INSO
14908
1st. Edition
Apr.2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۴۹۰۸
چاپ اول
فروردین ۱۳۹۲

طیف‌سنج‌های مرئی- فرابنفش - اندازه‌گیری پهنای باند طیفی قابل استفاده – روش آزمون

Ultraviolet-Visible Spectrophotometers-Measuring Practical Spectral Bandwidth-Test method

ICS:17.180.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«طیف‌سنج‌های مرئی- فرابنفش - اندازه‌گیری پهنای باند طیفی قابل استفاده – روش آزمون»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
احمدی، حاجی رضا (کارشناسی ارشد شیمی کاربردی)	پژوهشکده شیمی و پتروشیمی پژوهشگاه استاندارد
دبیر:	
افتخاری دافچاهی، سمیه (کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)	شرکت رویان پژوهان سینا
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اعتضاد زاده، پرناز (کارشناسی مهندسی مکانیک)	اداره کل استاندارد استان همدان
ایزدی، حسین (کارشناسی فیزیک)	اداره کل استاندارد استان همدان
پیری، احسان (کارشناسی مهندسی معدن)	شرکت کاوش خاک آریا
پیری، جمشید (کارشناسی ارشد ژئوفیزیک)	دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهار
ردائی، احسان (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	اداره کل استاندارد استان همدان
رضوی، رخساره (کارشناسی فیزیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
عندلیبی، مریم (کارشناسی شیمی)	آزمایشگاه مرجع شیمی تجزیه
هاشمی، محمد (کارشناسی فیزیک)	اداره کل استاندارد استان همدان

هاشمی، مهدی
(دکتری شیمی تجزیه)
دانشگاه بوعلی سینا همدان

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندرد ایران	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	ج
پیش‌گفتار	و
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ اصول آزمون	۲
۵ مواد و وسایل	۳
۶ روش اجرایی آزمون	۴
۷ مستندات و گزارشات	۱۰

پیش‌گفتار

استاندارد" طیف‌سنج‌های مرئی- فرابنفش - اندازه‌گیری پهنای باند طیفی قابل استفاده – روش آزمون " که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های مربوط توسط شرکت رویان پژوهان سینا تهیه و تدوین شده و در یک صد نود و هشتمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد اندازه شناسی، اوزان و مقیاس¬ها مورخ ۱۳۹۱/۱۲/۲۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. .بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM E 958 :2007 Standard Practice for Measuring Practical Spectral Bandwidth of Ultraviolet-Visible Spectrophotometers

طیف‌سنج‌های مرئی- فرابنفش - اندازه‌گیری پهنای باند طیفی قابل استفاده – روش آزمون

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن به عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد ارائه روشی برای اندازه‌گیری پهنای باند طیفی طیف سنج‌ها در گستره‌ای از طول موج‌های ۱۸۵ nm تا ۸۲۰ nm است.

۱-۲ این روش آزمون برای دستگاه‌هایی کاربرد دارد که از شکاف‌های خودکار بهره می‌برند و همچنانکه طول موج به طور خودکار پوییده می‌شود یک دوره‌ی تناوب ثابت و یک نسبت علامت به نوفه ثابت را برقرار می‌کنند. همچنین برای دستگاه‌هایی که از شکاف‌های ثابت بهره می‌برند، با تغییر خودکار بازده ولتاژ دینود، توری حلقوی خود تنظیم شونده ثابت[1] را برقرار می‌کنند. در این مورد آخری، نسبت علامت به نوفه با طول موج تغییر می‌کند.

این استاندارد برای دستگاه‌هایی که از ترکیبی از هر دو نوع طراحی بهره می‌برند و آن‌هایی که در حین پویش دوره را تغییر می‌دهند نیز کاربرد دارد.

