶). بنابراین ولتاژ درست پس از قطع الکترولیز برای مدت

در مورد تبدیل انرژی شیمیایی و الکتریکی به یکدیگر، بحث و استدلالهای الکتروشیمیایی زیادی تا به امروز به عمل آمده است (۱ - ۴). در برخی از آنها از الکترولیز آب برای نشان دادن تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی استفاده شده، و به طور همزمان از اختلاف پتانسیل الکتریکی که در همان سلول الکترولیز در موقع فرایند الکترولیز پدید می آید برای تبدیل معکوس یعنی تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی بهره گیری به عمل آمده، است (۲ - ۵). از این انرژی غالباً برای به کار انداختن یک موتور dc کوچک LED و مانند آن استفاده می شود. وقتی که سلول به صورت اخیر کار کند به آن یک سلول سوختی نیدروژن - اکسیژن می گویند. در حقیقت بر پسابه، در دلیل، سیستم الکتروشیمیایی که در پیل الکترولیز در یک شرایط غالب تشکیل





چگونگی آن مطابق شکل ۲ می‌باشد. از گفته‌های بالا نتیجه می‌شود که سلول درست پس از الکترولیز، الگوی خوبی از یک سلول سوختی هیدروژن - اکسیژن نیست. حال به قسمت دوم موضوع که از آن به نام مسئله تداوم تبدیل یاد کردیم برمی‌گردیم؛ در اینجا بایستی به این نکته مهم توجه کنیم که تشکیلاتی که در آن از سلول پس از الکترولیز به عنوان یک سلول سوختی در تبدیل انرژی شیمیایی - انرژی الکتریکی به یکدیگر استفاده می‌شود، تداوم را از میان می‌برد. در واقع موقعی که الکترولیز به دلیل زوال اختلاف پتانسیل با زمان بطور عمده در نتیجه قطبش متوقف شود، ساعتی که بایستی از این راه کار کند بیش از یک دقیقه یا در همین حدود قادر به ادامه کار نخواهد بود. برعکس، یک سلول سوختی معمولاً بدین منظور ساخته می‌شود که بطور مداوم انرژی شیمیایی یک سوخت و یک ماده اکسید کننده را به انرژی الکتریکی تبدیل کند. برای این تبدیل انرژی، از سلولی متشکل از الکترولیت ۱ - الکترولیت - الکتروکود ۲ - الکترولیت استفاده می‌شود (۸ و ۹).

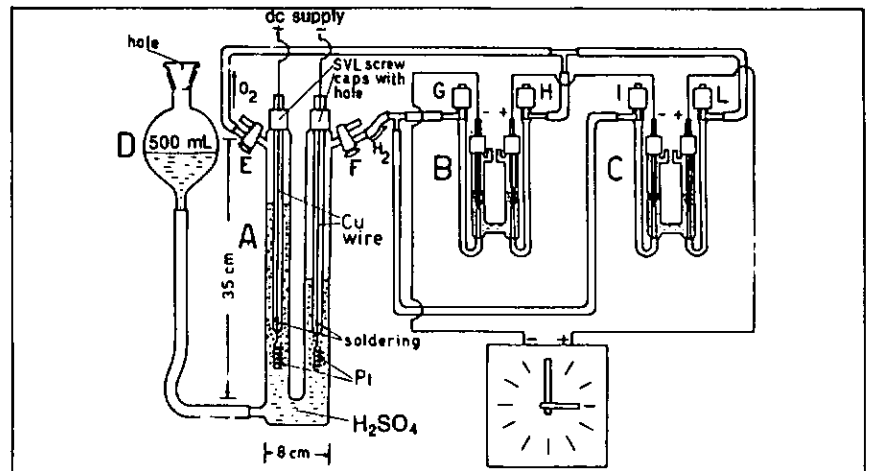
شکل ۴ - تصویر دستگاه طراحی شده در شکل ۳ یاد شده در شکل ۴ نشان داده شده است و نمونه بزرگ شده‌ای از یکی از سلولهای سوختی B و C در شکل ۵ معرفی شده است. تیدروژن و اکسیژن در نتیجه فرایند الکترولیز در سلول A نشان داده شده در شکل ۳ حاصل می‌شوند. به دنبال آن این گازها به داخل سلولهای سوختی B و C هدایت می‌شوند. سلولهای B و C به طور متوالی به هم بسته شده‌اند. از اختلاف پتانسیل کلی که در بین قطبهای دو سلول حاصل می‌شود برای به راه انداختن یک ساعت برقی استفاده می‌شود. چون ولتاژ لازم برای کار کردن ساعت در حدود ۱/۵ ولت است (معمولاً

توسط یک سلول لکلانسه تأمین می‌شود) بنابراین بایستی از یک زوج سلول سوختی استفاده شود؛ زیرا هر یک از آنها در شرایط ساکن ولتاژی در حدود ۱ ولت فراهم می‌آورند. در این ترتیب اختلاف پتانسیل هر یک از سلولهای سوختی هیچوقت حقیقتاً از مقدار ترمودینامیکی حدی آن، ۱/۲۳ ولت فراتر نمی‌رود و تداوم کار سلولهای سوختی بسته به آن است که تغذیه الکتریکی طوری پیوسته صورت گیرد که شرایط لازم برای کار کردن سلول سوختی فراهم آید.

در شکل ۳ دستگاه ساده‌ای نشان داده شده است که به کمک آن می‌توان الکترولیز آب را انجام داد و سپس محصولات به دست آمده از آنرا را مجدداً به آب تبدیل کرد و بر اشکالات بیان شده در بالا چیره شد. تصویری از دستگاه

مواد و روشها

الکترودهای به کار رفته در سلول الکترولیز از پلاتین صاف بوده و الکترودهای به کار رفته در سلولهای سوختی از پلاتین پلاتین دار شده تشکیل شده است. پلاتین دار کردن به روش پتانسیل ساکن در ۰.۰۵ ولت و در مقابل الکتروکود برگشت پذیر هیدروژن و با استفاده از محلول ۰.۰۲ M  $H_2PtCl_6$  / ۱ M HCl انجام گرفته است. در تمام آنها از محلول ۱ M  $NH_4SO_4$  به عنوان الکترولیت سلول استفاده شده است. دو شیر دو راهه در بالای دو بازوی F و E سلول الکترولیز طوری نصب شده است که گازهایی



شکل ۳ - (A) سلول الکترولیتی (B و C) سلولهای سوختی برای مطالعه تبدیل انرژی شیمیایی به الکتریکی به یکدیگر

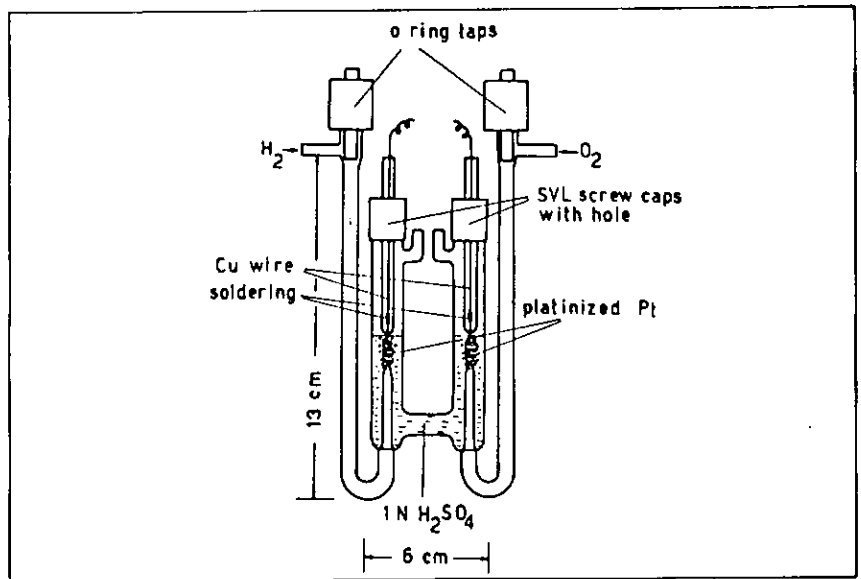
سطح محلول در سلول A عملاً ثابت بماند. بدینسان اختلاف پتانسیل در بین الکترودهای دو سلول سوختی افزایش می‌یابد و پس از چند دقیقه به مقدار کلی ساکن آن که کمی بیش از ۲ ولت است می‌رسد. پس از برقراری ایمن شرط، پایانه‌های سلولها را به ساعتی که بناست به کار افتد متصل می‌کنند.

در این شرایط سیستم به طور دائم در حال کار خواهد بود و به طور همزمان، در آن از یک طرف انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی در سلول الکترولیتی تبدیل می‌شود و از طرف دیگر تبدیل معکوس آن در سلولهای سوختی انجام می‌گیرد.

می‌توان با جمع‌آوری نیدروژن و اکسیژن از راه شیرهای E و F و نشان دادن خواص آن گاز تجربه را کامل کرد.

### مراجع

1. Dawson, B. E., Ed. Revised Nuffield Chemistry Teachers' Guide II; Longman: London, 1978; P 315.
2. Feinstein, H. I; Gale, V. J. Ghem. Educ. 1977, 54, 432.
3. Skinner, J. F. J. Chem. Educ. 1977, 54, 619.
4. Gilbert, G. L. J. Chem. Educ. 1980, 57, 216.
5. Ref 1, P 324.
6. Bockris, J. O'M; Reddy, A. K. N. Modern Electrochemistry: Plenum / Rosetta: New York, 1973; Vol. 2, P 1129.
7. Bockris, J. O'M.; Conway, B. E; Yeager, E.; White, R. E., Eds, Comprehensive Treatise of Electrochemistry; Plenum: New York, 1981; Vol. 3, P 143.
8. NEMA Standard, Publication No. CV - I, National Electrical Mfgs, Assoc.: New York, 1968.
9. Cameron, D. CHEMTECH 1979, 9, 633.
10. Woods, R. Electrochim. Acta 1968, 13, 1967.



شکل - ۵. نمونه بزرگ شده یکی از دو سلول B و C نشان داده شده در شکل ۳.

می‌شود بیرون رانده نشده باشد ادامه می‌یابد و پس از آن الکترولیز به طور خودکار قطع می‌شود. در این موقع شاخه‌ای که در آن اکسیژن تولید می‌شود فقط نیمه پر است که با استوکیومتری واکنش سازگار است. هرگاه بخواهیم الکترولیز باز هم ادامه یابد، کافی است که شیر F مربوط به شاخه‌ای که پر از نیدروژن است باز کنیم تا مقداری از گاز از آن خارج شود و محلول الکترولیت مجدداً در آن شاخه بالا آید و با الکتروده تماس پیدا کند. در پی اینکار الکترولیز مجدداً آغاز خواهد شد و سطح محلول در شاخه محتوی گاز اکسیژن باز هم پایین‌تر خواهد آمد. با تکرار آن می‌توان ترتیبی داد که حجم گازها در دو شاخه عملاً مساوی هم شود. در این عملیات انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌یابد. اکنون تبدیل معکوس فرایند بالا را در نظر می‌گیریم. شیرهای E و F را آنچنان می‌گردانیم که سلول الکترولیز با لوله‌هایی که گازها را به سلولهای سوختی می‌رسانند ارتباط حاصل کنند. پس از آن با اتصال دائمی منبع جریان مستقیم، شیرهای I و H در سلولهای سوختی را طوری تنظیم می‌کنند که ضمن راه یافتن  $H_2$  و  $O_2$  به درون سلولهای سوختی،

که از ابتدا موجودند و گازهایی که از راه الکترولیز تولید می‌شوند بتوانند به داخل سلولهای سوختی وارد و یا از آنها خارج شوند.

آزمایش با پر کردن سلولهای سوختی B و C با محلول نرمال  $H_2SO_4$  به طوری که الکترودها کاملاً در آن قرار گرفته باشند انجام می‌شود. منبع D نیز با همان محلول  $1N NH_4SO_4$  پر می‌شود، سپس با حرکت آن و استفاده از شیرهای دو راهه ترتیبی می‌دهند که همه هوای درون سلول الکترولیز به بیرون رانده شود و سلول از محلول کاملاً پر گردد. پس از آن شیرها بسته می‌شوند و منبع مستقیم که تقریباً ۶ ولتی است به الکترودهای سلول الکترولیز وصل می‌شود و در پی آن  $H_2$  و  $O_2$  شروع به حباب زدن می‌کنند. این حبابهای گاز در بالای شاخه‌های ظرف الکترولیز جمع می‌شوند و در نتیجه سطح مایع در آنها پایین می‌آید. در شاخه‌ای که نیدروژن جمع می‌شود، سطح مایع در حدود دو برابر شاخه دیگر پایین می‌آید، زیرا حجم نیدروژن حاصل از الکترولیز دو برابر حجم اکسیژن به دست آمده از آن است. تولید گاز تا موقعی که همه محلول اطراف الکترودهای سوختی در آن تولید

# روی

## عنصر بی‌مانند زیستی

### اصول

### و کاربردهای آن

### در شیمی غیرآلی زیستی

این مقاله به کاربردهای شیمی رهنه پیوندهای زیست محیطی است.

نویسنده: Ei-Ichiro Ochiai Juniata College, Huntingdon, Pa 16652

ترجمه: دکتر حسین آقایی، دکتر محمدحسین عزیزی

منبع: Journal of Chemical Education Volume 65 Number 11 November 1988

مجله آموزش شیمی - نوامبر ۱۹۸۸

تراکم) همراه است، مانند واکنشهایی که توسط ترانسفرازها، لیاها و لیگازها کاتالیز می‌شوند که اغلب آنزیم‌های به کار رفته در آنها نیز روی دارند. مرحله بسیار سخت در این گونه واکنشهای آنزیمی قطبی شدن برخی از پیوندهای مربوطه است؛ زیرا قطبی شدن، سرعت تهاجم بعدی توسط یک عامل هسته دوست را تقویت می‌کند (۵)؛ لذا باید چگونگی عملکرد روی (Zn (II) در زمره اسید لوئیس باشد. هم چنین ماهیتی از روی می‌تواند با ردیف کردن دقیق سوبستراها و ایجاد هماهنگی در آنها، عمل کاتالیز شدن را آسان سازد (۵).

آنچه در این رابطه ممکن است عجیب به نظر آید این است که روی در آنزیمهای اکسایشی - کاهشی مانند الکل دهیدروژناز کبدی نقشی اساسی را ایفاء می‌کند، که به NAD<sup>+</sup> وابسته است در این واکنش انتقال نئیدرید از الکل سوبسترا به NAD<sup>+</sup> انجام می‌شود. این مرحله بدان نیازمند است که سوبسترا از قبل نسبت به کوآنزیم NAD<sup>+</sup> در وضعیت مناسبی قرار گیرد. به نظر می‌رسد که در اینجا روی به دو هدف کمک می‌کند (۶):

با اتصال به سوبسترا آنرا در وضعیت مناسب قرار می‌دهد، هم چنین پیوند مجاور را قطبی می‌کند تا جداسازی هیدرید را آسان کند، لذا به نظر می‌رسد که در آنزیمهای هیدرولیزکننده، عملکردهای اساسی روی مشابه عملکردهای آن در دهیدروژناز است.

بیان شد (در واقع، روی یک عنصر بی‌مانند است) این مقاله می‌کوشد که دست کم پاسخی هرچند ناکامل به این پرسش که چرا روی یک عنصر بی‌مانند است، ارائه دهد، به طوری که با اهداف کلی این مجموعه توافق داشته باشد.

#### عملکردهای روی در آنزیمها:

بیشترین آنزیمهای رویی به عنوان «نئیدرولازها» دسته‌بندی می‌شوند. این آنزیمها عمل نئیدر لیز پیوندهای متراکم مانند آنچه در پیروفسفات، استریدها، کربوکسیلات) و سایر پپتیدها دیده می‌شود. در واقع عاملاً سبب شکستن پیوند بین یونان واکنشهایی متضاد با واکنش تشکیل پیوند و از دست رفتن ماهیتی چند (نسوعی

(در بین عنصرهای اساسی که به مقدار جزئی در بدن آدمی یا در بدن هر موجود زنده‌ای یافت می‌شوند، روی از نظر مقدار در مرتبه دوم و بلافاصله پس از آهن قرار می‌گیرد. روی در تعداد زیادی از آنزیمها وجود دارد) در یک مقاله مروری که در سال ۱۹۸۴ منتشر شد، فهرست ۲۰۲ آنزیم رویی (Zinc Enzyme) آمده است (۱). به علاوه آنزیمهای رویی در بین انواع مختلفی از گروههای آنزیمی (مانند آنزیمهای اکسایشی - کاهشی، ترانسفرازها آنزیمهای هیدرولیز کننده، لیاها، ایزومرازا و لیگازها) دیده می‌شوند. پی‌ری (Pirie) می‌نویسد «زیست‌شناسان از توضیح جامع و قابل درکی در مورد ویژگیهای دقیق اتم روی که با موقعیت برتر آن متناسب باشد، استقبال می‌کنند» (۲).

برحسب مفهومی که در پاراگراف قبلی

#### ارتباط با توزیع عنصری (قاعده فراوانی):

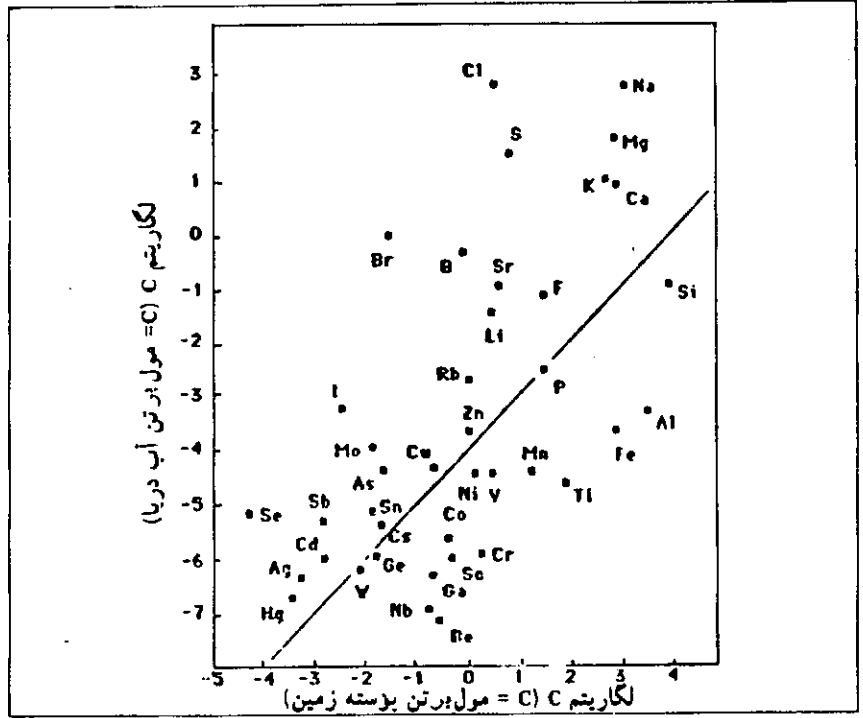
در مقاله نخست از این مجموعه، چهار قاعده برای پاسخگویی به پرسشی که پی‌ری مطرح نموده، پیشنهاد شده است. قاعده ۲ (قاعده فراوانی) چنین بیان می‌کند که: موجودات زنده، عناصر فراوان‌تر و در دسترس‌تر را برتری می‌دهند. اجازه بدهید که موقعیت روی را از این لحاظ بررسی کنیم.



نسبتاً فراوان‌ترند، زیرا به صورت یسونهای محلول  $MoO_4^{2-}$  و  $SeO_4^{2-}$  درمی‌آیند، این امر درباره S ( $SO_4^{2-}$ ) نیز صادق است.

همانگونه که در مقاله پیشین آمده است (۴) چنین برداشت می‌شود که میزان آهن و منگنز در آب دریاهاى اولیه نسبت به آب دریاهاى امروزی بالاتر بوده است، زیرا این عناصر در گذشته به صورت ترکیبهای محلول‌تری از Fe(II) و Mn(II) وجود داشته‌اند. از روی خط نشان داده شده در شکل ۱ که همبستگی موردنظر درباره فلزهای واسطه دو ظرفیتی نمونه (مانند Cu(II) و Zn(II) و غیره) را نمایان می‌کند، مقادیر واقعی Fe(II) و Mn(II) در آب دریاهاى قدیمی (دوره آرکیان؛ ۲/۵ - ۳/۵ بیلیون سال پیش) را به طور تقریبی می‌توان تخمین زد.

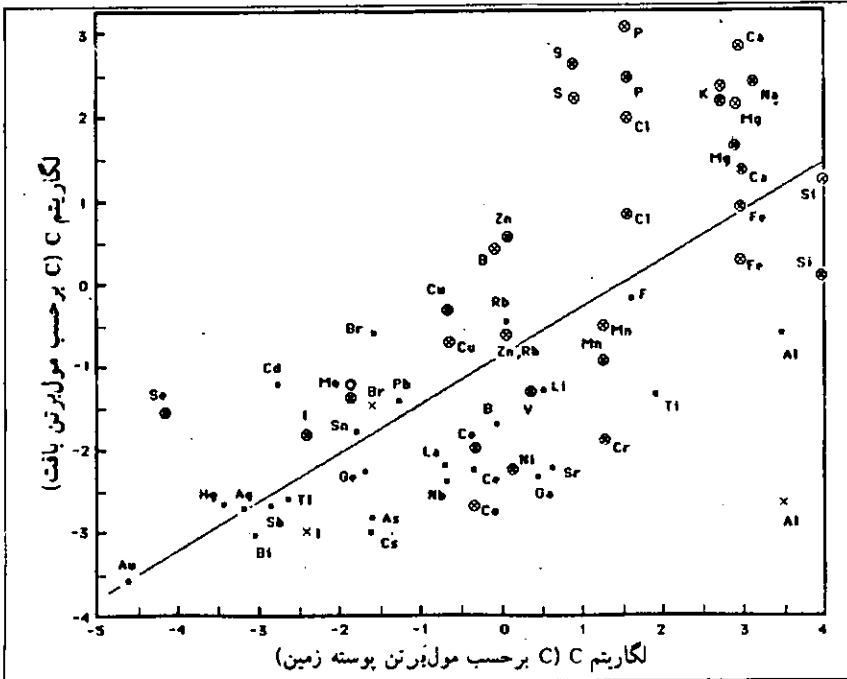
اینک به همبستگی میزان فراوانی عناصر در بدن موجودات زنده و در محیط، به گونه‌ای که در آنها یافت می‌شوند؛ بازمی‌گردیم. در شکل ۲ نمودار توزیع عنصری در بافت خشک کبد انسان (به طور متوسط) و در گیاه یونجه



شکل ۱: مقایسه فراوانی عنصری در آب دریاهاى امروزی با پوسته زمین.

استثنایی غلظتهای بالاتری را از خود نشان دهند. Se و Mo، دو عنصری که فراوانی آنها در پوسته زمین بسیار اندک است، در آب دریا

در شکل ۱، ترکیب درصد عنصری پوسته زمین با ترکیب درصد عنصری آب دریاهاى امروزی مقایسه شده است. هیچ همبستگی روشنی بین این دو نمی‌توان انتظار داشت، زیرا غلظت یک عنصر در آب دریا تحت تأثیر عوامل متعددی به غیر از فراوانی عنصری پوسته‌ای زمین، مانند pH، دما و مهمتر از همه نوع ترکیبی که بدان شکل عنصر در ته دریا دیده می‌شود (که حلالیت آن را تعیین می‌کند)، قرار دارد. با این همه شکل ۱ نشان می‌دهد که بین دو مجموعه داده‌ها در آن، تاحدی همبستگی برقرار است. عناصری که حالت‌های اکسایشی بالاتری دارند؛ به ویژه Al(III) و Fe(III)، Ti(IV) و Cr(III) برای تشکیل نیدروکسیدها / اکسیدهای نامحلول تمایل بیشتری داشته و لذا غلظت آنها در آب دریا نسبت به پوسته زمین کمتر است. در مقام مقایسه: Na(I)، K(I)، Mg(II)، Cl<sup>-</sup>، Br<sup>-</sup> و چند یون معدود دیگر که به ندرت ترکیبهای نامحلول را تشکیل می‌دهند، میل دارند که به طور

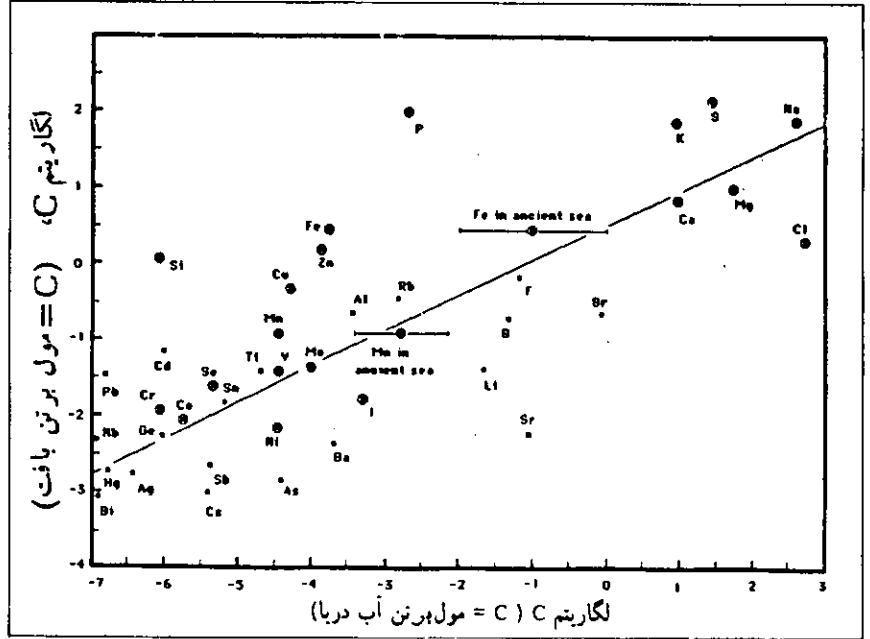


شکل ۲: مقایسه میزان فراوانی عنصری در بافتهای خشک کبد انسان (■: نقاط دایره شکل عناصر اساسی را می‌رسانند) و یونجه خشک (x: نقاط دایره‌ای عناصر اساسی را می‌رسانند) نسبت به پوسته زمین.

[Fe(II) > Mn(II) > Zn(II) > Ni(II) > Co(II)]  
فقدان Cu(II) در ترتیب بالا شایان توجه بوده و نکته‌ای است که در مقاله پیشین از این مجموعه درباره آن بحث شده است (۴).

بنابراین اگر فرض شود که همه این یونهای واسطه دو ظرفیتی به طور مساوی و برای انجام یک وظیفه ویژه مناسب باشند، در آن صورت برای یک موجود زنده اولیه، آهن (Fe(II)) به عنوان بهترین انتخاب بوده و پس از آن Mn(II) و سپس Zn(II) است. مطمئناً از این دید Zn(II) نسبت به Ni(II) یا Co(II) انتخاب بهتری خواهد بود.

مناسبت شیمیایی (قاعده ۱: قاعده  
جور در آمدن)



شکل ۳: مقایسه میزان فراوانی عنصری در بافت خشک کبد<sup>۱</sup> و در آب دریاهای امروزی

قدیمی را که از آب دریا ناشی شده در خود نگه داشته باشند. از طرف دیگر نمی‌توان یاخته‌های کبدی را به عنوان نماینده کلی یاخته‌ها در نظر داشت؛ زیرا می‌دانیم که کبد جایگاهی است که در آن بر روی عنصرهای معدنی به ویژه روی و مس عملیات گسترده‌ای انجام می‌شود. نکته جالب آنکه همبستگی مشاهده شده نسبتاً خوب است (ضریب همبستگی = ۰/۸)، به ویژه اگر میزان فراوانی آهن و منگنز را چنان تصحیح کنیم تا سطح آنها را در آب دریاهای قدیمی بازگو کند. (قسمت بالا را ملاحظه کنید).

استدلالاتها و آگاهیه‌های ارائه شده، از آن حکایت می‌کند که بی‌شک در دسترس بودن عنصرها از عوامل تعیین کننده مهمی است که بر اساس آن موجودات زنده این عنصرها را برای مصرف خود برمی‌گزینند. از این لحاظ روی چگونه عمل می‌کند؟ میزان فراوانی روی در موجودات زنده با میزان آن در محیط متناسب یا بالاتر است. اعتقاد بر این است که روی سومین عنصر فراوان از عنصرهای رایج دو ظرفیتی واسطه در آب دریای قدیمی بوده است:

نسبت به میزان فراوانی این عناصر در پوسته زمین، رسم شده است. در اینجا هم نمی‌توان انتظار داشت که یک همبستگی قوی در میان باشد، با این همه ضریب کلی همبستگی ۰/۷۰ است. این بدان معناست که میزان فراوانی روی در موجودات زنده قویاً تحت تأثیر رویی آن در محیط قرار می‌گیرد. در اینجا نیز مجدداً آلومینیم و تیتان در موجودات زنده نسبت به محیط کمتر پیدا می‌شوند، که عمدتاً به علت نامحلول بودن آنهاست (در دسترس نبودن).

بین میزان فراوانی عنصری در موجودات زنده و آب دریا همبستگی بهتری را می‌توان انتظار داشت. شکل ۳ این رابطه را در مورد بافت خشک کبد انسان نشان می‌دهد. در اینجا صرفاً به این دلیل کبد انتخاب شده که اطلاعات کاملی در این مورد موجود است و نه به این دلیل که کبد الزاماً همبستگی قویتری را نشان می‌دهد. به روشنی نمی‌توان درباره تماس مستقیم بین کبد و آب دریا استدلال کرد، با این همه یاخته‌های کبدی ممکن است قدری از بقایای ترکیب درصد عنصری یاخته‌های

پرشش بعدی روشن است: چرا موجودات زنده امروزی روی (II) را به لحاظ کارهایی که در بدن انجام می‌دهد در مقایسه با آهن (II) یا منگنز (II) ترجیح داده و آن را برمی‌گزینند؟ پاسخ را بایستی در ارتباط با خواص فیزیکی - شیمیایی آن عنصر باز یسافت. قاعده ۱ [قاعده بنیادی جور در آمدن، اولین مقاله از این مجموعه را ببینید (۳)] بیان می‌دارد که: عنصرهای شیمیایی معینی ذاتاً برای عملکردهای زیست‌شناسی معینی مناسب‌ترین اند. از همین روست که موجودات زنده می‌پایند عناصری را بپذیرند که به بهترین وجه وظیفه مورد درخواست را ایفاء می‌کنند. اینک این پرسش پیش می‌آید که چه چیزی باعث می‌شود که عنصری برای ایفای نقش ویژه‌ای مناسب باشد؟ خواص عنصری چگونه است که تا این اندازه بسا عملکرد زیست‌شناسی بستگی تنگاتنگ دارد؟ پیداست که ادراک درستی از طبیعت عملکرد زیست‌شناسی برای پاسخ‌گویی به این پرسش ضروری است.

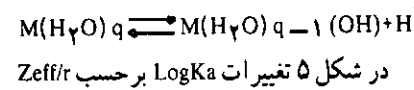
همان‌طور که در بالا گفته شد، نقش اساسی روی (II) در آنزیمهای رویی به آن جهت است

شود، اما فرض بر آن است که روی (II) در محیط آبی با ۶ مولکول آب پیوند حاصل می‌کند و ساختار هشت وجهی دارا می‌شود (۹). همبستگی این دو دسته از داده‌ها جز در مورد نیکل (II) بسیار مناسب است (ضریب همبستگی = ۰/۹۸). بنابراین مقادیری را که از خط ممند شکل ۴ برای  $Zeff/r$  نتیجه می‌شود ممکن است به عنوان معیار مناسبی برای بیان اثر قطبی‌کنندگی یک کاتیون منظور شود. روی (II) و مس (II) از این نظر در مقایسه با کاتیونهای دو ظرفیتی دیگر از مؤثرترین کاتیونها می‌باشند.

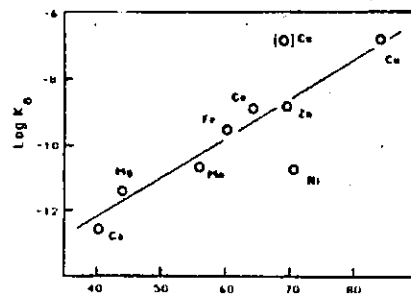
مزیت ساختاری همواره به دلیل نیازها و شرایط ساختار مورد درخواست مکانهای فعال، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از بررسیهای به عمل آمده معلوم شده است که ساختارهای مکانهای فعال در ارتباط با یون  $Zn(II)$  حقیقتاً در کلیه آنزیم‌های دربر دارنده آن یون، اساساً چهار وجهی می‌باشند (۱)؛ گرچه اغلب، واپیچهای قابل توجهی هم از خود نشان می‌دهند. به احتمال بسیار زیاد همین مطلب یکی از دلایل‌های روشنی است که چرا روی برای ایفای وظیفه ویژه مورد نظر برگزیده می‌شود. برای مثال اگر آهن (II) به جای روی (II) به کار رود، مستلزم آن است که مکانهای فعال، ساختار هشت وجهی دارا باشند. انعطاف‌پذیری روی (II) از نظر کوردیناسیون ساختاری شاید اهمیت بیشتری داشته باشد (۱۰)، زیرا روی (II) آرایش الکترونی  $d^8$  دارد و اثر قطبی‌کنندگی آن در هر سویی از فضا همسان است که همین امر باعث انعطاف‌پذیری عدد کوردیناسیون آن می‌شود. از همین رو مقدمات و شرایط اولیه لازم برای پیوند یافتن سوپسترا (S) به روی (II) در مقایسه با کاتیونهای دیگر با دشواری کمتری همراه است و پیوند آسان‌تر تشکیل می‌شود. برعکس، برای پیوند یافتن لیگاندها به مس (II)، نیکل (II) و آهن (II)، شرایط سر به راست‌تر و

کوردیناسیون ۴ را معرفی می‌کنند. خاصیت مشترک دیگر کاتیونها، برتری نسبی آنها در برابر ساختمان است. همان‌طور که در کتابهای شیمی معدنی زیادی بحث شده است [شیمی معدنی هوئی Huheey به عنوان مثال (۸)]، برخی از کاتیونها ساختارهایی هشت وجهی را ترجیح می‌دهند که عدد کوردیناسیون در آنها ۶ می‌باشد. (CN = ۶) در حالی که بقیه کاتیونها معمولاً ساختارهای ۴ = CN را می‌پذیرند. مس (II) به دلیل اثر یان-نلر ساختار مسطح مربعی با CN = ۴ را ترجیح می‌دهد. روی (II) ساختارهای چهاروجهی را ترجیح می‌دهد (CN = ۴) و در مورد بقیه کاتیونهای دو ظرفیتی که در شکل ۴ داده شده‌اند فرض می‌شود که بیشتر ساختار هندسی هشت وجهی را دارا شوند. با در نظر گرفتن این عامل ساختاری می‌توان مقادیر  $Zeff/r$  این کاتیونها را به صورت خط ممند در شکل معرفی کرد.

