

به نام خدا



موضوع مقاله:

اسپکتروفتومتر

نویسنده و مترجم:

شاهین یوسف خان

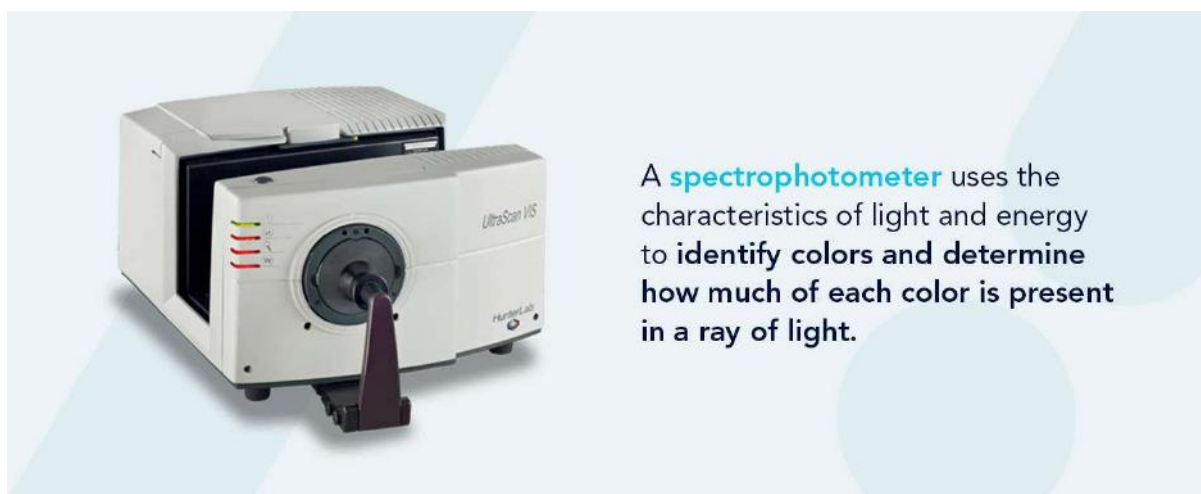
تاریخ: دی ماه 1403

مقدمه

اسپکترومترها یا اسپکتروفتومترها ابزارهای ارزشمندی هستند که شرکت‌ها برای اطمینان از کیفیت و سازگاری محصولاتی که تولید و به فروش می‌رسانند استفاده می‌کنند. آنها می‌توانند به ما بگویند روغن آلوده است یا میوه رسیده است. آنها اطمینان حاصل می‌کنند که سس گوجه فرنگی مورد علاقه شما همان قرمز است، دسته به دسته. آنها ایمنی و اثربخشی داروهایی که مصرف می‌کنید را فراهم می‌کنند. آنها ابزار ارزشمندی برای اطمینان از یکپارچگی نام تجاری شرکت و اینکه ثبات و عملکرد در کل انبار محصولات دست نخورده باقی می‌مانند هستند. برای درک نحوه عملکرد اسپکتروفتومترها، باید علم اسپکتروفتومتری را درک کنیم.

اسپکتروفتومتری علم چگونگی برهمکنش نور با ماده است. اشیایی که ما روزانه می‌بینیم اشکال مختلف ماده هستند - جامدات، مایعات و گازها. شاید تعجب کنید که بدانید ماده دارای رنگ نیست. سیب به دلیل تعامل نور با ترکیب شیمیایی سیب قرمز به نظر می‌رسد. هنگامی که نور به ماده برخورد می‌کند، برخی از طول موج‌ها جذب می‌شوند و برخی ساطع می‌شوند. ما نور ساطع شده را به عنوان "رنگ" می‌بینیم و درک می‌کنیم.

اسپکتروفتومترها این شرایط مشاهده بصری را تقلید می کنند، اطلاعاتی در مورد رنگ مواد ارائه می دهند که معنی دار و قابل اجرا است، و به شرکت ها این امکان را می دهد تا از دقت و ثبات رنگ در طیف وسیعی از محصولات و رنگ های برند خود اطمینان حاصل کنند.