۱-۳ این روش اندازه‌گیری پهنای طیفی محدود، که به عنوان کمینه‌ی پهنای باند قابل استفاده تحت شرایط آزمایش بهینه تعریف می‌شود را پوشش نمی‌دهد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است.
بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.
در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM E 131 Terminology Relating to Molecular Spectroscopy

2-2 ASTM E 275 Practice for Describing and Measuring Performance of Ultraviolet, Visible, and Near Infrared Spectrophotometers

1- Constant servo loop gain

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود:

۱-۳

دوره‌ی انتگرال‌گیری، n،

زمان، بر حسب ثانیه، مورد نیاز برای قلم یا سایر شاخص‌ها جهت حرکت ٪ ۹۸/۶ از بیشینه مسیرش در پاسخ به تابع پله‌ای.

۲-۳

پهنای باند طیفی قابل استفاده، که با نماد $(\Delta\lambda)^{\pi}_{S/N}$ نشان داده می‌شود.

که در آن:

$\Delta\lambda$ پهنای باند طیفی؛

π دوره انتگرال گیری؛

S/N نسبت علامت به نوفه اندازه‌گیری شده در ٪ ۱۰۰ عبور(T).

۳-۳

نسبت علامت به نوفه،n،

نسبت علامت، S، به نوفه، N، که به وسیله‌ی نمایشگر اطلاعات نشان داده می‌شود. اندازه‌ی پیشنهادی نوفه، بیشینه سیر پیک به پیک نمایشگر است که متوسط مجموعه‌های متوالی با فواصل پنج‌تایی است، که مدت هر یک ۱۰ برابر دوره‌ی انتگرال‌گیری، می‌باشد (این مقدار نوفه در حدود ۵ برابر ریشه دوم میانگین توان‌های دوم نوفه می‌باشد).

۴-۳

پهنای باند طیفی

فاصله طول‌موجی تابش خارج شده از شکاف خروجی تک فام ساز که در نصف پیک توان تابش آشکارسازی شده، اندازه‌گیری شود. پهنای باند طیفی با پهنای شکاف طیفی که حاصل‌ضرب پهنای شکاف مکانیکی در معکوس توزیع خطی طیف‌سنج است، مترادف نیست.

۴ اصول آزمون

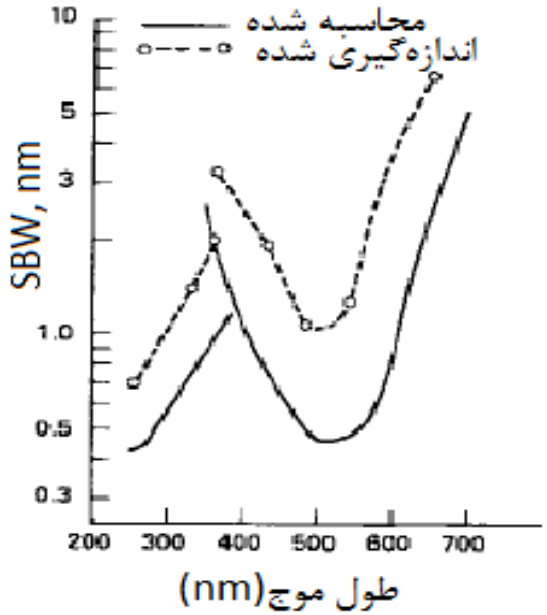
۱-۴ هنگامی که دستگاه با منبع نور طبیعی کار می‌کند و برای خواندن تا نزدیک به ٪۱۰۰ عبور،T، تنظیم شده است، دوره‌ی تناوب قلم و نسبت علامت به نوفه در مقادیر مطلوب تنظیم می‌شوند. پهنای شکاف مکانیکی، یا پهنای طیفی آشکارسازی شده‌ی مورد نیاز برای حصول نسبت علامت به نوفه مطلوب ثبت می‌شود. منابع پیوسته با منابع نشری خطی از قبیل لامپ جیوه جایگزین می‌شوند و پهنای باند نصف شدت آشکارسازی شده از یک خط نشری واقع در ناحیه‌ی طول موجی مورد نظر، با استفاده از پهنای شکاف

یکسان یا پهنای باند طیفی آشکارسازی شده که برای ایجاد نسبت علامت به نوفه با منبع پیوسته استفاده شده بود، اندازه‌گیری می‌شود.