اثر قطبی‌کنندگی یک عنصر از مقدار  $\log K_a$  تعادل زیر قابل پیش‌بینی است:



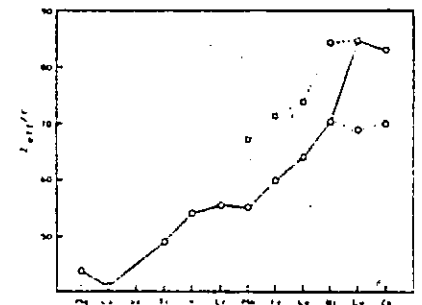
در شکل ۵ تغییرات  $\log K_a$  بر حسب  $Zeff/r$  ترسیم شده است.



شکل ۵: تغییرات  $\log K_a$  بر حسب  $Zeff/r$

در مورد مس نقطه مشخص شده با کروه، مس را در حالت CN = ۶ نشان می‌دهد. بدون آن به CN = ۴ این عنصر مربوط است. در مورد روی (II) از مقدار  $Zeff/r$  نظیر حالت CN = ۶ آن استفاده شده است؛ زیرا هر چند که امکان دارد روی (II) ساختار چهاروجهی نیز دارا

که روی (II) مانند یک اسیدلویس عمل می‌کند، برای مثال، باعث قطبی شدن پیوندی که بایستی در واکنش شرکت جوید می‌شود. از همین رو یکی از خواص قاطع آن همین قدرت اسیدی (اسیدلویس) یا توانایی در قطبی کردن است. قدرت اسیدی به طور عمده به کمک عاملی به نام پتانسیل یونی ( $Zeff/r$ ) تعیین می‌شود.  $Zeff$  بار مؤثری است که کاتیون بر روی سوپسترا وارد می‌کند و  $r$  شعاع مؤثر آنست. بار اسمی یک کاتیون دو ظرفیتی  $2+$  است، اما بار واقعی لیگاند (سوپسترا) پس از پیوند ممکن است به طور آشکار از  $2+$  متفاوت باشد. البته این وضع در موقعی پیش می‌آید که اربیتال لیگاند اساساً با اربیتال  $4s$  کاتیون فلزی یکی شود. (در مورد اولین سری از عنصرهای واسطه‌ای این فرض، فرضی بدون دلیل نیست). می‌توان مقدار  $Zeff$  را با مقدار تقریبی که به کمک فرمول کلمانسی / ریمانندی (Clementi - Raimondi) در مورد اربیتال  $4s$  به دست می‌آید، تقریباً یکی گرفت (۷). مقدار حاصل از این راه از  $2+$  خیلی بزرگتر است. به هر حال افزایش آن با عدد اتمی بسیار آشکارتر است تا نسبت به ثابت‌های دیگر. مقادیر  $Zeff/r$  که بدینسان برای کاتیونهای دو ظرفیتی تخمین زده می‌شوند، در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: مقادیر  $Zeff/r$

پیدا است که مقدار  $Zeff$  مربوط به منیزیم (II) در ارتباط با اربیتال  $3s$  است. نقاط دایره‌شکل حالت‌های هشت وجهی را نشان می‌دهند. [عدد کوردیناسیون ۶، میدان ضعیف (اسپین بالا) فرض می‌شود] و نقاط مربع‌شکل عدد

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

# ماست از دیدگاه علمی و صنعتی

ترجمه: دکتر محمد روف درویش  
استاد دانشگاه تهران

مقدمه

ماست به طور مرسوم از یک نقش تغذیه‌ای  
مثبت برای سلامتی بهره‌مند بوده است. در سال  
۱۹۰۶ جایزه نوبل به خاطر تحقیقات درباره  
ماست به مچنیکوف (Metchnikoff) اختصاص

## نتیجه‌گیری:

در مقالات قبلی از این مجموعه کوشش شد که  
اصول پایه‌ای معین و کاربردهای از شیمی غیرآلی -  
زیستی در ارتباط با واکنشهای اکسایش کاهش  
توضیح داده شود. در مقاله حاضر نیز از همان  
نگرشهای پایه‌ای برای درک این امر که چراری  
(II) تا این حد در واکنشهای آنزیمی نوع اسید - باز  
به نحو یگانه‌ای مناسب است، سود جستیم. از طرفی  
نشان داده شده است که دست کم قسمتی از پاسخ  
ممکن است به فراوانی و ویژگی‌های فیزیکی -  
شیمیایی پایه‌ای روی (II) مربوط باشد.

\* \* \*

مراجع:

- Literature Cited**
1. Vallee, B. L.; Galdes, A. *Adv. Enzymol.* 1982, 56, 283 - 430.
  2. Pirie, N. W. In *Metals and Micronutrients - Uptake and Utilization by Plants*; Robb, D. A.; Pierpoint, W. S., Eds; Academic: 1983; pp 327 - 330.
  3. Ochiai, E-I. *J. Chem. Educ.* 1978, 55, 631.
  4. Ochiai, E-I. *J. Chem. Educ.* 1986, 63, 942.
  5. Dunn, M. F. *Struct. Bonding* 1975, 23, 61.
  6. Zeppezauer, M. In *The Coordination Chemistry of Metalloenzymes*; Bertini, I; Drago, R. S.; Luchinat, C; Eds; Reidel: 1983; p 99.
  7. Clementi, E; Raimondi- D- L. *J. Chem. Phys.* 1963, 38, 2868.
  8. Huheey, J. E. *Inorganic Chemistry, Principles of Structure and Reactivity*, 3rd ed; Harper and Row: 1983.
  9. Burgess, J. *Metal Ions in Solutions*; Horwood: 1978.
  10. Dutler, H.; Ambar, A. In *The Coordination Chemistry of Metalloenzymes*; Bertini, L; Drago, R. S.; Luchinat, C., Eds.; Reidel: 1983; p 135.
  11. Ochiai, E-I. *Bioinorganic Chemistry: An Introduction*; Allyn and Bacon: 1977; Chapter 13.

جهت‌دارتری لازم است و محدودیت‌های  
بیشتری در ارتباط با آنها در بین است.

این امر راههای گوناگون ممکن برای پیوند  
یافتن لیگاندها (سوبستراها) به این فلزات را  
محدود می‌کند و از همین نظر ممکن است که  
شرایط برای انجام واکنشهای معینی مناسب  
نباشد. در واکنشهای دیگری ممکن است  
جهت‌گیری و تعداد لیگاندهایی که لازم است  
پیوند یابند طوری باشد که کاتیونهای دیگری  
غیر از روی (II)، برای آنها مناسب باشند. در  
حقیقت آنزیم‌های معینی از آهن (II)، نیکل (II)  
یا مس (II) به عنوان عناصر کاتالیستی اسید  
لویس استفاده می‌کنند. اما عده‌ای این‌گونه  
آنزیمها در مقایسه با آنهایی که با روی عمل  
می‌کنند، بسیار اندک است.

کبالت (II) از نظر توانایی‌اش در  
جای‌گزین شدن با روی در آنزیمها و بدون کم  
شدن فعالیت آنزیمی کاملاً شناخته شده است.  
دلیل این امر آن است که سیستم کبالت (II) با  
 $d^7$  به آسانی بر حسب موقعیت موجود می‌تواند  
ساختاری چهاروجهی یا هشت‌وجهی قابل-  
مقایسه با روی (II) دارا شود. (۱۱). کبالت  
(II) به هر حال به دلیل فراوانی کمترش  
مناسبتی از روی نیست. منگنز (II) عنصر  
دیگری است که می‌تواند ساختارهای  
چهاروجهی یا هشت‌وجهی دارا شود و آنهم  
مانند روی (II) و کبالت (II) در هر سوی فضا  
از نظر خواص یکسان است. از همین رو این  
مطلب که در برخی موارد می‌توان از منگنز (II)  
به جای روی (II) بدون کاهش فعالیت آنزیمی  
استفاده کرد، قابل درک است. البته قدرت  
اسیدی (اسید لویس)  $Mn(II)$  از  $Zn(II)$   
همانطور که از مقادیر  $Zeff/r$  آنها پیداست،  
کمتر می‌باشد.

از مجموع ملاحظات بیان شده در این بحث  
به این نتیجه می‌رسیم که روی واقعاً برای انجام  
بسیاری از عملکردها که در این بین برای آن  
موردنظر است، بهترین انتخاب می‌باشد.

از تخمیر شیر توسط باکتری‌ها به دست می‌آید. دو باکتری به طور اساسی در این عمل دخالت دارند که عبارتند از:

1. *Lactolabacillus bulgaricus*

2. *Spectrococcus thermophilus*

این باکتری‌ها لاکتوز (قند شیر) را برای تشکیل اسیدلاکتیک مصرف می‌کنند. این باکتری‌ها با هم بوده و زندگی مشترک دارند و زمان دلمه شدن شیر را کاهش می‌دهند. یکی از این باکتری‌ها متابولیت‌هایی را تولید می‌کند که سبب افزایش رشد دیگری می‌گردد. هنگامی که اسیدینه محیط به میزان مشخص برسد، رشد میکروب کاهش یافته و سپس توسط سرما متوقف می‌شود. بسیاری از کشورها مثل فرانسه ماست را به عنوان «شیری که در اثر تخمیر لاکتیکی توسط اسیدی که در باکتری حاصل می‌شود، دلمه می‌گردد و در محصول نهایی، این میکروارگانیسم‌ها باید زنده بمانند و فراوان نیز باشند» تعریف می‌کنند. ماست در هر گرم حدود پانصد میلیون از این ژرم‌های زنده را دارا است.

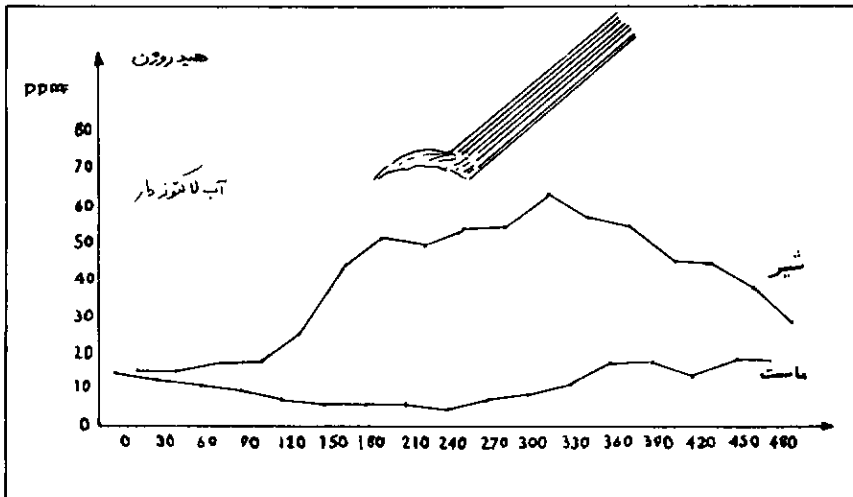
بسته و محافظت شده قرار داد. در طول مدت فاز تولید، هوای فیلتر شده و عاری از باکتریهای بیماریزا در جریان است. شرکت‌های فرانسوی تولید ماست، در ۳۵ کشور تأسیسات درست کرده‌اند و ۲۵ درصد بازار ایالات متحده و ۷۲ درصد بازار برزیل و... را در اختیار دارند.

اخیراً محققین فرانسوی به دنبال درخواست صنایع، تحقیقاتی را درباره خصوصیات غذایی ماست شروع کرده‌اند. جنبه اقتصادی این تحقیقات غیر قابل اغماض است، زیرا کافی است ثابت شود که خصلت غذایی ماست تهیه شده از روش مرسوم در مقایسه با ماست حرارت دیده (فلورهای میکروبی آن کشته شده‌اند) از کیفیت بالایی برخوردار است. ماست حرارت دیده از طرف کشورهای مثل آلمان و هلند عرضه شده است.

### افکاری که مغلوب شد

ماست چیست؟ ماست محصولی است که

داده شد. نامبرده نقش مصرف ماست را در طولانی کردن عمر ثابت کرد و بهمین مناسبت به این افتخار نائل آمد. اما باید دانست که تا این اواخر کارهای اندکی روی این واقعیت مشخص انجام شده است. توجه به تحقیقات درباره ماست بخصوص در فرانسه بسیار جدید است و آنهم اساساً از یک مسئله اقتصادی که در سطح جامعه اقتصادی اروپا مطرح بوده نشأت گرفته است. در واقع، برخی از کشورها مثل آلمان یا هلند با گرم کردن ماست پس از عمل تخمیر به نحوی که فلورهای میکروبی آن کشته شود از کل تشکیلات برای ایجاد سرما در خط تولید و توزیع و... خلاص شدند و با این عمل ماست از کارخانه به سفره مصرف کننده می‌رود. ارزش نازل محصولی که چنین گرما دیده باشد، صنعت مرسوم ماست را دچار زحمت می‌کند. لذا صاحبان صنایع فرانسه به دو موضوع توجه پیدا کردند: تشویق دانشمندان و پژوهشگران به تشخیص اختلاف بین کیفیت غذایی ماست معمولی و مشابه حرارت دیده آن و به دست آوردن فرآورده گرما دیده در سطح اروپایی تحت هر اسمی به جز اسم ماست «یا Yagurt» و تجارتي کردن آن ماست صنعتی توسط کاراسو (Issac Carasso در اسپانیا در سال ۱۹۱۷ گسترش پیدا کرد. ولی در فرانسه یک صنعت مهم ایجاد شد که کارگاهها و شرکت‌های تعاونی همه تولید کنندگان شیر را شامل شد. در سال ۱۹۶۰ مصرف ماست در فرانسه ۱/۶ کیلوگرم در سال برای هر نفر بود و در سال ۱۹۸۶ به ۱۲/۷ کیلوگرم رسید. بیست میلیون ظرف ماست روزانه تولید می‌شود. در سال ۱۹۸۶ شرکت BSN نزدیک لیون بزرگترین و مدرن‌ترین کارخانه شیر تازه دنیا را افتتاح کرد. تولید روزانه آن سه میلیون ظرف است و ۲۸۰ نفر در آن مشغول کار می‌باشند. در این نوع کارخانجات تمام خطوط تولید در محیط



شکل ۱ - برخی افراد شیر تحمل نمی‌کنند زیرا فاقد آنزیم لازم برای تخریب لاکتوز قند شیر هستند عجیب آن است که این افراد کاملاً ماست را که لاکتوز نیز دارد تحمل می‌کنند. منحنی فوق نتایج تجربه‌ای را نشان می‌دهد که در آن به طور ناشناخته به افرادی که نسبت به شیر حساس‌اند، مقدار هیجده گرم لاکتوز به صورت آب لاکتوزدار، شیر یا ماست



خورانده شد. در موردی که آب لاکتوزدار یا شیر، مصرف شده، لاکتوز در روده تجزیه نشده و در قولون یافت می‌شود که در آنجا تخمیر آن سبب دردهای شدید همراه با آزاد شدن نیدروژن می‌باشد. بخشی از گاز از طریق شش‌ها دفع می‌شود، اندازه‌گیری مقدار آن در هوای بازدم تست بسیار مناسبی جهت ارزیابی عدم تحمل فرد نسبت به شیر می‌باشد. مشاهده می‌شود که در مورد ماست در بازدم افزایش نیدروژن وجود ندارد. این نتیجه نشان می‌دهد که جذب لاکتوز توسط روده تحت تأثیر احتمالی فلور متعلق به ماست انجام می‌گیرد. باید دانست و کاملاً تصدیق کرد که تحقیقات بر روی کیفیت غذائی ماست، نسبت به امکاناتی که در اختیار است، تا اندازه‌ای دست و پاگیر نیز هستند. از زمان مچینیکوف تا کنون همواره بیان احساس بر عرضه واقعیت‌های جدید و مدون غلبه داشته است. از طرف دیگر در آن زمان با افکار غلطی زندگی می‌کردند، بدین معنی که در لوله آزمایش نشان داده شده بود که فلورهای ماست در اثر تماس با ترشحات معدی و نیز با ترشحات صفراوی از بین می‌رود. ولی در اواخر سال ۱۹۷۰ چندین گروه محقق در ایالات متحده آمریکا و ایتالیا نشان دادند که بخشی از فلور ماست در قولون انسان و حیوان به طور زنده یافت می‌شود. واقعیت‌هایی که در لوله آزمایش (in vitro) نشان داده می‌شود در موجود زنده یعنی در حالت in vivo تأیید نمی‌شود. از طرف دیگر نشان دادند که فلور ماست، جزء فلور بومی روده انسان نیست و در آنجا زیست نمی‌کند و هنگامی در آنجا پیدا می‌شود که حتماً ماست مصرف کرده باشیم. معذالک، بعد از این می‌توان اثر احتمالی گذشتن این فلور «خارجی» را به روده مورد سؤال قرار داد. از طرف دیگر، طبق یک رسم، در سرویس متخصصین اطفال به بچه‌هایی که تحمل شیر

مخصوصاً لاکتوز را ندارند، ماست تجویز می‌گردد. ولی در فرانسه شیری که برای تولید ماست مصرف می‌شود توسط بودر شیر خشک که حاوی لاکتوز است غنی شده است، به طوری که محصول نهایی به همان مقدار شیر دارای لاکتوز است. آیا لاکتوز موجود در ماست بهتر از لاکتوز موجود در شیر تحمل می‌گردد؟ این سؤال همراه با سؤال قبلی محورهای تحقیقاتی جدید را مشخص کرد که البته نقش‌های ایمنی ماست را نیز باید اضافه کرد. در این باره بعداً صحبت خواهد شد.

چرا برخی افراد قابلیت تحمل شیر را ندارند اما ماست را بخوبی متحمل می‌شوند؟

ابتدا از عدم تحمل لاکتوز که مربوط به کمبود ارثی یا اکتسابی لاکتاز (آنزیم روده‌ای) است، شروع می‌کنیم. طیف آن نسبت به سکنه و سن افراد تغییر می‌کند. به عنوان مثال، آمار نشان می‌دهد که ۳ درصد افراد در سوئد، ۲۰ درصد در شمال و ۴۰ درصد در جنوب فرانسه و صد درصد در افریقای مرکزی فاقد آنزیم نامبرده هستند. پدیده عدم تحمل چگونه خود را نشان می‌دهد؟ وقتی مخاط روده فاقد لاکتاز باشد پس لاکتوز تجزیه نشده و در قولون پیدا می‌شود و در اینجا توسط فلور محلی تخمیر می‌گردد که سبب ایجاد دردهای بطنی شده و گاز نیدروژن نیز تشکیل می‌گردد. بخشی از این گازها جذب شده و از طریق شش‌ها دفع می‌گردد. آزمایشی که توسط J.H. Bond و M. D. Levitt در سال ۱۹۷۲ ابداع شد اجازه می‌دهد که افزایش غلظت نیدروژن در بازدم افراد اندازه‌گیری شود و لذا بطور غیرمستقیم می‌توان عدم تحمل فردی را نسبت به لاکتوز تخمین زد.

همزمان در فرانسه و در ایالات متحده آمریکا، این تست برای پی بردن به اینکه ماست

یک اثر واقعی در آزادسازی نیدروژن دارد یا نه، به کار برده شد. مثلاً در تجربه O.Devit از واحد ۲۹۰ تشکیلات Inserm، مقادیر مساوی لاکتوز، در آب و به صورت شیر یا ماست به افرادی که نارسایی گوارشی دارند خورانده شد، نتایج به وضوح نشان دادند که وقتی ماست مصرف شده است مقدار نیدروژن در بازدم افزایش چندانی نداشته است در حالیکه در مواردی که محلول لاکتوز و یا شیر مورد استفاده قرار می‌گیرد افزایش قابل ملاحظه‌ای در غلظت نیدروژن بازدم فرد یا افراد دیده می‌شود. از طرف دیگر نشانه‌های عدم تحمل فرد با افراد با مصرف ماست کم‌کم از بین می‌رود. در عوض وقتی ماست حرارت ببینند و بعد مصرف گردد، غلظت نیدروژن در بازدم بالا می‌رود. هم‌چنین وقتی ماست را خیلی سریع در دمای پایین منجمد کنند، یعنی همانطوریکه در ایالات متحده آمریکا در تهیه بستنی عمل می‌شود، وضعیت مشابه مشاهده می‌گردد.

امروزه فرضیات زیادی برای توضیح این پدیده‌ها تجربه شده است. بنظر می‌رسد که لاکتاز موجود در ماست معمولی نقش مهمی دارا می‌باشد. در واقع اگر به ماست گرم‌دیده (فلور و آنزیم‌های آن از بین رفته است) لاکتاز، افزوده شود، نیدروژن به مقدار قابل ملاحظه خارج نمی‌شود. بعد از وارد شدن ماست در معده، یک فعالیت لاکتازی در ابتدای روده افرادی که کمبود دارند، دیده شده است در حالیکه این فعالیت در حالت ناشتا و یا پس از وارد شدن شیر در معده وجود ندارد. با این حال مقدار لاکتاز در ماست برای نیدرولیز تمام لاکتوزی که در ماست وجود دارد، کافی نیست. آیا تحت اثر نمک‌های صفراوی باکتری‌ها، لاکتاز آزاد می‌کنند؟ آیا ممکن است فعال شدن لاکتاز توسط باکتریها در افرادی که دارای کمبود هستند انجام پذیرد؟ دقیقاً در اینجا است که مسأله اساسی تغذیه‌ای وجود دارد

که امروزه حل نشده است. در هر حال روش عملی پزشکان در مورد افرادی که تحمل لاکتوز ندارند و برای آنها به جای شیر، ماست تجویز می‌گردد، قابل توجه می‌باشد.

### فلور ماست علیه فلور روده‌ای

حال به مسأله احتمال برخورد فلور ماست با فلور روده برمی‌گردیم. در اینجا می‌توان گفت وقتی مأموریت علمی شروع شد، آکولوژیست‌های فلور روده تصور نمی‌کردند که این امکان وجود داشته باشد که فلور ماست بتواند فلور قولون را که بر حسب گرم پانصد بار از خودش بیشتر است تحت تأثیر قرار دهد. بر اساس پژوهش‌های اخیر به نظر نمی‌رسد که حق با آنها باشد. تحقیقات در این باره همچنان اندک است. معدالک مطالعاتی که توسط محققین امریکایی نظیر B.R.GOLDIN و L.S.GARBACH در مرکز پزشکی نیوانگلند در بوستون (امریکا) بر روی حیوانات و بعد روی انسان انجام شد، ارزش این را دارد که توجه مخصوصی به آن شود، به خصوص که این تحقیقات بر روی لاکتوباسیلی دیگر به نام *L. Acidophilus* انجام گرفته است. این محققان نشان دادند که ورود این باکتری به روده موش از مقدار سه آنزیم به نامهای B - گلوکورونیداز، آزوردوکتاز و نیترو دوکتاز که توسط فلور روده تشکیل می‌شود، می‌کاهد. این سه آنزیم بسیار مهم هستند زیرا با هم در تشکیل مواد سرطانزا شرکت دارند. مقدار بیش از حد این سه آنزیم سبب شکل‌گیری سرطان قولون در موش می‌شود. وجود چنین رابطه‌ای در مورد انسان هنوز مشخص نشده است. با وجود این، محققان کار خود را در مورد انسان نیز ادامه داده و در طول مدت ۱۴۰ روز در بیست و یک مورد فعالیت این آنزیم‌ها را وقتی محصول متفاوت شیر خورانه شده

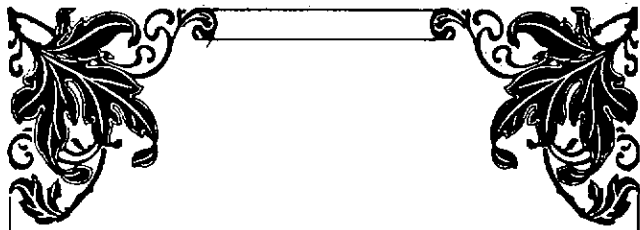
بود، اندازه‌گیری کردند. کاهش فعالیت آنزیمی بمیزان دو الی چهار بار بهنگام استفاده از لاکتوباسیل‌ها مشاهده گردید. چگونگی مکانیزم مهارکنندگی این فعالیت آنزیمی هنوز ناشناخته است و در مورد فلور معمولی ماست نیز ثابت نشده است. ولی این نتایج مشخص می‌کند که اگر فلور لاکتیک در ترکیب فلور روده‌ای اثر نمی‌گذارد، اما می‌تواند متابولیسم آنرا تغییر دهد. و همین موضوع دورنمای تحقیقات هیجان‌انگیز و پرشوری را نشان می‌دهد. «خوردن ماست همزمان با درمان توسط آنتی بیوتیک که اکثراً توصیه می‌شود خود تأیید بر این است که فلور لاکتیک مانع از گسترش و نشو و نماي فلور بیماری‌زا است». در این رهگذر به کار تحقیقاتی که اخیراً انجام گرفته خود را نزدیک کنیم، بر اساس این تحقیقات مشخص شده که رژیم غذایی می‌تواند در مقدار توکسین در روده - که توسط ژرم‌های بیماری‌زا تولید می‌گردد، مداخله کند.

### اثر مثبت برای مصونیت

اینطور مقدر بود که بدنبال درخواست صنایع فرارانه یکی از سه کار مورد تقاضا درباره نقش مصونیت باشد. مسأله این بود که آیا حضور باکتری در تغییر و حتی در تحریک اعمال مصونیت مؤثر است یا نه؟ نتایج بدست آمده از نخستین تجربیات در لابراتوار INSERM U1 در بیمارستان Bichat بسیار جالب و دلگرم کننده بود. در حقیقت موش‌هایی که در رژیم غذایی آنها به طور مرتب ماست وجود داشت در مقام مقایسه با میزان بقیه موش‌ها، مقدار زیادی از آنتی‌کوره‌هایشان افزایش پیدا کرد.

تجرباتی که در همین آزمایشگاه از سر گرفته شد و نتایج مورد تأیید قرار نگرفت به احتمال

نزدیک به یقین، به دلیل نارسایی تجربی بوده است. برای اطمینان و درآمدن از دودلی، کار تحقیقاتی بر روی حیوانات بدون ژرم (حیواناتی که به محض تولد در مکان‌های مخصوص نگهداری و محافظت می‌شوند تا آلودگی پیدا نکنند)، انجام گرفت. وقتی این بار ماست به طور مرتب به موش خورانیده شد، فلور روده‌ای آنها فقط باکتری که توسط ماست به روده آنها آورده شده بود در برداشت. تجربیات نشان داد که برخی از اعضا درگیر واکنش‌های مصنوعی، تحریک شده‌اند که عبارتند از طحال، گانگلیون‌های مزانتریکی (گره‌های موجود در روده بند) و این فعال شدن در عضو دیگر مشاهده نگردیده است. یک واقعیت دیگر نیز با همکاری گروه دیگر از محققین در فرانسه بررسی شد. این محققان مشاهده کردند که لاکتوباسیل‌های ماست در گانگلیون‌های مزانتریکی به صورت زنده پیدا می‌شود پس انتقال *L. Bulgaricus* روده‌ای به طرف گانگلیون‌های مزانتریکی وجود دارد. دلیل این پدیده مشخص نیست. می‌توان تصور کرد که سلول‌های مخصوص مصونیت (لنفوسیتها) که در این عقده‌ها وجود دارد تحریک می‌شود و سبب تشکیل ماده ضد ویروس بنام انترفرون (*Interferon*) می‌شود. به موازات این تجربیات، محققین ایتالیایی نیز با آزمایش‌هایی که درباره لنفوسیت انسانی که قبلاً تحریک شده بود انجام دادند، افزایش انترفرون را در حضور فلور ماست مشاهده کردند. به طور مسلم در بررسی‌های ذکر شده اثبات این امر که وارد شدن ماست به داخل معده انسان بر روی فعالیت لنفوسیت و ترشح انترفرون مؤثر است، باقی مانده است. اما می‌توان قبول کرد که این تحقیقات ارزش دنبال کردن دارد تا نقش ماست در دفاع مصونیت بدن هر چه بیشتر و عمیق‌تر بررسی شود.



بقیه از صفحه ۳

در همین زمینه پرسشنامه‌ای برای نظرخواهی در مورد کیفیت مجله رشد آموزش شیمی، کتابهای درسی شیمی، کتابهای معلم شیمی سال چهارم و سوم، نحوه سخنرانیها در تهران و شهرستانها و کلاسهای کارآموزی و کارآیی محتوای آنها تهیه شده است که در صفحه ۷۳ این مجله آمده است.

در نظر است در محتوای کتابهای شیمی دبیرستان، هنرستان آموزش فنی و هنرستان آموزش حرفه‌ای تغییر اساسی داده شود. از این رو تقاضا داریم گروه شیمی را یاری دهید، پیشنهادات خود را به دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی بفرستید، در صورت امکان، نام سرفصلهای هر کتاب را به تفکیک مشخص کنید و تا اندازه‌ای به شرح جزییات آنها بپردازید.

در پایان، از همکاران و دوستان محترم شیمی که ما را با پیشنهادات و رهنمونهای خود، مورد لطف قرار داده‌اند، سپاسگزاریم. از دست‌اندرکاران تهیه، چاپ و بخش این مجله تشکر فراوان داریم. تسندرستی و پیروزی خوانندگان و همکاران ارجمند را در کارهای نیک از خدای مهربان خواهانیم.

سر دبیر

این مقاله به وضوح نشان می‌دهد که تحقیق درباره یک غذا می‌تواند گره از مسائل اساسی که نفع مسلم در بردارد، بگشاید. در ابتدا چنین تحقیقی از طرف هیچ ارگانی حتی مرکز ملی تحقیقات علمی (CNRS) یا INSERM در فرانسه تحت حمایت قرار نگرفت. وضعیت کنونی به چه صورت است؟ آیا پرونده موضوع به مقدار کافی غنی به نظر می‌رسد؟ به این مناسبت می‌توان از خود پرسید چه تحقیقاتی درباره غذاهای مرسوم (نان، پنیر و غیره...) و یا غذاهای جدید انجام پذیرفته است. اما امروز چنین چیزی وجود ندارد در حالیکه همگان اذعان دارند که باید محصولات غذایی برحسب کیفیت و فایده‌ای که برای سلامتی مصرف کننده دارد، کاملاً مشخص و تعریف شوند.

در رابطه با ماست، چندین واقعیت قابل یادآوری است. دورنما قابل ملاحظه است. انتخاب سوش‌های فلور معمولی ماست با خواص مخصوص و انتخاب سوش دیگر که به آنها افزوده و یا جانشین آنها می‌شود تا غذاهای جدید با کیفیت‌های دیگر تهیه کرد. اخیراً راه توسط کارخانجات صنعتی گشوده شد. بدین ترتیب که به ماست «Bifidobacterium» اضافه می‌شود که تشکیل دهنده فلور اصلی غذای نوزادی که از پستان مادر تغذیه می‌کند، می‌باشد. این ماده احتمالاً می‌تواند یک محصول جدید باشد که مشخصات غذایی آن هنوز مشخص نشده است.

ترجمه از:

# بررسی متابولیسم به عنوان مجموعه‌ای از واکنش‌های شیمیایی (گلیکولیز Glycolyse)

این مقاله به کتابهای رشته زیست‌شناسی  
مربوط است.

دکتر مسعود روحی لاریجانی

کار می‌رود زیرا هم فرآیند کاتابولیسم و هم آنابولیسم طی مراحل کوچک و مشخص که از مراحل واسطه متعددی تا رسیدن به محصولات نهایی می‌گذرد انجام می‌گیرد.

چرا متابولیسم شامل توالی طولانی از واکنش‌هایی است که در آن به تدریج ساختمان ترکیب تغییر می‌یابد؟ پاسخ این پرسش را می‌توان چنین توضیح داد که: برای یک آنزیم سهل‌تر است که تغییرات کوچک ساختمانی یک سوبسترای چون گلوکز را کاتالیز کند زیرا این عمل به مراتب آسان‌تر از آن است که انتظار داشته باشیم آنزیم به گلوکز به پیوند و هم‌زمان هرشش اتم کربن موجود را اکسید کند. به علاوه گسسته شدن فرآیند متابولیسم به مراحل متعدد عمل دریافت قسمتی از انرژی آزاد شده در کاتابولیسم را آسان می‌کند و به سلول امکان می‌دهد تا ترکیب‌های واسطه متعددی را سنتز کند که دست مایه بیوسنتز برای پلی‌ساکاریدها، پروتئینها، اسیدهای نوکلئیک لازم برای رشد سلول است و در همین راستا ایجاد مسیری است برای تبدیل چربیها یا پروتئینها به کربوهیدرات‌ها و یا برعکس (برحسب شرایط لازم). و نهایتاً فراهم کننده تعدادی مراکز فعال است که در آن یک واکنش ممکن است تشدید و یا جلوگیری شود و از این طریق سلول به نحوی ظریف بر سرعت واکنش‌های متابولیکی کنترل خود را اعمال می‌کند.