اسپکتروفتومتر چیست؟

شاید از کلاس شیمی به یاد داشته باشید که نور نوعی تابش الکترومغناطیسی است، مانند امواج میکروویو و پرتوهای گاما. وقتی در مورد طیف نور صحبت می کنیم، در مورد طیفی از انرژی صحبت می کنیم، جایی که سطوح مختلف انرژی آنچه را که ما به عنوان رنگ های دیگر درک می کنیم ایجاد می کند. رنگ های رنگین کمان از پیشرفت انرژی مرئی پیروی می کنند که قرمز کمترین و بنفش بالاترین آن است. موادی که تمام نور مرئی را جذب می کنند سیاه به نظر می رسند، در

حالی که موادی که برعکس عمل می کنند سفید به نظر می رسند. در بین این دو، موادی هستند که انرژی های نوری خاصی را ساطع می کنند و انرژی های نوری خاصی را جذب می کنند و رنگ های خاصی را به نمایش می گذارند.

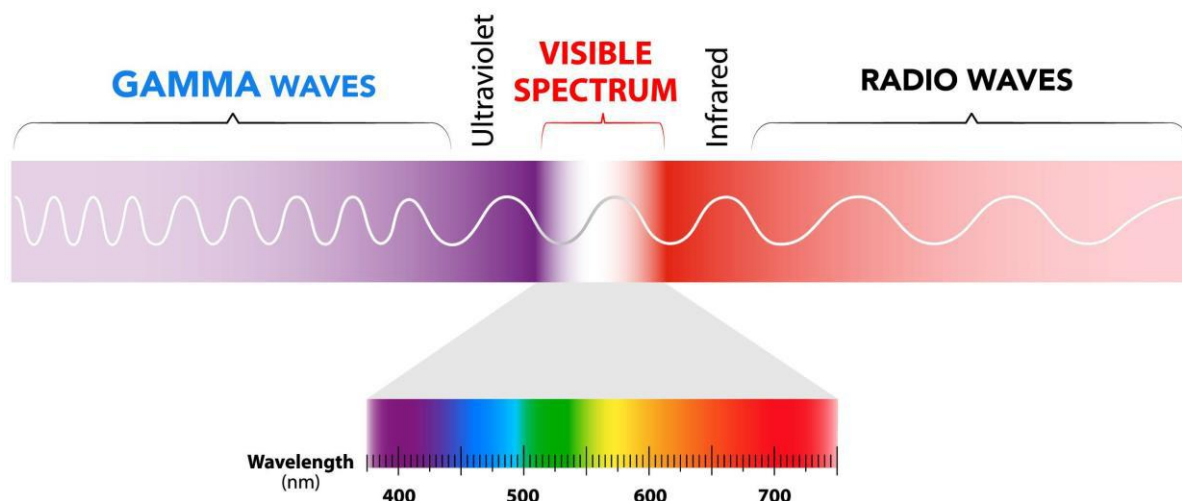
اسپکتروفتومتر در اصل یک نور شمار کالیبره شده است.

"طیف" به این واقعیت اشاره دارد که نور به طول موج های جداگانه در طیف انرژی الکترومغناطیسی پراکنده می شود. بخشی از این انرژی در طیف فرابنفش و مرئی است که اسپکتروفتومترها می توانند آن را بخوانند، در حالی که طیف سنج های دیگر می توانند تابش مادون قرمز را اندازه گیری کنند.

"فتومتر" شدت نور را در طول موج های خاص اندازه گیری می کند و از 0 تا 100 مقیاس بندی می شود. صفر برابر است با تاریکی کامل و 100 سفید کامل است. برخی از ویژگی ها، مانند فلورسانس، این مقیاس را ممکن می سازد تا از 100 عبور کند، بنابراین اکثر طیف سنج ها می توانند به 150 یا 200 برسند.