۵ مواد و وسایل

۵-۱ در جدول ۱ فهرست خط‌های نشری مرجع برای اندازه‌گیری پهنای باند طیفی دستگاه‌های مرئی-فرابنفش در سطوح تفکیکی اغلب دستگاه‌های تجاری موجود، ارائه شده است. همه‌ی خطوط فهرست شده دارای پهنای کمتر از ۰/۰۲ nm می‌باشند که برای اندازه‌گیری پهنای باند طیفی بزرگتر از ۰/۲ nm مناسب هستند. طول موج‌های این خطوط بر حسب نانومتر در ستون اول فهرست شده است. مقادیر به جزء برای دو خط واقع در زیر ۲۰۰ nm مربوط به اندازه‌گیری‌هایی هستند که در هوای استاندارد (۱۵ °C، ۷۶۰ nm) انجام شده‌اند. طول موج برای این خطوط به اتمسفر نیتروژن در ۷۶۰ nm و ۱۵ °C مربوط می‌شوند.

۵-۱-۱ دومین ستون در جدول ۱ فهرستی از گازهای منتشر کننده از ۶ منبع را ارائه می‌کند. توصیه می‌شود فقط منابعی که در فشار کم کار می‌کنند مورد استفاده قرار گیرند، چراکه ممکن است پهن‌شدگی باعث خطا شود. لامپ‌های هیدروژن، دوتریم و جیوه برای بدست آوردن این اطلاعات استفاده می‌شوند (لامپ‌های بکمن با منابع تغذیه طیف‌سنج بکمن کار می‌کنند). سایر لامپ‌ها، همه از نوع لامپ قلمی می‌باشند. شکل ۱ اطلاعاتی را نشان می‌دهد که با استفاده از یک لامپ قلمی بخار جیوه به دست آمده است. در بسیاری از کاربردها خطوط جیوه و هیدروژن (یا دوتریم) مناسب می‌باشند.



شکل ۱-مقایسه‌ی پهناهای باند طیفی محاسبه شده و اندازه‌گیری شده

۵-۱-۲ داده‌های شدت نسبی برای خطوط مرجع در سومین ستون جدول ۱ ارائه شده است. این داده‌ها مربوط به اندازه‌گیری‌های هستند که با طیف‌سنج شبکه‌ای - منشوری مجهز به فوتومولتی پلیر پنجره

سیلیسی S-۲۰ (RCA-C70109E) به دست آمده‌اند. این شدت‌ها هنگام استفاده از آشکارسازهای با حساسیت طیفی متفاوت، متفاوت خواهند بود. همچنین ممکن است تا حدودی در میان منابع نیز متفاوت باشند. همه‌ی خطوط، شدت محسوب می‌شوند، اما ممکن است همواره شدت همه‌ی این خطوط برای کار کردن طیف‌سنج با پهناهای شکاف خیلی باریک کافی نباشد.

۵-۱-۳ اطلاعات نزدیک¬ترین همسایه‌های شدت قابل ارزیابی، به منظور تعیین حد بالای پهنای باند طیفی قابل اندازه‌گیری مورد نیاز می‌باشد. اگر تفکیک دستگاه مورد بررسی به قدری پایین است که دو خط یا باند از منبع یا نمونه مورد آزمون همپوشانی داشته باشند، نصف پهنای باند اندازه‌گیری شده، پهنای باند طیفی دستگاه را نشان نمی‌دهد. تعداد بسیار کمی از خطوط ذکر شده در جدول ۱ به قدری از شدت قابل ارزیابی دیگر خطوط جدا هستند که همواره می‌توانند بدون تداخل یا همپوشانی استفاده شوند. خط هیدروژن (دوتریم) اتمی در ۶۵۶ nm و خط رزونانسی جیوه‌ی خیلی شدید در ۲۵۳ nm، در یک دسته‌ی مجزا قرار می‌گیرند، اما در تمام موارد دیگر خطوط تداخلی مجاور هم می‌باشند. نزدیکترین خطوط مجاور هم که شدتی بیش از ٪۱۵ خطوط مرجع دارند، در چهارمین ستون جدول ۱ ارائه شده‌اند. تفکیک بر حسب نانومتر بین خطوط مرجع و نزدیکترین خط مجاور در پنجمین ستون ذکر شده است. به طور کلی هنگامی که پهنای باند طیفی از نصف تفکیک بین خطوط مرجع و نزدیکترین خط مجاور بیشتر شود، خطوط برای آزمون پهنای باند طیفی قابل استفاده نمی¬باشند.