فرآیند غیر هوازی در مقابل هوازی - آگس - تعداد واکنش‌هایی که به وسیله هر سلول انجام می‌گیرد و تعداد سلول‌های متفاوت از مرز گیاهان ساده تا جانوران در نظر گرفته شود و تفاوت فاحش بین انواع گیاهان و جانوران، میزان آگاهیهای لازم برای تشریح متابولیسم در حقیقت بی‌پایان به نظر

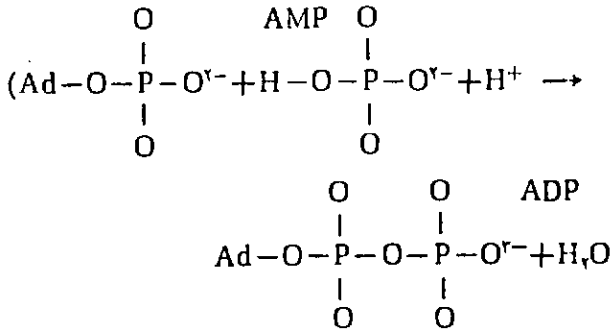
۱- واژه متابولیسم از ریشه یونانی (Metabola) به معنای قابل تغییر، به مجموعه‌ای از واکنش‌های شیمیایی گفته می‌شود که در یک سیستم زیستی انجام می‌پذیرد و شامل فرآیندهایی است که در اثر آن سلول:

- (۱) از محیط پیرامون خود انرژی دریافت می‌کند.
- (۲) مواد غذایی را به واحد ساختاری لازم جهت سنتز ماکرومولکول‌هایی چون پلی‌ساکاریدها، پروتئینها و اسیدهای نوکلئیک می‌رساند.
- (۳) سنتز ماکرومولکول‌های لازم برای رشد و تکثیر سلول.
- (۴) تنزل ماکرومولکول‌ها به منظور دریافت انرژی یا حفظ واحدهای ساختمانی لازم برای ساختار آینده‌اش.

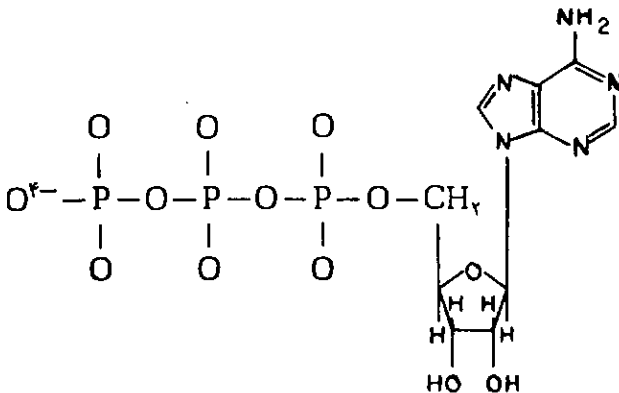
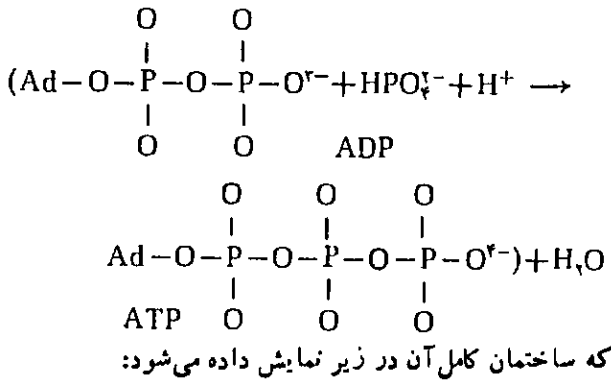
با توجه به شرح بالا به نظر می‌رسد بهتر آن است که این مجموعه فرآیندها را به دو گروه از توالی واکنش‌ها یا مسیرها تحت عنوان کاتابولیسم یا ریشه یونانی (Katabole) به معنای فروپاشی و به فرآیندهایی گفته می‌شود که در آن ترکیبی به اجزاء کوچک‌تر یا ساده‌تر شکسته می‌شود مانند تشکیل یون لاکتات یا اتانول و  $(\text{NH}_3, \text{CO}_2)$  و غیره. این فرآیند همیشه با آزاد کردن انرژی همراه است و یکی از هدف‌های متابولیسم هم جذب حداقل قسمتی از این انرژی از مولکول‌های پراانرژی، نظیر ادنوزین تری فسفات (A.T.P) است و آنابولیسم یا ریشه (anabole) به معنای افزایش، معرف توالی واکنش‌هایی است که در آن به طور منسازاینده، مولکول‌های پیچیده‌تر با استفاده از ATP سنتز می‌شود.

صفت حد واسط یا «واسطه‌گی» غالباً برای متابولیسم به

می‌رسد. خوشبختانه متابولیسم با دو عامل نسبتاً ساده مشخص می‌شود اول آنکه متابولیسم در داخل سلول يك گونه تغییرات کوچکی را نشان می‌دهد در ثانی فرآیند متابولیسمی را می‌توان از طریق يك استخوانبندی از واکنشها در مسیرهایی محدودی نظیر «گلیکولیز» سازمان دهی و در نتیجه با درك تعداد محدودی از این مسیرها می‌توان مجموعه بزرگی از آگاهیهها درباره کل فرآیند متابولیسم در اختیار داشت. علاوه بر این وقتی صحبت از متابولیسم است، مفید به نظر می‌رسد که بین ارگانیزم هوازی و غیر هوازی و فاکولتاتیو (Facultative) تمایزی قابل باشیم به این ترتیب که ارگانیزم غیر هوازی در غیاب اکسیژن تکثیر پیدا می‌کند لذا نمی‌توانند  $O_2$  را در متابولیسم خود مصرف کنند و غالباً در اثر آن مسموم می‌شوند و در مقابل ارگانیزم هوازی برای ادامه حیات به اکسیژن نیازمند است و ارگانیزمی که قادر باشد هم در شرایط هوازی و هم غیر هوازی زنده بماند به آن فاکولتاتیو گویند.



در مرحله بعدی، فسفریلاسیون ADP منجر به تشکیل ATP می‌شود

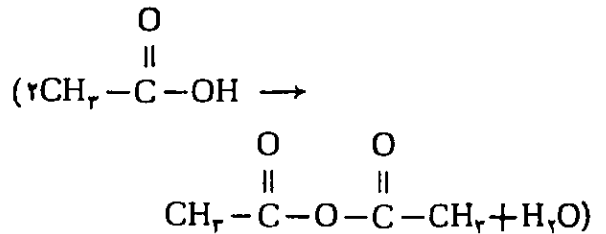


انرژیهای بیوشیمیایی - چنین به نظر می‌رسد که ادنوزین تری فسفات (ATP) منبع اولیه انرژی شیمیایی برای انواعی شماری از فرآیندهای بیولوژیکی باشد که نیروی محرکه فرآیندهای مختلفی از قبیل بیولومینسانس (Bioluminescence) انتقال یونها، و قرار دادن مولکولها در کنار هم در سلول غشایی، انقباض عضلانی، سنتز کر بوئیدراتها، چربیها، پروتئین و اسیدهای نوکلئیک و تشکیل گازهای  $N_2$  و  $CO_2$  است. اگر چه، ATP را يك تری فسفات می‌نامیم ولی از نظر ساختمانی مشابه يك انیدرید اسید شبیه انیدرید استیک است.

کلید درك نقش ATP در متابولیسم را باید در این مطلب جستجو نمود که چرا ATP را يك مولکول فسفات پرانرژی می‌نامند؟ استرهای فسفات مثل گلوکز - ۶- فسفات و انیدریدی مانند ATP در مقابل تیدرولیز ناپایدارند. پیش از آنکه بتوانیم انرژی آزاد تیدرولیز آنها را مقایسه کنیم چنین به نظر می‌رسد که بسیار حائز اهمیت است بدانیم که تعریف محدود حالت استاندارد هنگامی که سیستم بیولوژیکی مورد نظر باشد ایجاد مسائل تازه‌ای می‌کند. حالت استاندارد برای يك

با توجه به اینکه گلیکولیز یکی از منابع اصلی تأمین انرژی برای ارگانیزم غیر هوازی است همچنین نخستین مرحله تنزل گسلوکز در ارگانیزم هوازی است در این مرحله گلوکز به پیرووات (Pyruvate)، لاکتات اتانول تنزل یافته قسمتی از انرژی آزاد شده برای سنتز ATP از ADP و فسفات جذب می‌شود.

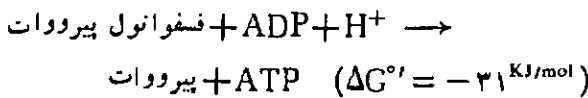
به این معنا که ATP يك انیدرید مختلفی است از تراکم ادنوزین مونوفسفات (AMP) با يك یون فسفات ( $HPO_4^-$ )



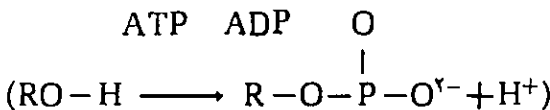
به این معنا که ATP يك انیدرید مختلفی است از تراکم ادنوزین مونوفسفات (AMP) با يك یون فسفات ( $HPO_4^-$ )



برای محصولات این واکنش نسبت به مواد اولیه می‌توان نوشت و به این ترتیب تیدرولیز سبب افزایش پایداری ناشی از رزونانس می‌شود. تنها راه برای موجودات غیر هوازی در سنتز ATP عبارت است از ساخت فسفات بسیار پرانرژی که در تیدرولیز از ATP یا ADP پایداری بسیار کمتری دارد به این ترتیب مراحل عمده‌ای از گلیکولیز برای ساختن فسفات بسیار پرانرژی واسطه مثل فسفوانول پیرووات ۱، ۳- دی فسفو گلیسرات که دارای انرژی کافی برای تبدیل ADP به ATP می‌باشد طراحی شده است.



نامگذاری آنزیمها - قبل از آنکه در باره مراحل جداگانه گلیکولیز بحث شود بهتر است نگاهی به نامگذاری آنزیمها شود، اکثر آنزیمها با توجه به واکنش پذیر سوبسترا و نوع واکنشی که به وسیله آن کاتالیز می‌شود نامیده می‌شوند مثلاً یک آنزیمی که الکل را با خارج ساختن تیدروژن به الدتید تبدیل می‌کند به نام الکل دئیدروژناز نامیده می‌شود. گروه مهمی از آنزیمها که در مراحل واسطه در متابولیسم عمل می‌کنند تحت عنوان کینازها معرفی می‌شوند یا آنزیمهایی که اتصال فسفات از ATP به الکل برای تشکیل فسفات یا فسفونوستر را کاتالیز می‌کنند:

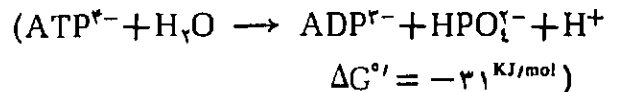


مثلاً فسفریلاسیون یکی از گروههای OH- در گلوکز برای تشکیل گلوکز ۶- فسفات به وسیله آنزیمهایی به نام هگزوکیناز و گلوکو کیناز انجام می‌گیرد موتازها (Mutases) گروه دیگری از آنزیمها است که انتقال داخلی فسفات بین یک سوبسترا را انجام می‌دهد. مثل فسفو گلیسر و موتاز که تبدیل ۳- فسفو گلیسرات به ۲- فسفو گلیسرات را به عهده دارد.

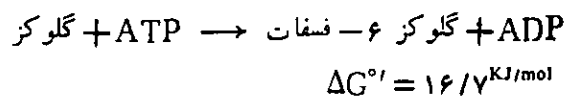
یا یک ایزومر از تبدیل یک (ایزومر) به دیگری را کاتالیز می‌کند. آنزیمهای ایزومراز ممکن است واکنشی که در آن اکسید و احیاء انجام می‌گیرد را نیز کاتالیز کند مثل تبدیل یک الدتید (گلوکز ۶- فسفات) به ستن (فرکتوز ۶- فسفات) اما در درجه اکسیداسیون سوبسترا تغییر واضحی انجام نمی‌گیرد. برعکس آنزیم دئیدروژناز واکنشی را کاتالیز می‌کند که در

واکنش که در برگیرنده یون  $\text{H}^+$  باشد حالتی است که غلظت یون  $\text{H}^+$  دقیقاً ۱/۱۰۰۰ مول باشد و این کاملاً واضح است که برای واکنشهای بیولوژیکی این حالت امری غیر واقعی است زیرا واکنشهای بیولوژیکی اغلب در pH نزدیک به ۷ اتفاق می‌افتد و در این صورت حالت استاندارد برای واکنشهای بیوشیمیایی در  $\text{pH} = 7$  تعریف می‌شود و این قرار داد را با به کار بردن  $(\Delta G^\circ')$  به جای  $(\Delta G^\circ)$  نشان می‌دهند. تفاوت بین  $(\Delta G^\circ)$  و  $(\Delta G^\circ')$  برای یک واکنش که یک یون تنهای  $\text{H}^+$  آزاد یا مصرف می‌کند برابر  $(400 \text{ KJ/mol})$  است.

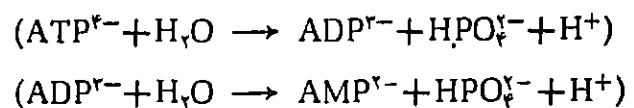
انرژی آزاد استاندارد تیدرولیز یک استر فسفات مشخص مثل گلوکز ۶- فسفات یا فرکتوز ۶- فسفات حدود  $(15 \text{ KJ/mol})$  است. انرژی آزاد تیدرولیز ATP به ADP (با ADP به AMP) دو برابر آن است



ATP و ADP غالباً به نام فسفات پرانرژی نامیده می‌شوند زیرا انرژی ذخیره شده در یک فسفات پر انرژی به اندازه‌ای است که می‌تواند عمل فسفریلاسیون در یک قند مثل گلوکز یا فرکتوز را انجام دهد:



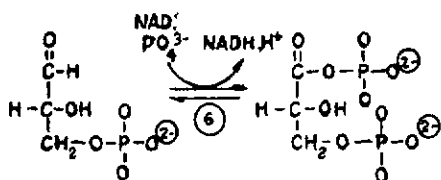
برای توجیه بزرگتر بودن غیر عادی انرژی آزاد تیدرولیز ATP یا ADP دلایلی موجود است از آن جمله اینکه در یک pH مخصوص فیزیولوژیک اسکلت اصلی پلی فسفات حامل تعدادی اتم اکسیژن با بار منفی است که به شدت یکدیگر را دفع می‌کنند. تیدرولیز ATP به ADP و یون فسفات یا ADP به AMO و فسفات، قسمتی از این دافعه را برطرف می‌کند علاوه بر این تیدرولیز سبب افزایش مجموع بار یونی می‌شود.



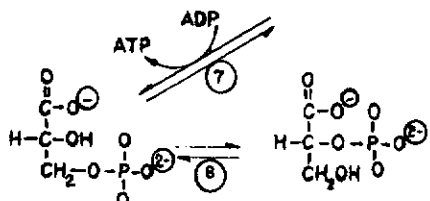
و به این ترتیب در حل مسأله انرژی آزاد محصولات شرکت می‌کند انرژی آزاد مربوط به واکنش بین یون  $\text{H}^+$  حاصل در طی تیدرولیز و محیط با فری اطراف همچنین به تکمیل این واکنش کمک می‌کند و بالاخره ساختمانهای رزونانس بیشتری

قسمت دوم

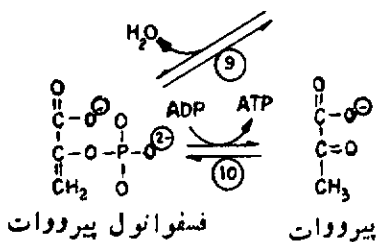
گلیکولیز مرحله دوم



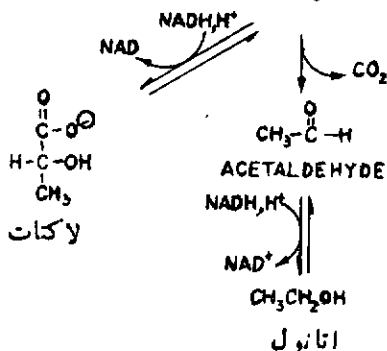
۱، ۳- دی فسفو گلیسران    گلیسرالدهید ۳- فسفات



۲- فسفو گلیسران    ۳- فسفو گلیسران



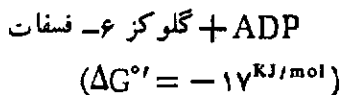
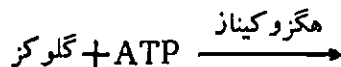
پیروات    فسفوانول پیروات



لاکتات

ACETALDEHYDE  
NADH, H<sup>+</sup>  
NAD<sup>+</sup>  
CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH  
اتانول

مرحله اول: فسفر بلاسیون گلوکز - مرحله اول فسفر بلاسیون گلوکز کاتالیز شده به وسیله آنزیم برروی کسربن (C<sub>6</sub>) و تشکیل استرفسفات است.



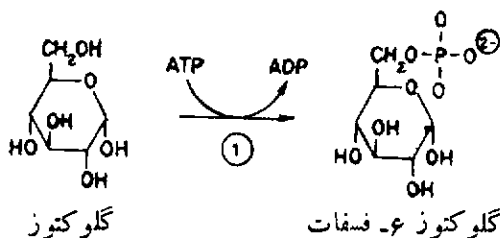
همانطور که مشاهده می شود در این مرحله يك مولکول ATP مصرف می شود، مزیت آن در این است که مولکول گلوکز را با گروه فسفات با بار زیاد نشان دار نموده که این امر به شناخت توالی عبای آنزیم و اتصال آن به سوبسترای (واکنش پذیر) مناسب کمک می کند.

درجه اکسیداسیون سوبسترا تغییر واضح حاصل می شود به این دلیل واکنش کاتالیز شده به وسیله دئیدروژناز غالباً دو طرفه است و معمولاً از دیدگاه واکنش اکسیداسیون نامگذاری می شود مثلاً احیاء استالدهید به اتانول که به وسیله آنزیم الکل دئیدروژناز کاتالیز می شود.

گلیکولیز - به معنای تفکیک گلوکز به مجموعه ای از دو تا یازده واکنش کاتالیز شده به وسیله آنزیم است که در شمای زیر تنزل يك مولکول گلوکز به دو مولکول پیروات یا لاکتات یا اتانول؛ و سنتز دو مولکول ATP نشان داده شده است این شما را در دو قسمت که هر قسمت شامل مراحل مختلفی است می توان نشان داد:

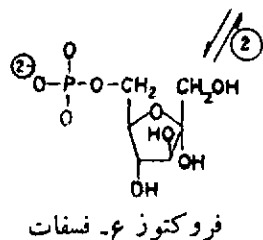
قسمت اول

گلیکولیز مرحله اول

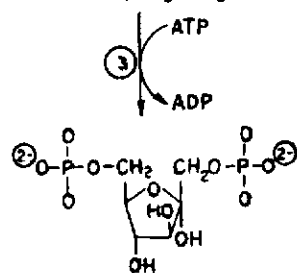


گلوکتوز

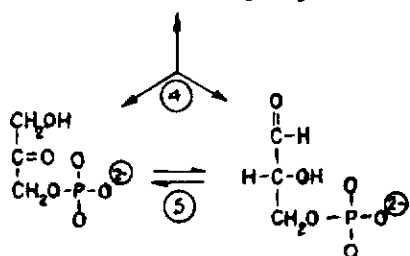
گلوکتوز ۶- فسفات



فروکتوز ۶- فسفات



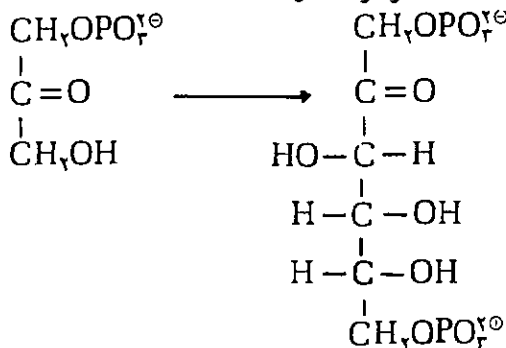
فروکتوز ۱، ۶- دی فسفات



دی هیدروکی استن فسفات

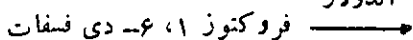
گلیسرالدهید ۳- فسفات

۳- فسفات در نظر گرفته شود



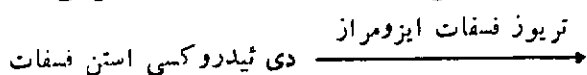
انزیمی که گسسته شدن فروکتوز ۱،۶- دی فسفات به مخلوطی از دی تیدروکسی استن فسفات و گلیسرالدئید ۳- فسفات را انجام می‌دهد معمولاً به نام «الدولاز» (Aldolase) خوانده می‌شود.

الدولاز



گلیسرالدئید ۳- فسفات + دی تیدروکسی استن فسفات  
 $(\Delta G^{\circ} = +24 \text{ kJ/mol})$  اگر چه رابطه تعادل در این واکنش به شدت به سود مواد اولیه است  $(K_c = 6/25 \times 10^{-5})$  معیناً واکنش به طرف راست هدایت می‌شود زیرا محصول این واکنش در مراحل بعدی مصرف می‌شود.

مرحله پنجم: تبدیل به تریوز فسفات - دی تیدروکسی استون - فسفات و گلیسرالدئید ۳- فسفات هر دو تریوز فسفات هستند (فند سه کربنی) در حالیکه DHAP نمی‌تواند در نیمه دوم مسیر گلیکولیتیک شرکت کند. ولی در اثر آنزیم ایزومراز به مولکول دومی از گلیسرالدئید ۳- فسفات تبدیل می‌شود.

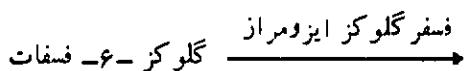


گلیسرالدئید ۳- فسفات

اولین نتیجه بارز از پنج مرحله گلیکولیز که قدمت اول را تشکیل می‌دهد شکسته شدن مولکول گلوکز به دو مولکول گلیسرالدئید ۳- فسفات بدون تغییر بارز در فرمول تجربی  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  خواهد بود و در این صورت اکسیداسیون و احیاء صورت نگرفته است.

مرحله ششم - اکسیداسیون گلیسرالدئید ۳- فسفات - به این ترتیب هدف اولیه گلیکولیز تولید ATP بوده و در پنج مرحله اولیه دو مولکول ATP مصرف شده و مرحله ششم مرحله‌ای از واکنش را در برمی‌گیرد که دو مولکول ATP تولید می‌کند و در نتیجه به بیلان متعادلی می‌رسیم. در این مرحله گلیسرالدئید اکسید سپس فسفر یله می‌شود تا یک

مرحله دوم: ایزومریزاسیون - در مرحله دوم گلوکز ۶- فسفات عامل الدئیدی (الدوز) به عامل سنتی (ستوز) تبدیل می‌شود



فروکتوز ۶- فسفات

$$(\Delta G^{\circ} = +2 \text{ kJ/mol})$$

ثابت تعادل در این واکنش به طور جزئی مناسب برای مواد اولیه است  $(K_c = 0/4)$  اما واکنش به آسانی از چپ به راست پیش می‌رود و این مسأله به علت مقدار نسبتاً زیاد گلوکز ۶- فسفاتی است که در سلول ساخته می‌شود.

مرحله سوم: فسفریلاسیون فروکتوز ۶- فسفات - مولکول دومی از ATP در این مرحله مصرف می‌شود تا صرف فسفریلاسیون فروکتور ۶- فسفات در روی  $\text{C}_6$  بشود و ایجاد فروکتوز ۱،۶- دی فسفات می‌کند.

فسفو فروکتو کیناز

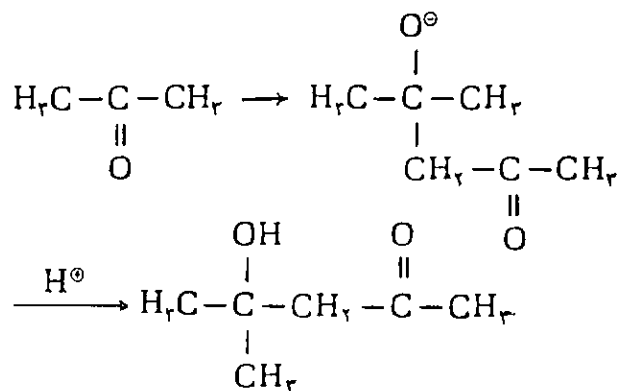


ADP + فروکتوز ۱،۶- دی فسفات

$$(\Delta G^{\circ} = -14/2 \text{ kJ/mol})$$

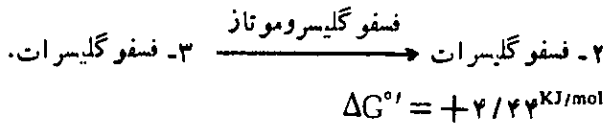
بار دیگر انرژی آزاد ذخیره شده در مولکول ATP صرف هدایت يك واکنش در جهتی می‌شود که بدون آن مسیر نامطلوبی تلقی می‌شود.

مرحله چهارم: گسسته شدن فروکتوز ۱،۶- دی فسفات - در حضور الدئیدها یا سنتن‌هایی که دارای تیدروژن در موقعیت  $\alpha$  باشند. (تیدروژن  $\alpha$ ) در واکنش برگشت پذیری به نام تراکم الدولی شرکت می‌کنند.

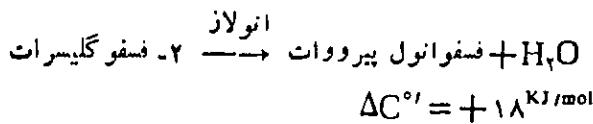


فروکتوز ۱،۶- دی فسفات می‌تواند به عنوان يك محصولی از تراکم الدولی دی تیدروکسی استن فسفات و گلیسرالدئید

اعمالی است که منجر به سنتز يك مولكول فسفات پرانرژی می‌شود.



مرحله نهم: دلیدراسیون (آبگیری) ۲- فسفو گلیسر ات - از دلیدراسیون ۲- فسفو گلیسر ات، فسفوانول پیرووات (PEP) به دست می‌آید:

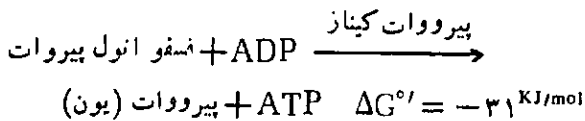


این یکی از زیبا ترین واکنشهای متابولیکی است. انرژی آزاد کل واکنش در حد قابل اغماض کوچک است و این واکنش يك فسفات کم انرژی  $\Delta G^{\circ} \text{hyd} = -18 \text{ kJ/mol}$  را به يك فسفات پر انرژی تبدیل می‌کند:

$$\Delta G^{\circ} \text{hyd} = -61/9 \text{ kJ/mol}$$

که قادر است ADP را به ATP تبدیل کند.

مرحله دهم: سنتز ATP - تعادل سن - انول عمدتاً به طرف سن متمایل است باز آرای فسفوانول پیرووات به ایزومر سنتی نتیجتاً قادر خواهد بود که انتقال گروه فسفات از PEP به ADP و یون پیرووات را عملی سازد:

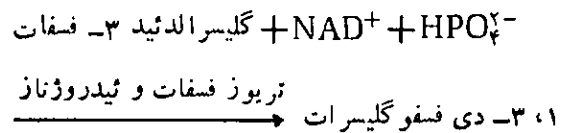


چون دو یون فسفوانول پیرووات از هر مولكول گلوکز تولید می‌شود که در مسیر گلیکولیک وارد می‌شود پس نتیجه نهایی این مرحله سنتز دو مولكول ATP خواهد بود.

يك مولكول ATP در هر يك از مراحل ۱، ۳- گلیکولیز مصرف شده و دو مولكول در هر يك از مراحل ۷ و ۱۰ تولید می‌شود به این ترتیب تعادل انرژی برای گلیکولیز عبارت خواهد بود از دو ATP برای هر مولكول گلوکز.

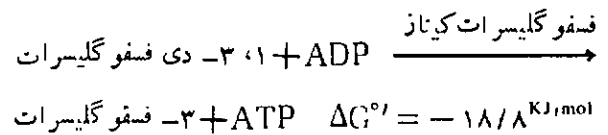
مرحله یازدهم: احیای پیرووات - برای تکمیل مراحل گلیکولیز يك مرحله دیگری هم لازم است به این ترتیب که اکسیداسیون گلیسرالدئید ۳- فسفات در مرحله ششم همراه با احیاء  $\text{NAD}^+$  به  $\text{NADH}$  انجام می‌گیرد  $\text{NAD}^+$  مثل

اسید فسفات از نوع ۱، ۳- دی فسفو گلیسر ات یا ۳- فسفو فسفات گلیسر وئیل بنا بر واکنش زیر نماید:



آنزیم خود قادر به اکسید یا احیا کردن سوسترا به طور مستقیم نمی‌باشد بلکه فقط واکنش اکسیداسیون یا احیاء را کاتالیز می‌کند. عامل اکسیدکننده در این واکنش کو آنزیمی به نام نیکوتین آمید آدنین دی نو کلو تید ( $\text{NAD}^+$ ) است که به آنزیم تریوز فسفات دئیدروژناز متصل شده و يك یون ئیدرید ( $\text{H}^-$ ) از آن جدا می‌کند و به شکل کو آنزیم احیاء شده  $\text{NADH}$  در می‌آید، اتم دوم ئیدروژن در این واکنش اکسیداسیون به صورت یون  $\text{H}^{\oplus}$  وارد محلول می‌شود.

مرحله هفتم: سنتز ATP - ۱، ۳- دی فسفو گلیسر ات يك فسفات فوق العاده پر انرژی است که يك فسفات را به ADP انتقال داده تولید ATP می‌کند.



جای تعجب نخواهد بود که ۱، ۳- دی فسفو گلیسر ات از انرژی آزاد ئیدرولیز بالایی برخوردار باشد زیرا دافعه بین الکترونها در گروه امیل فسفات در  $\text{C}_1$  شباهت زیادی به دافعه بین الکترونها در اسکلت اصلی پلی فسفات ATP دارد که تشدید کننده انرژی آزاد ئیدرولیز در آن ترکیب است.

به علاوه یون ۱، ۳- دی فسفو گلیسر ات حاوی دو گروه فسفات باردار در موقعیت بسیار نزدیک به هم می‌باشند اثر واضح مراحل ۶ و ۷ دریافت قسمتی از انرژی آزاد شده به صورت ATP بوده (وقتی که الدئید اکسید می‌شود).

زیرا دو یون ۱، ۳- دی فسفو گلیسر ات درازای مولكول گلوکز مصرف شده تشکیل می‌شود. در این مرحله تولید دو مولكول ATP می‌شود که ATP مصرف شده در مراحل ۱ و ۳ را جبران می‌کند.

مرحله هشتم: ایزومری شدن ۳- فسفو گلیسر ات - با انتقال يك گروه فسفات از  $\text{C}_2$  به  $\text{C}_3$  این مرحله معرف مجموعه

حدود ۳۵٪ به دست می‌آید.

این محاسبه در عین حال يك عمل اشتباه‌آمیز است زیرا غلظت فیزیولوژیک گلوکز، لاکتات، ATP، ADP و غیره از حالت استاندارد بسیار به دور است اگر ما انرژی آزاد واکنش تنزل گلوکز را با توجه به غلظت گلوکز ( $5\text{m}\mu$ ) و لاکتات با غلظت ( $2/9\text{m}\mu$ ) در يك سلول مشخص مثل گلبول قرمز خون تصحیح کنیم  $\Delta G^{\circ'}$  را برای واکنش مذکور حدود  $210\text{KJ/mol}$  - خواهیم داشت و اگر تصحیح مشابهی برای انرژی آزاد تیدرولیز ATP در گلبول قرمز با غلظت ( $1/85\text{m}\mu$ ) و ADP با غلظت ( $0/138\text{m}\mu$ ) و فسفات ( $1\text{m}\mu$ ) انجام دهیم مقدار  $\Delta G^{\circ'}$  در حدود ( $-55\text{KJ/mol}$ ) به دست می‌آید و این مطابق است با بیش از ۵۰٪ انرژی که در طول فرآیند گلیکولیز خارج می‌شود و به صورت ATP در غلظت فیزیولوژیک جذب شده است.

کربوئیدرات‌های دیگری به عنوان منبع واسطه گلیکولیز - کربوئیدرات‌های دیگری غیر از گلوکز می‌توانند در مسیر گلیکولیک وارد شوند مثلاً فروکتوز می‌تواند فسفریله شده و به فروکتوز، ۱- فسفات تبدیل شود. در این عمل ابتدا توسط کیناز و سپس توسط آلدولاز به دی تیدروکسی استن فسفات و گلیسرالدهید گسته می‌شود آنگاه DHAP می‌تواند به گلیسرالدهید ۳- فسفات تبدیل شود که این عمل به کمک آنزیم تریوز فسفات ایزومراز صورت می‌گیرد، در حالی که گلیسرالدهید می‌تواند در اثر کیناز به گلیسرالدهید ۳- فسفات فسفریله شود. مرحله اول در تنزل گالاکتوز شامل فسفریلاسیون توسط کیناز است که منجر به تشکیل گالاکتوز ۱- فسفات می‌شود و سپس در اثر آنزیم موتاز به گلوکز ۶- فسفات تبدیل می‌شود.