← Increasing Frequency Increasing Wavelength →

VISIBLE AND INVISIBLE LIGHT



برای اندازه گیری رنگ مواد از اسپکتروفتومتر استفاده می شود. مواد می توانند جامد، مایع، مات، نیمه شفاف یا شفاف باشند. روش های مختلفی برای اندازه گیری این مواد بسته به شکل و شفافیت آنها استفاده می شود. مواد مات با استفاده از اسپکتروفتومترهای بازتابی اندازه گیری می شوند که میزان نور بازتاب شده از نمونه را اندازه گیری می کنند. در مقابل، مواد شفاف از اسپکتروفتومترهای عبوری استفاده می کنند که میزان نوری را که از ماده عبور می کند اندازه گیری می کند. صرف نظر از روش مورد استفاده، همه اسپکتروفتومترها از فناوری اولیه و طراحی نوری مشترک استفاده می کنند:

منبع نور کنترل شده برای روشن کردن مواد.

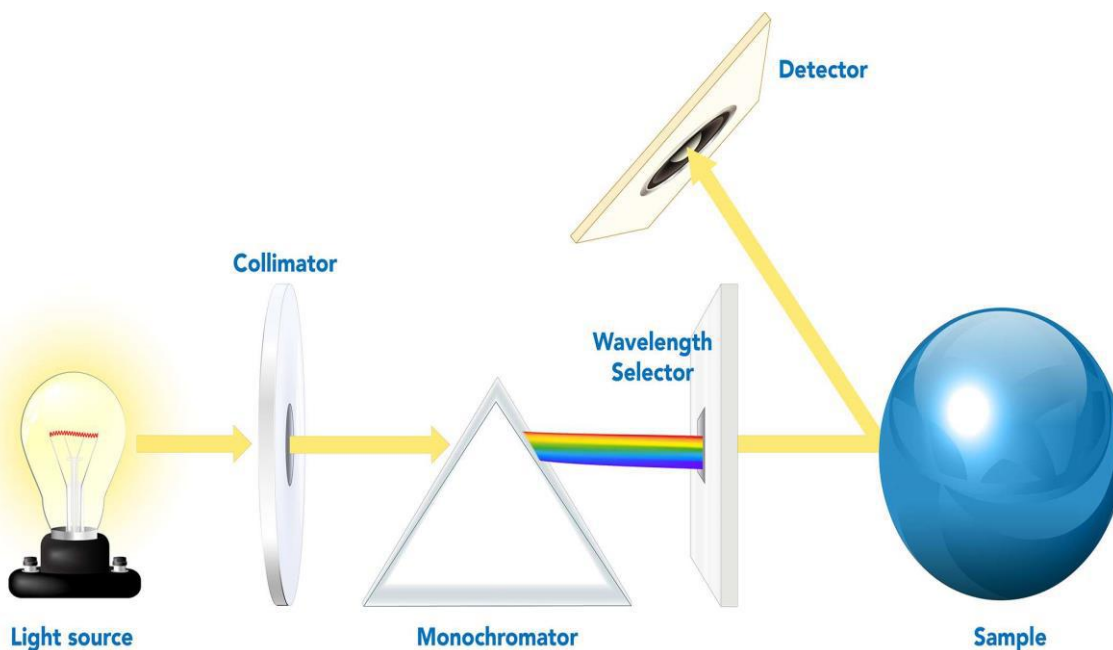
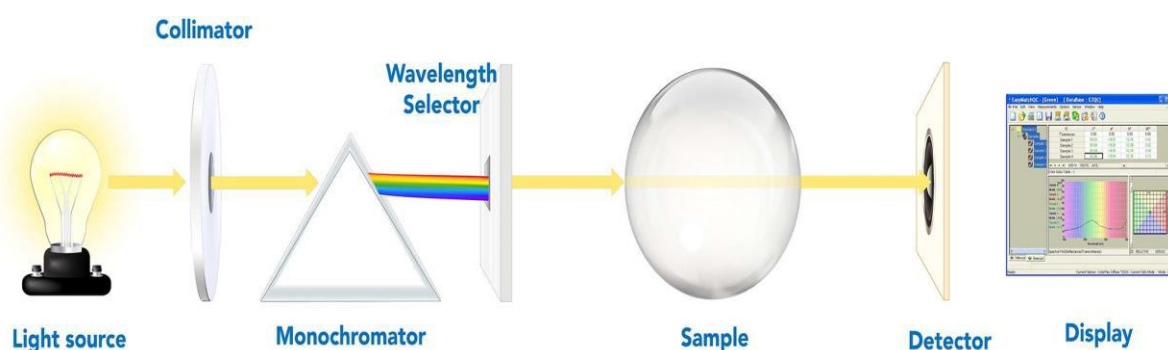
عدسی برای تطبیق نور با تک رنگ.