۵-۱-۴ این قانون تا حدی توسط شدت‌های نسبی خطوط مرجع به نزدیکترین خط مجاور قابل اصلاح است. این نسبت، مرجع I/ خط مجاور I، در ششمین ستون ارائه شده است. خطوط مجاور هم که دارای شدتی کمتر از ٪ ۱۵ خطوط مرجع هستند، به طور جدی در اندازه‌گیری‌های پهنای باند انحراف ایجاد نمی‌کنند. با این حال برای تطبیق دادن وضعیت احتمالی منابع با ارتباط‌های شدتی متفاوت از موارد مذکور در این استاندارد، خطوط مجاور هم ضعیف‌تر از ٪۱۵، در هفتمین ستون تحت عنوان، مجاور ضعیف، ارائه شده‌اند.

۶ روش اجرایی آزمون

۶-۱ دستگاه‌ها با شکاف‌های خود عمل‌گر[1]، این دستگاه‌ها همچنانکه طول موج به طور خودکار پویش می‌شود، نسبت علامت به نوفه و دوره را ثابت نگه می‌دارند. برای تعیین پهنای باند طیفی قابل استفاده، تعیین ابتدایی پهنای شکاف مکانیکی مورد نیاز برای حصول علامت به نوفه داده شده در یک دوره‌ی انتگرال‌گیری معین ضرورت دارد. برای انجام این کار به بهترین نحو، ابتدا دوره‌ی مطلوب برقرار می‌شود. سپس پهنای شکاف مورد نیاز برای حصول نسبت علامت به نوفه مشخص شده در تمام گستره‌ی مورد نظر با استفاده از منبع پیوسته استاندارد دستگاه تعیین می‌شود. پس از آن از منابع خطی مناسب برای تابش‌دهی به تکفام ساز استفاده شده و پهنای باند طیفی بدست آمده در پهنای شکاف مکانیکی مناسب برای طول موج‌های مورد نظر ثبت می‌شود.

