

۲۰۷۷۶.۵

نعمت‌الله گلستانیان

دانشنامه‌ی موضوعی

دانش و فناوری

(دایرة‌المعارف ۹ جلدی)

جلد ۲

شیمی و عنصرهای شیمیایی

سرشناسه: گلستانیان، نعمت‌الله، ۱۳۱۳
عنوان و نام پدیدآور: شیمی و عنصرهای شیمیایی / نویسنده نعمت‌الله گلستانیان
مشخصات نشر: تهران: میچکا، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری: ۱۳۰ ص، مصور (رنگی)
فروست: دانشنامه موضوعی دانش و فناوری؛ ۴
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۵۲-۰۹۹-۱
موضوع: دایره‌المعارف و واژه‌نامه‌های کودکان و نوجوان
رده بندی کنگره: Q۱۲۱
رده بندی دیویی: ۵۰۳ [ج]
شماره کتابشناسی ملی: ۵۹۵۷۴۱۳

انتشارات میچکا

آدرس: تهران، میدان انقلاب، خیابان فخر رازی،
خیابان شهید و خنجر، بن‌بست فرزانه، پلاک ۱۰، طبقه ۴
www.michkapublishing.com

شیمی

نویسنده: نعمت‌الله گلستانیان
چاپ اول: ۱۳۹۸
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۵۲-۰۹۹-۱
قیمت: ۲۱۰۰۰ تومان



به نام خدا

فهرست

صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
۱۲	۵-۳ ساختار جدول تناوبی	(نش)	پیشگفتار
۱۵	۶-۳ عنصرهای بلوک s	۱	سرآغاز
۱۶	۷-۳ عنصرهای بلوک d		
۱۶	۸-۳ عنصرهای بلوک p		
۱۶	۹-۳ عنصرهای بلوک f		
۱۸	۴ حالت‌های ماده	۱	۱ عنصرهای شیمیایی
۱۸	۱-۴ حالت‌های ماده از دیدگاه ریزینی	۳	۱-۱ رده‌بندی عنصرهای شیمیایی
۱۸	۲-۴ آشنایی با حالت‌های سه‌گانه‌ی ماده	۴	۲-۱ نمادها و نام‌های عنصرهای شیمیایی
۱۹	۳-۴ نقطه‌ی ذوب در جامدات	۵	۳-۱ اکتشاف‌های آغازین: فلزات
۲۱	۴-۴ نقطه‌ی جوش در مایعات	۵	۴-۱ اکتشاف‌های آغازین: نافلزات
۲۱	۵-۴ تأثیر فشار و ناخالصی در نقطه‌های ذوب و جوش	۵	۵-۱ اکتشاف‌های بعدی
		۶	۶-۱ عنصرهای شیمیایی مصنوعی
۲۳	۵ محلول‌های شیمیایی	۷	۲ اتم‌ها
۲۳	۱-۵ آشنایی با محلول‌های شیمیایی	۷	۱-۲ پیشینه‌ی نظریه‌ی اتمی ماده
۲۳	۲-۵ ساز و کار حل شدن	۷	۲-۲ نظریه‌ی اتمی نوین
۲۳	۳-۵ حل‌پذیری و بلورین شدن	۹	۳-۲ مدل اتمی بور
۲۴	۴-۵ حل شدن گازها	۹	۴-۲ اتم‌ها و عنصرهای شیمیایی
۲۵	۵-۵ محلول‌های جامد	۹	۵-۲ اندازه‌ی اتم‌ها
		۱۰	۶-۲ دیدن همان و باور کردن همان
۷	۶ واکنش‌های شیمیایی	۱۱	۳ جدول تناوبی عنصرها
۷	۱-۶ آشنایی با واکنش‌های شیمیایی	۱۱	۱-۳ ترکیب اجرای جدول تناوبی عنصرها
۷	۲-۶ گرد آمدن مواد	۱۱	۲-۳ نماد شیمیایی با عدد اتمی و عدد جرمی
۸	۳-۶ شکسته شدن مولکول‌ها	۱۱	۳-۳ جرم اتمی، عدد اویگادرو و مول
		۱۲	۴-۳ نمایش جدول تناوبی عنصرها