یک تک رنگ که نور را به طول موج های رنگی تشکیل دهنده آن جدا می کند.

یک انتخابگر طول موج

آشکارساز که نور ساطع شده از نمونه را کمی می کند.

نمایشگری که نتایج را ارائه می دهد.



اسپکتروفتومتر چگونه کار می کند؟

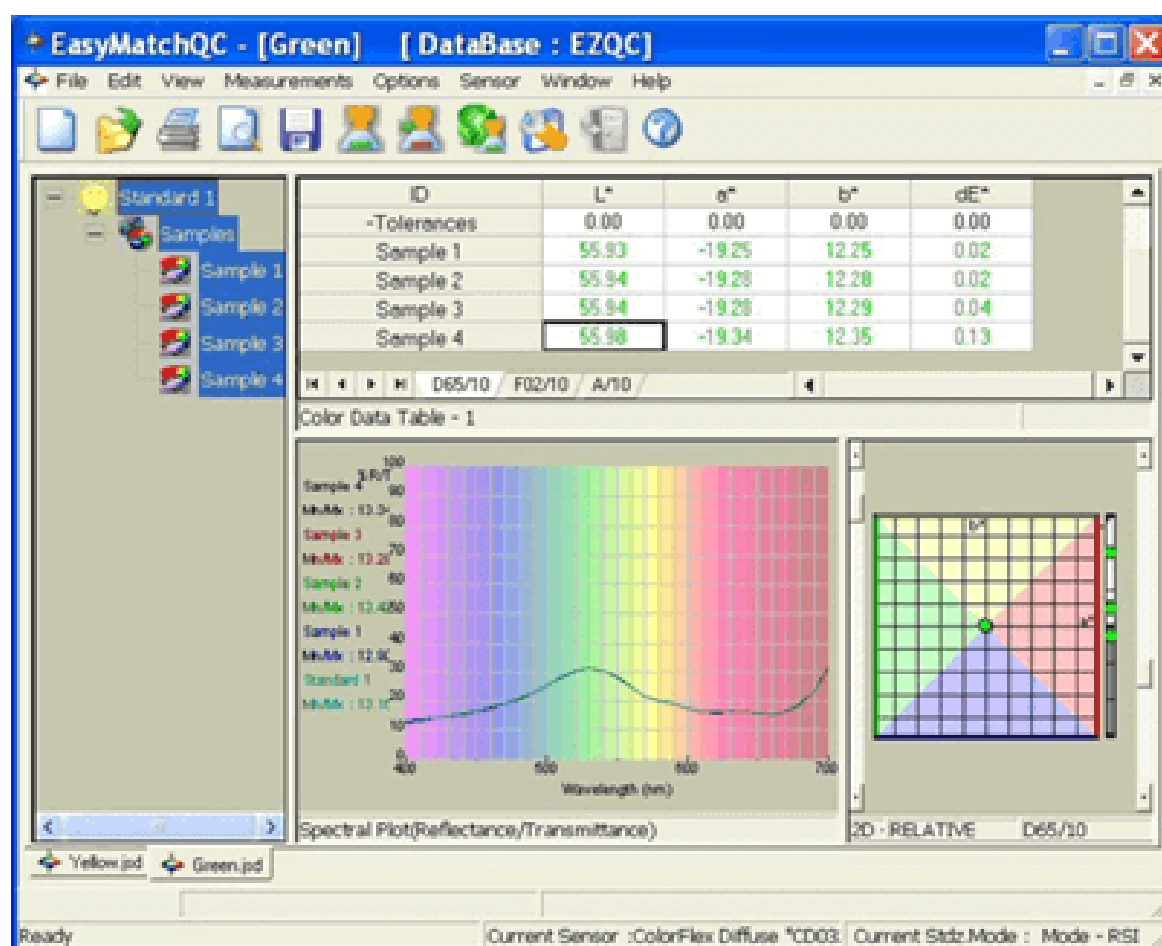
فرآیند با یک منبع نور کنترل شده آغاز می شود که نمونه آنالیز شده را روشن می کند. در مورد انعکاس، با برهمکنش این نور با نمونه، مقداری جذب یا ساطع می شود. نور ساطع شده به آشکارساز می رود، که تجزیه و تحلیل، کمی سازی شده و به عنوان مقیاس ها و شاخص های رنگی استاندارد صنعتی ارائه می شود. مقیاس های رنگی که معمولاً مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از Hunter L, a, b, CIELAB, L, C, h و dE Color Difference. نهاد های حاکم بر صنعت معمولاً معیارهای خاصی را برای محصولات خاص مانند شاخص های گوجه فرنگی و قهوه تعریف می کنند. ریاضی ساده شده به این صورت است:

جایی که R ضریب بازتاب است. همه اصطلاحات در طیف مرئی از 400 تا 700 نانومتر ارزیابی می شوند.

در مورد انتقال، هنگامی که نور با نمونه تعامل می کند، یا جذب می شود، منعکس می شود یا منتقل می شود. نور ارسالی به صورت الگوریتمی به مقیاس ها و شاخص های رنگی مربوطه تغییر می کند. به عنوان مثال می توان به APHA انجمن سلامت عمومی آمریکا برای تجزیه و تحلیل آبرنگ و خلوص، ASTM D1500 برای آنالیز رنگ پتروشیمی، شاخص های

روغن خوراکی مورد استفاده در غذا و آنالیز رنگی نوشیدنی ها اشاره کرد. ریاضی ساده شده به این صورت است: . . جایی که T ضریب انتقال است. همه اصطلاحات در طیف مرئی از 400 تا 700 نانومتر ارزیابی می شوند.

این نرم افزار نتایج تجزیه و تحلیل رنگ را به صورت داده های طیفی، منحنی های طیفی یا نمودارهای رنگی نمایش می دهد.



هندسه اسپکتروفتومتر

هندسه اسپکتروفتومتر آرایش منبع نور، صفحه نمونه و آشکارساز را مشخص می کند. انتخاب هندسه صحیح به کاربرد مورد نظر شما بستگی دارد:

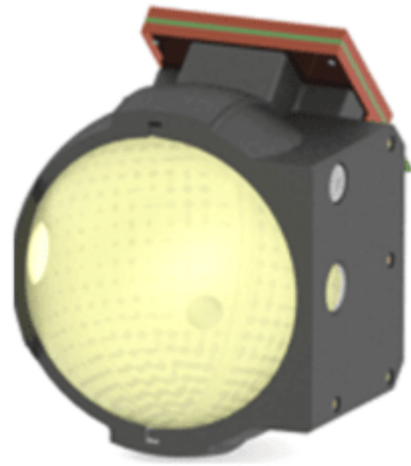
هندسه پراکنده (کره).

از یک کره با پوشش سفید برای روشن کردن پراکنده نمونه با 8° درجه ($d/8^\circ$ مشاهده اسپیکولار استفاده می کند. یک ابزار کره پراکنده می تواند با گنجانده یا حذف اسپیکولار اندازه گیری کند.

اندازه گیری های گنجانده شده Specular تفاوت های سطحی را نفی می کنند و مقادیر مربوط به تغییرات رنگ را ارائه می کنند.

اندازه گیری های Specular Excluded انعکاس چشمی را روی سطوح صاف نفی می کنند و فقط بازتاب منتشر را اندازه گیری می کنند.

این هندسه برای کاربردهایی مانند فرمول رنگی پوشش ها، جوهرها و قالب های اعمال شده بر روی رسانه های مختلف مانند منسوجات، پوشش های خودرو و رسانه های چاپی ایده آل است، جایی که حذف اثرات ظاهر سطح (بافت و براقیت) روی رنگ اندازه گیری شده ضروری است. و منحصرأ به تغییرات رنگ نگاه کنید.