1- Instruments with Servo-Operated Slits

جدول ۱- خط‌های نشری مفید برای اندازه‌گیری پهنای باند طیفی

خط مرجع nm	نشر کننده	شدت	نزدیک‌ترین خط مجاور nm	تفکیک nm	$I_{مرجع}/I_{مجاور}$	مجاور ضعیف، nm
۱۸۴/۹۱	Hg	۸	۱۹۴/۱۷	۹/۲۶	۰/۱۳	
۱۹۴/۱۷	Hg	۸	۱۸۴/۹۱	۹/۲۶	۰/۱۳	۱۹۷/۳۳
۲۰۵/۲۹	Hg	۴	۲۰۲/۷۰	۲/۵۹	۰/۰۸	
۲۲۶/۲۲	Hg	۵	۲۳۷/۸۳	۱۱/۶۱	۰/۰۶	۲۲۶/۰۳
۲۵۳/۶۵	Hg	۱۰	...	...	...	۲۵۳/۴۸
۲۷۵/۲۸	Hg	۵	۲۸۰/۳۵	۵/۰۷	۰/۰۸	
۲۸۹/۳۶	Hg	۶	۲۹۶/۷۳	۷/۳۷	۰/۴۲	
۲۹۶/۷۳	Hg	۸	۳۰۲/۱۵	۵/۴۲	۰/۰۴	
۳۱۸/۷۷	He	۵	۲۹۴/۵۱	۲۴/۲۶	۰/۰۶	
۳۳۴/۱۵	Hg	۷	۳۱۳/۱۸	۲۰/۹۷	۰/۷۰	
۳۴۱/۷۹	Ne	۵	۳۴۴/۷۷	۲/۹۸	۰/۲۰	
۳۵۹/۳۵	Ne	۵	۳۵۲/۰۵	۷/۳۰	۰/۱۴	۳۶۰/۰۲
۳۸۸/۸۷	Hg	۷	۴۴۷/۱۵	۵۸/۲۸	۰/۰۴	
۴۰۴/۶۶	He	۸	۴۰۷/۷۸	۳/۱۲	۰/۰۴	
۴۲۷/۴۰	Kr	۵	۴۳۱/۹۶	۴/۵۶	۰/۲۸	۴۲۸/۳۰
۴۳۵/۹۵	Hg	۹	۴۰۷/۷۸	۲۸/۱۷	۰/۰۲	۴۳۵/۷۵
۴۴۷/۱۵	He	۵	۴۷۱/۳۱	۲۴/۱۶	۰/۰۴	
۴۷۱/۳۱	He	۴	۴۹۲/۱۹	۲۰/۸۸	۰/۲۵	
۴۸۶/۰	D_2	...	...	...	...	
۴۸۶/۱۳	H_2	۶	۴۹۲/۸۷	۶/۷۴	۰/۰۳	۴۸۵/۶۶
۵۰۱/۵۷	He	۵	۴۹۲/۱۹	۹/۳۸	۰/۰۶	
۵۴۶/۰۷	Hg	۸	۵۷۷/۱۲	۳۱/۰۵	۰/۰۴	
۵۵۷/۰۳	Kr	۳	۵۸۷/۰۹	۳۰/۰۶	۰/۳۰	۵۵۶/۲۲
۵۸۷/۵۶	He	۷	۷۰۶/۵۲	۱۱۸/۹۶	۰/۰۳	۶۶۷/۸۲
۶۰۳/۰۰	Ne	۵	۶۰۷/۴۳	۴/۴۳	۰/۵۴	
۶۱۴/۳۱	Ne	۷	۶۱۶/۳۶	۲/۰۵	۰/۰۴	
۶۲۶/۶۵	Ne	۶	۶۳۰/۴۸	۳/۸۳	۰/۰۷	
۶۴۰/۲۳	Ne	۷	۶۳۸/۳۰	۱/۹۳	۰/۱۱	
۶۵۶/۱	D_2	...	...	...	...	
۶۵۶/۲۸	H_2	۷	...	...	...	۶۵۹/۹۹
۶۶۷/۸۲	He	۵	۷۰۶/۵۲	۳۸/۷۰	۰/۵۰	
۶۹۲/۹۵	Ne	۶	۷۰۳/۲۴	۱۰/۲۹	۰/۴۵	
۷۰۳/۲۴	Ne	۷	۶۹۲/۹۵	۱۰/۲۹	۰/۰۶	۷۰۲/۴۱
۷۲۴/۵۲	Ne	۵	۷۰۳/۲۴	۲۱/۲۸	۰/۰۲	۷۱۷/۳۹
۷۴۳/۸۹	Ne	۴	۷۲۴/۵۲	۱۹/۳۷	۱/۴	۷۴۸/۸۹
۷۸۵/۴۸	Kr	۳	۷۶۹/۴۵	۱۶/۰۳	۰/۷	
۸۱۹/۰۱	Kr	۲	۸۱۱/۲۹	۷/۷۲	۳/۱	

۶-۱-۱ با وجود اینکه ممکن است دوره‌ی انتگرال‌گیری بر روی دستگاه و یا دستورالعمل سازند مشخص شده باشد، مقادیر را به شرح زیر ارزیابی کنید:

۶-۱-۱-۱ برای دستگاه‌های ثبت کننده، طول موج را در موقعیت‌های مناسب تنظیم و ٪ ۰ تا ٪۱۰۰ عبور را برای نمایش طبیعی ثبت کننده تنظیم کنید. ٪۱۰۰ عبور را به عنوان خط مبنا استفاده کنید. پرتو نمونه را بازداری کرده و زمان مورد نیاز برای رسیدن قلم به مقدار عبور ٪۲ را اندازه‌گیری کنید (به یادآوری مراجعه کنید).