۴-۶ آهک واکنش‌های شیمیایی ۲۸

۳-۱۱ کسین و اورون ۴۷

۷ ترکیب‌های شیمیایی

۳۱

۴۸ **۱۲** هوا

۱-۷ آشنایی با ترکیب‌های شیمیایی ۳۱

۲-۷ پیوندهای شیمیایی ۳۲

۳-۷ مولکول‌های پلی‌تن ۳۲

۴-۷ نمک‌های فلزی ۳۲

۵-۷ ترکیب‌های نافلزات ۳۴

۶-۷ گازهای تحب ۳۴

۷-۷ پایداری مواد شیمیایی ۳۴

۵۰ **۱۳** آب

۱-۱۳ خواص آب ۵۰

۲-۱۳ فراوانی و اهمیت آب ۵۱

۳-۱۳ تأمین آب مصرفی شهرها ۵۱

۵۳ **۱۴** شیمی آلی

۱-۱۴ هیدروکربن‌ها ۵۳

۲-۱۴ آلکان‌ها ۵۳

۳-۱۴ آلکن‌ها ۵۴

۴-۱۴ گروه‌های عاملی ۵۵

۵-۱۴ فایده‌ی مولکول‌های آلی در زندگی ۵۶

۸ پیوند و ظرفیت شیمیایی

۳۵

۱-۸ پیکربندی الکترونی ۳۵

۲-۸ یون‌ها و پیوندهای یونی ۳۵

۳-۸ ظرفیت عنصرهای شیمیایی ۳۷

۴-۸ پیوندهای هم‌ظرفیت ۳۸

۹ ساختارهای مواد جامد

۴۰

۱-۹ انواع جامدات ۴۰

۲-۹ جامدات یونی ۴۰

۳-۹ جامدات مولکولی ۴۱

۴-۹ جامدات مولکولی درشت ۴۱

۵-۹ جامدات فلزی ۴۲

۶-۹ رساناهای الکتریکی دیگر ۴۲

۵۸ **۱۵** کاتالیزورها

۱-۱۵ آشنایی با کاتالیزورها ۵۸

۲-۱۵ کاربرد کاتالیزورها ۵۸

۶۰ **۱۶** آنزیم‌ها

۱-۱۶ آشنایی با آنزیم‌ها ۶۰

۲-۱۶ چگونگی کاربرد آنزیم‌ها ۶۰

۶۲ **۱۷** اکسایش و کاهش در شیمی

۱-۱۷ اکسایش ۶۲

۲-۱۷ واکنش‌های اکسایش - کاهش ۶۲

۳-۱۷ اکسایش و کاهش بر پایه‌ی مبادله‌ی الکترون‌ها ۶۳

۶۴ **۱۸** هیدروژن

۱-۱۸ گاز هیدروژن ۶۴

۱۰ کربن

۴۴

۱-۱۰ اهمیت کربن در ترکیب‌های شیمیایی ۴۴

۲-۱۰ شکل تازه‌ای از کربن ۴۵

۳-۱۰ زغال چوب ۴۵

۱۱ نیتروژن و اکسیژن

۴۶

۱-۱۱ آشنایی با نیتروژن و اکسیژن ۴۶

۲-۱۱ واکنش‌های شیمیایی ۴۶

صفحه	عنوان
۷۴	بازها و قلبایی‌ها ۲۲
۷۴	۱-۲۲ بازها
۷۵	۲-۲۲ قلبایی‌ها
۷۷	پیوست‌ها
۷۷	پیوست الف اطلاعات تکمیلی
۸۰	پیوست ب عددها و یکاهای اندازه‌گیری
۸۳	پیوست پ شکل‌های هندسی
۸۵	پیوست ت دانشمندان نام‌آور
۹۰	پیوست ث اختراعات و اکتشاف‌ها
۹۶	پیوست ج فرهنگ‌نامه
۹۴	نمایه نام‌ها
۹۸	واژه‌نامه‌ی انگلیسی - فارسی
۱۱۲	کتاب‌شناسی
۱۱۳	نمایه

