کربن: عنصری شگفت انگیز

مقدمه:

کربن عنصری فوق العاده است و در بیش تر ترکیب ها بیش از هر عنصر دیگری وجود دارد. بیش از ۱۰ میلیون ترکیب از کربن شناخته شده است. کربن به صورت عنصر، شکل های متعددی دارد و زغال، دوده و الماس شکلهایی از کربن خالص هستند. کربن همچنین به شکل هایی مانند فولرن ها و باکی بال ها وجود دارد. کربن باکی بال زمینه جدیدی در شیمی ایجاد کرده است. کربن به طور گسترده در تمام بافت های زنده به صورت پروتیئن ها، چربی ها، کربو هیدرات ها (شکر و نشاسته) و نوکلئیک اسیدها وجود دارد. کربن به قدری مهم است که یک زمینه کاملا مجزا از شیمی به این عنصر اختصاص یافته است.

کشف و نام گذاری:

بشر اولین بار از وجود کربن زمانی آگاه شد که مردم غار نشین آتش را کشف کردند. رنگ سیاه دود از خرده های کربن نسوخته ایجاد می شد و به صورت دوده در سقف غار جمع می شد. زمانی که چراغ فانوس ساخته شد مردم از روغن به عنوان سوخت استفاده می کردند. هنگامی که روغن می سوخت کربن در واکنش آزاد می شد و دوده ای را می ساخت که داخل لامپ را می پوشاند. این شکل کربن با نام دوده چراغ شناخته می شد. دوده جراغ اغلب با روغن زیتون برای ساخت جوهر مخلوط می شود.یکی از رایج ترین شکل های کربن زغال چوب است که با حرارت دادن چوب در غیاب هوا ساخته می شود به گونه ای که چوب آتش نمی گیرد. در واقع چوب بخار آب از دست می دهد و کربن خالص باقی می ماند. این روش تولید زغال چوب از تمدن یونان باستان شناخته شده بود.

فیزیکدان فرانسوی رنی آنتونی که اختلاف بین آهن معمولی، چدن و فولاد را مطالعه می کرد، اختلاف اساسی بین این مواد را به حضور یک ماده سیاه احتراق پذیر نسبت داد. او می دانست که این ماده سیاه در زغال چوب وجود دارد.

در پایان قرن هجدهم کربن به عنوان یک عنصر دسته بندی شد. در سال ۱۷۸۷ چهار شیمیدان فرانسوی گایتون دی موریو، آنتونی لورنت لاووازیه، کلودی لوویس بیر هولت و آنتونی فرانسویس کتابی نوشتند که روشی برای نام گذاری مواد شیمیایی نام داشت. آنها در این کتاب نام کربن را براساس کلمه قدیمی لاتین **charcoal** انتخاب کرده بودند.

خواص فیزیکی:

کربن دارای آلوتروپ های مختلف است. آلوتروپ اشکالی از یک عنصر با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت است. دو آلوتروپ کربن، الماس و گرافیت ساختار بلوری دارند. آلوتروپ های غیر بلوری کربن شامل زغال سنگ، دوده چراغ، زغال چوب، کربن بلک و زغال کک می شود. کربن بلک شبیه دوده است و زغال کک کربن تقریبا خالص است و با گرم کردن زغال سنگ در غیاب هوا تشکیل می شود.

آلوتروپ های کربن خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. به عنوان مثال الماس سخت ترین ماده طبیعی شناخته شده است. الماس درجه سختی ۱۰ مقیاس موهس را دارد. نقطه ذوب الماس $3700\ ^0C$ و نقطه جوش آن حدود 4200^0C و چگالی آن $3/5\ g\ /\ Cm^3$ می باشد در حالی که گرافیت بسیار نرم است و اغلب به عنوان مغز مداد استفاده می شود. گرافیت سختی ۲ تا ۲/۵ در مقیاس موهس دارد. گرافیت هنگام حرارت دادن ذوب نمی شود اما در حدود 3650^0C تصعید می گردد. تصعید فرایندی است که در آن یک ماده جامد هنگامی که گرم می شود، بدون آنکه مایع شود به گاز تبدیل می شود. چگالی گرافیت حدود $1/8\ g\ /\ Cm^3$ تا ۱/۵ بسته به محل استخراج تغییر می کند.