در مواقع وفور زیادی کربوئیدرات در گیاهان و جانوران به گلوکز تبدیل شده که آنهم به صورت نشاسته یا گلیکوژن ذخیره می‌شود. هنگامیکه به منبع انرژی نیاز باشد، این پلی ساکاریدها وارد فرآیند گلیکولیز می‌شوند، در این فرآیند دو آنزیم به نام گلیکوژن (یا نشاسته) فسفریلاز شرکت دارند و سبب شکستن پلی ساکارید به مولکول فسفر گلوکز شده که به صورت گلوکز ۱- فسفات در می‌آید و فسفر گلوکز موتاز این شکل واسطه را به گلوکز ۶- فسفات تبدیل می‌کند.

سایر آنزیم‌های مشابه فقط در غلظت کم در سلول موجود است پس لازم است که NADH در مرحله‌ای جدید به  $\text{NAD}^+$  اکسید شود.

موجودات غیر هوازی می‌توانند این بازگشت NADH به  $\text{NAD}^+$  را با احیا اکسیژن و تبدیل آن به آب انجام دهند. موجودات غیر هوازی این برگردان را با احیاء پیرووات به یون لاکتات یا اتانول انجام می‌دهند. احیاء پیرووات به لاکتات توسط میکروارگانیسم غیر هوازی نظیر باکتری لاکتات که سبب ترش شدن شیر می‌شود صورت پذیر است. این عمل می‌تواند در نسوج عضلانی نیز هنگامی که نیاز به اکسیژن بیش از حل متعارف باشد اتفاق بیفتد

لاکتات دی‌دروژناز

$$\text{NADH} + \text{H}^+ + \text{پيرووات} \xrightarrow{\Delta G^{\circ'} = -25\text{KJ/mol}} \text{NAD}^+ + \text{لاكتات}$$

احیاء پیرووات به اتانول در تخمیر الکلی انجام می‌شود. مرحله اول این فرآیند شامل دکربوکسیلاسیون پیرووات است که توسط آنزیم کاتالیز می‌شود و نتیجه آن تشکیل استالدهید می‌باشد.

مرحله اول

$$\text{CO}_2 + \text{استالدهید} \xrightarrow{\text{پيرووات دکربوکسیلاز}} \text{پيرووات}$$

مرحله بعدی تبدیل استالدهید به اتانول به کمک NADH می‌باشد.

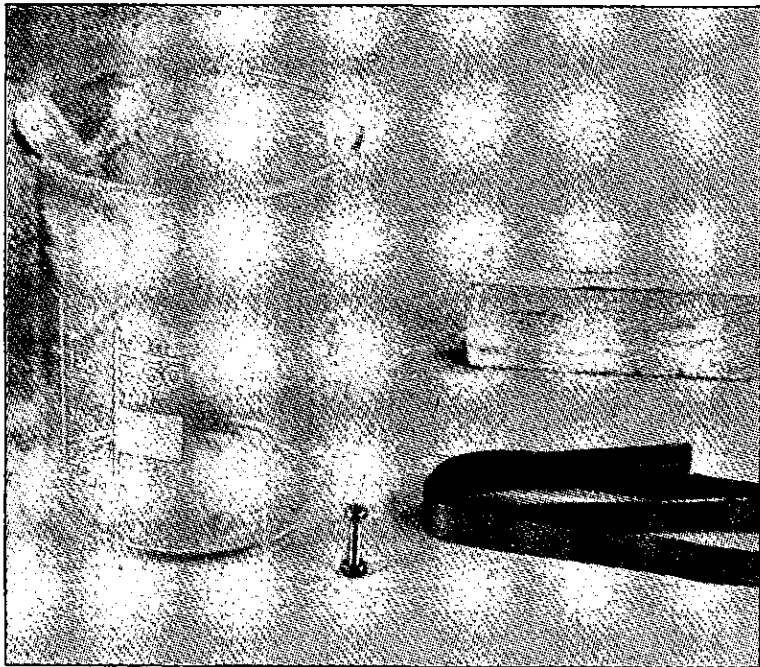
الکل دی‌دروژناز

$$\text{NADH} + \text{H}^+ + \text{استالدهید} \xrightarrow{\text{الکل دی‌دروژناز}} \text{NAD}^+ + \text{اتانول}$$

کارآیی گلیکولیز - اگر چه انرژی آزاد استاندارد از واکنش تجزیه گلوکز به یون لاکتات ( $-197\text{KJ/mol}$ ) فقط جزیی کوچکی از انرژی است که در اکسیداسیون گلوکز به  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  آزاد می‌شود ( $-2870\text{KJ/mol}$ ) اما با وجود این زیبایی گلیکولیز در این است که این انرژی در غیاب هر نوع اکسیداسیون و یا احیاء با رزی آزاد می‌شود. چون در حالی که یون لاکتات ( $-\text{CO}_2^-$ ) از يك سو نسبت به گلوکز اکسید می‌شود از سوی دیگر ( $-\text{CH}_2$ ) احیا می‌شود.

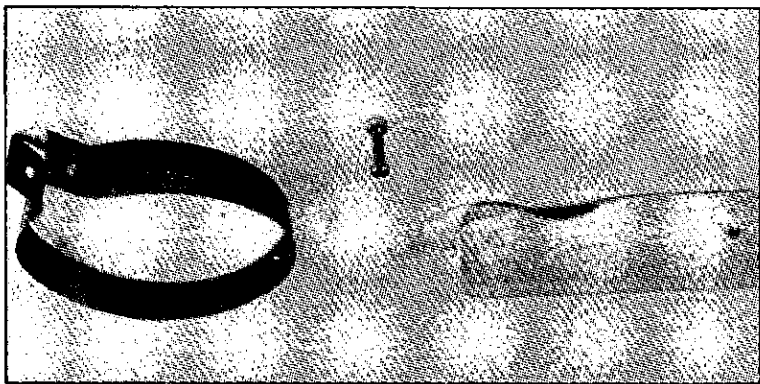
شاید توجه بهتری از کارآیی گلیکولیز با محاسبه بخشی از انرژی که در جریان عمل گلیکولیز آزاد و به صورت ATP جذب می‌شود به دست آید، بسیاری از زیست شیمی‌دانها این محاسبه را با تقسیم انرژی آزاد استاندارد تیدرولیز ATP سنتز شده در این مسیر ( $31 - 2\text{KJ/mol}$  مول ATP) بر کل انرژی واکنش ( $-197\text{KJ/mol}$ ) انجام می‌دهند که يك کارآیی





۱-۱

بشر دسته‌دار



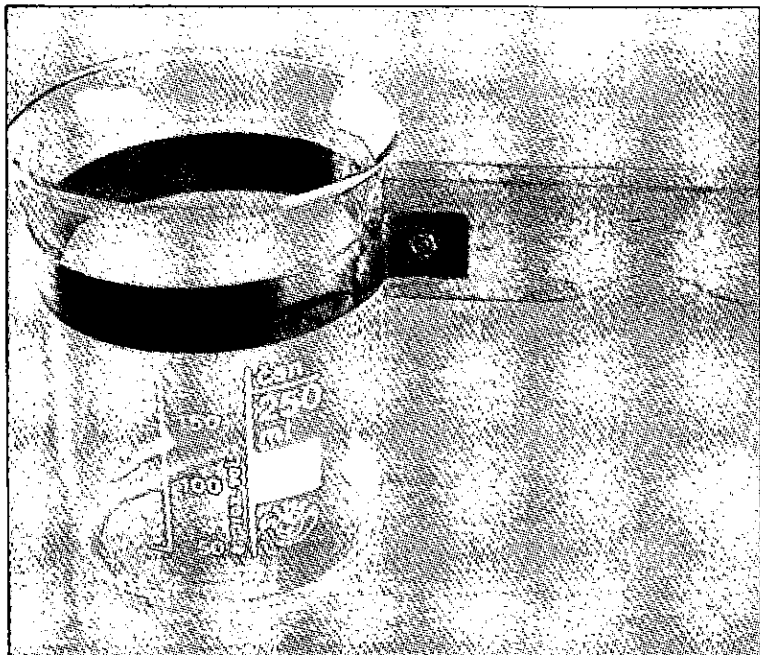
۱-۲

الف - وسایل مورد نیاز:

۱- بشر ۲۵۰<sup>cc</sup> (در صورت انتخاب اندازه دیگر، بقیه وسایل به تناسب آن محاسبه شود).

۲- تسمه فلزی نازک به طول ۳۰ و عرض ۱/۵ سانتی‌متر.

۳- پیچ و مهره به طول ۱/۵ و قطر حدود ۵/۲ سانتی‌متر.



۱-۳

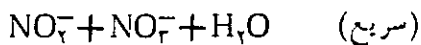
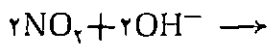
ب - روش ساخت:

۱- چوب را مثل شکل درآورده به اندازه قطر خارجی پیچ و مهره سوراخ کنید.

۲- تسمه فلزی را دور بشر گرفته مطابق شکل خم و دو طرف آن را سوراخ کنید.

۳- مثل تصویر ۱-۳ با پیچ و مهره در بدنه بشر محکم کنید.

نیروی محرکه واکنشهای اکسایشی - کاهش در محلول آبی است) در این مقاله خواهیم دید که چگونه با به کار بردن پتانسیلهای کاهش می توان محصولات واکنش و نیروی محرکه واکنشهای اکسایشی - کاهش را پیشگویی کرد.)  
 باید توجه داشت که داده های ترمودینامیکی صرفاً اطلاعاتی درباره میزان پیشرفت واکنشها به دست می دهند و به هیچ وجه نمی توان براساس این داده ها درباره سرعت واکنشها اظهار نظر کرد.) برای مثال، اگر چه ثابتهای تعادل برای واکنشهای تمهیم نامتناسب در زیر بزرگتر از ۱۰<sup>۶</sup> است ولی تنها واکنش اول است که با سرعت قابل ملاحظه ای در شرایط عادی پیشرفت می کند.



پیشگویی سرعتهای واکنشهای شیمیایی در حال حاضر امکان پذیر نیست و تنها می توان به طور تقریب بعضی از مواد شیمیایی را به عنوان موادی که واکنشهای آنها سریع یا کند است طبقه بندی کرد. در هر حال، گاهی اوقات داده های ترمودینامیکی حتی بدون در اختیار داشتن اطلاعات سینتیکی مفید واقع می شوند و از این رو وقتی براساس داده های ترمودینامیکی به این نتیجه برسیم که واکنشی انجام پذیر نیست، دیگر صرف وقت برای انجام آن بیهوده است.

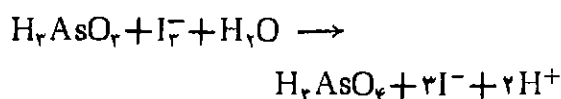
مثلاً چنانچه مایل باشیم که بدانیم آیا می توان هیدرازین را از طریق اکسایش محلول آبی آمونیاک به وسیله اکسید نیتريك تهیه کرد یا نه، نخست از روی جدول انرژیهای آزاد گیبس داده های زیر را استخراج می کنیم.

جزء مورد نظر	$\Delta G_f^\circ (25^\circ\text{C})$ $\text{kcal mol}^{-1}$
$\text{H}_2\text{O}$ (ای.ا)	-۵۶/۶۹
$\text{N}_2\text{H}_4$ (آ.بی)	۳۰/۶
$\text{NO}$ (ز.س)	۲۰/۶۹
$\text{NH}_3$ (آ.بی)	-۶/۳۵

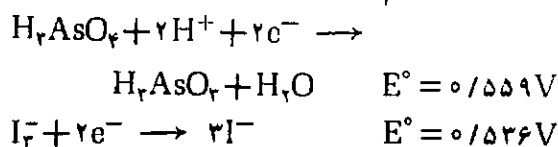
برای تدریس موضوع پیچیده و وسیعی مانند شیمی معدنی، لازم است دانش آموزان را با روشهای مؤثری که به کمک آنها بتوان واکنشهای شیمیایی را خلاصه کرد و آنها را تحت نظم و قاعده معینی درآورد، آشنا کنیم. تعدادی از این روشها را می توان در ترمودینامیک جستجو کرد و یکی از مؤثرترین آنها (کاربرد پتانسیلهای اکسایشی - کاهش برای محاسبه کمی



قرار گرفته‌اند، اکسیده‌کند و يك عامل کاهنده هم باید بتواند کلیه عوامل اکسنده‌ای را که در این جدول پایین‌تر از آن قرار گرفته‌اند، بکاهد. ولی چون پتانسیلهای داده شده، پتانسیلهای «استاندارد» هستند اظهار نظر فوق تنها در موردی صادق است که فعالیت (غلظت مؤثر) گونه‌های مورد نظر برابر واحد باشد. با توجه به اینکه می‌توان از روی پتانسیلهای کاهش برای نیم واکنشها، نیروی محرکه را برای يك واکنش کامل محاسبه کرد، این نکته روشن است که اطلاعات زیادی در این جدول نهفته است. چنانچه مایل باشیم انجام‌پذیر بسودن يك واکنش شیمیایی را پیشگویی کنیم و یا ثابت تعادل آن را محاسبه کنیم مراجعه به چنین جدولی بسیار سودمند است. مثلاً چنانچه بخواهیم نیروی محرکه را برای واکنش زیر محاسبه کنیم:



لازم است که پتانسیلهای مربوط به نیم واکنشهای زیر را از جدول استخراج کنیم:

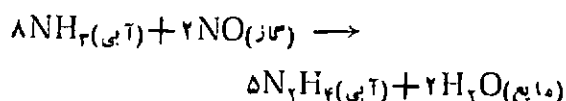


برای به دست آوردن واکنش کامل، نیم واکنش اول را در منفی ضرب می‌کنیم و آن را با نیم واکنش دوم جمع می‌کنیم. توجه داشته باشید که هر موقع نیم واکنشها را با هم جمع می‌زنیم و یا از هم تفریق می‌کنیم، به جای جمع زدن یا تفریق کردن مقادیر  $E^\circ$  مربوط، باید تعداد مناسب الکترون و لتهای، یا مقادیر  $nE^\circ$  (که  $n$  در اینجا تعداد الکترونهاست که در يك نیم واکنش مشاهده می‌شود) را جمع یا تفریق کرد. برای واکنش فوق.

$$nE^\circ = 2(0/536 - 0/559) = -0/022\text{V}$$

است و مقادیر  $\Delta G^\circ$  (بر حسب کالری بر مول) یا  $K$  به قرار

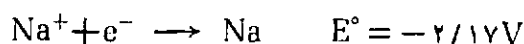
مقدار  $\Delta G^\circ$  برای واکنش زیر  $+49/0\text{kcal mol}^{-1}$  و مقدار  $K$  مساوی  $1/2 \times 10^{-36}$  محاسبه می‌شود



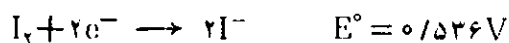
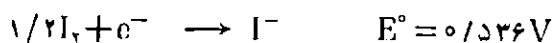
بنا بر این نتیجه می‌گیریم که واکنش فوق نمی‌تواند تحت شرایط عادی پیشرفتی داشته باشد و غلظت قابل ملاحظه‌ای از هیدرازین بدهد.

در هر حال، در تعبیر نتایج حاصل از داده‌های ترمودینامیکی باید جانب احتیاط را رعایت کرد. مثلاً، واکنش يك فاز غیر فرار را در نظر بگیرید که محصولی فرار می‌دهد و  $\Delta G^\circ$  این واکنش خیلی بزرگتر از صفر است. این قبیل واکنشها را غالباً می‌توان به وسیله تخلیه واکنشگاه به کمک پمپ تخلیه و یا به وسیله عبور مداوم يك گاز بی‌اثر حاصل از درون فاز غیر فرار، تا کامل شدن پیش برد. مثالی از این فرایند، آگیری از يك ترکیب جامد آب‌پوشیده در دسیکاتور است.

هر واکنش اکسایشی - کاهش را می‌توان به دو نیم واکنش تقسیم کرد و این نیم واکنشها را مطابق قرار داد به صورت واکنش کاهش می‌نویسیم و نیروی محرکه آنها را به صورت پتانسیل کاهش نشان می‌دهیم. مثلاً داریم:

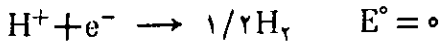


پتانسیلهای کاهش تعدادی از نیم واکنشها در محلول آبی در جدول (۱) داده شده است. این نکته را باید به خاطر داشت که این پتانسیلها بر حسب ولت در  $25^\circ$  داده شده‌اند و مقدار آنها با تغییر ضریب نیم واکنش تغییر نمی‌کند. برای مثال، پتانسیل هر دو نیم واکنش زیر یکسان است:



در جدول (۱) عوامل کاهنده از بالا به پایین به ترتیب تنزل قدرت کاهندگی (و در نتیجه عوامل اکسنده به ترتیب افزایش قدرت اکسندگی) آنها ذکر شده‌اند. يك عامل اکسنده باید بتواند کلیه عوامل کاهنده‌ای را که در این جدول بالاتر از آن

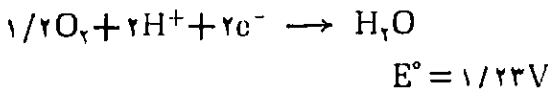
محصولات واکنش در يك سلول الکتروشیمیایی واقعی است و چنین سلولی چنانچه يك واکنش شیمیایی برای تولید جریان الکتریکی در حال انجام باشد، در حالت تعادل نیست. حال چنانچه در نیم واکنش، یون هیدروژن یا یون هیدروکسید ظاهر شود (و فعالیت یونی متناظر با آن در Q ظاهر خواهد شد) پتانسیل این نیم واکنش با pH تغییر می کند. پس برای نیم واکنش یون هیدروژن - هیدروژن داریم:



و می توان نوشت:

$$E = -0.05916 \log \frac{P_{H_2}^{1/2}}{[H^+]}$$

و برای نیم واکنش اکسیژن - آب داریم:

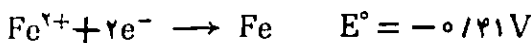


و در این مورد می توان نوشت:

$$E = 1.23 + 0.05916 \log([H^+] P_{O_2}^{1/2})$$

پتانسیل‌های این نیم واکنشها در مقابل pH در شکل (۱) رسم شده است. به طور نظری هیچ عامل اکسنده‌ای که پتانسیل کاهش آن بالای خط  $O_2 - H_2O$  و همین طور هیچ عامل کاهنده‌ای که پتانسیل کاهش آن پایین تر از خط  $H^+ - H_2$  قرار گیرده نمی تواند در محلول آبی وجود داشته باشد. ولی، در واقع، به دلایل سینتیکی، می توان این خطها را حدود ۰/۵V جابجا کرد و خطهای بریده در شکل (۱) مرزهای واقع بینانه تری برای حوزه پایداری عوامل اکسنده و کاهنده را در محلولهای آبی نشان می دهند.

به هنگام به کار بردن پتانسیل‌های کاهش باید به گستره pH که آن پتانسیلها اعتبار دارند توجه داشت. برای مثال، پتانسیل کاهش یون آهن (II) - آهن



در محلولهای قلیایی اعتبار ندارد زیرا در محیط قلیایی یون آهن(II) هیدروکسید اساساً نامحلول می دهد. برای محاسبه پتانسیلی که مناسب محلولهای قلیایی باشد باید حاصلضرب انحلالی هیدروکسید آهن(II) ( $8 \times 10^{-16}$ ) را بدانیم. توجه

زیر محاسبه می شود:

$$-\Delta G^\circ = nE^\circ F = \frac{96500 \text{ J/V} \cdot \text{mol}}{4184 \text{ J/cal}} nE^\circ$$

$$= 1060 \text{ cal mol}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$1060 \text{ cal mol}^{-1} = \frac{8.314 \text{ J/K} \cdot \text{mol}}{4184 \text{ J/cal}} \times 2.303 \ln K$$

$$K = 0.17$$

از این نتایج نباید چنین نتیجه گرفت که واکنش فوق نمی تواند به طور کمی در هیچ يك از دو جهت پیشرفت داشته باشد چرا که در واقع می توان اسید ارسنیو را به وسیله تری یدید (ویا برعکس) به طور کمی سنجش حجمی کرد. برای انجام این اندازه گیریها لازم است که غلظت یون هیدروژن را در محلول تنظیم کنیم. در  $pH = 7$  داریم:

$$\frac{[I^-]^2 [H_3AsO_4]}{[I_3^-] [H_2AsO_4^-]} = \frac{0.17}{(10^{-7})^2} = 1.7 \times 10^{12}$$

و می توان اسید ارسنیو را به وسیله تری یدید یا برعکس، اسید ارسنیک را به وسیله یدید، تیرکرد. در ۰.۰۶M HCl، داریم:

(با صرف نظر کردن از ضرایب فعالیت)

$$\frac{[I^-]^2 [H_3AsO_4]}{[I_3^-] [H_2AsO_4^-]} \approx \frac{0.17}{6^2} \approx 5 \times 10^{-2}$$

و در نتیجه می توان اسید ارسنیک را به طور کمی به وسیله مقدار فراوان یدید کاهش داد و ید آزاد شده را با تیوسولفات (سنجید).

### بستگی پتانسیلها به pH

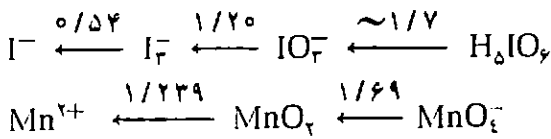
موضوع کلی بستگی پتانسیل‌های کاهش به pH دارای اهمیت زیادی است. پتانسیل هر نیم واکنشی بر طبق رابطه نرنست با تغییر غلظت اجزاء آن تغییر می کند

$$E = E^\circ - \frac{0.05916}{n} \log Q$$

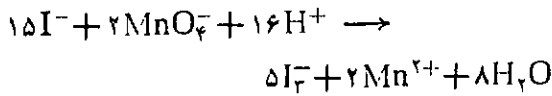
که در اینجا Q، همان شکل ثابت تعادل، Keq، را دارد و لسی تابع فعالیت‌های (غلظتهای مؤثر) واکنش دهنده‌ها و



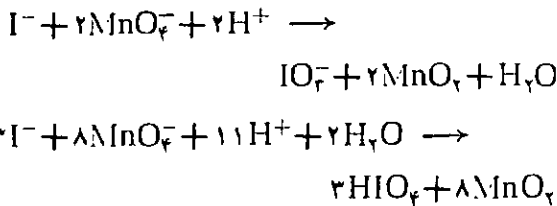




چنانچه واکنش بین یدید و پرمنگنات با مقدار اضافی یدید انجام بگیرد (مثلاً وقتی که پرمنگنات را قطره قطره به محلول اسید هیدرویدیک اضافه می‌کنیم) در این صورت محصولات واکنش باید با حضور یون یدید سازگار باشد. در نتیجه تحت چنین شرایطی یدات نمی‌تواند تشکیل شود چونکه یدات با اضافی یدید ترکیب می‌شود و تری یدید می‌دهد. به همین ترتیب، دی اکسید منگنز نمی‌تواند تشکیل شود زیرا دی اکسید منگنز، یدید را اکسیده می‌کند. پس، واکنش کلی به صورت زیر خواهد بود:



حال چنانچه این واکنش را در حضور پرمنگنات اضافی انجام دهیم (مثلاً وقتی که قطره قطره به محلول اسیدی پرمنگنات اضافه می‌کنیم) محصولات واکنش باید با حضور پرمنگنات سازگار باشد. پس، یون  $Mn^{2+}$  نمی‌تواند تشکیل گردد زیرا این یون با پرمنگنات ترکیب می‌شود و دی اکسید منگنز می‌دهد و یدید هم تنها به تری یدید اکسیده نمی‌شود زیرا که تری یدید قادر است که پرمنگنات را کاهش دهد. در اینجا تشابه اندازه (بزرگی) پتانسیلهای دو نیم واکنش  $MnO_4^- - MnO_4^{2-}$  و  $HIO_6 - IO_3^-$  قضیه را پیچیده می‌کند و ماحصل اینکه یدید به مخلوطی از یدات و اسید پریدیک اکسیده می‌شود

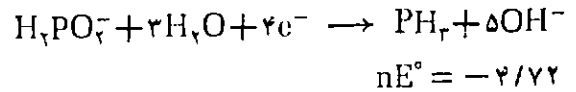
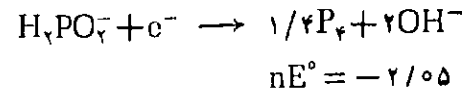
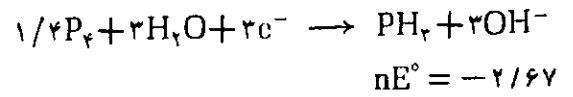


توجه کنید که با تغییر واکنش دهنده‌ای که مقدار آن اضافی است، محصولات کاملاً متفاوتی به دست می‌آید. در پیشگویی محصولات واکنش باید به این نکته توجه داشته باشیم که محصولات نهایی واکنش نباید با یکدیگر و یا با واکنش دهنده‌ای که مقدار آن اضافی است، ترکیب شود.

ملاحظه می‌شود که هیپوفسیت نسبت به تشکیل فسفین و فسفیت ناپایدار است. این واکنش موقعی که هیپوفسیت‌های جامد را حرارت دهیم انجام می‌گیرد، ولی در محلول آبی که گرم باشد، واکنش اصلی کاهش آب و تشکیل هیدروژن است.



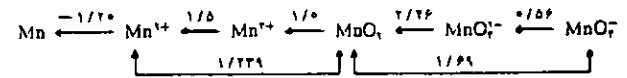
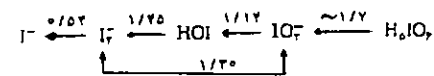
در اینجا بی‌مناسبت نیست که نحوه محاسبه پتانسیل کاهش نیم واکنش هیپوفسیت - فسفین را نشان دهیم. برای این منظور نیم واکنشهای فسفر - فسفین و هیپوفسیت - فسفر را باهم جمع می‌کنیم.



برای به دست آوردن پتانسیل نیم واکنش جدید، الکترون ولتهای مربوط را به تعداد الکترونها تقسیم می‌کنیم

$$E^\circ = -4/72 \div 4 = -1/18$$

یکی از جالبترین کاربردهای نمودارهای پتانسیل کاهش، پیشگویی محصولات واکنشهایی است که در آنها عناصری که چندین حالت اکسایش دارند شرکت می‌کنند. برای مثال واکنشهای یدید و پرمنگنات را در محلول اسیدی در نظر بگیریم. نمودارهای پتانسیل کاهش به قرار زیرند:



در این نمودارها سه جزء  $HIO_3$ ،  $Mn^{2+}$  و  $MnO_4^{2-}$  نسبت به سهم نامتناسب ناپایدارند و بنابراین آنها را از فهرست محصولات احتمالی حذف می‌کنیم و کافی است که نمودارهای ساده شده زیر را در نظر بگیریم:

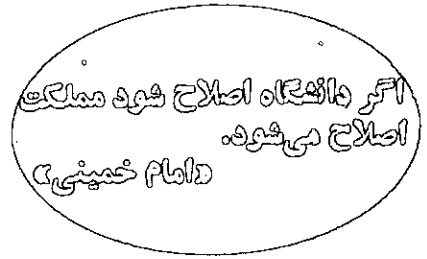
## جدول (۱) پتانسیلهای کاهش تعدادی از نیم واکنشها در محلول آبی

محلولهای اسید		محلولهای بازی	
جفت	$E^\circ$	جفت	$E$
$\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}$	-۲/۷۱	$\text{Mg(OH)}_2 + 2e^- \rightarrow \text{Mg} + 2\text{OH}^-$	-۲/۶۸
$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	-۲/۳۷	$\text{H}_2\text{AlO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{Al} + 2\text{OH}^-$	-۲/۳۵
$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	-۱/۶۶	$\text{B(OH)}_3 + 2\text{H}_2 + 2e^- \rightarrow \text{BH}_4^- + 2\text{OH}^-$	-۱/۶۰
$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$	-۰/۷۶	$\text{HPO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{OH}^-$	-۱/۵۷
$\text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-۰/۵۰	$\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{Zn} + 2\text{OH}^-$	-۱/۲۲
$\text{H}_2\text{BO}_3^- + \text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{BH}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$	-۰/۲۷	$2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{OH}^-$	-۱/۱۲
$\text{Sn}^{4+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}$	-۰/۱۲	$\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-۰/۸۲
$2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{HS}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O}$	-۰/۰۸	$\text{HSnO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{Sn} + 2\text{OH}^-$	-۰/۹۱
$2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	۰/۰۰	$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-$	-۰/۸۲
$\text{HCOOH} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O}$	۰/۰۶	$\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{AsO}_3 + 2\text{OH}^-$	-۰/۶۷
$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{S}$	۰/۱۲	$\text{S} + 2e^- \rightarrow \text{S}^{2-}$	-۰/۷۸
$\text{Sn}^{4+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}$	۰/۱۵	$\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{Cr(OH)}_3 + 3\text{OH}^-$	-۰/۱۳
$\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	۰/۱۷	$\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{HO}_2^- + \text{OH}^-$	-۰/۰۸
$\text{Fe(CN)}_6^{4-} + e^- \rightarrow \text{Fe(CN)}_6^{3-}$	۰/۳۶	$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{PbO} + 2\text{OH}^-$	۰/۱۵
$\text{I}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{I}^-$	۰/۵۴	$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow 2\text{OH}^-$	۰/۲۰
$\text{H}_2\text{AsO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	۰/۵۶	$\text{IO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{I}^- + 2\text{OH}^-$	۰/۲۹
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$	۰/۶۸	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{OH}^-$	۰/۲۹
$\text{Fe}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	۰/۷۷	$\text{H}_2\text{IO}_4^- + 2e^- \rightarrow \text{IO}_3^- + 2\text{OH}^-$	۰/۷۰
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$	۰/۹۶	$\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{Br}^- + 2\text{OH}^-$	۰/۷۶
$\text{Br}_2 + 2e^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	۱/۰۶	$\text{HO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow 2\text{OH}^-$	۲/۸۸
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	۱/۲۲	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	۰/۸۹
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	۱/۲۲	$\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{O}_2^-(\text{g}) + \text{OH}^-$	۱/۲۲
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2e^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	۱/۳۶	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$	۲/۰۱
$\text{PbO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	۱/۲۶		
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	۱/۵۱		
$\text{H}_2\text{IO}_4^- + \text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{IO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	۱/۶۰		
$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	۱/۶۹		
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	۱/۷۷		
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$	۲/۰۱		
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$	۲/۰۷		
$\text{F}_2(\text{g}) + 2e^- \rightarrow 2\text{F}^-$	۲/۸۷		

مراجع:

- ۱) W. L. Jolly, Modern Inorganic Chemistry, Mc Graw - Hill Book Company, 1985.  
 ۲) W. L. Jolly, Collected Readings in Inorganic

Chemistry Vol. II, J. Chem. Educ., p. 106 - 109 (1972).  
 ۳) رشد آموزش شیمی سال اول شماره ۳-۴ (۱۳۶۴) دکتر حسین آقائی



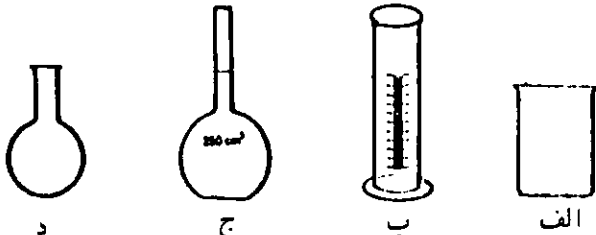
# آزمون شیمی

## گروه آزمایشی

### ریاضی فیزیک

### سال تحصیلی ۶۸-۶۹

(۳) ب، ج      (۴) ب، د



۳-  $Fe_2O_3$  جزو مواد چندتابی است؟  
 (۱) دوتایی      (۲) سه‌تابی  
 (۳) چهارتابی      (۴) هفت‌تابی

۴- تا  $\frac{1}{3}$  حجم يك لوله آزمایش را محلول قلیایی بیروگسالل می‌ریزیم و پس از تکان دادن، آن را مطابق شکل، در تشتک آب قرار می‌دهیم. گاز موجود در بالای لوله کدام است؟



(۱) اکسیژن      (۲) دی‌اکسید کربن  
 (۳) نیتروژن      (۴) هوا

۵- فلز قلعین در محلول کدام ماده به رنگ ارغوانی درمی‌آید؟

(۱)  $NH_4NO_3$       (۲)  $Na_2SO_4$   
 (۳)  $K_2S$       (۴)  $CH_3COONH_4$

۶- حلی، ورقه آهنی پوشیده از کدام فلز است؟

(۱) روی      (۲) سرب      (۳) قلع      (۴) کروم

۷- کدام عنصر، در گروه IIIB جدول تناوبی جای دارد؟

(۱)  $Ca$       (۲)  $Sc$   
 (۳)  $Cr$       (۴)  $Ga$

۸- با توجه به داده‌های زیر، کدام دو عنصر در يك دوره جدول تناوبی قرار دارند؟

عنصر	A	B	C	D
آرایش الکترونی لایه ظرفیت	$3d^5 4s^1$	$3s^2$	$4d^5 5s^1$	$4s^2$

(۱) A و C      (۲) A و D  
 (۳) B و C      (۴) B و D

۱- آرایش الکترونی عنصری به  $3d^3 4s^2$  ختم می‌شود، بالاترین عدد اکسیداسیون آن در ترکیبات، کدام است؟