یادآوری- زمان را می‌توان با یک زمان‌سنج یا اگر از ثبت کننده‌ی نمودار پر سرعت استفاده می‌شود، از مسافت حرکت نمودار اندازه‌گیری کرد. دوره‌ی انتگرال‌گیری یک ثانیه یا کمتر را می‌توان تنها با یکی از این دو تکنیک تخمین زد، به طور کلی این برآورد برای اندازه‌گیری کافی است حتی اگر دوره‌ی مشخص شده به طور تقریبی درست باشد.

۶-۱-۱-۲ برای دستگاه‌هایی که فقط جذب را اندازه‌گیری می‌کنند، روش آزمون مشابهی را دنبال کنید به جز اینکه عدد جذب صفر با ٪ ۱۰۰ عبور و عدد جذب ۱٫۷ با ٪۲ عبور جایگزین می‌شود.

۶-۱-۲ نسبت علامت به نوفه به صورت زیر اندازه‌گیری می‌شود.

۶-۱-۲-۱ دستگاه را در یک طول موج مناسب تنظیم و قلم را برای خواندن ٪۱۰۰ عبور یا جذب صفر تنظیم کنید. برای سطوح نوفه پایین در صورت امکان از مقیاس گسترده استفاده کنید.

۶-۱-۲-۲ پهنای شکاف را در مقدار طبیعی خود و یا با مقادیر داده شده تنظیم کنید تا نسبت علامت به نوفه مورد نظر حاصل شود.

۶-۱-۲-۳ دستگاه و ثبت کننده‌ی منحنی را به کار بیاندازید، و اجازه دهید قلم برای مدت زمان دست کم ۲ دقیقه یا ۵۰ دوره‌ی انتگرال‌گیری، هر یک که طولانی‌تر باشد، ثبت کند.

۶-۱-۲-۴ مقدار خوانده شده را به ۵ قسمت تقریبی معادل تقسیم و بیشینه گذر پیک به پیک را در هر بخش اندازه‌گیری کنید (به یادآوری مراجعه کنید).

یادآوری- باید مراقب بود، سطح نوفه به طور جزئی به وسیله‌ی منطقه مرده قابل تشخیص ثبت کننده محو نشود.

۶-۱-۲-۵ برای به دست آوردن نوفه،N، میانگین ۵ مقدار خوانده شده را محاسبه کنید.

۶-۱-۲-۶ اگر درصد عبور ثبت می‌شود، برای به دست آوردن نسبت علامت به نوفه،S/N ، ۱۰۰ را به N تقسیم کنید. اگر مقدار جذب استفاده می‌شود، برای تعیین S/N ، ۰/۴۳ را به N تقسیم کنید.

۶-۱-۲-۷ توصیه می‌شود نسبت علامت به نوفه برای ترکیب آشکارساز و منبع داده شده مستقل از طول موج باشد، اما بهتر است این نقطه به طور تجربی ارزیابی شود. برای مثال، بسیاری از دستگاه‌ها با برنامه‌های شکاف مختلف در ناحیه‌ی مرئی و فرابنفش عمل می‌کنند و بنابراین در این دو ناحیه نسبت علامت به نوفه متفاوتی را نشان می‌دهند.

۶-۱-۳ دوره و نسبت علامت به نوفه در مقادیر استفاده شده در بند ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ را تنظیم کنید. طول موج مورد نظر را پایش کنید (به جدول ۱ مراجعه کنید) و نتایج پهنای شکاف مکانیکی و یا پهنای باند طیفی را ثبت کنید (به یادآوری مراجعه کنید).

یادآوری - ممکن است تمام گستره‌ی طول موج دستگاه پایش و پهنای شکاف در فواصل مناسب ثبت شود، طوری که یک منحنی از پهنای شکاف در برابر طول موج ایجاد شود (به طور معمول فواصل ۲۵ nm تا ۵۰ nm به ترتیب برای ناحیه‌ی فرابنفش و مرئی مناسب هستند).

۶-۱-۴ پهنای باند طیفی دستگاه را به شرح زیر اندازه‌گیری کنید:

۶-۱-۴-۱ موقعیت منبع خط مناسب را طوری تنظیم کنید که شکاف ورودی تکفام ساز را روشن کند (به یادآوری مراجعه کنید) اگر نور وارد شده به تکفام ساز به میزان کافی باشد، تعیین موقعیت بحرانی نیست.