شکل های غیر بلوری (آمورف) کربن نیز مانند دیگر مواد آمورف نقطه ذوب و جوش مشخصی ندارند و چگالی آنه بسته به محل استخراج تغییر می کند.

خواص شیمیایی:

کربن در آب حل نمی شود و با اسیدها و یا بیش تر مواد دیگر واکنش نمی دهد. کربن در هوا می سوزد و کربن دی اکسید (CO_2) و کربن مونوکسید (CO) پدید می آورد. خاصیت مهم و شگفت کربن توانایی آن به تشکیل زنجیرهای طولانی است. ترکیب شدن دو اتم یک عنصر مانند اکسیژن، نیتروژن، هیدروژن و..... نامعمول نیست، برخی عنصرها می توانند رشته های بزرگ تری از اتم ها را بسازند مانند گوگرد که حلقه های شش و هشت ضلعی تشکیل می دهد، اما اتم کربن قادر به ساخت رشته های بی پایان از اتم های کربن است. اگر بتوان از نزدیک به مولکول یک پلاستیک نگاه کرد زنجیری بزرگ از اتم های کربن متصل شده به هم (و بعلاوه اتم های دیگر) دیده خواهد شد. زنجیرهای کربنی می تواند پیچیده تر باشد، برخی از زنجیرها، شاخه هایی فرعی دارند که به آنها متصل شده است. اتم های کربن همچنین می توانند به صورت حلقه یا شکل های دیگر به هم متصل شوند. تقریبا محدودیتی برای اندازه و شکل مولکول هایی که می تواند با اتم های کربن ساخته شود وجود ندارد. باکی بال ها شکل های دیگری از کربن خالص هستند. این کره ها از ۶۰ اتم کربن ساخته شده اند.

وجود در طبیعت:

کربن از نظر جرمی پنجمین عنصر فراوان در جهان و چهارمین عنصر فراوان در منظومه شمسی است. کربن بعد از اکسیژن دومین عنصر فراوان در بدن انسان است و حدود ۱۸٪ وزن بدن انسان از کربن ساخته شده است. کربن هفدهمین عنصر فراوان در پوسته زمین است. کربن بندرت به شکل الماس و گرافیت وجود دارد. این دو آلوتروپ در زمین میلیون ها سال پیش هنگامی که مواد سیاره مرده به هم فشرده شده اند تشکیل شده است. الماس معمولا صدها یا هزاران فوت زیر سطح زمین یافت می شود. کربن در برخی ازمواد معدنی نیز وجود دارد. رایج ترین این مواد کلسیم کربنات ($CaCO_3$) و منیزیم کربنات ($MgCO_3$) می باشد. کربن به صورت کربن دی اکسید در اتمسفر یافت می شود. گیاهان کربن دی اکسید اتمسفر را در فرایند فوتوسنتز به کار می برند. فوتوسنتز فرایندی است که در آن و آب را به کربوهیدراتها تبدیل می کنند و این فرایند منشا زندگی روی زمین است.

کربن در زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی نیز وجود دارد و این مواد به عنوان سوخت فسیلی شناخته می شوند. این مواد نام شان را از روش تشکیل شان گرفته اند. این مواد باقی مانده گیاهان و جانورانی هستند که میلیون ها سال پیش می زیسته اند و اجساد و بقایای آنها در زیر گل و لای مدفون شده است.

ایزوتوپ ها:

سه ایزوتوپ کربن-۱۲، کربن-۱۳ و کربن- ۱۴ به طور طبیعی وجود دارند. کربن – ۱۴ ایزوتوپ رادیو اکتیو است. ده ایزوتوپ رادیو اکتیو از کربن ساخته شده است. ایزوتوپ رادیو اکتیو شکافته شده و برخی از تابش ها را آزاد می کند.