(۱) ۱      (۲) ۲      (۳) ۳      (۴) ۵

۲- برای گرم کردن مایعات، از کدام دو ابزار آزمایشگاهی استفاده می‌شود؟

(۱) الف، ج      (۲) الف، د

موجب کدام تغییر، می‌شود؟

(۱) افزایش مقدار NO

(۲) افزایش مقدار NO<sub>۲</sub>

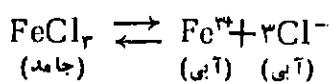
(۳) کاهش فشار کل در سیستم

(۴) کاهش مقدار ثابت تعادل

۱۷- غلظت یون OH<sup>-</sup> در محلولی از HCl با pH = ۳ کدام است؟

(۱) ۱۰<sup>-۲</sup> (۲) ۱۰<sup>-۳</sup> (۳) ۱۰<sup>-۱۱</sup> (۴) ۱۰<sup>-۱۲</sup>

۱۸- اگر به سیستم در حالت تعادل:



کمی NaOH افزوده شود، چه روی خواهد داد؟

(۱) افزایش مقدار FeCl<sub>۳</sub>

(۲) تشکیل رسوب Fe(OH)<sub>۳</sub>

(۳) تشکیل بلور NaCl

(۴) کاهش مقدار Cl<sup>-</sup>

۱۹- در الکترولیز محلول غلیظ کسدام نمک سدیم، در آند گاز اکسیژن آزاد می‌شود؟

(۱) برمید (۲) فلئورید (۳) کلرید (۴) یدید

۲۰- مقدار ε عناصر A، B، C و D به ترتیب برابر ۲/۳۴، -۱/۱۸، -۵/۴۴ و ۲/۸۷+ ولت است. کدام عنصر با H<sup>+</sup> بهتر واکنش می‌دهد؟

(۱) A (۲) B (۳) C (۴) D

۲۱- کدام دو اتم در تشکیل پیوند با سایر اتمها می‌توانند اربینالهای d خود را در هیبریداسیون شرکت دهند؟

(۱) O و N (۲) O و P

(۳) N و S (۴) S و P

۲۲- CH<sub>۴</sub>، H<sub>۳</sub>O<sup>+</sup> و NH<sub>۳</sub> از کدام لحاظ مانند یکدیگرند؟

(۱) اندازه زوایای پیوند

(۲) تشکیل پیوند ثیدروژنی

(۳) میزان قطبیت

(۴) نوع هیبریداسیون

۹- اگر تعداد پروتونهاى دو اتم A و B، به ترتیب برابر ۲۰ و ۹ باشد، فرمول ماده حاصل از ترکیب آنها با یکدیگر کدام است؟

(۱) BA (۲) BA<sub>۲</sub>

(۳) B<sub>۲</sub>A (۴) B<sub>۲</sub>A<sub>۲</sub>

۱۰- آرایش الکترونی اتم عنصری به ۳d<sup>۵</sup>۴s<sup>۲</sup> ختم می‌شود: عدد اتمی آن عنصر، کدام است؟

(۱) ۲۷ (۲) ۲۶ (۳) ۲۵ (۴) ۲۴

۱۱- به کدام علت، انرژی نخستین یونیزاسیون B از انرژی نخستین یونیزاسیون Be کمتر است؟

(۱) بیشتر بودن الکتروننگاتیوی

(۲) کوچکتر بودن شعاع اتمی

(۳) قرار داشتن الکترون در تراز پایین‌تر

(۴) قرار داشتن الکترون در تراز بالاتر

۱۲- با افزایش عدد اتمی عناصر گروه IA تغییری که در فعالیت فلزی و شعاع کاتیون یک ظرفیتی آنها پیش می‌آید، به ترتیب چگونه است؟

(۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش (۴) کاهش - کاهش

۱۳- کدام عنصر می‌تواند جامد کووالانسی تشکیل دهد؟

(۱) کربن (۲) کلر (۳) لیتیم (۴) نئون

۱۴- کدام ماده در حالت مذاب، رسانای جریان برق نیست؟

(۱) آلومین (۲) سیلیس

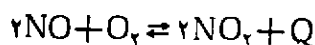
(۳) سرب (۴) سود

۱۵- در جاهای خالی عبارت «انحلال خودبخودی کلرید ثیدروژن در آب، با ... محتوای انرژی و ... میزان بی‌نظمی همراه است.» به ترتیب کدام کلمه‌ها را باید قرار داد؟

(۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش (۴) کاهش - کاهش

۱۶- وارد کردن مقدار زیادی هوای سرد، در سیستم تعادلی گازی:



۲۳- در واکنش بین کدام دو ماده، گوگرد آزاد می‌شود؟

- ۱) اکسیژن و سولفید روی
- ۲) اسید سولفوریک و سولفیت سدیم
- ۳) اسید کلریدریک و تیوسولفات سدیم
- ۴) اکسیژن و سولفید تیروژن

۲۴- از وارد کردن هر مول از کدام ماده، در آب چهار مول یون آزاد می‌شود؟

- ۱) آمونیاک
- ۲) اکسید سدیم
- ۳) اکسید کلسیم
- ۴) کلرید کلسیم

۲۵- زغال چوب از نظر ساختمانی شبیه کدام ماده است؟

- ۱) الماس
- ۲) زغال کک
- ۳) زغال قرع
- ۴) گرافیت

۲۶- به کمک کدام ماده می‌توان محلول غلیظ HCl را از محلول NaCl تشخیص داد؟

- ۱) محلول غلیظ آب برم
- ۲) محلول غلیظ آمونیاک
- ۳) نیترات سرب
- ۴) نیترات نقره

۲۷- فرمول مولکولی اتیل متیل هگزان کدام است؟

- ۱)  $C_8H_{16}$
- ۲)  $C_8H_{18}$
- ۳)  $C_9H_{18}$
- ۴)  $C_9H_{20}$

۲۸- اتم کلر به جای تیروژن در کدام ترکیب قرار گیرد تا سه ترکیب ایزومر حاصل شود؟

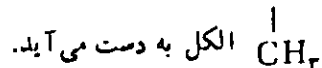
- ۱) ایزوپنتان
- ۲) ایزوبوتان
- ۳) پنتان نرمال
- ۴) بوتان نرمال

۲۹- از واکنش گاز کار با تولوئن به نسبت مولی برابر، در تاریکی و مجاورت با کلرید آلومینیم، کدام ماده بیشتر تولید می‌شود؟

- ۱) ارتوکلروتولوئن
- ۲) پاراکلروتولوئن
- ۳) کلرید بنزیل
- ۴) کلرید فنیل

۳۰- اتیل الکل و فنل با کدام ماده واکنش می‌دهند؟

- ۱) برمید تیروژن (۲) سدیم
  - ۳) سود (۴) کلرید آهن (III)
- ۳۱-  $HCOO-CH-CH_3$  واکنش اسید فرمیک با کدام



- ۱) ایزوپروپیل الکل (۲) اتیل الکل
  - ۳) پروپیل الکل (۴) متیل الکل
- ۳۲- متیل آمین را چگونه می‌توان از آمونیاک تشخیص داد؟
- ۱) سوختن در هوا (۲) با معرفهای رنگی
  - ۳) واکنش با اسیدها (۴) واکنش با نمکهای مس

۳۳- کاتوجو را به کدام منظور ولکانیزه می‌کنند؟

- ۱) افزایش جرم مولکولی
- ۲) افزایش خاصیت کشسانی
- ۳) کاهش نقطه ذوب
- ۴) کاهش جرم حجمی

۳۴- مخلوطی از یک مول استیان، دو مول اتیان و ۴ مول تیروژن را از روی نیکل گرم عبور می‌دهیم، پس از انجام کامل واکنشها، مخلوط شامل چند مول گاز خواهد بود؟

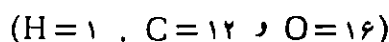
- ۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶

۳۵- از واکنش ۳/۲ گرم استیلید کلسیم با آب، چند مول استیان تولید می‌شود؟



- ۱) ۵/۰۲ (۲) ۱/۰۳ (۳) ۵/۰۲ (۴) ۵/۰۵

۳۶- از اکسیداسیون ۲ مول اتانل چند گرم اتانال به دست می‌آید؟



- ۱) ۳۰ (۲) ۴۰ (۳) ۵۸ (۴) ۸۸

۳۷- ۵/۱ مول کلسیم و ۵/۲ اتم گرم نئون از نظر جرم (بر حسب گرم) و نیز از لحاظ عددها به ترتیب چگونه‌اند؟



- ۱) متفاوت - متفاوت (۲) متفاوت - یکسان
- ۳) یکسان - متفاوت (۴) یکسان - یکسان



## پاسخ آزمون شیمی

### گروه آزمایشی

### ریاضی فیزیک

### سال تحصیلی ۶۹-۶۸

#### حام امینی

- ۱- چون تراز d در لایه ظرفیت این عنصر پر نشده است. پس این عنصر واسطه است. در عنصرهای واسطه که تراز d لایه ظرفیت آنها کمتر از ۶ الکترون داشته باشد. مجموع الکترونهای ترازهای s و d برابر بالاترین عدد اکسیداسیون عنصر است پس بالاترین عدد اکسیداسیون آن برابر ۵+ است.
- ۲- برای گرم کردن مایعات، بشر و بالن ته گرد که از جنس پیرکس اند به کار می‌روند.
- از استوانه مدرج برای برداشتن حجمهای معین و دلخواه و از استوانه ته صاف برای برداشتن حجم مشخصی از مایعات استفاده می‌شود.

۳۸- ۱۰ میلی لیتر محلول ۲۰ گرم در لیتر نیدروکسید سدیم با چند میلی لیتر محلول نرمال اسید کلریدریک خنثی می‌شود؟  
(NaOH = ۴۰)

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۵ (۴) ۱۰

۳۹- از واکنش ۲۸ گرم آهن با اسید سولفوریک، چند گرم زاج سبز می‌توان به دست آورد؟

(FeSO<sub>4</sub> = ۱۵۲ , H<sub>2</sub>O = ۱۸)

(۱) ۷۶ (۲) ۸۵ (۳) ۱۲۱ (۴) ۱۳۹

۴۰- در صورتی که  $\epsilon^\circ$  پیل «Zn-Cu» برابر ۱/۱ ولت و  $\epsilon^\circ$  پیل «Fe-Cu» برابر ۰/۷۸ ولت باشد.  $\epsilon^\circ$  پیل «Zn-Fe» بر حسب ولت کدام است؟

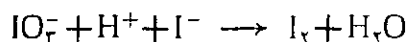
(۱) ۰/۳۲ (۲) ۰/۴۴

(۳) ۰/۷۶ (۵) ۱/۸۸

۴۱- از واکنش ۲ حجم گاز نیتروژن با ۶ حجم گاز نیدروژن (با فرض بازدهی کامل) چند حجم گاز آمونیاک به دست می‌آید؟

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۱۲

۴۲- در معادله واکنش:



پس از موازنه، ضرایب IO<sub>3</sub><sup>-</sup> و I<sup>-</sup> به ترتیب کدام است؟

(۱) ۳ و ۱ (۲) ۱ و ۵

(۳) ۲ و ۵ (۴) ۳ و ۶

۴۳- کدام فلز با آب واکنش می‌دهد و محلول حاصل با اسید سولفوریک، ماده نامحلول در آب تولید می‌کند؟

(۱) Ba (۲) Mg (۳) Pb (۵) Zn

۴۴- اگر غلظت یکی از مواد در واکنشی پس از ۲۵ ثانیه از ۰/۰۵ به ۰/۰۲۵ مول کاهش یابد، سرعت متوسط آن واکنش، چند مول در ثانیه است؟

(۱)  $1 \times 10^{-4}$  (۲)  $1 \times 10^{-3}$

(۳)  $2/5 \times 10^{-3}$  (۴)  $5/0 \times 10^{-2}$

۴۵- اگر در هر لیتر محلول سیر شده CaS مقدار  $6 \times 10^{-15}$  یون گرم Ca<sup>2+</sup> وجود داشته و حاصلضرب حلالیت آن  $x \times 10^{-29}$  باشد. x کدام عدد است؟

(۱) ۱/۸ (۲) ۳/۶ (۳) ۶ (۴) ۳۶

۱۱- آرایش الکترونی تراز ظرفیت بریلیم (Be) به صورت  $2s^2$  و بور (B) به صورت  $1s^2 2s^2 2p_x^1$  است آخرین الکترون عنصر B در تراز p قرار دارد و می‌دانیم که سطح انرژی تراز p از s بالاتر در نتیجه الکترون مربوط به آن ناپایدارتر است.

۱۲- در گروه فلزهای IA و همچنین سایر گروههای فلزی جدول با افزایش عدد اتمی به علت افزایش تعداد ترازهای الکترونی، شعاع اتمی و یونی افزایش می‌یابد و همچنین به علت افزایش اثر پوششی ترازهای مابین، نیروی جاذبه هسته به تراز ظرفیت کاسته شده در نتیجه به فعالیت فلزی افزوده می‌شود.

۱۳- دو عنصر کلروتنون در حالت جامد، مولکولی، لینیم جامد فلزی و کربن به صورت الماس جامد کووالانسی است.

۱۴- آلومین ( $Al_2O_3$ ) و سود، جامد های یونی بوده، در حالت مذاب رسانای جریان برق می‌باشند. سرب جامد فلزی است هم در حالت جامد و هم در حالت مذاب رسانا است ولی سیلیس ( $SiO_2$ ) جامد کووالانسی بوده در حالت مذاب (و یا جامد) نارسانا است.

۱۵- انحلال گازها در آب در جهت کاهش میزان بی‌نظمی است و در صورتی خودبخودی است که گرمازا بوده یعنی در جهت کاهش محتوای انرژی باشد.

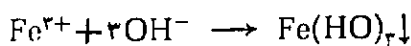
۱۶- با توجه به اینکه واکنش مستقیم در سیستم تعادلی، گرمازا می‌باشد با وارد کردن هوای سرد، سیستم در جهت مستقیم جابه‌جا می‌شود افزوده شدن مقدار اکسیژن هوا نیز برطبق اثر غلظت به پیشرفت واکنش در جهت مستقیم کمک می‌کند که نتیجه زیاد شدن مقدار  $NO_2$  است.

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-2} M \quad -17$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \rightarrow$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12}$$

۱۸- کاتیون  $Fe^{3+}$  با یون  $OH^-$  مطابق واکنش زیر رسوب هیدرواکسید آهن (III) می‌دهد.

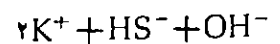
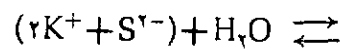


روشن است که با مصرف شدن یون  $Fe^{3+}$  تعادل در جهت مستقیم جابه‌جا شده از مقدار  $FeCl_3$  کاسته می‌شود و به مقدار  $Cl^-$  افزوده می‌شود.

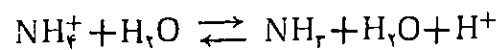
۳-  $Fe_2O_3$  از دو عنصر آهن و اکسیژن تشکیل شده و جزو مواد دوتایی است.

۴- محلول قلیایی پیروگالال جذب کننده اکسیژن هوا است. بنا بر این گاز باقیمانده در لوله آزمایش، نیتروژن است.

۵- نمکهای کلسیم از اسیدهای ضعیف و بازهای قوی تشکیل شده‌اند (مانند  $K_2S$ )، آنیون آنها در آب هیدرولیز شده حالت قلیایی به محلول می‌دهد و در نتیجه فنل فتالین را به رنگ ارغوانی درمی‌آورند.



نیترات آمونیم از اسید قوی و باز ضعیف تشکیل شده است، کاتیون آن در آب هیدرولیز شده حالت اسیدی به محلول می‌دهد:



سولفات سدیم و نیترات آمونیم پس از حل شدن در آب تغییری در pH آب نمی‌دهند.

۶- هرگاه سطح ورقه‌های آهنی را با قشری از قلع پوشانیم حلی به دست می‌آید.

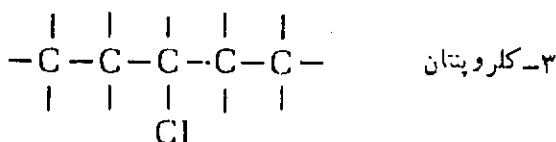
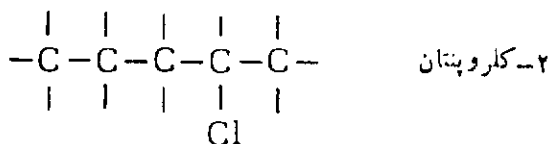
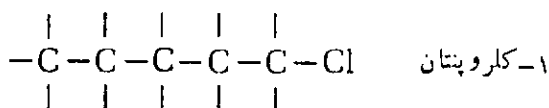
۷- عنصری که در گروه IIB قرار دارد، عنصر واسطه است که مجموع الکترونهاي s و d لایه ظرفیت آن برابر ۳ است. به عبارت دیگر از گاز بی اثر ماقبل خود سه الکترون بیشتر دارد. با توجه به گزینه‌ها عدد اتمی ۲۱ را که مربوط به Sc است. می‌توان به آن نسبت داد. آرایش الکترونی اسکاندیم  $([Ar]3d^1 4s^2)$  است.

۸- عنصرهایی که در یک دوره جدول تناوبی جای دارند تعداد ترازهای اصلی الکترونی آنها برابر است بنا بر این دو عنصر که به آرایشهای الکترونی  $3d^5 4s^1$  و  $4s^2$  ختم می‌شوند در دوره چهارم جدول جای دارند.

۹- آرایش الکترونی لایه ظرفیت عنصر A برابر  $2p^5$  و عنصر B برابر  $4s^2$  است بنا بر این A غیر فلزی یکظرفیتی و B فلزی دو ظرفیتی است و فرمول ماده حاصل از ترکیب آنها  $BA_3$  است.

۱۰- آرایش الکترونی عنصر مورد نظر به صورت  $[Ar]3d^5 4s^2$  است و دارای ۲۵ الکترون و در نتیجه عدد اتمی آن ۲۵ است.

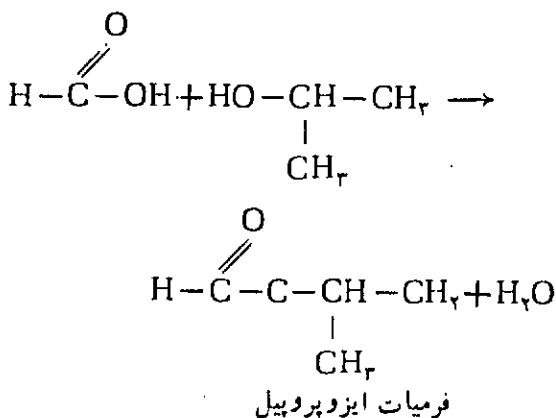
درست است و ایزومرهای مورد نظر عبارت اند از:



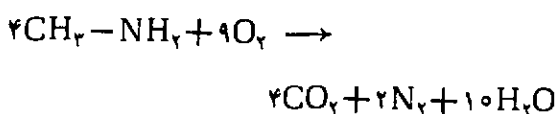
توجه: در صورتیکه ایزومری نوری نیز مورد نظر باشد گزینه (۴) درست است زیرا ۲- کلرو بوتان يك اتم کربن نامتقارن داشته به صورت دو ایزومر نوری است که هر دو با ۱- کلرو- بوتان ایزومر ساختمانی اند.

۳۹- گروه متیل، هدایت کننده ارتو و پارا می باشد و لسی چون احتمال برخورد گروههای الکتروفیل به موقعیت ارتو دو برابر پارا است پس ارتو کلروتولون بیشتر تولید می شود. ۳۰- در الکل و فنل عامل -OH به طور قابل توجه قطبی بوده و با فلزهای قوی مانند سدیم و پتاسیم هیدروژن آزاد می سازد.

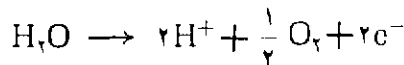
۳۱- استر مورد نظر از واکنش اسید فرمیک با ایزوپروپیل الکل به دست می آید و معادله واکنش چنین است:



۳۲- متیل آمین برخلاف آمونیاک در هوا می سوزد و گاز نیتروژن آزاد می سازد سوختن متیل آمین چنین است:



۱۹- با توجه به پتانسیل الکتروودی، آب از یون F<sup>-</sup> احیا کننده تر است بنابراین ضمن الکترولیز NaF به جای F<sup>-</sup>، آب در نیم واکنش آندی شرکت کرده گاز اکسیژن در آند آزاد می شود:

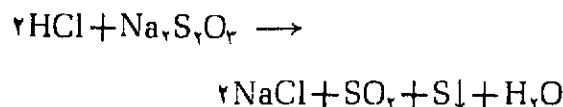


۲۰- هر چقدر پتانسیل احیای عنصری کمتر باشد قدرت احیا کننده گی آن بیشتر است و آسان تر می تواند الکترون در اختیار H<sup>+</sup> قرار دهد. بدیهی است عنصرهایی که پتانسیل احیای آنها مثبت است با H<sup>+</sup> واکنش نمی دهند.

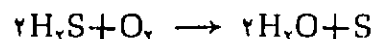
۲۱- عنصرهای دوره دوم در تراز ظرفیت اربیتال d ندارند و لسی عنصرهای سایر دوره ها می توانند اربیتالهای d لایه ظرفیت را در هیبریداسیون شرکت دهند. مثلاً فسفر و گوگرد اربیتال ۳d را در هیبریداسیون شرکت می دهند.

۲۲- هیبریداسیون اتم مرکزی در هر سه ماده از نوع sp<sup>3</sup> می باشد.

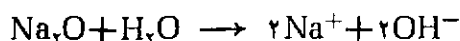
۲۳- از اثر اسید کلریدریک بر تیوسولفات سدیم طبق واکنش زیر گوگرد آزاد می شود:



لازم به یادآوری است که از واکنش اکسیژن با H<sub>2</sub>S (که در گزینه ۴ عنوان شده است) در صورتیکه اکسیژن به قدر کافی نباشد امکان تشکیل گوگرد وجود دارد.



۲۴- از وارد کردن هر مول اکسید سدیم در آب، مطابق واکنش زیر چهار مول یون تولید می شود:



۲۵- زغال چوب از نظر ساختمانی شبیه گرافیت ولی با بلورهای نامنظم است.

۲۶- محلول غلیظ HCl با محلول غلیظ آمونیاک دود سفید NH<sub>4</sub>Cl تشکیل می دهد.

۲۷- اتیل متیل هگزان جمعاً ۹ اتم کربن دارد و چون يك آلکان است پس فرمول مولکولی آن C<sub>9</sub>H<sub>20</sub> است.

۲۸- در صورتیکه ایزومری ساختمانی مورد نظر باشد گزینه (۳)



تحقیقات و برنامه ریزی در سالن شهید رجائی، سخنرانی ایراد می شود.

## نخستین سمینار شیمی تجزیه ایران برگزار شد

نخستین سمینار شیمی تجزیه ایران در ۳۱ خرداد و اول تیر ماه ۶۸ توسط انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران با حضور ۳۰۰ شرکت کننده (۴۰٪ از صنعت ۶۰٪ از دانشگاهها) در دانشکده شیمی دانشگاه صنعتی شریف برگزار شد.

در نخستین روز ابتدا آقای دکتر نجفی عضو هیأت اجرایی برگزار کننده سمینار پس از بیان مقدمه ای کوتاه هدفهای سمینار را به شرح زیر ارائه کردند:

- ۱- بررسی برنامه آموزشی شیمی تجزیه
- ۲- نحوه تدریس و مشکلات آن
- ۳- تجهیز آزمایشگاهها و استفاده از وسایل سمعی و بصری در امر آموزش
- ۴- مسائل صنعت و همکاری صنعت و دانشگاه
- ۵- لزوم یکدست سازی اصطلاحات فارسی شیمی تجزیه با همکاری مرکز نشر دانشگاهی.

## اخبار

● دوره بازآموزی درس شیمی برای معلمان رشته های بهداشت (کودکباری و بهداشت محیط) به مدت ۱۲ روز (۹۶ ساعت) در دانشگاه تربیت معلم از تاریخ ۶۸/۵/۲۳ تا ۶۸/۶/۵ تشکیل شد و ضمن آموزش نظری و نیز انجام آزمایشهای مربوط، به پرسشهای معلمان توسط اساتید پاسخ داده شد. برخی اساتید، از گروه شیمی این دفتر بودند و برنامه ریزی در دفتر تحقیقات انجام گرفت.

● به منظور ارتقاء دانش معلمان شیمی و آشنایی با روش تدریس شیمی، به یاری پروردگار مطابق برنامه زیر در دفتر

### جلسات سخنرانی گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی درسی در

آذر، دی ماه و بهمن ۱۳۶۸

شماره سخنرانیها	تاریخ	موضوع	نام سخنران
۴۰	۶۸/۹/۲۵	آنتالپی واکنشها	آقای حسام امینی
۴۱	۶۸/۹/۲۶	نگرشی بر آموزش شیمی	دکتر آقائی
۴۲	۶۸/۱۰/۵	مروری بر نامگذاری ترکیبهای معدنی	دکتر ملاردی
۴۳	۶۸/۱۰/۹	چگونگی انجام واکنشهای شیمیایی از دید مولکولی	دکتر آقائی
۴۴	۶۸/۱۰/۱۲	مکانیسم واکنشهای رادیکالی	آقای امینی
۴۵	۶۸/۱۰/۱۹	پلهای سوختی	دکتر آقائی
۴۶	۶۸/۱۰/۲۲	مروری بر خواص بنیادی اتم	دکتر ملاردی
۴۷	۶۸/۱۰/۲۵	اصول صنایع پتروشیمی و نظری به صنایع پتروشیمی ایران	دکتر اسلامی
۴۸	۶۸/۱۰/۲۶	مروری بر خواص بنیادی اتم	دکتر ملاردی
۴۹	۶۸/۱۱/۷	اسید و باز	آقای امینی



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

نکند دانا مستی نخورد عاقل می

نهد مرد خردمند سوی پستی پی

سنایی

## مسمومیت با الکل و

## زیانهای ناشی از

## مصرف آن

ترجمه و تدوین:

دکتر محمدحسین عزیزی

کشنده خواهد بود در حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی لیتر است، به شرطی که این مقدار در کمتر از یکساعت مصرف شود. میزان الکل در خون را بر حسب میلی گرم یا گرم در دسی لیتر خون بیان می کنند.

### جذب و دفع اتانول

اتانول از مخاط دهان و مری (به مقدار خیلی کم) و از مخاط معده و روده بزرگ (به مقدار متوسط) جذب می شود اما محل عمده جذب آن قسمت ابتدا بی روده باریک است. سرعت جذب آن با تخلیه سریع معده و نبودن پروتئینها، چربیها و قندها (که با جذب اتانول تداخل می کنند) افزایش می یابد. در صورت پایین بودن غلظت اتانول در خون، ۲٪ آن مستقیماً از ریهها، ادرار یا عرق دفع می شود در غلظتهای بالاتر، ۱۰٪ آن از راههای مزبور خارج می شود.

مشکلات جسمی و روانی ناشی از مصرف الکل بسیار زیاد و پیچیده است. اگر چه مسمومیت را بودن الکل از حدود پنجاهار سال پیش تاکنون شناخته شده است اما با این همه آمار نشان می دهد، که در چند دهه گذشته مصرف سرانه الکل در بسیاری از کشورها افزایش یافته است که بی شک مشکلات بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی فراوانی نیز ایجاد کرده است. در واقع مشکلات ناشی از مصرف الکل بیش از حدی است که گمان می رود.

### ویژگیها و کاربردهای اتانول (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)

اتانول مایعی بی رنگ و اشتعال پذیر است. در ۷۸°C می جوشد، فشار بخار آن در ۲۰°C، ۴۴ میلی متر جیوه است. اتانول نه تنها در نوشیدنی های الکلی وجود دارد بلکه از اجزاء مهم در مواد آرایشی، ادکلن، تقویت کننده های مو، گندزداها، دهان شویهها و شربت های ضد سرفه به شمار می رود. در صنعت به طور گسترده از آن به عنوان حلال\* استفاده می شود. برای بسیاری از مقاصد تجارتي اتانول را تقليب\* می کنند.

### میزان کشندگی اتانول:

آن مقدار از اتانول خالص که در يك فرد بالغ معمولی

## متابولیسم (سوخت و ساز) اتانول

قسمت اعظم اتانول در کبد به «استالدئید» متابولیزه می‌شود. برای این تبدیل دو روش وجود دارد: نخستین و مهم‌ترین روش تبدیل، توسط آنزیم الکل دی هیدروژناز (ADH) در قسمت محلول سیتوپلاسم (سیتوسول\*) یاخته رخ می‌دهد.

این واکنش استالدئید ایجاد می‌کند. سپس استالدئید به سرعت توسط آنزیم دیگری به نام آلدئید دی هیدروژناز (ALDH) در سیتوسول و میتوکندری\* یاخته‌ها تخریب می‌شود. این مراحل به یک عامل کمکی\*\* به نام «نیکوتین آمید دی نوکلئوتید» (NAD) نیازمند است. افزایش میزان احیا شده این عامل کمکی (یعنی NADH) نسبت به NAD، مسئول بسیاری از اختلالات متابولیسم پس از مصرف الکل است.

دوم از راه میکروزوم‌های شبکه اندوپلاسمی صاف\*\*\*\* (سیستم میکروزومی اکسیدکننده اتانول یا MEOS)؛ که در غلظت‌های زیاد اتانول در خون مسوول اکسیداسیون ۱۵ درصد اتانول یا مقدار بیشتری از آن است. فعالیت این سیستم را می‌توان با قرار دادن مکرر آن در معرض اتانول افزود و این

امر نشان می‌دهد که چرا افراد معتاد نسبت به اتانول از تحمل\* بیشتری برخوردارند.

هر دو راه بالا، بد تولید استالدئید منجر می‌شود. استالدئید نیز به «استات»\*\* اکسیده می‌شود.

نمودار زیر خلاصه متابولیسم (سوخت و ساز) اتانول را نشان می‌دهد:

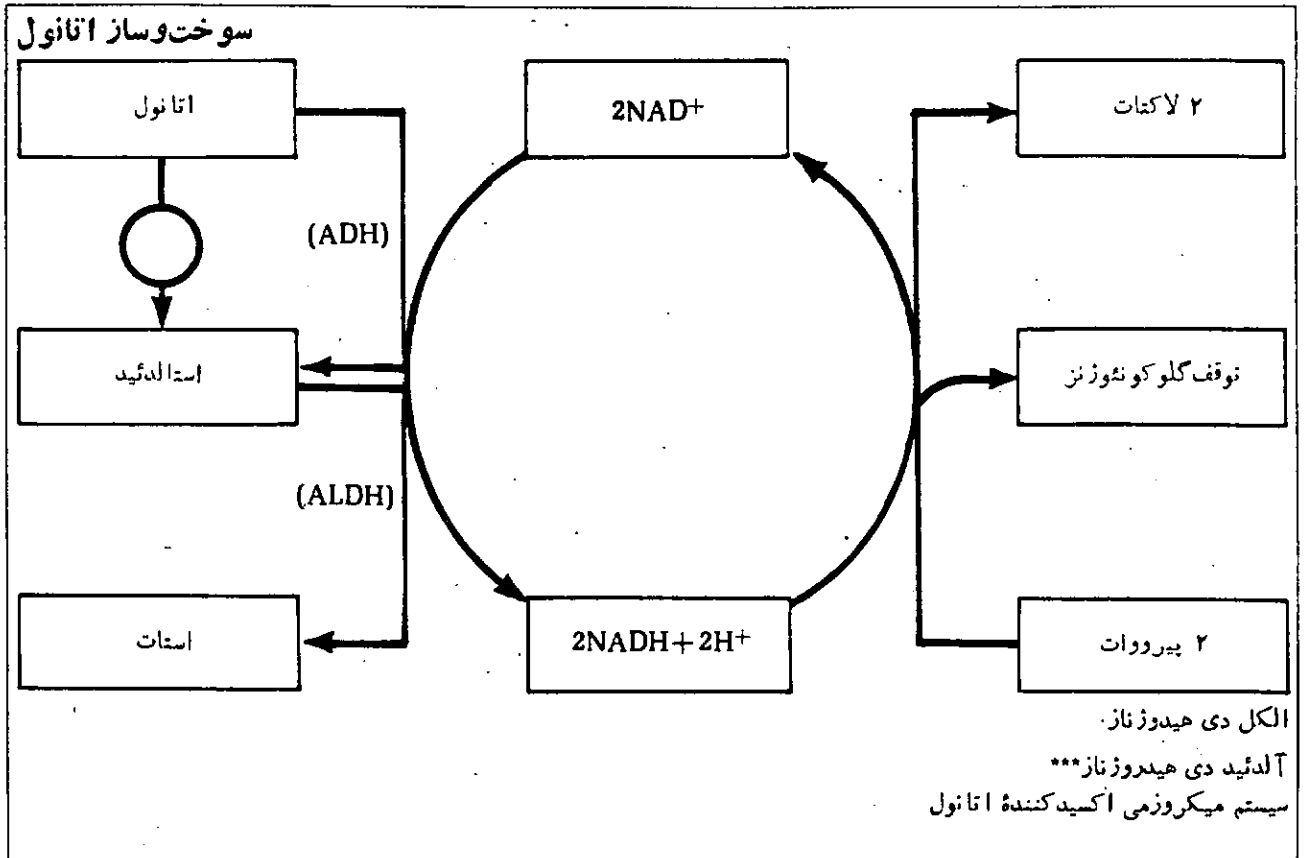
سوخت و ساز اتانول نتایج زیر را می‌تواند ایجاد کند:

۱- تجمع NADH آزاد که به افزایش نسبت NADH به NAD<sup>+</sup> و وقفه گلوکونئوزنز در کبد منجر می‌شود.

۲- افزایش نسبت لاکتات به پیرووات که سبب افزایش لاکتات در خون می‌شود. سوخت و ساز اتانول در صورت غلظت‌های زیاد آن در خون (بیش از ۱۰۰۰ میلی‌گرم/لیتر) با سینتیک درجه صفر\* تعیین می‌شود، (یعنی میزان دفع علی‌رغم غلظت ثابت می‌ماند). لذا می‌توان انتظار داشت که غلظت اتانول با سرعت ثابتی کاهش یابد. (۶۰-۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ساعت، و معمولاً ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر در ساعت).