یادآوری- منبع پیوسته خاموش می شود مگر اینکه یکی از خطوط آن برای اندازه‌گیری پهنای باند طیفی استفاده شود.

۶-۱-۴-۲ شیوه‌ی عملکردی "تک پرتوی" و یا "انرژی" را انتخاب و پهنای شکاف را در مقدار ثبت شده در بند ۶-۱-۳ تنظیم کنید.

۶-۱-۴-۳ به آرامی تمام ناحیه‌ی خط را جهت تعیین موقعیت طول موج بیشینه‌ی نشر را پایش و تنظیمات به دست آمده یا ولتاژ دینود لازم را برای علامت در مقیاس نگهداری کنید، اما هنوز به عنوان بزرگتر امکان‌پذیر می‌باشد.

۶-۱-۴-۴ طول موج‌های بزرگتر را تا بازگشت علامت به سطح مشابه با ٪۰ عبور و ثابت‌های نسبی باقیمانده، در گستره‌ی چند نانومتر پایش کنید. پایش را معکوس کنید و به آرامی در تمام خطوط به طور مدام تا بازگشت علامت به ٪۰ عبور و ثابت‌های نسبی باقیمانده پایش کنید.

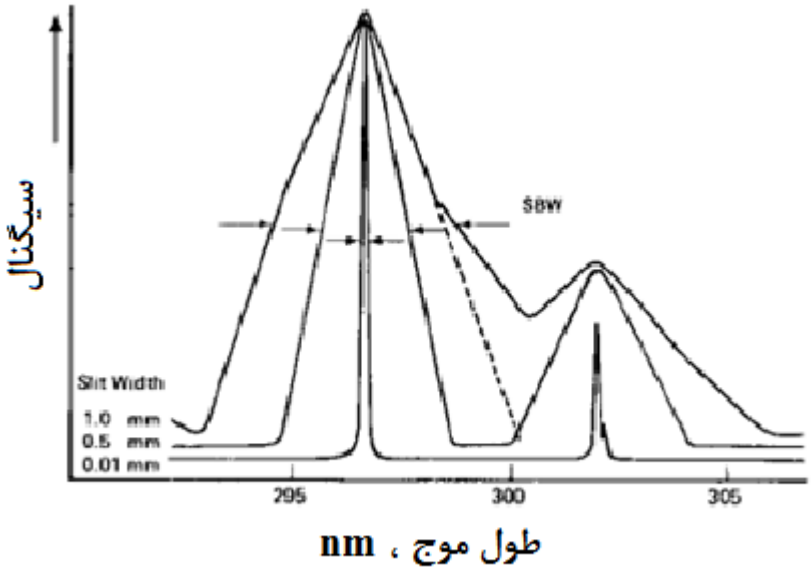
یادآوری - برای دستگاه‌هایی که به طور معمول به سمت طول موج‌های بزرگتر پایش می‌شود، در صورتی که مقادیر ثبت شده، ابتدا پایش را به سمت طول موج کوتاه‌تر و تا باقی ماندن علامت نزدیک ٪۰ عبور، پایش را معکوس کرده و به آرامی تمام خط را پایش کنید.

۶-۱-۴-۵ پس زمینه‌ی خط الحاق شده به نواحی مسطح در هر طرف از باند را رسم کنید. نقطه‌ی میانی بین خط پس زمینه و بیشینه علامت را تعیین و پهنای باند در این نقطه را اندازگیری کنید (به یادآوری ۱ و ۲ مراجعه کنید). این مقدار بر حسب نانومتر بیان شده و پهنای باند طیفی که در این طول موج و هنگام عملکرد دستگاه با منابع پیوسته و نسبت علامت به نوفه و دوره‌ی انتگرال‌گیری که از قبل در بند ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲ اندازه‌گیری شده‌اند، ایجاد می‌شوند (به یادآوری ۳ مراجعه کنید).