صفحه	عنوان
۶۴	۲-۱۸ ابروتوب‌های هیدروژن
۶۴	۳-۱۸ کاربردهای هیدروژن

صفحه	عنوان
۶۶	هالوزن‌ها ۱۹
۶۶	۱-۱۹ عنصرهای هالوزن
۶۶	۲-۱۹ خواص هالوزن‌ها
۶۶	۳-۱۹ روش‌های تهیه و کاربرد هالوزن‌ها

صفحه	عنوان
۶۸	فلزات ۲۰
۶۸	۱-۲۰ خواص کلی فلزات
۶۸	۲-۲۰ واکنش‌پذیری و پیل ترکیبی
۶۸	۳-۲۰ گانگی‌ها و استخراج فلزات

صفحه	عنوان
۷۱	اسیدها ۲۱
۷۱	۱-۲۱ آشنایی با اسیدها
۷۱	۲-۲۱ واکنش‌های اسیدی
۷۲	۳-۲۱ اسیدهای آلی
۷۲	۴-۲۱ اسیدهای معدنی

پیشگفتار

با علم اگر عمل نکنی شاخ بی‌بری
چشم از برای آن بود آخر که بنگری
(شیخ اجل، سعدی)

بار درخت علم نباشد مگر عمل
هر علم را که کار نبندی چه فایده

درب‌گیرنده‌ی وضعیت‌ها و شرایطی است که با تکرار شدن می‌توانند در معرض بازبینی و آزمون قرار گیرند. واضح است که همیشه چنین شرایطی وجود ندارد. مثلاً، در علوم مشاهده‌ای، نظیر اخترشناسی و زمین‌شناسی، دسترسی به تکرار شدن یک وضعیت دلخواه اساساً محال است و دقت ممکن به دقت مشاهده و توصیف محدود می‌شود.

یکی از روش‌های کلی در رده‌بندی علوم این است که آن‌ها را به صورت علوم دقیق، مانند علم فیزیک، یا علوم توصیفی، مانند رده‌بندی گیاهان، یا علم جانورشناسی، تقسیم کنیم. دستاوردهای علوم دقیق، معمولاً، با امکان اندازه‌گیری دقیق مشخص می‌شوند. اما در علوم توصیفی، مهم‌ترین کار بسط دادن روشی را تعریف یا رده‌بندی است که در آن ارجاع دادن و مقایسه کردن، با سوء و الگوی مورد نظر امکان‌پذیر باشد.

ب. فناوری

فناوری عبارت است از جنبه‌های کاربردی و توصیفی علم، که ارزش و اهمیت مهندسی و صنعتی را در زندگی فردی، جامعه و محیط زیست، داشته باشد. با این تعریف، فناوری با علم و مهندسی رابطه‌ای نزدیک دارد. علم با درک انسان از جهان واقعی پیرامون، از جمله ویژگی‌های ذاتی فضا، ماده و انرژی و برهم‌کنش آن‌ها، ارتباط دارد و مهندسی به جنبه‌های کاربردی شناخت عینی انسان در آفرینش طرح‌ها، نقشه‌ها و وسایل رسیدن به هدف‌های دلخواه و مورد نیاز در تسهیل زندگی انسان‌ها، مربوط است.

دامنه‌ی پیشرفت دانش و فناوری به قدری گسترده است، که در جهان امروز هیچ جامعه، یا حتی هیچ خانواده‌ای، یافت نمی‌شود که از مزایای آن‌ها بی‌بهره باشد. به جرأت می‌توان گفت که دانش و فناوری بر همه‌ی شئون زندگی انسان‌ها سایه‌ای رو به فزونی افکنده است.