### اثرات اتانول بر تغذیه:

اگر چه هر گرم اتانول در حدود ۷/۱ کیلوکالری انرژی



برهم خوردن تعادل اسید و بازخون، ممکن است سطح پتاسیم، منیزیم، کلسیم، روی و فسفر در خون کاهش یابد، که هر یک به نوبه خود مشکلاتی ایجاد می‌کند. پس از صرف اتانول در حالت گرسنگی، احتمال ایجاد کاهش قند خون ظرف ۶ تا ۳۶ ساعت بعد وجود دارد که به علت اثرات اتانول بر روند گلوکونئوز\* در کبد است. کتواسیدوز\*\* در اثر الکل، احتمالاً به علت کاهش اکسیداسیون (اکسایش) اسید چرب است که در صورت تغذیه نامناسب و استفراغ مکرر بدتر می‌شود.

### چرا اتانول مسمومیت زاست؟

اتانول یک مولکول کوچک آب دوست است که پس از جذب، بر حسب میزان آب بافتها در آنها منتشر می‌شود. اتانول به سادگی از غشاء بافتها می‌گذرد، و به سرعت بین خون و بافتها به تعادل می‌رسد. گفته شد که بیشتر اتانول (در حدود ۹۵٪) در کبد متابولیزه شده و استالدهید ایجاد می‌کند. اگر چه اهمیت بالینی استالدهید ناشناخته است، اما جمع شدن آن در کبد، مغز یا سایر بافت‌های بدن می‌تواند آسیب‌رسان باشد. جدول شماره ۱ خلاصه‌ای از ویژگی‌های اتانول را که سبب مسمومیت زایی آن می‌شود، نشان می‌دهد.

### مسمومیت با اتانول

مسمومیت با اتانول بر دو نوع است: حاد و مزمن.

#### الف) مسمومیت حاد:

اگر چه تضعیف دستگاه عصبی مرکزی و تحریک معده از عمده‌ترین نشانه‌های مسمومیت حاد با اتانول است اما اختلالهای دیگری از جمله ناهماهنگی در ماهیچه‌های بدن\*، اختلال تکلم، حالت گیجی، اختلال بینایی، کاهش دمای بدن، افت فشار خون به همراه تغییر وضعیت بدن؛ تهوع و استفراغ نیز دیده می‌شود؛ که ممکن است به اغماء و مرگ (در اثر کند شدن تنفس) منجر شود. اثرات تضعیف‌کننده اتانول بر دستگاه عصبی مرکزی به طور مستقیم با غلظت آن در خون متناسب است (اگر چه مکانیزمهای دقیق آن به درستی شناخته نشده است). جدول ۲ اثرات اتانول را بر روی دستگاه عصبی مرکزی نشان می‌دهد.

#### ب) مسمومیت مزمن:

در اثر اعتیاد مزمن به اتانول، کمبود تیامین\*\* (ویتامین B<sub>۱</sub>) ایجاد

ایجاد می‌کند، اما این کالری‌ها از مواد غذایی مانند نمکهای معدنی، پروتئین‌ها و ویتامین‌ها تهی است به اصطلاح می‌گویند ارزش غذایی ندارد. هر ویتامینی که از روده کوچک به طریق انتقال فعال جذب می‌شود یا در کبد ذخیره می‌شود، می‌تواند در افراد الکلی دچار کمبود شود. اینها عبارتند از اسید فولیک، پیریدوکسین (ویتامین B<sub>۶</sub>)، تیامین (ویتامین B<sub>۱</sub>)، اسید نیکوتینیک یا نیاسین (ویتامین B<sub>۳</sub>) و ویتامین A. در حین مصرف زیاد الکل یا در هنگام ترک آن، به علت کمبود غذایی

### جدول ۱

#### «ویژگی‌های اتانول مرتبط با مسمومیت زایی آن»

- کوچک بودن مولکول و خواص تجزیه‌ای ضعیف.
  - آزادانه در آب و چربی حل می‌شود، لذا به سرعت از بخش فوقانی دستگاه گوارش جذب و در بدن توزیع می‌شود.
  - در بافت‌های مختلف (از جمله در روده و ماهیچه) با سرعت قابل پیش‌بینی دچار سوخت‌وساز می‌شود، اما عمدتاً در کبد این عمل انجام می‌گردد.
  - مقدار اندکی از آن بدون تغییر از ادرار و تنفس دفع می‌شود.
  - مکانیسمی برای ذخیره آن وجود ندارد.
  - در سوخت‌وساز آن کنترل فیدبک\* موجود نیست.
  - سوخت‌وسازی آن انرژی ایجاد می‌کند (۷ کیلوکالری به ازاء هر گرم)، اما این کالری‌ها از نظر غذایی بی‌محتوا هستند.
  - استالدهید که نخستین متابولیت\*\* اتانول است، مولکولی به شدت فعال می‌باشد و در آسیب‌رساندن به غشاء و اندامک‌های سیتوپلاسمی\*\*\* یاخته از خود گرایش بارزی را نشان می‌دهد.
- 
- \* Feed Back Control. کنترل فیدبک یا مهار پس خورد.
- \*\* متابولیت به معنی ماده واسطه‌ای در سوخت‌وساز است. م.
- \*\*\* در بخش اصلی یاخته عبارتست از هسته و سیتوپلاسم. سیتوپلاسم از ذرات منتشر ریز و درشت و اندامک‌ها یا ارگانل‌هایی به قطر چند آنکستروم تا سه میکرون پر شده است. چهار اندامک مهم در سیتوپلاسم یاخته عبارتند از شبکه اندوپلاسمی، دستگاه گلژی، میتوکندری و لیزوزومها. م.

## جدول ۳

## مسمومیت مزمن اتانول

## روانی - عصبی:

- الکلیسم حاد: مسمومیت، بیقراری، اغماء
- ترك الكل : حالت توهم، تشنج، هذیان الکلی
- تغذیه‌ای : سندروم ورنیکه - کورساکوف، پلاگر\*

## گوارش:

- التهاب حاد و مزمن معده
- بدی جذب
- بیماری تشمع کبد (سیروز)
- التهاب حاد و مزمن لوزالمعده

## خون:

- کم خونی (به علت خونریزی حاد مزمن)
- کم خونی (به علت شکسته شدن گویچه‌های قرمز خون)
- تغییر در مغز استخوان به همراه کم خونی
- تغییر در گویچه‌های قرمز خون
- کاهش تعداد پلاکتها (از عوامل انعقاد خون)
- اختلال در حرکت گویچه‌های سفید خون

## عصبی - ماهیچه‌ای:

- التهاب اعصاب محیطی
- التهاب حاد و مزمن ماهیچه در اثر الکلی

## قلب و عروق:

- التهاب ماهیچه قلبی در اثر الکلی

## سوخت‌ساز:

- اسید خونی در اثر اسید لاکتیک
- کاهش کلسیم، منیزیم، اسید اوریک خون
- افزایش چربی خون

## تنفس:

- مکیده شدن مواد به داخل شش (آسپیراسیون)
- حجم شش‌ها، مقاومت راه هوایی، تبادل گازها همگی به طور نامطلوب تأثیر می‌پذیرند.

\* Pellagra بیماری پلاگر در اثر کمبود اسید نیکوتینیک ایجاد می‌شود. علائم آن عبارتند از: التهاب زبان، پوست، اعصاب محیطی. ۴.

می‌شود که می‌تواند به بیماری مغزی به نام ورنیکه\*\*\* و یا حالت جنون به نام کورساکوف\*\*\*\* منجر شود.

به طوری که جدول شماره ۳ نشان می‌دهد، بسیاری از اعضای دیگر بدن نیز به آثار زیان بار اتانول حساس‌اند. همچنین سایر موادی که در نوشیدنی‌های الکلی یافت می‌شوند، می‌توانند به بدن آسیب برسانند. اینها عبارتند از الکلی‌هایی که جرم مولکولی آنها پایین است (مانند متانول\* و بوتانول)، آلدئیدها، استرها، هیستامین‌ها، فنول‌ها و غیره.

## جدول ۲

## اثرات اتانول بر دستگاه عصبی مرکزی\*

غلظت اتانول در خون (میلی‌گرم در لیتر)	اثرات
< ۵۰۰	پر حرفی، احساس ذهنی سرخوشی
۵۰۰ - ۱۰۰۰	مستی: کندی کلام، ناپایداری روانی، ناهماهنگی، از دست دادن ادراک حسی
۱۰۰۰ - ۳۰۰۰	مسمومیت: تیرگی دید، از دست دادن ادراک حسی، ناهماهنگی ماهیچه‌ای آتاکسی؛ کاهش و کندی پاسخ‌ها، کندی کلام
۳۰۰۰ - ۵۰۰۰	مسمومیت شدید: آتاکسی شدید، تیرگی دید یا دو بینی، اغماء، تشنج
> ۵۰۰۰	مسمومیت بسیار شدید: اغماء، افزایش بازتاب‌ها (رفلکس‌ها) کاهش دمای بدن، کندی تنفس

## توضیح

\* افراد معتاد به الکلی ممکن است حتی با داشتن غلظت بالای اتانول در خسون علائم ممدودی داشته باشند، در حالی که افراد جوانی که قبلاً الکلی مصرف نکرده باشند در غلظت خونی اتانول بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ممکن است دچار حالت بیهوشی شوند.

## رابطه مصرف الکل و بروز سرطان

پس از بیماریهای قلبی عروقی، سرطان دومین عامل مرگ و میر در بین افراد الکلی است. میزان وقوع سرطان در افراد الکلی ۱۵ بار از افراد غیر الکلی بیشتر است. محل‌هایی که بیش از حد انتظار در افراد الکلی دچار سرطان می‌شوند عبارتند از: سر و گردن، مری، معده، کبد و لوزالمعده.

## مضرات مصرف الکل در دوران بارداری

مصرف الکل در دوران بارداری خطر سقط جنین را می‌افزاید. همچنین مصرف الکل در زمان بارداری می‌تواند آسیب‌های جبران‌ناپذیری در جنین ایجاد کند. عوارض عمده الکل بر روی جنین عبارتند از: کمی وزن و کوچک بودن نوزاد، تأخیر رشد روانی، و بروز ناهنجاریهای مادرزادی در جمجمه، صورت و اندامها، که به «نشانه‌گان جنینی الکل\*» موسوم است.

### نتیجه:

اتانول یک سم زیان‌آور است که می‌تواند مسمومیت حاد و مزمن ایجاد کند. عوارض مسمومیت با اتانول به صورت بیماریهای مختلف جسمی و روانی نمودار می‌شود. مصرف الکل به‌طور مزمن خطر سوءتغذیه، پیدایش بیماری خطرناک تشمع کبدی (سیروز\*\*) و سرطان را در پی دارد. مصرف الکل در بارداری می‌تواند جنین را مسموم کند. لذا باید از مصرف این سم جداً خودداری شود. قرآن کریم نیز با توجه به مضرات مشروبات الکلی، نوشیدن آنها را حرام کرده است (آیه ۲۱۹ سوره بقره و آیات ۹۰ و ۹۱ سوره مائده).

نامناسب شود. ۴.

•• قسمت در میلیون یا PPM = Part Per million

• سیتوسول (Cytosol) بخش مایع سیتوپلاسم یاخته‌که ذراتی در آن پراکنده‌اند. ۴.

• میتوکندری، از اجزاء مهم سلول که قسمت عمده انرژی مورد نیاز یاخته را از مواد غذایی استخراج می‌کند. میتوکندری در حقیقت نیروگاه سلول است. ۴.

•• CO Factor، یک مولکول کوچک‌آلی یا معدنی که برای فعالیت یک آنزیم لازم است. ۴.

••• NAD جزو نوکلئوتیدهای پیریدینی است. NAD به عنوان کوآنزیم در تعداد زیادی از واکنشهای اکسیداسیون و احیا شرکت می‌کند. این کوآنزیم در واکنشهای آنزیمی که طی آنها اتم هیدروژن از مولکول سوپسترا جدا می‌شود، به عنوان پذیرنده الکترون عمل می‌کند. که سبب تشکیل کوآنزیم احیا شده (NADH) می‌شود. ۴.

• (Tolerance) به معنی قدرت یک دارو یا سم، به‌ویژه هنگامی که در اثر مصرف ممتد آن به وجود آمده باشد. ۴.

•• استات، نمک یا استر اسید استیک.

••• دی هیدروژن‌نازها آنزیم‌هایی هستند که برداشت هیدروژن را کاتالیز می‌کنند.

•••• شبکه اندوپلاسمیک در سیتوپلاسم یاخته قرار دارد که علاوه بر هدایت مواد تشکیل شده در قسمت‌های مختلف یاخته در سایر قسمت‌ها، با داشتن سیستم‌های متعدد آنزیمی بخش عمده‌ای از اعمال سوخت‌وسازی یاخته را تأمین می‌کند. بخشی از این شبکه که فاقد ریبوزوم است به شبکه اندوپلاسمی صاف موسوم است. میکروزوم به معنی وزیکول‌هایی است که در اثر تکه شدن این شبکه ایجاد می‌شود.

• Zero Order Kinetics

• گلوکونوزوز، به معنی تولید مواد قندی از مواد غیر قندی توسط کبد است. ۴.

•• کتواسیدوز، به معنی افزایش حالت اسیدی خون به همراه ازدیاد اجسام ستونی است. ۴.

• Ataxia

•• Thiamine، تیامین با سوخت‌وسازگر بو هیدراتها مربوط است. ۴.

•• Wernicke Encephalopathy

••• Wernicke Encephalopathy

•••• Korsakoff's Psychosis (سرگی کورساکوف، عصب شناس روسی ۱۹۰۰-۱۸۵۴).

• لازم به تذکر است که مصرف متانول یا الکل متیلیک (CH<sub>3</sub>OH)

## پانوشعهها

• Solvent

• الکل تقلیبی (Denatured Alcohol): برای تقلیب اتانول یک ماده سمی بدان می‌افزایند تا برای مصرف انسان



## پوزش فراوان از خوانندگان

### و نویسنده‌گان ارجمند

● در شماره ۲۵ این مجله، مربوط به مقاله مندرج در صفحه ۹ چند اشتباه رخ داده است:

صفحه ۱۵: ستون ۱، سطر ۱۶: عبارت «شکل زیر» به «شکل صفحه قبل» تغییر کند.  
صفحه ۱۵: ستون ۱، زیر نویس شکل: «قسمتی تعداد» به «مشتی» تغییر کند.  
صفحه ۱۵: ستون ۲، سطر ۷، «شکل زیر» به «شکل بالا» تغییر کند.

صفحه ۱۲: در ستون سوم مطالب اشتباهاً جا به جا شده بود که صحیح آن چنین است: آغاز این ستون از سطر ۱۴ (مواد را...) است و تا آخر ستون سوم (علامت X) مشخص کنید) ادامه دارد. به دنبال آن چهار شماره (۲، ۳ و ۴) بالای ستون می آید.

● صفحه ۳: ستون اول، به جای واژه اتیل، متیل درست است.

● در مقاله «شیوه‌ای ساده...» در آخرین سطر از ستون اول، حاصل این تفریق، در صفحه ۵۱ ستون اول،  $4 + 1 = 5$ ،  $N^4$  درست است.

### همکاران محترم

پوزش فراوان در مورد لغزش چاپی کتاب شیمی سال چهارم علوم تجربی - ریاضی فیزیک (در صفحه ۶۳ پرسش ۲۲ گزینه ۲)  $\frac{1}{4}$ ، (در صفحه ۶۶ دو سطر مانده به آخر ۱۸۲۸ و در صفحه ۱۲۸ پرسش ۳۵ گزینه ۴) ۵ درست است.

نیز مسمومیت ایجاد می‌کند، که می‌تواند به اختلال در بینایی، و در حالت شدید به اغما و مرگ منجر شود. ۴.

سندروم جنینی الکل = Fetal Alcohol Syndrome ●●  
سیروزکیدی از عوارض عمده مصرف مزمن الکل است که با تغییرات استحالته‌ای و فیبروزکید همراه است، نخست کبد نارسا و سرانجام به مرگ منتهی می‌شود. ۴.

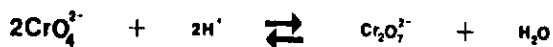
### منابع:

- 1- Androrcoli, Carpenter, Plum, Smith; Cecil Essentials of Medicine, P: 671: 1936.
- 2- Crain; Gershel; A. Clinical Manual of Emergency Pediatrics, P: 359, 1936.
- 3- Dries Bach; Hand Book of Poisoning, P: 185, 1983.
- 4- Krupp, Chatton, Wer De Geri; Current Medica Diagnosis & Treatment P: 1005, 1985.
- 5- Jenkin, Lnotcalozoi; Manual of Emergency Medicine P: 417, 1935.
- 6- Plant; Medicine International, No: 62: 2528, 1989.
- 7- Ritachie, Goodman & Gilman; Pharmacological Basis of Therapeutics P: 137, 1975.
- 8- Shuckit, Harrison's Principles of Intrnal Medicine, P: 2106, 1987.
- 9- Strangt, Medicine International 62: 2535: 1939.
- 10- Vale A; Medicine International 62: 2543, 1989.





به منظور فراهم کردن فرصتی برای خودآزمایی، از دانش آموزان بخواهید که موقعیتی را در نظر بگیرید که در آن، شخصی آزمایش را با محلول دی کرومات پتاسیم شروع می کند. آنان باید پیش بینی های خود را برای دگرگونی های حاصل از افزایش تدریجی محلول سود ۶ مولار، مانند مراحل گذشته و از طریق ترسیم شکل، ارائه دهند، و هر مرحله را تفسیر کنند. اثر افزایش محلولی تیدروکسید سدیم بر غلظت یونهای تیدروژن را قبل از اجرای آزمایش توضیح دهید (به شکل شماره ۴ رجوع کنید).



**شکل ۴** - خلاصه اثر افزایش محلول يك مولار سود بر مخلوط قبلی ارائه شده در شکل ۳.

الف - قبل از افزایش یونهای  $\text{OH}^-$ .

ب - اثر آنی حاصل از افزایش محلول سود.

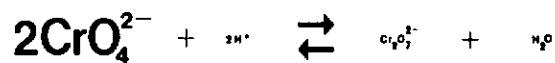
ج - برقراری تعادل مجدد.

این شیوه تصویری در استفاده از علامتهای شیمیایی اثر مطلوبی در تسهیل یادگیری تعدادی مفاهیم شیمیایی دارد. به طوریکه آنها را روشن، جالب و احتمالاً قابل یاد داری (نگهداری در ذهن) مطرح می کند. در عین حال این گونه نمایش وسیله ای برای توضیح اصل لوشاتلیه و بیان روابط استوکیومتری ملهم از معادله های شیمیایی است.

۱- نویسنده اصلی مقاله، انجام این آزمایش را روی پروژکتور آورد توصیه کرده، تا تصویر بزرگ و روشن واکنشها روی پرده آویخته به دیوار کلاس بیفتد. از آنجا که این وسیله ساده و ارزان قیمت متأسفانه در کلاسهای معمول ایران به کار نمی رود، به ناچار از آن صرف نظر کرده و آزمایش نمایشی را به شیوه متعارف، در دو بش بزرگ قابل رؤیت به توسط همه دانش آموزان کلاس، انجام می دهیم. (مترجم).

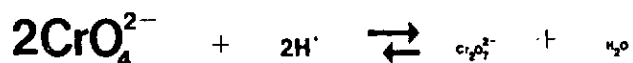
۲- این شکل شامل معادله با حروفی به ابعاد مختلف بوده که قبلاً تهیه شده است. به جای نوشتن روی طلق شفاف پروژکتور، می توان آن را روی يك تکه مقوا نوشت و در زمان مناسب ارائه داد. یا اینکه مستقیماً آن را روی تخته کلاس نوشت.

ممکن است برخی دانش آموزان به این نکته اشاره کنند که محلول دارای مولهای فراوان کرومات و یونهای اندک از دی کرومات است. شواهد دال بر ناچیز بودن یونهای دی کرومات را از دانش آموزان پرسید و منتظر این پاسخ باشید که آب دارای مقدار بسیار اندک از یونهای تیدروژن است. اکنون موقع ارائه شکل ۱ است.



**شکل ۱** - تعادل یون کرومات - دی کرومات قبل از افزایش اسید. اندازه حروف و فرمولها مستقیماً با مقدار ماده موجود متناسب است.

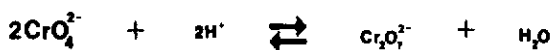
تجربه یادگیری جدیدی را فراهم کنید: از دانش آموزان بخواهید که با استفاده از شکل ۱ پیشگویی کنند که هر گاه اندکی اسید به محلول افزوده شود، چه نوع تغییر ناگهانی در تعادل انجام می گیرد؟ هنگامی که همه آنهاروی این پیشگویی توافق کنند که غلظت یونهای  $\text{H}^+$  افزایش پیدا می کند، شکل ۲ را نشان دهید.



**شکل ۲** - بی آمد فوری ریختن اندکی اسید هیدروکلریک بر سیستم. با افزایش مقدار یونهای  $\text{H}^+$ ، بر سرعت واکنش مستقیم افزوده می شود.

سعی کنید کنجکاوای دانش آموزان را در مورد معنی و مفهوم تفاوت در طول پیکانها، و اهمیت استفاده از پیکان باند را در این مرحله، برانگیزید (افزایش سرعت واکنش مستقیم)، همچنین علت این امر (افزایش فراوانی برخوردها).

حال ۲۵ سانتیمتر مکعب اسید هیدروکلریک را به تدریج بیفزایید و از دانش آموزان بخواهید که مشاهده های خود را توصیف و سپس تفسیر کنند. در اینجا بجاست که به توقف پدیده تغییر رنگ اشاره شود که نشانه ای از برگشت به تعادل جدید است که متعاقب برهم خوردن تعادل قبلی پیش آمده است. در این برهه، بسیاری از دانش آموزان نمایش شکل ۳ را پیش بینی خواهند کرد. بنابراین، این شکل را ارائه دهید:



**شکل ۳** - تعادل مجدداً برقرار شد - برخی یونهای  $\text{CrO}_4^{2-}$  به یونهای  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  تبدیل شد.

تأثیر ناپذیرا شدن این مفاهیم در تقلیل یادگیری دانش -  
آموزان بی‌شک تابع عوامل مختلفی است که دست کم  
برنامه آموزشی و کتابهای درسی مورد استفاده در کلاس از آن  
جمله اند. به نظر می‌رسد که توضیح و تشریح مکرر موضوعاتی  
از قبیل اتمها و واحدهای جرم (واحدهای جرم اتمی و گرم)،  
اتم‌ها و مولها، ترکیبات و مولها، فرمولها و معادله نویسی،  
قوانین نسبتهای ثابت و نسبتهای چندتایی در مورد دانش آموزان  
من کاملاً مؤثر و سودمند بوده است.

بهر حال این طور دریافته‌ام که (مسأله مشکل بودن و  
ناآشنایی ماهیت استوکیومتری (محاسبه وزنی در شیمی) برای  
دانش آموزانم، ناشی از نادیده گرفتن دو نکته مهم می‌باشد:  
یکی روش محاسبه مفهومی برای خود فرآیند و دیگری جنبه‌های  
ریاضی وابسته به تحلیل ابعادی یا تکنیک طبقه‌بندی فاکتور).  
با این پیش‌درآمد، هدف این مقاله معرفی و بیان روش  
گام به گامی است که من برای تدریس «استوکیومتری» بسط  
داده‌ام و دست‌کم آن را برای هشت سال به کار برده‌ام.

پیش از پرداختن به این روش گام به گام بهتر است  
که اصطلاح استوکیومتری را از نظر واژه‌شناسی بررسی کنیم.  
هنگامی که با هر کلمه یا مفهوم طولانی یا ناشناخته برخورد  
می‌شود، دانش آموزان بایستی یاد بگیرند که اصطلاح مذکور  
را از جزء به کل و از شناخته به ناشناخته مورد بررسی قرار  
دهند. بیشتر دانش آموزان به آسانی درمی‌یابند که کلمه  
استوکیومتری از دو جزء «استوکیو» و «متری» تشکیل شده  
است. این دانش آموزان با سابقه ذهنی که در باره سیستم متری  
دارند فوراً می‌برند که جزء «متری» در کلمه استوکیومتری  
به عمل یا روش اندازه‌گیری مربوط می‌باشد. یک دانش آموز  
یونانی تبار ممکن است اظهار کند که استوکیو از کلمه یونانی  
«Stoicheion» که به معنای «عنصر» یا «اولین عنصر» است،  
گرفته شده است.

### نخستین راه‌یابی، الگوی مفهومی

با در نظر گرفتن این حقیقت که در استوکیومتری به مطالعه  
روابط کمی میان عناصر و ترکیبات یا میان واکنش دهنده‌ها و  
محصولات یا میان مقادیر معلومی از واکنش دهنده‌ها که مقادیر  
مجهولی از محصولات را می‌دهند، پرداخته می‌شود، می‌توان

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

# تدریس محاسبه جرمی

(Teaching Stoichiometry)

## «راه‌یابی دوجانبه»

نوشته : Richard L. Poole

ترجمه : عدرا جوان، معلم شیمی دبیرستانهای سمنان  
از مجله : شماره (۱) زانویه ۱۹۸۹ Chemical Education

در سالهای اخیر نه تنها دشواری تدریس محاسبات وزنی  
(استوکیومتری) در شیمی برای دانش‌آموزانی که یادگیری  
شیمی را آغاز می‌کنند، بر ما روشن شده است، بلکه دلایلی  
چند نیز مبنی بر دشواری تدریس استوکیومتری در کاراست.  
این دلایل عبارتند از:

- ۱) مشکل بودن و ناآشنایی اصطلاح استوکیومتری (محاسبه  
وزنی) برای دانش‌آموزان.
- ۲) استفاده از معادلات شیمیایی نامأنوس.
- ۳) به کار بردن اصطلاح مول.
- ۴) استفاده از واحدهای جرمی ناآشنا.
- ۵) استفاده از روشهای محاسبه‌ای بسیار خلاصه و ساده  
شده.

**فاکتور ۱: مقدار گرم معلوم:**

در صورت مسأله داده می‌شود و از ویژگی عامل معلوم یا جسم معلوم است، لازم است به دانش آموزان تفهیم شود که این جسم معلوم ممکن است يك واکنش دهنده یا يك محصول باشد. دبیران نه تنها بایستی مثالهایی از هر دو نوع را ارائه دهند بلکه بایستی به خوبی توضیح دهند که جهت الگوی استوکیومتری کاملاً مستقل از جهت معادله شیمیایی نوشته شده است.

**فاکتور ۲: مولهای معلوم:**

مقدار جسم معلوم را به جرم فرمول گرم آن تقسیم کنید، تا به مول تبدیل شود.

برای این کار می‌توانید مقدار جسم معلوم را در يك فاکتور تبدیل مناسب نیز ضرب کنید. منبع یا معلومات لازم برای انجام این مرحله از محاسبه همان وزن فرمول گرم جسم معلوم است. محاسبه این فاکتور و فاکتور ۴ معمولاً برای دانش آموزان با دشواری چندانی همراه نیست، زیرا آنها پیش از این روش تبدیل گرم به مول و عکس آن را فرا گرفته‌اند.

**فاکتور ۳: مولهای مجهول:**

نسبت مولی جسم مجهول به جسم معلوم از روی ضرایب نوشته شده در معادله فرمولی موازنه شده معین می‌شود و به کمک آن عده مولهای جسم مجهول محاسبه می‌گردد. در این گام چیزی که به عنوان پیش نیاز به حساب می‌آید همانا توانایی لازم در «خواندن» معادلات فرمولی موازنه شده است، از همین رو دبیران شیمی بایستی دانش آموزان را در اثنای فعالیت‌های مربوط به نوشتن معادلات شیمیایی و ادار سازند که آن معادلات را به طور کمی بر حسب مول بیان کنند.

در یافت كه يك تعريف بنيادی از اصطلاح استوکیومتری عبارت از آن است كه از روی مقدار معلوم (K) مقدار مجهولی (uK) را تعیین یا محاسبه می‌نمایند\*. هر گاه تعیین یا محاسبه کردن را با يك پیکان به صورت  $\rightarrow$  نشان دهیم، در آن صورت بیان یا تعريف عمومی و بنيادی اصطلاح استوکیومتری چنین خواهد شد:

$$K \rightarrow uK \quad (1)$$

یعنی:

مقدار مجهول  $\rightarrow$  مقدار معلوم

يك الگوی مفید و ویژه برای حل يك مسأله استوکیومتری مربوط به جرم عبارت است از:

$$\text{mass } K \rightarrow \text{moles } K \quad (2)$$

$$\rightarrow \text{moles } uK \rightarrow \text{mass } uK$$

و یا:

مولهای معلوم  $\rightarrow$  جرم معلوم

جرم مجهول  $\rightarrow$  مولهای مجهول

به عبارت دیگر:

$$\text{grams } K \rightarrow \text{moles } K \quad (3)$$

$$\rightarrow \text{moles } uK \rightarrow \text{grams } uK$$

و یا:

مولهای معلوم  $\rightarrow$  مقدار گرم معلوم

مولهای مجهول  $\rightarrow$

مقدار گرم مجهول  $\rightarrow$

طبیعت و منابع اطلاعاتی مربوط به هر يك از این فاکتورها به شرح زیر است:

**فاکتورها و اطلاعات محاسبه‌ای**

۱	۲	۳	۴
مقدار گرم معلوم $\rightarrow$ فاکتور بیان	مولهای معلوم $\rightarrow$	مولهای مجهول $\rightarrow$	مقدار گرم مجهول $\rightarrow$
منبع داده‌ها	جرم فرمول گرم در مسأله	معادله فرمولی موازنه شده	جرم فرمول گرم



جفت به هم بسته که هر جفت با خود عبارت لازم را نیز همراه دارد، برگردان می‌شود. هر يك از این زوجها با استفاده از مفهوم «از - به» وابسته به هر تبدیل ریاضی پی‌درپی فرمول بندی می‌شود و در آن واحدهای اندازه‌گیری که در صورت کسر يك فاکتور به کار رفته است در مخروح کسر فاکتور بعدی نیز پیدا می‌شود. این نوع تبدیل در مواقعی که دانش‌آموزان می‌خواهند سیستم واحدهای انگلیسی و متری را به هم تبدیل کنند، و یا در مواقعی که می‌خواهند جرم مواد به مول و به عکس‌را تبدیل کنند، پیش می‌آید. بنابراین معادله ۳ به صورت زیر در می‌آید:

مولهای معلوم → مقدار گرم معلوم

مولهای مجهول → مولهای معلوم

مقدار گرم مجهول → مولهای مجهول

این جفتها با جایگزینهای مناسب به صورت زیر در می‌آیند:

$$\text{grams K} \times \frac{1 \text{mole K}}{\text{gFwt K}} \times \dots$$

$$\text{Vmoles} \times \text{K} \times \frac{\text{Zmoles uK}}{\text{Ymoles K}} \times \dots$$

$$\text{Wmoles uK} \times \frac{\text{gFwt uK}}{1 \text{mole uK}}$$

معنای حروف به کار رفته در تساویهای بالا به ترتیب عبارت است از:

K = جسم معلوم

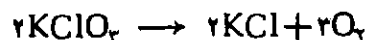
uK = جسم مجهول

gFwt = جرم فرمول گرم

ضمناً حروف V، W، Y و Z مقادیر عددی را می‌رسانند.

برای روشن شدن چگونگی کاربرد این روش راه‌یابی با دو راه می‌توانید در مورد مسأله استوکیومتری کلاسیک به مثال زیر توجه کنید:

چند گرم اکسیژن از تجزیه ۷۵ گرم کلرات پتاسیم حاصل می‌شود؟



مولهای معلوم → مقدار گرم معلوم

مولهای مجهول →

مقدار گرم مجهول →

همین‌که این مهارت به خوبی فراگرفته شود، به صورت تازه‌ترین اطلاعات اکتسابی کسه بایستی برای مفهوم استوکیومتری جدید به کار رود، درمی‌آید.

### فاکتور ۴: مقدار گرم مجهول:

برای به دست آوردن مقدار گرم مجهول تعداد مولهای آن‌را که در فاکتور ۳ معلوم شد، در جرم فرمول گرم آن ضرب کنید. همانند فاکتور ۲، دانش‌آموزان از قبل یادگرفته‌اند که چگونه مول را به گرم و به عکس تبدیل کنند، علاوه بر آن، آنها بر این نکته نیز آگاهند که منبع اطلاعاتی آنها در اینجا نیز همان جزیهای فرمول گرم اجسام می‌باشد. برای معلوم کردن مجهول می‌توان مولهای آن را در يك ضریب تبدیل مناسب هم ضرب کرد و به این ترتیب می‌توان بیان اساسی استوکیومتری و همچنین منابع لازم برای هر يك از فاکتورها را فرموله نمود، و آن‌طور که در جدول آمده است به هم مربوط ساخت. با همین روش می‌توان الگوهای برای مسأله‌های استوکیومتری جرم - حجم، حجم - جرم، حجم - حجم نیز به شرح زیر معرفی نمود:

مولها معلوم → مقدار گرم معلوم

مولهای مجهول →

حجم مجهول به لیتر → (۴)

مولهای معلوم → حجم معلوم به لیتر

مولهای مجهول →

مقدار گرم مجهول → (۵)

مولهای معلوم → حجم معلوم به لیتر

مولهای مجهول →

حجم مجهول به لیتر → (۶)

راه دیگری برای آشکار ساختن بیان اساسی استوکیومتری استفاده از يك سری فاکتورهای تبدیل است. در این زمینه فاکتورهای ۲، ۳ و ۴ به فاکتورهای تبدیل تغییر می‌یابند، که نوعاً به شیوه «از - به» بوده و در بخش بعدی توضیح داده می‌شوند.