ایزوتوپ های رادیو اکتیو مصنوعی را می توان با شلیک ذرات خیلی کوچک (از قبیل پروتون ها) به اتم ساخت. این ذره ها در اتم به دام افتاده و آنها را رادیو اکتیو می سازند. کربن- ۱۴ کاربردهای محدودی در صنعت دارد. به عنوان مثال می تواند برای اندازه گیری ضخامت اجسامی از قبیل صفحات فولاد به کار می رود. در این فرایند نمونه کوچکی از کربن – ۱۴ بالای نوار نقاله حامل صفحه فولادی قرار داده می شود و آشکار ساز زیر صفحه قرار دارد. آشکار ساز مقدار تابش عبور

کرده از داخل صفحه را می شمارد هرچه صفحه ضخیم تر باشد تابش کمتری از داخل آن عبور می کند. آشکار ساز مقدار تابش عبور کرده از صفحه را ثبت می کند و اگر مقدار تابش عبور کرده کم یا زیاد باشد ماشین ساخت فولاد خاموش شده و مجددا تنظیم می شود تا فولادی با ضخامت مطلوب تولید گردد. یکی دیگر از کاربردهای کربن-۱۴ تعیین سن اجسام قدیمی است.

تاریخ گذاری کربن – ۱۴ چگونه انجام می شود:

هنگامی که یک موجود زنده است کربن دی اکسید هوا را جذب می کند. کربن دی اکسید بیش تر از کربن-۱۲ ساخته شده است اما مقدار کمی کربن -۱۴ دارد و بنابراین موجود زنده همیشه مقدار کمی کربن رادیو اکتیو دارد. آشکار ساز در مجاور موجود زنده تابشی را ثبت می کند که از کربن-۱۴ درون موجود آزاد می شود. هنگامی که موجود می میرد دیگر کربن دی اکسید جذب نمی کند و کربن -۱۴ جدید افزوده نمی شود و کربن -۱۴ قدیمی به آهستگی به نیتروژن تجزیه می گردد. مقدار کربن -۱۴ به آهستگی با پیشرفت زمان کاهش یافته و تابش حاصل از کربن -۱۴ با گذشت زمان کم و کم تر می شود. مقدار تابش کربن-۱۴ یک بافت مرده اندازه گیری شده و زمان مرگ بافت تعیین می گردد. واپاشی کربن – ۱۴ به باستان شناسان در تعیین سن موادی که زمانی زنده بوده اند کمک می کند.

استخراج:

الماس و گرافیت و دیگر شکل های کربن به طور مستقیم از معادن زمین به دست می آیند. الماس و گرافیت در آزمایشگاه نیز ساخته می شود. به عنوان مثال الماس مصنوعی با قرار دادن کربن خالص تحت فشار خیلی بالا (حدود Kg / Cm^2) و دمای حدود (2700^0C) ساخته می شود. امروزه حدود یک سوم الماس ها به طور مصنوعی ساخته می شود.

کاربردها:

کاربردهای بسیاری برای دو آلوتروپ کلیدی کربن، الماس و گرافیت وجود دارد. الماس ها از زیباترین و گران ترین جواهرات جهان هستند و به دلیل سختی زیادی که دارند کاربردهای صنعتی بسیاری دارند و به عنوان پرداخت کننده، ساینده، شیشه بر و .... کاربرد دارند. مته ماشین حفاری چاه نفت و وسایل ساخت سیم های تنگستن نیز از الماس ساخته شده است. الماس های مصنوعی بیش از استفاده تزیینی کاربر صنعتی دارند. گرافیت در ساخت مغز مداد و همچنین به عنوان روان کننده کاربرد دارد. گرافیت همچنین به عنوان ماده نسوز کاربرد دارد. ماده نسوز با انعکاس حرارت به خارج از خودش در برابر دماهای خیلی بالا مقاومت می کند. در نیرو گاههای هسته ای به عنوان کند کننده برای کم کردن سرعت نوترون های استفاده شده در واکنش هسته ای عمل می کند.