تکامل سفرهای فضایی از بزرگ‌ترین پروازهای بشر در فناوری نوین است. در این عمل پیشگامانه حیوانات گوناگونی از دانش و فناوری، از طرح‌های آبرودینامیکی و گردش سواد گرفته تا سیستم‌های عجیب و پیچیده سهم بوده‌اند. در این زمینه‌ها قانون‌های علوم پایه، از جمله قانون‌های بنیادی فیزیک، مورد استفاده واقع شده‌اند.

۱. تعریف دانش و فناوری

در این پیشگفتار بی‌مناسبت نیست اگر به اختصار به معرفی علم یا دانش و نیز فناوری، پرداخته شود.

الف. علم

علم عبارت است از شناخت روشمند جهان فیزیکی یا مادی که از راه مشاهده و آزمایش حاصل می‌شود. فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، روان‌شناسی، اقتصاد، و نظیر آن‌ها، شاخه‌هایی از علم را تشکیل می‌دهند.

واژه‌ی علم، معمولاً، درباره‌ی شیوه‌ها یا فعالیت‌های عقلانی، که دارای جنبه‌های معین و مشترکی هستند، به کار می‌رود. علم با ارائه‌ی تبیین‌های دقیقی که مستعد بازبینی‌اند، مشخص می‌شود. این موضوع برای یک علم مورد نظر، اغلب،

با بیانی اختصاری، فناوری با ابزار و روش‌های اجرایی برنامه‌هایی سر و کار دارد، که انسان برای بهبود و ارتقای سطح زندگی خود ترتیب می‌دهد. با توجه به تعریف‌های علم و فناوری، می‌توان گفت که، به طور مثال، فیزیک علمی دقیق و مبتنی بر تجربه است و فناوری نمودی از کاربری قانون‌های فیزیکی است.

۲. رابطه‌ی علم و فناوری

امروزه دریافته‌ایم که علوم پایه، از جمله فیزیک، اساس صنایع و فناوری را تشکیل می‌دهند. هیچ نوآوری و ابداع و اختراعی نمی‌تواند حداکثر فایده را برساند مگر آنکه به وسیله‌ی علم بازور شود و هیچ فردی نمی‌تواند دستگاهی را طراحی کند بدون آنکه از پیش اصول بنیادی آن را بداند. برای طراحی یک ماهواره، یا حتی یک تله‌موش هم لازم است قانون‌های بنیادی علمی مورد نظر واقع شوند.

اما، اینکه انسان از بدو آفرینش همواره نسبت به نیاز علمی را فراگرفته و آنگاه به گسترش فناوری پرداخته است، شاید چندان درست نباشد. با توجه به گذشته‌های دور می‌بینیم که مردم به خاطر احساس نیاز و بدون آگاهی از هیچ مبانی علمی‌ای با استفاده از سنگ تبر و کارد ساخته‌اند، با مالش دادن دو تکه چوب به هم آتش افروخته‌اند، و برای محفوظ ماندن از سرما و تابش آفتاب از پوست جانوران به عنوان لباس استفاده کرده‌اند. از اینجاست که به پیشی داشتن تولید فناوری نسبت به تدوین و فرمول‌بندی مبانی علمی در تاریخ زندگی انسان پی می‌بریم.

با گذشت زمان و گسترش دامنه‌ی علم انسان به جایی رسید که به موازات پیشرفت علم نتوانست به رشد فناوری و تکامل وسایل و ابزار مبتنی بر مبانی علمی دست پیدا کند. به عنوان مثال، اگر به تاریخ علم در سده‌ی هفدهم میلادی نگاهی بیندازیم، دانشمندان صاحب نامی چون گالیلئو گالیله^۱، آیزاک نیوتون^۲، رنه دکارت^۳، پی‌یر فرما^۴، و دیگران، را می‌بینیم که از بنیان‌گذاران مبانی ریاضیات و فیزیک کلاسیک بوده‌اند، اما در

کمال تأسف، در طول چندین دهه از سده‌ی هفدهم تنها به شش مورد از اختراع وسایل فیزیکی مهم برمی‌خوریم، که عبارت بودند از: جوسنج، پمپ هوا، ساعت آونگی، تلسکوپ، میکروسکوپ و دماسنج.