### دومین راه‌یابی: نشان‌دار کردن فاکتور

در دومین راه‌یابی، چهار فاکتور مفهومی راه اول به سه

## پانوشته‌ها:

\* K حرف اول کلمه Known به معنای معلوم و شناخته است. و  
uK حرف اول و سوم کلمه Unknown به معنای مجهول یا  
ناشناخته می‌باشد. ۴.

\* شرح ساده در مورد راه حل مسأله بالا عبارت از آن است که  
نخست مقدار گرم جسم معلوم را به گرم يك مولکول گرم آن  
تقسیم می‌کنیم تا تعداد مولهای جسم معلوم به دست آید.

سپس از روی تعداد مولهای جسم معلوم تعداد مولهای جسم  
مجهول را با توجه به ضرائب به کار رفته در معادله فرمولی موازنه  
شده حساب می‌کنیم. از معادله شیمیایی نوشته شده پیدا است که  
نسبت مولهای اکسیژن حاصل به مولهای کلرات پتاسیم تجزیه  
شده  $\frac{3}{2}$  است، (چرا؟) پس:

$$\begin{aligned} 0.612 \text{ mol KClO}_3 &= \text{تعداد مولهای اکسیژن آزاد شده} \\ &\times \frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KClO}_3} = 0.918 \text{ mol, O}_2 \end{aligned}$$

حال تعداد مولهای به دست آمده برای مجهول را به گرم تبدیل  
می‌کنیم. برای این کار بایستی آن را در گرم يك مولکول گرم  
آن ضرب کرد.

$$\begin{aligned} 0.918 \text{ mol O}_2 &= \text{مقدار گرم اکسیژن آزاد شده} \\ &\times 29.4 \text{ gmol}^{-1} = 29.4 \text{ g, O}_2 \end{aligned}$$

در محاسبات بایستی همواره واحدهای مورد نظر را به دنبال اعداد  
مربوط نیز ذکر کرد و این چیزی است که متأسفانه در مدارس ما  
کمتر مراعات می‌شود، امید است از این پس به این نکته مهم  
توجه لازم مبذول شود. ۴.

مقدار  $\text{KClO}_3$  ۷۵ گرم است، جرم فرمول گرم آن (gFwt)  $122.6$  گرم است. نسبت مولی مجهول به معلوم بر اساس معادله  
فرمولی موازنه شده  $\frac{3 \text{ mol, O}_2}{2 \text{ mol, KClO}_3}$  است، جرم فرمول  
گرم  $\text{O}_2$  ۳۲ گرم است

$$\begin{aligned} 75 \text{ g KClO}_3 &\times \frac{1 \text{ mol KClO}_3}{122.6 \text{ g KClO}_3} \\ &= 0.612 \text{ mol KClO}_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.612 \text{ mol KClO}_3 &\times \frac{3 \text{ mol, O}_2}{2 \text{ mol, KClO}_3} \\ &= 0.918 \text{ mol, O}_2 \end{aligned}$$

$$0.918 \text{ mol O}_2 \times \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 29.4 \text{ g, O}_2$$

پیش از توسعه این روش دانش‌آموزان من مجبور بودند که  
موضوع را از روی معادله نویسی تکمیل کرده و سپس با  
استوکیومتری مواجه شوند. اما اینک آنها يك الگوی خطی  
مفهومی در اختیار دارند که نه تنها می‌توانند مهارت‌های  
تازه‌ای که در معادله نویسی کسب می‌کنند به آن ارتباط دهند،  
بلکه می‌توانند مهارت‌های بعدی را که در زمینه تبدیل ریاضی -  
شیمیایی فرا می‌گیرند نیز به آن پیوند دهند. علاوه بر آن به  
نظر می‌رسد که این گونه راه‌یابی، هم مقبول دانش‌آموزان  
متوسط است و هم مقبول آنهایی که از حد متوسط بالاترند.  
در مورد برخی از دانش‌آموزان توصیه می‌شود که در جریان  
حل کردن مسایل در حالی که الگو را به صورت:

مقدار گرم معلوم ← مولهای معلوم

← مولهای مجهول

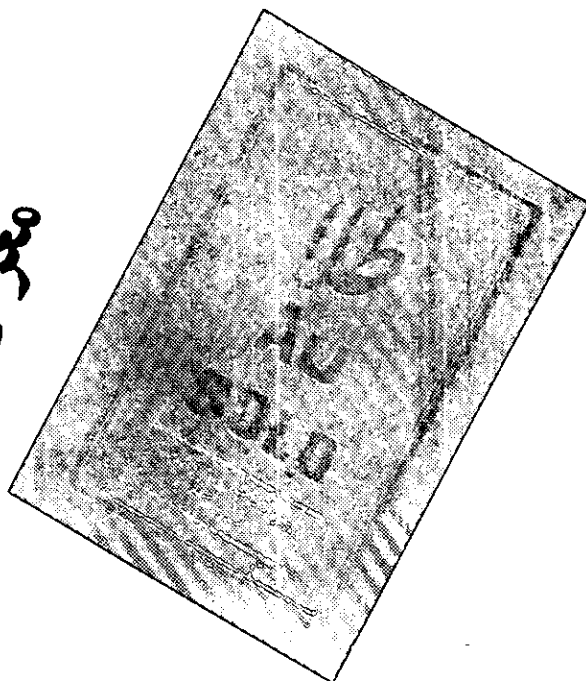
← مقدار گرم مجهول

می‌نویسند، آن را با آوایی ملایم نیز در زیر لب زمزمه کنند.

امید است که دانش‌آموزان شما با یاری این الگوی دو جانبه  
بتوانند سرتاسر استوکیومتری (محاسبات جرمی در شیمی) را  
به راحتی در نوردند، نه آنکه در انجام آن با لغزش روبه رو  
شوند.



## معرفی کتاب



- بخش اول : (مقدمه‌ای بر شیمی)  
 بخش دوم : (اتمها، مولکولها و یونها)  
 بخش سوم : (فرمولها و معادلات شیمیایی)  
 بخش چهارم : (تغییرات انرژی)  
 بخش پنجم : (رفتار فیزیکی گازها)  
 بخش ششم : (رفتار شیمیایی گازها:  $N_2$ ،  $O_2$ ،  $H_2$  و گازهای نجیب)  
 بخش هفتم : (جدول تناوبی)  
 بخش هشتم : (رفتار شیمیایی عناصر گروه اصلی)  
 بخش نهم : (ساختمان الکترونی اتمها)  
 بخش دهم : (پیوند یونی)  
 بخش یازدهم : (پیوند کووالانسی)  
 بخش دوازدهم : (مایعات و جامدات)  
 بخش سیزدهم : (محلولهای آبی)
- پیوست اول : (مروری بر ریاضیات)،  
 پیوست دوم : (پاسخ به بعضی مسائل).

مؤلف : مستر تن - اسلاوینسکی - والفورد

Masterton - Slowinski -  
Walford

مترجم : فروغ فرجود

ویراستار : دکتر علی سیدی



ناشر :

تاریخ نشر : تابستان ۱۳۶۸

کتاب در ۳۴۳ صفحه شامل عناوین: تاریخچه طلا در ایران؛ طلا از دیدگاه زمین‌شناسی و ژئوشیمی؛ کانسارهای طلای شناخته شده در ایران؛ آنالیز طلا؛ دانه‌بندی و خردایش؛ تغلیظ؛ تشویه؛ استخراج و استحصال فلز طلا از کانس؛ بازیابی و پالایش؛ مسایل ایمنی و زیست محیطی؛ موارد استفاده طلا؛ واحد نیمه صنعتی پایلوت.

مؤلفین : عباس فرهنگی، صیاد بقوزیان  
محمود پاشائی، ژرژ میناسیان



ناشر : انتشارات فاطمی

تاریخ نشر : چاپ اول، مهرماه ۱۳۶۷

کتاب در ۵۵۰ صفحه شامل ۱۳ بخش، دو پیوست و فرهنگ اصطلاحات؛



## معرفی مجلات



تکنولوژی مواد پلیمری؛ فهرست مقالات  
منتشر شده توسط کمیسیون هماهنگی علوم  
و تکنولوژی مواد پتروشیمیایی و صنایع  
پلیمری (از کمیسیون هماهنگی)، اخبار و  
تازه‌های علمی

### مجله کیمیا

در مجله کیمیا سال دوم شماره ۸ شهریور  
۱۳۶۸ مقالات زیر آمده است:

افسوس که همیشه دیر می‌رسیم  
یادواره دکتر محسن هشترودی؛ به بهانه  
نمایشگاه بین‌المللی تهران؛ بازاریابی،  
مقوله‌ای مهم و فراموش شده؛ تحول در  
فراورده‌ها، محصول پژوهش در بازاریابی؛  
قیمت و رقابت در بازارهای صادراتی؛  
عوامل موفقیت آمیز در انتقال تکنولوژی  
(قسمت دوم)؛ گداخت هسته‌ای، نوید  
بخش انرژی بی پایان؛ نگاه به ژاپن و  
ژاپنی از دریچه آمار؛ حرف‌هایی درباره  
صنعت و آینده آن در ایران؛ تازه‌های علمی؛  
اخبار داخلی؛ اخبار خارجی، نیازمندیها  
و آمادگیها در جهان صنعت؛ با خوانندگان

### مجله علوم و تکنولوژی پلیمر

در مجله علوم و تکنولوژی پلیمر سال دوم،  
شماره دوم ۱۳۶۸ مقالات زیر آمده است:  
ریشه استقلال و اعتبار ایران (سید  
عطاء... مهاجرانی)؛ تکنولوژی لانکس  
(دکتر فرامرز افشارطارمی) سازه‌های پلی  
استر تقویت شده با کف (دکتر محمدعلی  
سمسارزاده و مهندس حمید میرزاده)؛  
پایداری حرارتی الاستومرهای پلی یورتان  
(۲) (دکتر مهدی باریکاسی)؛ پلیمرهای  
کربوهیدرات: مواد طبیعی با کارکردی  
عالی (دکتر عذرا ربائی)؛ کامپوزیتها (۴)  
(مهندس محمود محرابزاده و مهندس  
ماسیس اکبریان)؛ پلیمرهای هادی جریان  
برق (دکتر فرامرز افشارطارمی و مهندس  
حسین امیدیان)؛ افزودنیهای پلاستیکها:  
مقدار کمتر و کارکرد بهتر (۱) (دکتر اعظم  
رحیمی)؛ بررسی تأثیر افزایش ماده نرم  
کننده بر خواص امولسیون پلی وینیل  
استات (مهندس سعید درودیانسی)، جرم  
مخصوص پلیمرها و روشهای اندازه‌گیری  
آن (از مرکز تحقیقات و توسعه علوم و

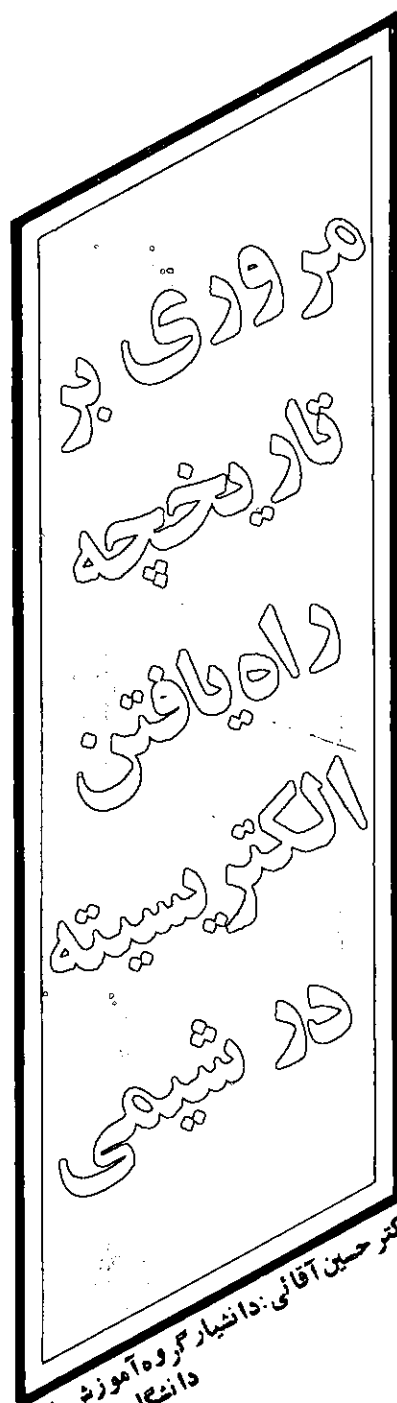
قرنها بعد يك فيزيكدان انگلیسی به نام ویلیام گیلبرت<sup>۱</sup> (۱۶۰۳-۱۵۴۰ م) پی برد که تنها آمبر نیست که در نتیجه مالش و اصطکاک قدرت ربایش اجسام دیگر را می‌یابد، بلکه بسیاری از اجسام دیگر هم با مالش و اصطکاک قدرت ربایش اجسام دیگر را دارا می‌شوند. او در حدود سال ۱۶۰۰ میلادی اینگونه اجسام را «الکتريك» (electric) نامید. در یونانی این واژه برای اجسامی مانند آمبر به کار می‌رفته و به آن الکترون (elektron) هم می‌گفته‌اند. الکترون خود از واژه لاتینی الکتروم (electrum) مشتق شده است.

بدین ترتیب بود که گفته شد اجسامی که در نتیجه مالش یا اصطکاک قدرت ربایش اجسام دیگر را پیدا می‌کنند، بار الکتريکی را کسب کرده و یا به‌طور ساده دارای الکتريسته شده‌اند.

در سال ۱۷۳۳ يك شیمیدان فرانسوی به نام شارل فرانسوا دوفی<sup>۲</sup> (۱۷۷۳-۱۶۹۸ م) دریافت که می‌توان دو نوع بار الکتريکی متفاوت را در نظر گرفت؛ یکی آنکه بر روی شیشه و اجسامی مانند آن گذارده می‌شود (الکتريسته شیشه‌ای) و دیگری آنکه بر روی آمبر قرار می‌گیرد (الکتريسته رزینی یا صمغی). جسمی که حامل یکی از این بارها است جسم دیگری را که حامل بار نوع دیگری است می‌رباید؛ اما دو جسم که حامل يك نوع بار الکتريکی باشند یکدیگر را می‌رانند. علاوه بر آن دوفی خاطر نشان ساخت که از اجسام ملتهب نیز امکان خروج الکتريسته در کار می‌باشد. این مطلب به عنوان مبدأ دیرینه‌ای برای پدیده‌های جدیدتر ترموالکتريك به حساب می‌آید.

بنیامین فرانکلین<sup>۳</sup> که نخستین دانشمند بزرگ و مشهور آمریکایی بود و در عین حال در ردیف یکی از بزرگترین سیاستمداران زمان خود نیز قرار داشت، در سالهای ده ۱۷۴۰ اظهار داشت که تنها يك نوع سیال الکتريکی بیشتر وجود ندارد. با نگاه به این نظر، هر جسمی که کمتر از حد معمولی از آن سیال الکتريکی در برداشته باشد دارای يك نوع الکتريسته است و در مقابل، هر جسمی که بیش از حد معمول از آن سیال باخود داشته باشد دارای نوع دیگری الکتريسته است. فرانکلین گفت شیشه می‌تواند بیش از مقدار معمول از سیال الکتريکی بسا خود حمل کند و از همین رو دارای يك بار الکتريکی مثبت می‌شود. در مقابل، صمغ یا رزین که می‌تواند کمتر از مقدار معمول از سیال الکتريکی همراه داشته باشد آمادگی دارا شدن يك بار الکتريکی منفی است. هر چند که به این گفته فرانکلین حتی تا به امروزه هم به پاس خدمات

آشنایی با الکتريسته به زمانهای بسیار گذشته و به عهد یونان باستان برمی‌گردد (حدود ۶۰۰ سال قبل از میلاد). در آن زمانها، برخی‌ها دریافته بودند وقتی يك رزین سنگواره‌ای به نام آمبر (کهر با)<sup>۴</sup> را مالش دهند، نیرویی می‌یابد که توسط آن می‌تواند اشیاء سبک مانند پرکاه و نظائر آن را بر بایند.



دکتر حسین آقایی: دانشیار گروه آموزش شیمی دانشگاه تربیت معلم

در سال ۱۸۵۵ میلادی که عملاً نخستین پیل ساده توسط آلساندرو ولتا<sup>۴</sup> (۱۷۴۵-۱۸۲۸) فیزیکدان ایتالیایی ساخته شد، آشنایی با طرز کار و واکنشهای انجام شده در آن به خوبی امروزی در کار نبود و دانشمندان آن زمان راه درستی را برای تعیین جهت جریان الکتریکی در پیل نمی دانستند. از همین رو و بر پایه نگرشهایی که از پیشنهاد فرانکلین در این باره القاء شده بود جهت جریان الکتریکی در پیل را از قطب مثبت به قطب منفی در نظر گرفتند که این قرار داد تا به امروز هم معتبر مانده است. اما همانطور که گفتیم و دلایل لازم نیز در ادامه این نوشته ارائه خواهیم کرد، جهت جریان واقعی در پیلها از قطب منفی به قطب مثبت است.

با ساخته شدن پیل ولتا آشکار شد که تولید الکتریسیته و واکنشهای شیمیایی بایستی در ارتباط تنگاتنگ یکدیگر باشند. در واقع پیش از آن عقیده‌های نادرستی در مورد منشأ تولید الکتریسیته و جریان یافتن آن رایج بود.

گالوانی (۱۷۳۸-۱۷۹۸) که یک زیست‌شناس ایتالیایی بود عقیده داشت که سرچشمه الکتریسیته در اعضای بدن حیوانات است. در واقع در سال ۱۷۱۴ میلادی بود که رتوموره دانشمند فرانسوی گزارش داد که یک نوع اژدر ماهی قادر است تکانهای ناگهانی و بسیار شدیدی در موقع تماس پیدا کردن بدنش با یک شیئی ایجاد کند. بعدها معلوم شد که این تکان شدید در اثر یک نوع تخلیه الکتریکی است و در بدن اینگونه اژدر ماهیها عضو پیچیده‌ای وجود دارد که مولد برق است.

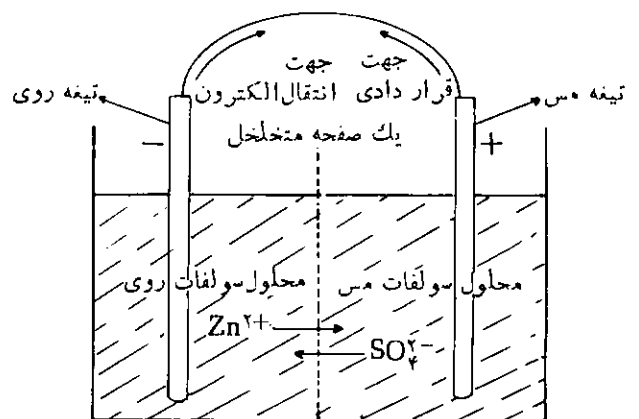
ولتا که یک فیزیکدان بود فرضیه الکتریسیته حیوانی را تحقیر می کرد و عقیده داشت که نیروی محرکه الکتریکی از محل تماس یا اتصال دو فلز ناشی می شود.

شیمیدانها به نوبه خود نه با الکتریسیته حیوانی موافق بودند و نه با پیشنهاد ولتا. آنها اعتقاد داشتند که الکتریسیته از خوردگی یا واکنشهای شیمیایی خاصی که در سطح تماس فلز با محلول روی می دهد، حاصل می شود. همانطور که می دانید این عقیده تا حدود زیادی درست است و تولید الکتریسیته در پیلهای شیمیایی زاینده و واکنشهای الکتروشیمیایی صورت گرفته در الکترودهای آنهاست.

تنها طی چند هفته پس از انتشار کارهای ولتا بود که دو شیمیدان انگلیسی به نامهای ویلیام نیکولسون<sup>۶</sup> (۱۸۱۵-۱۷۵۳) و انتونی کارلیسل<sup>۷</sup> (۱۸۴۰-۱۷۶۸) از جریان الکتریکی تولید شده توسط پیل ولتا برای تجزیه آب استفاده کردند.

علمی او احترام می گذارند، اما لازم است توجه کنیم که واقع امر چنان نیست. همانطور که می دانید مسأله بار دار شدن اجسام بر اثر اصطکاک یا مالش در نتیجه انتقال الکترونها از یک جسم به جسم دیگر است. شیشه و اجسام مانند آن در موقع اصطکاک یا مالش با اجسام مناسب دیگر نظیر ابریشم، تعدادی از الکترونهای خود را به آنها می دهند و از همین رو بار الکتریکی مثبت دارا می شوند؛ در حالی که آمبر و اجسام نظیر آن به هنگام اصطکاک یا مالش با اجسام مناسب دیگر نظیر پشم، تعدادی الکترون اضافی را از این راه کسب می کنند و در نتیجه صاحب یک بار الکتریکی منفی می شوند. (می دانید که الکترون یک ذره مادی سبکی است که حامل مقداری الکتریسیته منفی است). ماده‌ای که بیش از حد خودش الکترون داشته باشد، دارای یک بار الکتریکی منفی خالص است و برعکس، آنکه کمبود الکترونی دارد، دارای یک بار الکتریکی مثبت خالص است.

بر اساس باور فرانکلین، در موقع تماس شیشه‌ای که بیش از حد معمول سیال الکتریکی دارد و در نتیجه بار الکتریکی آن مثبت است با آمبری که کمتر از حد معمول سیال الکتریکی دارد و در نتیجه بار الکتریکی آن منفی است، بایستی این سیال از شیشه به آمبر جاری شود؛ اما همانطور که گفته شد واقعیت این کار بدان صورت نیست و الکترونها از آمبر به شیشه جاری می شوند. لازم به یادآوری است که همین مسأله باعث شده است که در فیزیک جهت قرار دادی جریان الکتریسیته برخلاف جهت واقعی آن باشد. (بنابراین قرار داد جهت جریان الکتریکی از مثبت به منفی است. این قرار داد از تصورات فرانکلین به شرح بالا ناشی شده است) برای مثال در پیل روی - مس جهت قرار دادی جریان الکتریسیته از تیغه مس به تیغه روی است، حال آنکه در عمل الکترونها از تیغه روی به تیغه مس جاری می شوند.



یک پیل ساده روی - مس



حاصل می‌شود. همین امر باعث شده است که برخی‌ها چنین پندارند که الکترولیز محدود به تجزیه یک جسم مرکب توسط جریان الکترولیت است. همانطور که اشاره شد مفهوم الکترولیز کلی‌تر از آن است و تجزیه الکترولیتیکی یک ترکیب شیمیایی به عنوان یکی از موارد مربوط به آن می‌باشد.

کلمه الکتروود از یک جزء *electro* و جزء دیگر *hodos* که در یونانی به معنای راه می‌باشد درست شده است. بدین ترتیب معنای لغوی الکتروود جاده یا راه الکترولیت است؛ اما از دید علمی، یک الکتروود عبارت از یک میله یا تیغه فلزی است که در محلول یا مذاب یک الکتروولیت مناسب داخل شده است. در حالت کلی یک الکتروود، یک هادی نوع اول (هادی فلزی) است که در یک محلول یا مذاب الکتروولیت مناسب قرار دارد.

آند از کلمه یونانی *anodos* به معنای راه سربالایی گرفته شده است. این واژه خود از *ana* به معنای سربالا و *hodos* به معنای راه تلفیق یافته است. از نظر علمی، آند الکتروودی است که در همسایگی آن نیم واکنش اکسایش صورت می‌گیرد و آنیونها به سوی آن راه می‌افتند. در فرایند الکترولیز آند الکتروودی است که از نظر الکترولیتیکی نسبت به الکتروود دیگر دستگاه الکترولیز پتانسیل الکترولیتیکی مثبت دارد. اما در پیلها، آند الکتروودی است که از نظر الکترولیتیکی نسبت به الکتروود دیگر پیل، بار منفی دارد.

کاتد از کلمه یونانی *kathodos* به معنای راه سرازیری گرفته شده است. این واژه از ترکیب *kata* به معنای سربا پایین و *hodos* به دست آمده است. معنای علمی کاتد الکتروودی است که در همسایگی آن نیم واکنش کاهش صورت می‌گیرد و کاتیونها به طرف آن راه می‌افتند. در دستگاه الکترولیز کاتد نسبت به آند دارای پتانسیل الکترولیتیکی پایین‌تری است؛ در حالی که در پیلها عکس آن درست است. در هر حال خواه در دستگاه الکترولیز و خواه در پیل شیمیایی، در همسایگی آند اکسایش و در همسایگی کاتد کاهش صوت می‌گیرد.

یون از واژه یونانی *ienai* به معنای سرگردان گرفته شده است. فارادی فکر می‌کرد که عبور جریان برق از محلولها و مذابها توسط چیزی که او آن را یون نامید صورت می‌گیرد. فارادی از ساختار یون به معنای امروزی هیچ اطلاعی نداشت و حتی از اتم و ساختار آن نیز درک درستی نداشت. از نظر امروزی یون عبارت از یک اتم یا مجموعه‌ای از اتمها است که حامل یک یا چند بار بنیادی الکترون است. مثلاً  $\text{Na}^+$  حامل یک بار

آنها موفق شدند آب را الکترولیز کنند و نشان دهند که جریان الکترولیت قادر است باعث انجام واکنشهای شیمیایی شود. در جریان الکترولیز آب معلوم شد که حجم نیدروژن حاصل تقریباً دو برابر حجم اکسیژن به دست آمده است.

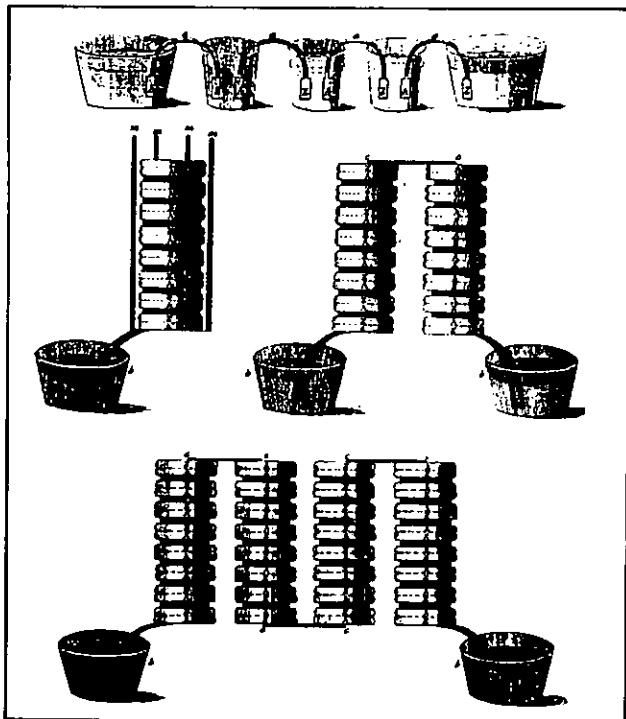
در سال ۱۸۵۷ همفری دیوی<sup>۸</sup> شیمیدان انگلیسی به فکر تهیه برخی عناصر از راه الکترولیز افتاد. او با استفاده از ۲۵۰ قرص فلزی، قوی‌ترین مولد الکترولیتیکی ساخته شده تا آن زمان را تهیه کرد و از جریان الکترولیتیکی حاصل از آن برای الکترولیز برخی مواد و تهیه عناصر ناشناخته بهره جست. وی در اکتبر سال ۱۸۵۷ از الکترولیز پناش مذاب (کسرنات پتاسیم) فلز پتاسیم را تهیه کرد؛ یک هفته پس از آن از الکترولیز (کسرنات سدیم) مذاب فاز سدیم را تهیه نمود. در سال ۱۸۵۸ دیوی فلزات منیزیم، استرونیوم، باریم و کالسیوم را از اکسیدهای مذاب آنها از راه الکترولیز جدا نمود.

کارهای دیوی توسط دستیارش میکائیل فارادی<sup>۹</sup> (۱۷۹۱-۱۸۶۷) دنبال شد و کارهای این دانشمند چنان پر بار بود که شهرتی بس فراتر از استاد خود کسب کرد. فارادی ضمن تدوین قانون اول و دوم الکترولیز بسیاری از اصطلاحات الکتروشیمی را که حتی تا به امروز مرسوم اند وضع نمود. مهم‌ترین این اصطلاحات عبارتند از: الکتروولیت، الکترولیز، آندوکاتد، یون، آنیون و کاتیون. همگی این کلمات ریشه یونانی دارند و هر یک از آنها علاوه بر داشتن معنای لغوی، یک مفهوم علمی معین نیز دارا است.

درباره معنای لغوی الکترون و الکترویک پیش از این بحث شد. الکتروولیت از جزء *electro* و پسوند *-lyte* تشکیل شده است. ترکیبی که در حالت محلولی یا مذاب رسانای الکترولیت باشد الکتروولیت نام دارد. به محلول که رسانای جریان برق باشد نیز الکتروولیت گفته می‌شود.

اصطلاح الکترولیز نیز از یک جزء *electro* و پسوند *lysis* - درست شده است. معنای الکترولیز سست شدن یا سست کردن توسط الکترولیت است. مفهوم علمی آن یعنی انجام شدن یک واکنش یا پدیده شیمیایی توسط انرژی الکترولیتیکی. در واقع، در جریان الکترولیز انرژی الکترولیتیکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود و در مواد حاصل از الکترولیز ذخیره می‌گردد. در جریان بسیاری از الکترولیزها، یک ترکیب شیمیایی به اجزاء تشکیل دهنده‌اش تجزیه می‌شود، برای مثال از الکترولیز آب، گاز هیدروژن و گاز اکسیژن به دست می‌آید، و یا از تجزیه الکترولیتیکی نمک طعام مذاب، گاز کلر و فلز سدیم

بودند به کار رفت. برای مثال شکل زیر چند نوع پیل ساخت ولتا را نشان می‌دهد:



پیل ولتا

پیل ولتا از چندین زوج قرصهای فلزی تشکیل می‌شود. یک قرص از هر زوج از مس یا نقره بود و قرص دیگر آن از قلع یا روی تشکیل می‌شود. هر زوج توسط یک لای چرمی یا صفحه مقوایی که از آب نمک یا آب قلیا یا الکترولیت دیگر سیر شده بود از زوج مجاورش جدا می‌شود. در آن زمانها، این مجموعه می‌توانست به عنوان یک منبع مولد الکتریسیته به کار رود. با توجه به اینکه هر زوج به کار رفته در پیل ولتا خود به عنوان یک سیستم ساده مولد الکتریسیته نظیر سلول  $Zn-Cu$  است، لذا پیل ولتا خود مجموعه‌ای از سلولهای ساده نظیر  $Zn-Cu$  می‌باشد. در واقع خود کلمه پیل هم که ریشه در فرانسه قدیم دارد به معنای توده‌ای از اشیاء مثل هم که به دور هم جمع شده و یا مجموعه از واحدهای شبیه هم می‌باشد.

امروزه در کتابهای علمی که به زبانهای خارجی نگاشته شده است، از کلمه پیل آنطور که در فارسی مصطلح است، برای نشان دادن یک سیستم ساده مولد الکتریسیته نظیر سلول  $Zn-Cu$  استفاده نمی‌شود بلکه از کلمه Cell که برگردان فارسی آن همان سلول می‌باشد استفاده می‌شود. بنابراین به جای گفتن پیل ساده روی - مس، بایستی گفته شود سلول روی - مس.

بنیادی مثبت است و  $Cl^-$  حامل یک بار بنیادی منفی است (بار الکترون به عنوان یک بار بنیادی منفی است).

آنیون از تلفیق  $ana$  و  $ienai$  حاصل شده است. یون دارای بار منفی آنیون نامیده می‌شود و برای رفتن به طرف آندگرایش دارد.

کاتیون از  $kata$  و  $ienai$  ساخته شده است. یون دارای بار مثبت کاتیون نام دارد و برای رفتن به طرف کاتدگرایش دارد.

در پی کارهای فارادی، راه برای توسعه هر چه بیشتر الکتروشیمی و آشکار شدن ارتباط تنگاتنگ آن با شیمی هموار شد. کارهای والتر نرنست<sup>۱۰</sup> (۱۸۶۴-۱۹۴۱) شیمیدان و فیزیکدان آلمانی در پیشبرد الکتروشیمی سهم بسیار مؤثری داشت. توضیح نرنست در مورد پتانسیل یک الکتروود فلزی بر حسب فشار محلول آن و بستگی نیروی محرکه الکتریکی یک الکتروود با غلظت مواد شرکت کننده در واکنش الکترودی برای هر دانشجوی شیمی یا فیزیک موضوع کاملاً آشنایی است، کارهای نرنست در سایه سینتیک و ترمودینامیک جدید دگرگونیهای کلی و تکامل چشمگیری پیدا کرده است.

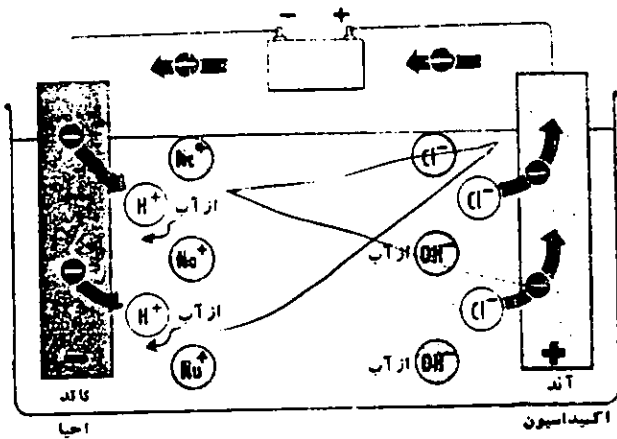
پیشنهاد فرضیه تفکیک الکتروولیتها به یون در سال ۱۸۸۴ از طرف سوانت آرنیوس<sup>۱۱</sup> (۱۸۵۹-۱۹۲۷) دانشمند مشهور سوئدی زمینه بسیار مساعد جدیدی را برای مطالعه محلولهای الکترولیت فراهم ساخت. کوششهای پیگیر آرنیوس در این باره و در دیگر زمینه‌های علوم باعث شد که جایزه نوبل سال ۱۹۰۳ به وی تعلق گیرد.