یکی از اشکال کربن به کربن فعال مشهور است. کلمه فعال بدان معنی است که زعال چوب به پودر بسیار نرمی تبدیل شده است، در این فرم زغال می تواند ناخالصی های مایعی را که از روی آن عبور می کند جذب کند. کربن فعال می تواند رنگ و بو را از محلول های آبی و روغن حذف کند.

باکی بال ها و نانو تیوب ها :

در سال ۱۹۸۰ شیمیدان ها آلوتروپ جدیدی از کربن کشف کردند. اتم های کربن در این آلوتروپ به صورت کره ای از ۶۰ اتم آرایش یافته اند. این شکل به ساختمان ساخته شده توسط معمار آمریکایی بوک مینستر فولر شباهت داشت. کاشف، این فرم جدید کربن را به احترام فولر((بوک مینستر فولرن)) نامید. این نام برای استفاده در مکالمه های روزمره طولانی

است و بنابراین معمولا فولرن یا باکی بال نامیده می شود. کشف مولکول فولرن برای شیمیدان ها خیلی مهیج بود. آنها هرگز مولکولی مانند آن ندیده بودند. شیمیدان ها برای کار با فولرن روشهایی را مطالعه کرده اند. یک تکنیک جالب بریدن بخش کوچکی از مولکول بود. سپس آنها بخش کوچکی از یک مولکول دیگر را بریدند و سرانجام دو باکی بال را به هم متصل کرده و یک باکی بال دوتایی به دست آوردند. تکرار بیش تر این فرایند می تواند به باکی بال های سه تایی ، چهارتایی و ..... منجر گردد. با تکرار این فرایند باکی بال به یک لوله باریک و دراز مانند نی نوشیدنی و یا یک قطعه ماکارونی دراز تبدیل می شود که نانو لوله نام دارد. دانشمندان برای استفاده از نانو لوله ها راههایی یافته اند که گیر انداختن رشته نازکی از اتم های فلزی در مرکز نانو لوله یکی از این راهها است و به این ترتیب نانولوله به صورت یک سیم الکتریکی نازک عمل می کند.

ترکیب ها:

کربن دی اکسید (CO_2) در آتش فشان ها و به عنوان پیشران در افشانه ها به کار می رود. پیشران گازی است که مایع ها را به خارج از قوطی اسپری می کند. و در ساخت نوشیدنیهای گاز دار کاربرد دارد. کربن دی اکسید منجمد، یخ خشک نامیده می شود و برای سرد نگهداشتن اجسام کاربرد دارد.

کربن مونوکسید (CO) ترکیب دیگری از کربن است. کربن مونوکسید گازی بسیار سمی است و با سوختن ماده سوختنی در مقدار محدود هوا می سوزد تولید می شود. کربن مونوکسید همیشه هنگامی که گازوییل در موتور یک اتومبیل می سوزد تشکیل می شود و بخش رایج آلودگی هوا است. این گاز بیرنگ و بو می تواند سبب سردرد، کسالت، کوما و حتی مرگ شود.

کربن مونوکسید چندین کاربرد صنعتی مهم دارد. کربن مونوکسید اغلب برای استخراج فلز خالص از سنگ معدن آن فلز به کار می رود.

$$3CO + Fe_2O_3 \rightarrow 3CO_2 + 2Fe$$

از دیگر ترکیباتی که کربن درآنها وجود دارد ترکیب های آلی است. این ترکیب ها به چندین خانواده تقسیم می شوند و کتاب های بزرگی باید برای توضیح تمام کاربرد های ترکیب های آلی نوشته شود.

((انجمن شیمی پژوهش سرای امام رضا (ع) – مهدی شیری کارشناس ارشد شیمی فیزیک))

برگرفته از کتاب : Chemical Elements