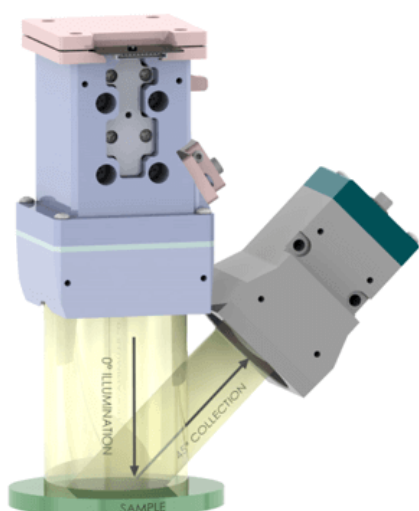


Diffuse (Sphere) Geometry

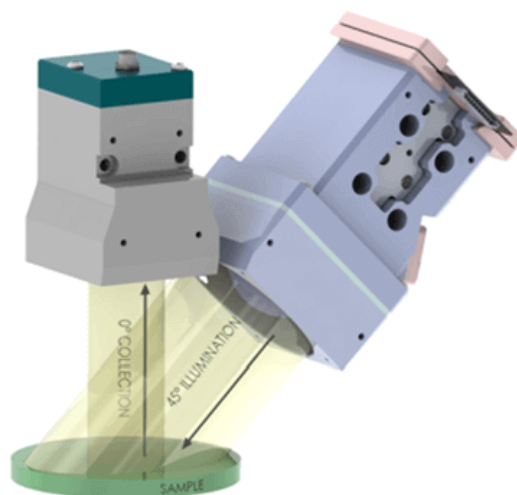
هندسه جهت دار

هندسه جهت 45 درجه / 0 درجه دارای روشنایی در زاویه 45 درجه و اندازه گیری در 0 درجه است. هندسه معکوس $45/0^\circ$ درجه دارای روشنایی در 0 درجه و اندازه گیری در 45 درجه است. برای اکثر کاربردها، این دو هندسه مترادف در نظر گرفته می شوند.

هر دو انعکاس چشمی در اندازه گیری را حذف می کنند. این اندازه گیری هایی را ارائه می دهد که با تغییرات بصری در ظاهر نمونه به دلیل تغییر در رنگ رنگدانه یا بافت سطح مطابقت دارد و با نحوه "دیدن" رنگ چشم انسان مطابقت دارد. از این هندسه ها برای کنترل کیفیت رنگ نهایی استفاده می شود.



Directional 0°/45° Geometry



Directional 45°/0° Geometry

اسپکتروفتومتر چند زاویه ای

این اسپکتروفتومتر رنگ یک نمونه را در زوایای مختلف مشاهده می کند. رنگدانه های جلوه ویژه ای را اندازه گیری می کند که بسته به زوایای دید و نور تغییر رنگ می دهد، که معمولاً در پوشش های خودرو و محصولات آرایشی مانند لاک ناخن استفاده می شود.

اسپکتروفتومتر برای چه مواردی استفاده می شود؟

اسپکتروفتومترها بیشتر از آنچه فکر می کنید کاربرد دارند. تحقیقات، توسعه محصول، کنترل کیفیت و تشخیص ها همگی می توانند از داده های اسپکتروفتومتر بهره مند شوند. در اینجا چند نمونه خاص از نحوه استفاده از این ابزار قدرتمند آورده شده است:

نوشیدنی‌ها: رنگ می‌تواند نشان‌دهنده کیفیت در بسیاری از نوشیدنی‌ها، از نوشابه‌ها و آب‌میوه‌ها گرفته تا مشروبات الکلی و آبجو باشد، و رنگ ثابت برای برانگیختن اعتماد به مشتریان بسیار مهم است.