رویه‌رفته تلاش پیگیر و شبانه‌روزی پژوهشگران و دانشمندان دیگری از قبیل هیتورف<sup>۱۲</sup> از آلمان، راثول<sup>۱۳</sup> از فرانسه، استوالد<sup>۱۴</sup> از آلمان، دبای و هوکل<sup>۱۵</sup> از آلمان و صدها محقق و پژوهنده دیگر از سرزمینهای مختلف دیگر باعث شده است که الکتروشیمی که در واقع همان بحث ارتباط شیمی با الکتریسیته است تا سطح بسیار عالی امروزی ارتقاء یابد. همانطور که امروزه هر شیمیدان یا فیزیکدان خوب می‌داند، کمتر رویدادی مادی می‌توان یافت که به نحوی با الکتریسیته و انتقال آن سروکار نداشته باشد.

اینک در پایان این گفتار بار دیگر به ساختار یک پیل شیمیایی ساده توجه می‌کنیم در اینجا لازم است یادآور شویم که کلمه پیل (Pile) در آغاز برای مجموعه‌ای از چندین زوج قرصهای فلزی که به ترتیب خاصی مجاور هم چیده شده

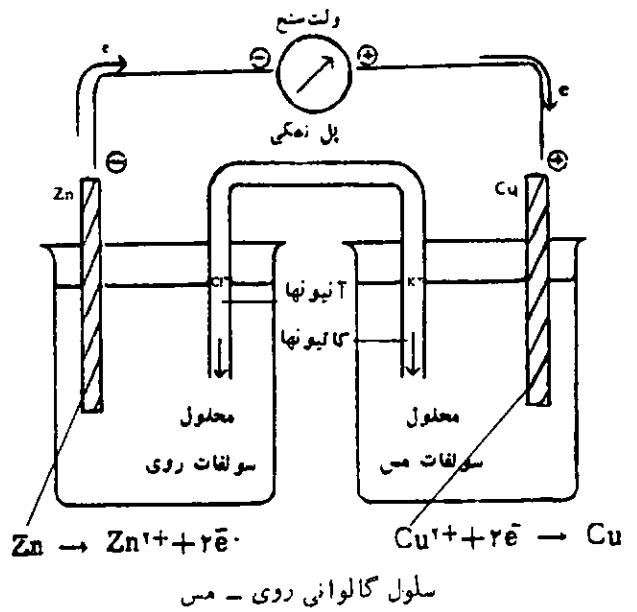
جریان واقعی الکتروسیسته است از تیغه روی در نقش آند به تیغه مس در نقش کاتد می‌باشد. اما همانطور که در آغاز این بحث گفته شد در زمانهای قدیم به دلیل نداشتن اطلاعات کافی از طرز کار سلولهای گالوانی یا ولتایی، جهت جریان الکتروسیسته در آنها را برعکس واقعیت امروزی می‌پنداشتند. مثلاً فکر می‌کردند که در سلول بالا، الکتروسیسته از تیغه مس به تیغه روی جاری می‌شود. در واقع اعتقاد بر این بود که الکتروسیسته از قطب مثبت سلول گالوانی یعنی کاتد به قطب منفی آن یعنی آند جاری می‌شود؛ اعتقادی که درست عکس آن صحیح است. در حال حاضر در مطالعه سلولهای ولتایی یا گالوانی از دو جهت جریان، یکی قرار دادی و دیگری واقعی سخن به میان می‌آید. جهت جریان قرار دادی از قطب مثبت (کاتد) سلول به قطب منفی آن (آند) است؛ حال آنکه جهت جریان واقعی همانطور که برای همه ما آشکار است از آند (قطب منفی سلول) به کاتد (قطب مثبت) می‌باشد. در محلول الکترولیت یک سلول، کاتیونها به سمت کاتد و آنیونها به سمت آند کشیده می‌شوند.

هر دستگاه الکترولیز نیز از دو الکتروود هم جنس و محلول الکترولیت مورد نظر تشکیل می‌شود. برای انجام فرآیند الکترولیز در چنین دستگاهی، بایستی یک مولد الکتروسیسته مثلاً یک باتری با نیروی محرکه لازم نیز در مدار وارد شود تا با صرف انرژی، واکنش الکترولیز را عملی سازد. شکل زیر یک دستگاه الکترولیز و باتری لازم برای آن را نشان می‌دهد. الکترودهای دستگاه الکترولیز معمولاً از پلاتین تهیه می‌شوند. در برخی از الکترولیزها که دقت زیادی لازم ندارند، از الکترودهای زغالی هم استفاده می‌شود. عیب الکترودهای زغالی آن است که ممکن است با مواد حاصل از الکترولیز واکنش دهند.

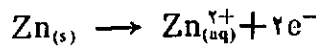


به طور کلی سلولهای الکتروشیمیایی به دو دسته تقسیم می‌شوند؛ یکی سلولهای ولتایی یا گالوانی دیگری سلولهای الکترولیتی. در سلولهای دسته اول انرژی شیمیایی به انرژی الکترویکی تبدیل می‌شود، حال آنکه در سلولهای دسته دوم انرژی الکترویکی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌یابد. سلولهای دسته اول در واقع همانهایی هستند که بنا به یک غلط جاری به آنها پیل گفته می‌شود و سلولهای دسته دوم همان دستگاههای الکترولیز می‌باشند.

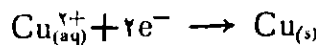
هر سلول الکتروشیمیایی از دو الکتروود، محلول الکترولیت و رابطهای لازم درست می‌شود. شکل زیر یک سلول گالوانی روی - مس را نشان می‌دهد:



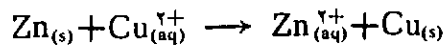
در این سلول، تیغه روی به عنوان آند است؛ زیرا نیم واکنش اکسایش زیر در سطح آن رخ می‌دهد:



در مقابل، تیغه مس نقش کاتد را دارد؛ زیرا نیم واکنش کاهش زیر در سطح آن انجام می‌شود:



واکنش اکسایش - کاهش سلولی که طی آن انرژی شیمیایی واکنش به انرژی الکترویکی تبدیل می‌شود عبارت است از:

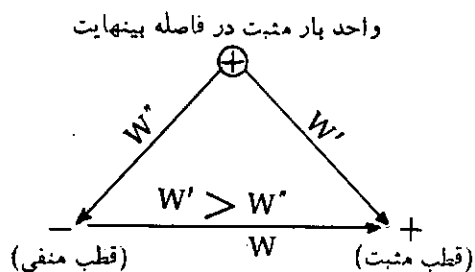


در سلول یاد شده، الکترونها آزاد شده طی نیم واکنش اکسایش از راه مدار خارج روانه تیغه مس می‌شوند تا در آنجا در نیم واکنش کاهش مورد نظر شرکت جویند. بدینسان جهت جریان الکترونها در سلول که در واقع همان جهت

عمل می‌کند و آنیونهای مجاور خود را اکسید می‌نماید. اینک در قسمت آخر این نوشتار به بحثی کوتاه درباره پتانسیل الکتریکی در هریک از قطبهای مثبت و منفی يك سلول الکتروشیمیایی می‌پردازیم. به‌طور کلی پتانسیل الکتریکی يك نقطه از فضا بنا به تعریف برابر با مقدار کاری است که برای بردن يك واحد بار الکتریکی مثبت از فاصله بینهایت بدان نقطه لازم است. هرگاه در موقع بردن این بار مثبت از بینهایت بدان نقطه، انرژی مصرف شود (کار سرروی بار مثبت پیاده شود)، پتانسیل الکتریکی آن نقطه يك مقدار مثبت خواهد بود، اما اگر در جریان بردن آن بار مثبت از بینهایت بدان نقطه انرژی آزاد شود (کار پس داده شود) پتانسیل الکتریکی نقطه مفروض يك مقدار منفی خواهد بود. پتانسیل الکتریکی را با واحد  $JC^{-1}$  (ژول بر کولن) بیان می‌کنند که به آن ولت (V) می‌گویند. بنابراین اگر پتانسیل الکتریکی نقطه‌ای از فضا بنا به فرض ده ولت باشد، برای آنکه يك کولن الکتريسته مثبت از بینهایت بدان نقطه برده شود، بایستی ده ژول کار مصرف شود. برعکس اگر يك کولن الکتريسته منفی بدان نقطه برده شود، طی آن ده ژول کار آزاد می‌شود.

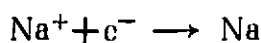
با توجه به مطالب بالا اگر پتانسیل الکتریکی دو نقطه معین باهم یکی نباشد، انرژی لازم برای بردن واحد بار مثبت به نقطه‌ای که پتانسیلش مثبت‌تر است بیشتر است. در مقابل، درازای بردن يك واحد بار الکتریکی منفی بدان نقطه انرژی بیشتری آزاد می‌شود.

در سلولهای گالوانی یا ولتایی دانسته نسبی الکترونهاي سیال در قطب مثبت از قطب منفی کمتر است، و به همین دلیل آن را قطب مثبت نامیده‌اند. به بیان دیگر قطب مثبت هر سلول گالوانی از نظر الکتریکی مثبت‌تر از قطب منفی آن است. با این حساب کار لازم برای بردن واحد بار مثبت به قطب مثبت از کار لازم برای بردن همان واحد بار مثبت به قطب منفی سلول بیشتر است. نمودار زیر این گفته را به‌طور خلاصه بیان می‌کند.

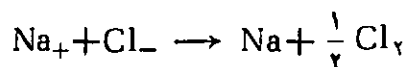
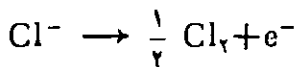


(W, W', و W'') به ترتیب کار لازم را برای انتقال يك واحد بار مثبت از يك نقطه به نقطه بعدی را می‌رساند).

باتری به کار رفته در مدار دستگاه الکترولیز خود يك سلول گالوانی یا يك پیل (چند سلول که به‌طور سری به هم بسته شده باشند) می‌باشد. این باتری دارای يك قطب مثبت (با کمبود نسبی الکترون در آن) و يك قطب منفی (با افزایش نسبی الکترون در آن) است. قطب مثبت باتری به یکی از الکترودهای دستگاه الکترولیز متصل می‌شود و قطب منفی باتری به الکتروکد دیگر آن. این دو الکتروکد که پیش از قرار گرفتن باتری در مدار دستگاه الکترولیز، هیچ اختلاف پتانسیل الکتریکی نسبت به هم نداشتند، پس از قرار گرفتن باتری در مدار وضع متفاوتی نسبت به قبل دارا می‌شوند. الکترودی که به‌آند (قطب منفی) باتری وصل می‌شود، بطور نسبی پتانسیل الکتریکی منفی نسبت به الکتروکد دیگر کسب می‌کند. در واقع از آنجا که دانسته الکترونهاي سیال در آند باتری بطور نسبی بالاتر است لذا الکترودی که بدان متصل می‌شود يك پتانسیل منفی نسبت به الکتروکد دیگر دستگاه الکترولیز دارا می‌شود. از همین رو کاتیونهای موجود در محلول الکترولیت داخل ظرف الکترولیز به طرف آن روی می‌آورند و با دریافت الکترون از آن احیا می‌شوند. هم‌زمان با آن، آنیونهای موجود در ظرف، در سطح الکتروکد دیگر اکسید شده و به آن الکترون تسلیم می‌کنند. هرگاه بنا به فرض، در ظرف الکترولیز NaCl مذاب موجود باشد نیم‌واکنشهای انجام شده در آن عبارتند از:



در آند دستگاه الکترولیز:



الکترودی که به‌آند باتری متصل شد بطور نسبی بار منفی پیدا کرد و به لحاظ آن توانست کاتیونهای مجاور خود را احیا کند. از این رو این الکتروکد به عنوان کاتد دستگاه الکترولیز خواهد بود. بدینسان در دستگاههای الکترولیز، کاتد قطب منفی دستگاه را تشکیل می‌دهد، در حالی که همان‌طور که می‌دانید در سلولهای ولتایی یا گالوانی، آند به عنوان قطب منفی سلول می‌باشد. از طرف دیگر الکترودی که به کاتد باتری متصل می‌شود، پتانسیل الکتریکی مثبت کسب می‌کند و در آنش آند

چون در سلولهای ولتایی یا گالوانی همواره الکترونها هستند که در مدار خارجی جابجا می‌شوند، پس رابطه

$$W = -E \cdot q$$

برای آنها بسیار مناسب است. درازای انجام يك واحد واکنش (انجام يك واکنش استوکیومتری) در سلول داریم:

$$q = nF$$

که  $F$  ثابت فارادی است و بار يك مول الکترون را می‌رساند و  $n$  مول الکترونهايي است که در يك واحد واکنش جابجا می‌شود.

$$\begin{aligned} F &= (\text{بار يك الكترونها}) \times (\text{عدد آوو گادرو}) \\ &= 610220 \times 10^{23} \times 1/6022 \times 10^{-19} \text{C} \\ &= 96485 \text{C mol}^{-1} \end{aligned}$$

طبق قرار داد،  $W < 0$  به معنای آن است که سلول کار انجام می‌دهد و در جریان انتقال الکترونها از قطب منفي به قطب مثبت مقداری انرژی آزاد می‌شود.

توضیح بیشتر درباره آزاد شدن انرژی به هنگام انتقال الکترونها از قطب منفي سلول به قطب مثبت آن بدین نحو است که الکترونهاي سیال در قطب منفي (آند) انرژی پتانسیل بیشتری دارند تا در قطب مثبت، زیرا در قطب منفي دانسیته نسبی الکترونهاي آزاد بیشتر است و همین امر باعث می‌شود که انرژی پتانسیل آنها هم بالاتر باشد. بدینسان وقتی که الکترونها از قطب منفي که در آن انرژی پتانسیل بیشتری دارند، به قطب مثبت که در آن انرژی پتانسیل کمتری دارا خواهند شد جابجا شوند بایستی این تفاوت انرژی پتانسیل را به صورت کار الکتربکسی از دست بدهند. این وضع قابل مقایسه با يك فنر فشرده‌ای است که انرژی پتانسیل آن از همان فنر در حال باز بیشتر است و لذا فنر فشرده در موقع باز شدن می‌بایستی مقداری انرژی را از دست بدهد.

تذکر - برای اطلاع بیشتر از طرز کار سلولهای گالوانی یا ولتایی جا دارد گفتار عامی فصل دوم کتاب معلم شیمی سال سوم علوم تجربی - ریاضی و فیزیک (شماره ۳۸۱) و فصل اول کاربردهای شیمیایی پانسیومتری ترجمه حسین آقائی از انتشارات مرکز نشر دانشگاهی چاپ اول سال ۱۳۶۷ را از نظر بگذرانید.

طبق قانون بقای انرژی می‌توان نوشت:

$$W'' + W = W' \Rightarrow W = W' - W''$$

با توجه به نامساوی  $W' > W''$  بدست می‌آید  $W > 0$  یعنی در موقع انتقال بار مثبت از قطب منفي سلول به قطب مثبت آن بایستی مقداری کار مصرف شود و برعکس، به هنگام انتقال يك مقدار بار منفي (نظیر الکترونها) از قطب منفي سلول به قطب مثبت آن يك مقدار کار آزاد خواهد شد. مسأله تولید انرژی الکتربکسی توسط سلولهای گالوانی یا ولتایی بر همین پایه است. در این سلولها الکترونها کسه حامل الکتربسیته منفي اند از قطب منفي (با پتانسیل الکتربکسی منفي تر) به قطب مثبت (با پتانسیل الکتربکسی مثبت تر) منتقل می‌شوند و در این اثنا لزوماً مقداری از انرژی پتانسیل خود را به صورت کار الکتربکسی از دست می‌دهند. در واقع انرژی پتانسیل الکترونهاي سیال در قطب منفي از انرژی پتانسیل آنها در قطب مثبت به مراتب بیشتر است (برای رفع هرگونه ابهام مجدد اشاره می‌شود که پتانسیل الکتربکسی مثبت و منفي در ارتباط با بار الکتربکسی مثبت تعریف شده است. يك بار مثبت در نقطه‌ای که پتانسیل الکتربکسی آن مثبت است دارای انرژی پتانسیل بیشتر است).

با در نظر گرفتن نمودار بالا و تعریف پتانسیل يك نقطه بر حسب ولت ( $JC^{-1}$ )، برای انتقال يك واحد بار مثبت از قطب منفي به قطب مثبت داریم:

$$W = W' - W'' = V_+ - V_-$$

$V_+$  و  $V_-$  به ترتیب پتانسیل الکتربکسی قطب مثبت و قطب منفي سلول را می‌رساند. هر گاه بجای انتقال يك واحد بار مثبت  $q$  واحد بار مثبت انتقال یابد برای آن خواهیم داشت:

$$W = (V_+ - V_-) \cdot q = E \cdot q$$

در حالی که  $E = V_+ - V_-$  اختلاف پتانسیل الکتربکسی میان قطب مثبت و منفي سلول را می‌رساند و از آن به عنوان نیروی محرکه الکتربکسی سلول نیز یاد می‌شود. رابطه  $W = E \cdot q$  در ارتباط با انتقال يك بار مثبت از قطب منفي به قطب مثبت به دست آمد؛ هر گاه استدلال مشابهی را در مورد انتقال يك بار منفي (نظیر انتقال الکترونها) به کار بندیم به دست خواهد آمد:

$$W = -Eq$$

\* آمبر با املای amber در انگلیسی و ambre در فرانسه از واژه عربی عنبر گرفته شده است. آمبر يك رزین سنکواره‌ای است که در خاکهای رسوبی و در ته نشستهای ساحلی برخی دریاها یافت می‌شود و به رنگ زرد یا زرد قهوه‌ای شفاف است. به عنوان زینت در جواهرسازی و در دسته‌های چوب سیکار و غیره به کار می‌رود. محکم بوده و به آسانی جلا می‌یابد و به سهولت برقدار می‌شود.

- ۱- William Gilbert.
- ۲- Charles François de Cisternay du Fay.
- ۳- Benjamin Franklin.
- ۴- Alessandro Volta.
- ۵- Reaumur.
- ۶- William Nicholson.
- ۷- Anthony Carlisle.
- ۸- Humphry Davy.
- ۹- Michael Faraday.
- ۱۰- Walther Hermann Nernst.
- ۱۱- Svante Arrhenius.
- ۱۲- Hittorf.
- ۱۳- Rault François Marie.
- ۱۴- Ostwald.
- ۱۵- Debye & Huckel.

## معرفی

# عنوانهای مقاله‌هایی

که در شماره ۲

از جلد ۶۶ مجله

«آموزش شیمی»

درج شده است:

FEBRUARY 1989 Volume 66, Number 2

JOURNAL OF  
Chemical Education

زیر نظر هیات تحریریه

گزارش دهمین کنفرانس دو سال يك بار در باره  
آموزش شیمی

- مقدمه (صفحه ۹۴).
- شیمی در گذشته، حال و آینده (صفحه ۹۶)
- جهت‌گیریهای جدید در آموزش شیمی (صفحه ۹۸).
- نمایشها و آزمایشگاهها (صفحه ۱۰۱) (تدریس با استفاده از وسایل کمک آموزشی).
- خط‌مشیهای آموزشی (صفحه ۱۰۳).
- مقاله‌هایی که به کنفرانس داده شد (صفحه ۱۰۶).

## مراجع

- ۱- A. Short History of Chemistry, By Isaac Asimov Chapter 5.
- ۲- کتاب معلم شیمی، سال سوم، علوم تجربی - ریاضی و فیزیک، شماره ۳۸۱، چاپ ۱۳۶۷ گفتار علمی فصل دوم.
- ۳- کاربردهای شیمیایی پتانسیومتری، ترجمه حسین آقائی از انتشارات مرکز نشر دانشگاهی چاپ ۱۳۶۷ فصل اول.
- ۴- رشد آموزش فیزیک شماره ۱۳-۱۴، سال ۱۳۶۷ مقاله سرگذشت فیزیک نوشته دکتر ابوالقاسم قلمسیاه صفحه ۱۴ الی ۷.



## Articles of General Interest

- 118 Chemistry in the Comics: Part 2. Classic Chemistry Henry A. Carter
- 128 Fourier Analysis & Structure Determination: Part I: Fourier Transform John P. Chesick
- 133 The Multidimensional WKB Method Stephen K. Knudson & D. W. Noid
- 137 The Availability of Simple Form of Gibbs Adsorption Equation for Mixed Surfactants Nai-Fu Zhou
- 139 Equations of State, Collisional Energy Transfer, & Chemical Equilibrium in Gases Jose M. Alvarino, Juan Veguillas, & Santiago Velasco
- 157 In Pursuit of Chemical Literacy: A Place for Chemical Reactions Douglas Bond
- 161 Who Does What in Freshman Lab? A Survey John V. Rund, Phillip C. Keller, & Steven L. Brown
- 170 The Analysis of Ball-Point Inks for Forensic Purposes C. H. Breedlove

## موضوعات برجسته

- به زبان سردبیر (صفحه ۹۳).
- مفاهیم در بیوشیمی: طیف‌نمایی رزونانس مغناطیسی هسته در بیوشیمی. از: Steve Cheatham (صفحه ۱۱۱).
- سری کامپیوتر، ۱۰۰: رلاکسسیون برخوردی بر اساس بسط مقدار خاص - تابع خاص تجزیه و تحلیل یک - مورد ساده. از: Wendell Forst (صفحه ۱۴۲).
- بازار کتاب درسی: ابهام در عبارتهای مربوط به ضرایب انتقال. از: Boyd L. Fart (صفحه ۱۴۷).

## Report of the Tenth Biennial Conference on Chemical Education

- 94 Introduction
- 96 Chemistry: Past, Present, & Future
- 98 New Directions in Chemical Education
- 101 Demonstrations & Laboratories
- 103 Instruction Strategies
- 106 Papers Given at the Conference

## مقالاتی که مورد استفاده عموم است

- شیمی در نمایشهای تفریحی: قسمت دوم. شیمی کلاسیک. از: Henry A. Carter (صفحه ۱۱۸).
- تحلیل فوریه و تعیین ساختار: قسمت اول: تبدیل فوریه. از: John P. Uhesick (صفحه ۱۲۸).
- روش WKB چند بعدی. از: Stephen K. Knudson & D. W. Noid (صفحه ۱۳۳)
- دستیابی به شکل ساده‌ای از معادله جذب گیبس برای عوامل فعال سطحی مختلط. از: Nai Fu Zhou (صفحه ۱۳۷).
- معادله‌های حالت، انتقال انرژی برخوردی و تعادلهای شیمیایی در گازها. از: Jose M. Alvarino, Juan Veguillas & Santiago Velasco (صفحه ۱۳۹).
- در ادامه بحث مواد شیمی: جایی برای واکنشهای شیمیایی. از: Douglas Bond (صفحه ۱۵۷).
- یک بررسی: آزمایشگاه مربوط به دانشجویان سال اول دانشگاه، هر کسی چه کاری انجام می‌دهد. از: John V. Rund, Phillip C. Keller, & Steven L. Brown (صفحه ۱۶۱).
- تجزیه مرکبهای خودکار برای مقاصد جزایمی. از: Breedlove (صفحه ۱۷۰).

- A58 Safety in the Chemical Laboratory  
Safety Concerns at the Local  
Laboratory Keiteh by Malcolm  
M. Renfrew Keith O. Berry
- A61 The Computer Bulletin Board  
edited by Russell A. Batt
- A64 Out of the Editor's Basket  
edited by James A. Goldman
- A72 Reviews

### شیمی دبیرستان

- ترجمه‌های یونی، حلالیتها و پتانسیلهای کاهش در محلولهای  
آبی از: Stedven O. Russo & George H. Hanania  
(صفحه ۱۴۹).
- جدول تناوبی تهیه شده توسط دانش آموز از:  
Betsy st. John & Gardon Stevens  
(صفحه ۱۵۴).
- محلولهای صاف شده و پسماندها: طرح يك جدول  
تناوبی، نگارشی بر آزمایشگاه از: Mary E. Irons (صفحه  
۱۵۵).
- کنترل سیاهه موجودی يك وسیله ارزان که آسان ساخته  
می‌شود، برای آزمایشهای رسانایی سنجی کمی. از:  
Timothy R. Rettich & Pulin Battino  
(صفحه ۱۶۸).

### Secondary School Chemistry

- 148 Ino Associations, Solubilities, &  
Reduction Potentials in Aqueous  
Solution Steven O. Russo & George  
I. H. Hanania
- 154 Student-Made Periodic Table  
Eetsy St. John & Gordon Stevens
- 155 Filtrates & Residues: Designing a  
Periodic Table: A Laboratory  
Approach Mary E. Irons

- عقیده بحث انگیز. از: Henry K. Van Kyken  
(صفحه ۱۶۵).
- نمایشهای تست شده: جدا کردن کبات از نیکل به روش  
کروماتوگرافی تعویض آنیون از:  
George B. Kauffman & Matthew L. Adams  
(صفحه ۱۶۶).
- نامدها (صفحه ۱۸۲).
- ایمنی در آزمایشگاه شیمی. از:  
Malcolm M. Renfreau
- ملاحظات ایمنی در آزمایشگاه کوچک. از:  
Keith O. Berrey (صفحه ۱۵۸).
- هیأت تحریریه مجله کامپیوتر. از: Russell A. Batt  
(صفحه ۱۶۴).
- بیرون از کشکول سردبیر. از: James A. Goldman  
(صفحه ۱۶۴).
- مقالات مروری (صفحه ۱۷۲).

### Features

- 93 Editorially Speaking
- 111 Concepts in Biochemistry: Nuclear  
Megnetic Resonance Spectroscopy  
in Biochemistry
- 142 ComputerJ Series, 100: Collisional  
Relaxation via Eigenfunction -  
Eigqenvalue Expansion: Analysis of  
a Simple Case Wendell Forst
- 147 Textbook Forum: Confusion in the  
Expressions for Transport  
Coefficients Boyd L. Earl
- 165 Provocative Opinion: A Flea in the  
Bonnet Henry K. Van Eyken
- 166 Tested Demonstrations: The  
Separation of Cobalt from Nickel by  
Anion Exchange Chromatography  
George B. Kauffman & Matthew L. Adams
- 182 Letters

176 **Friedel-Crafts Alkylation Using Elemental Aluminum Catalyst: An Undergraduate Laboratory Experiment** B. Spencer Meeks & Anita R. Lucas

178 **A Simple Method for Spectrophotometric Determination of Two Components with Overlapped Spectra** M. Blanco, H. Iturriaga, S. Maspocho, & P. Tarin

181 **A Pressure Regulator for Vacuum Distillation** Toby J. Sommer

168 **Inventory Control: An Inexpensive & Easily Constructed Device for Quantitative Conductivity Experiments** Timothy R. Rettich & Rubin Battino

### تجربه‌های آزمایشگاهی

– ضد اکسیدکننده‌ها در پلاستیک؛ یک طرح تجزیه دستگاهی از:

Wing Hong Chan, King Sum & Wal  
Keungyu (صفحه ۱۷۲).

– یک سری از آزمایشهای سنتزی که نشان دهنده اصول فیزیکی شیمی آلی اند. از:

Yousry Sayed, Cfris A. Ahinark & Ned  
H. Martin (صفحه ۱۷۴).

– الکیل دار کردن فریدل - کرافتس با استفاده از کاتالیزور آلومینیم عنصری، یک تجزیه آزمایشگاهی دووه لیسانس. از:

B. Spencer Meeks & Anita R. Lucas  
(صفحه ۱۷۶).

– یک روش ساده اسپکتروفتومتری برای تعیین دو ترکیب که طیفهای آنها همپوشانی دارند. از:

M. Blanco, H. & Iturriaga, S. Maspocho &  
P. Tarin (صفحه ۱۷۸).

– یک شیر تنظیم فشار برای تقطیر در خلأ. از:  
Toby J. Sommer (صفحه ۱۸۱).

### Laboratory Experiments

172 **Antioxidants in Plastic: An Instrumental Analysis Project**  
Wing Hong Chan, King Sum Lam, & Wai  
Keung Yu

174 **A Series of Synthetic Organic Experiments Demonstrating Physical Organic Principles**  
Yousry Sayed, Chris A. Ahlmark, &  
Ned H. Martin

### یادداشتها

– استفاده دوباره از جعبه‌های پلی استری توپ تیس. از:  
Fred H. Greenberg (صفحه ۱۶۷).

– فیلم پلی استری بدون هزینه‌ها برای طیف‌نمایی IR. از:  
D. Fain (صفحه ۱۷۱).

– گیره ارزان PVC برای نگهداشتن سلول IR. از:  
Eugene J. Mc Devitt (صفحه ۱۷۷).

– یک دستگاه برای محفوظ نگه داشتن دمای پایین از:  
M. Shahid Ansari & M. Saleem (صفحه ۱۸۰).

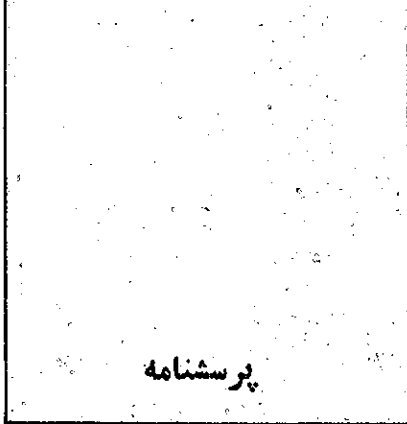
### Notes

167 **Recycling Polyester Tennis Ball Containers** Fred H. Greenberg

171 **Zero-Cost Polystyrene Film for IR Spectroscopy** D. Fain

177 **Inexpensive PVC Infrared Cell Holder** Eugene J. Mc Devitt

180 **A Simple Apparatus for Maintaining Low Temperature**  
M. Shahid Ansari & M. Saleem



سلام

نام خانوادگی ..... استان ..... شهرستان ..... شغل .....  
 آدرس ..... محل کار .....  
 تلفن منزل ..... تلفن محل کار .....

۱- بالاترین مدرک تحصیلی ..... رشته تحصیلی ..... رشته تخصصی ..... از چه دانشگاهی فارغ التحصیل شده‌اید؟ .....

- ۲- سابقه تدریس در دبستان  راهنمایی  دبیرستان  هنرستان  مدارس عالی و دانشگاهها   
 ۳- چند سال شیمی تدریس کرده‌اید؟

۴- در کدام مقطع تحصیلی، شیمی تدریس کرده‌اید؟ دبیرستان  هنرستان  مدارس عالی و دانشگاهها

۵- مقاله‌های مجله رشد آموزش شیمی، در مجموع از نظر آموزش، با مطالب کتب شیمی دبیرستان و مطالب علمی مربوط به کتاب علوم تجربی دوره راهنمایی تحصیلی تا چه اندازه مربوط است؟ کامل  متوسط  ضعیف

۶- به نظر شما این مجله تا چه حد کمبودهای کتاب معلم (راهنمای تدریس) را جبران می‌کند؟ کامل  تا اندازه‌ای

۷- به نظر شما غیر از معلمان شیمی، دیگران هم می‌توانند از این مجله بهره‌گیرند؟ بلی  خیر  در صورت پاسخ بلی، چرا؟ .....

۸- کدام زبان خارجی را خوب می‌دانید و می‌توانید در ترجمه آن به زبان فارسی موفق باشید؟ .....

۹- آیا مقاله‌های مجله رشد آموزش شیمی می‌تواند برخی از مشکلات شما را در علم شیمی حل کند، چگونه؟ .....

۱۰- این مجله از نظر کمک به آموزش شیمی در دبیرستان چه کمبودهایی دارد؟

۱۱- در صورت داشتن تألیفات، نام و موضوع آنها را بنویسید.

۱۲- چه شماره‌هایی از مجله رشد آموزش شیمی را تاکنون مطالعه کرده‌اید؟

۱۳- کدام مقالات به نظر شما مفیدتر بوده است (با ذکر نام مقاله)؟

۱۴- درج چه مقالاتی را در مجله مناسب می‌دانید؟ به چه دلیل؟

۱۵- چنانچه مشترک مجله رشد آموزش شیمی می‌باشید، آخرین شماره مجله و تاریخ دریافت آن را ذکر کنید.

۱۶- به نظر شما مجله رشد آموزش شیمی باید، به چه موضوعاتی، بیشتر بپردازد؟

۱۷- علاقه معلمان شیمی به مطالعه این مجله در چه حدی است؟

**پیشنهادات و نظرات:**

New periods	Shells and subshells	Groups:											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
		Electrons:											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1.	1 s	1 H	2 He										
2.	2 s	3 Li	4 Be										
3.	2 p			5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne				
	3 s	11 Na	12 Mg										
4.	3 p			13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar				
	4 s	19 K	20 Ca										
5.	3 d			21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
	4 p			31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
	5 s	37 Rb	38 Sr										
6.	4 d			39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
	5 p			49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				

پایه اتمی برای خواص تناوبی

تناوبهای تازه

لایه زیر لایه (لایه فرعی)





آموزش تصویرنگاری

آموزش طبیعی

آموزش ریاضی

آموزش زمین شناسی

آموزش زبان

آموزش فیزیک

آموزش زبان

تعمیر و تربیت

آموزش علوم اجتماعی

لیسانس  
مجلات  
مختصرین ایران و دانشجویان گد  
فوسه ده یکبار در زمینه آموزشی  
فردین دبیرستانی منتشر می شود  
را می خوانید

ایران توجه  
دبیران و  
دانشجویان