گفته می‌شود که در سده‌ی بیستم علم در تمام زمینه‌ها گسترش بسیار یافته و قلمرو آن وسیع‌تر شده است. این گفته تا حدی درست است و به ویژه در دهه‌های نخست سده‌ی بیستم پیشرفت در زمینه‌ی فیزیک نوین با ارائه‌ی نظریه‌ی نسبیت توسط آلبرت اینشتین^۱ و نظریه‌ی کوانتومی توسط ورنر هایزنبرگ^۲، اروین شرودینگر^۳، و دیگران بسیار شگفت‌آور بوده است. اما بدیهی است که هم‌زمان و هم‌پای با ارائه‌ی مبانی علمی از جمله در قلمرو فیزیک کلاسیک، و نیز فیزیک نوین، به دلیل کافی نبودن امکانات تولید و ساخت، مظاهر فناوری نتوانستند فرصت ابداع پیدا کنند.

بنابراین، آنچه امروز به عنوان پیشرفت علم، دست کم در قلمرو فیزیک، از آن نام برده می‌شود، در واقع، بیشتر مربوط به گسترش مظاهر فناوری و حیطه‌های تجربی مبتنی بر اصول و پدیده‌های علمی است. به بیان دیگر، در جامعه‌ی امروز فناوری و دستاوردهای آن از مبانی علمی سریع‌تر پیشرفت می‌کند و به همین دلیل، به گسترش فناوری مربوط می‌شوند تا به پیشرفت علم.

با سواژ مثال، پدیده‌های شکست و بازتاب نور، قرن‌ها پیش مورد مطالعه قرار گرفته و پژوهشگران بسیاری از جمله حسن بن هیشم، کالیله، بیوتون، دکارت، ویلبرورت اسنل^۴ و دیگران، در این زمینه کار کرده‌اند. اما استفاده‌ی عملی از این پدیده‌ها در سطح پیشرفته، در همین چند دهه‌ی اخیر با ساخت عدسی‌های همگرا و واگرای با تغییر تدریجی ضریب شکست و کاربرد این عدسی‌ها در عینک‌سازی، یا ساخت تارهای نوری^۵ برای کاربردهای مخابراتی و پزشکی، صورت گرفته است.

1. Albert Einstein
2. Werner Heisenberg
3. Erwin Schrödinger
4. Willebrord Snell
5. optical fibers

1. Galileo Galilei
2. Isaac Newton
3. René Descartes
4. Pierre Fermat

از سویی دیگر، در زمینه فناوری پسر پاییدی نظریه‌ی کوانتومی وسایل و روش‌هایی مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی^۱ (MRI) و وسیله‌ی ابررسانای تداخل کوانتومی^۲ (SQUID) را می‌توان نام برد، که در تشخیص‌های پزشکی کاربردهای زیادی دارند.

۳. فناوری‌های پیشرفته

بسیاری از ما با مظاهر فناوری‌های نوین در زمینه‌های گوناگون، از جمله در ساخت رایانه‌ها، مخابرات، کنترل، ابزارهای تشخیص پزشکی، و نظیر آن‌ها، آشنا هستیم. اگر توجه کنیم می‌بینیم که تولیدکنندگان فناوری همواره می‌کوشند به ابداع روش‌ها و وسایلی دست یازند تا حد امکان جمع و جورتر و در تسهیل زندگی دارای کارایی بیشتر باشند.

برای تحقق یافتن این هدف‌ها در قلمرو فناوری روش‌ها و سیستم‌های گوناگونی وجود دارند، که جماعی آن‌ها می‌تواند فناوری اطلاعات^۳، فناوری نانو^۴ و زیست فناوری^۵ نام یابد.

الف. فناوری اطلاعات

فناوری اطلاعات، که معمولاً کاربرد گسترده‌ای از فناوری‌ها را در برمی‌گیرد، برای انتقال اطلاعات (به صورت اخبار، داده، متن‌ها، نقشه‌ها، ثبت آثار صوتی و تصویری، و نظیر آن‌ها) به ویژه در رایانه‌ها، الکترونیک رقیمی و مخابرات، مورد استفاده واقع می‌شود.