داروها: رنگ قرص جزء جدایی ناپذیر شناسایی است. ممکن است بر عملکرد آن تأثیری نگذارد، اما به مردم می‌گوید که از چه چیزی استفاده می‌کنند. سایر محصولات دارویی، مانند مواد مایع، استانداردهای سختگیرانه‌ای دارند که برخی از آنها شامل رنگ و شفافیت است. اسپکتروفتومتری به اطمینان از رنگ‌های برند و شناسایی داروهای تقلبی کمک می‌کند.

محصولات ساختمانی: اگر یک پیمانکار خانه‌ای را با قطعات ناهمخوان وینیل بسازد، احتمالاً مشتری از نتایج راضی نخواهد بود. هنگامی که ظاهر در میان است، رنگ بسیار مهم است. بسیاری از مواد نیز تغییرات ویژگی را در رنگ خود منعکس می‌کنند. به عنوان مثال، فلز آنودایز شده از لایه‌ای از اکسید طبیعی برای افزایش مقاومت و خاصیت چسبندگی خود استفاده می‌کند. تجزیه و تحلیل رنگ می‌تواند تأیید کند که هر قطعه تولید شده منعکس‌کننده این پیشرفت‌ها است.

مواد شیمیایی: مواد شیمیایی باید تمیز، رنگ ثابت و عاری از آلودگی باشند تا از عملکرد مناسب اطمینان حاصل شود و مشتری شما به آنها اعتماد کند. رنگ در طبقه‌بندی بسیاری از محصولات شیمیایی و شناسایی ترکیب آنها حیاتی است.

غذا: تولید غذا از طیف سنجی به طرق مختلف استفاده می کند. از ارزیابی رسیده بودن میوه ها تا شناسایی تضاد مناسب پخت نان و نان، تجزیه و تحلیل رنگ به کاربردهای مبتنی بر غذا کمک زیادی می کند.

اینها تنها چند نمونه هستند، اما اسپکتروفتومترها را می توان در صنایع و کاربردهای مختلف، از جمله کاربردهای خارج از تولید، مانند تحقیقات زیستی حیاتی، یافت. کاربردهای دیگر شامل بازاریابی برای برندهایی است که باید جذابترین رنگها را برای مخاطبان خود بیابند یا سازگاری بین مواد را بهبود بخشند.

دسته بندی های رایج طیف سنج ها

جدای از اندازه گیری رنگ، اسپکتروفتومترها در اشکال و اندازه های مختلف متناسب با نیازهای عملیات شما موجود هستند. برخی از دسته های اسپکتروفتومتر رایج عبارتند از:

اسپکتروفتومترهای رومیزی

اسپکتروفتومترهای رومیزی برای عملیات های آزمایشگاهی ایده آل هستند. هندسه جهت دار بدون تماس یک روش اندازه گیری منحصر به فرد ارائه می دهد که از تماس با نمونه های شما جلوگیری می کند و زمان آماده سازی نمونه و تمیز کردن را کاهش می دهد. آپشن های نیمکت بالاترین سطح دقت و کنترل را ارائه می دهند.

اسپکتروفتومترهای قابل حمل

اسپکتروفتومترهای قابل حمل می توانند نمونه ها را در هر مکانی اندازه گیری کنند، از مکان های ذخیره سازی گرفته تا کف تولید. آن ها به اندازه ای قوی هستند که می توان آن ها را با خود حمل کرد و برای استفاده در هر زمان که به آن ها نیاز داشتید راحت هستند. با استفاده از نرم افزارهای پیشرفته، مدل های قابل حمل می توانند نتایج را پردازش، نظارت، تجزیه و تحلیل و گزارش دهند.

اسپکتروفتومترهای درون خطی

یک اسپکتروفتومتر در خط یا در فرآیند در فرآیند شما نصب می شود تا داده های اندازه گیری رنگ ثابت را در طول یک دوره تولید ارائه دهد. همانطور که محصول شما در مرحله تولید قرار می گیرد، مدل های درون خطی داده های رنگی پیوسته را در زمان واقعی ارائه می دهند و اپراتورها را از تغییر رنگ که می توان قبل از وقوع خرابی تصحیح کرد، مطلع می کند.