رشد عظیم علمی و تجاری فناوری اطلاعات در اثر دستیابی به ساخت مدارهای با یکپارچگی بسیار بزرگ - مقیاس^۶ (VLSI)، ماهواره‌ها و روش مخابرات نوری، مرمون گسترش فناوریانه در عرض دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ بوده است. مهندسی اطلاعات، از جمله حوزه‌های وابسته به این فناوری است که به تحلیل و طراحی سیستم‌های نوین مبتنی بر رایانه به همراه توسعه‌ی نرم‌افزارهای مربوط، می‌پردازد.

1. Magnetic Resonance Imaging (MRI)
2. Superconducting Quantum Interference Device (SQUID)
3. Information Technology (IT)
4. Nanotechnology
5. Biotechnology
6. Very Large Scale Integration (VLSI)

ب. فناوری نانو

فناوری نانو شامل سیستم‌هایی برای انتقال ماده، انرژی و اطلاعات است، که توسط ساختارهایی با ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) انجام می‌شود. این اصطلاح، که با وسعت بیشتر در مورد ارائه‌ی روش‌های تولید یا اندازه‌گیری با این ابعاد نیز کاربرد دارد، در سال ۱۹۷۴ توسط نوموتانیگوشی^۱ ژاپنی در ارتباط با روش‌های ماشینی مکانیکی، از جمله روبات‌ها، به کار رفت.

در فناوری نانو از بالا به پایین، روش‌های ساخت و تولید بر اندازه‌های کوچک متمرکزند. از جمله در تکنیک‌هایی مانند فوتولیتوگرافی مورد استفاده در ساخت ترازیستورهای مدارهای یکپارچه^۲ (IC)، تلاش بر این است که تراشه‌هایی تا حد امکان کوچک‌تر، به هم نزدیک‌تر و با قدرت پردازش بیشتر ساخته شوند. مثلاً، تراشه‌ی خاصی از حافظه‌ی با دسترسی تصادفی دینامیک^۳ (DRAM) شامل ۶۴ میلیون ترازیستور است.

در فناوری نانو حد پایین، ما با کاربرد اتم‌های منفرد سر و کار داریم. با استفاده از کاوشگر وسیله‌ای به نام میکروسکوپ تونلی پویشی^۴ (STM) می‌توان اتم‌ها و مولکول‌های منفرد را چنان آرایش داد و به حرکت درآورد که دقیقاً شرایط مورد نیاز به وجود آید.

به کمک وسیله‌ای به نام دستکاری کننده‌ی نانو^۵ می‌توان میدان الکتریکی اتم‌ها را احساس کرد. این وسیله با استفاده از ترسیم‌های رایانه‌ای سه بعدی و فناوری واقعیت مجازی^۶ (یا شبه واقعیت) به دانشمندان اجازه می‌دهد اتم‌ها را در حین حرکت کردن «بینند» و «حس کنند».

1. Nomo Taniguchi
2. Integrated Circuits (IC)
3. Dynamic Random-Access Memory (DRAM)
4. Scanning Tunneling Microscope (STM)
5. nanomanipulator
6. سیستم تشکیل‌دهنده‌ی حافظه‌ی اصلی بزرگ رایانه‌ها، کوچک رایانه‌ها و حتی برخی ریزرایانه‌هاست.
7. واقعیت مجازی (Virtual reality) روشی رایانه‌ای است که محیط شبیه‌سازی شده با رایانه را برای آموزش پیروز حسانات و فضانوردان و بازی‌های ویدئویی فراهم می‌کند. در آن روش کاربرها کمدل می‌کنند که در یک محیط واقعی قرار گرفته‌اند از این روش در استودیه‌های کنفرانس‌های ویدیویی علمی یا خبری استفاده می‌شود. در حالی که به حرکت دست‌ها در فضای سه بعدی فاصله‌های دور را هم واقع شده‌اند می‌تواند تصور کنند که همه در یک مکان قرار دارند.