یادآوری۱- اگر سیم شکاف جذب به جای درصد عبور سیم شکاف استفاده می‌شود، این نقطه در علامت در نصف بیشینه‌ی مقدار اندازه‌گیری شده به شرح زیر می‌باشد: (۱) جذب بدست آمده را در بیشینه علامت به درصد عبور (T_1) تبدیل کنید. (۲) جذب بدست آمده از خط پس زمینه در طول موج بیشینه‌ی علامت را به درصد عبور (T_2) تبدیل کنید. مقدار T_2 را از T_1 کم

و نتایج را به ۲ تقسیم کنید. نتیجه بدست آمده T_3 می‌باشد. (۴) T_3 را با T_2 جمع کنید که نتیجه‌ی آن T_4 می‌باشد. (۵) T_4 را به جذب تبدیل و موقعیت این مقدار را در هر دو طرف شکل خط ثبت شده معین کنید.

یادآوری۲- اگر پهنای شکاف همچنان پهن می‌باشد، خطوط همسایه با پهنای باند طیفی اندازه‌گیری شده تداخل می‌کند. در شکل ۲ این مشکل نمایش داده شده است. این شکل شامل سه طیف اضافی و نرمال شده از لامپ جیوه‌ای فشار کم در گستره‌ی ۲۹۳ nm تا ۳۰۷ nm می‌باشد. اختلاف پیک‌ها در پهنای شکاف مکانیکی می‌باشد. نصف پهنای باند خط ۲۹۶ nm به وسیله‌ی بردارهایی نمایش داده شده‌اند. یادآوری می‌شود به دلیل سطح پس زمینه آنها در یک ارتفاع یکسان نمی‌باشند. پس زمینه‌ها ناشی از لامپ با نشر پیوسته‌ی ضعیف در این ناحیه می‌باشند. به عنوان شکاف‌های پهن‌تر علامت پیوسته با مربع پهنای شکاف افزایش می‌یابد، در حالی که علامت خط پیک به طور خطی با پهنای شکاف افزایش می‌یابد.



شکل ۲- توابع شکاف منشور تکفام ساز بکمن DK-U

همسایه خط ۳۰۲ nm به وضوح مشهود است. معرفی یک خطای کوچک در پهنای باند پیک اندازه‌گیری شده هنگام پهنای شکاف باند طیفی متجاوز از نصف جدا شده (۵/۴۲ nm) بین دو خطوط می‌باشد. اگر خط ۳۰۲nm در غیاب تابع شکاف خط ۲۹۶ nm می‌باشد، به احتمال زیاد دنباله خط نقطه چین خواهد بود. در واقع توابع شکاف کاملا به صورت مثلثی در این نمایش و در شکاف پهن به دلیل پراکندگی متغیر منشور کوارتز استفاده شده نمی‌باشد. این تشخیص در انحنای سمت چپ خط ۲۶۹ nm است.

اگر شکاف مکانیکی در تقویت حداکثر می‌باشد، بنابراین عریض شدن پهنای خط را نمی‌توان بدون تداخلات فراوان از خطوط همسایه اندازه‌گیری کرد. پهنای شکاف طیفی محاسبه شده را می‌توان برای پهنای باند طیفی جایگزین کنید. (اگر دستگاه به طور اختصاصی تنظیم شده است، نسبت پهنای باند طیفی اغلب با روش واحد شکاف‌های پهن خواهد بود) اگر یک دستگاه با تفکیک بسیار کم تحت آزمون می‌باشد تداخل از خطوط همسایه برای شکاف‌های باریک که به نسبت واحد نمی‌باشند، ایجاد می‌شود.

یادآوری ۳- نسبت علامت به نوفه برای اندازه‌گیری پهنای خط از یکی از اندازه‌گیری‌ها با منابع پیوسته متفاوت می‌باشد. با این حال به دلیل پهنای باند طیفی خط اندازه‌گیری شده با پهنای شکاف که مربوط به نسبت علامت به نوفه اندازه‌گیری شده در بند ۶-۱-۲ با منابع پیوسته می‌باشد، این اختلاف بی‌اهمیت است.

۶-۱-۴-۶ بندهای ۶-۱-۴-۱ تا ۶-۱-۴-۵ برای بسیاری از خطوط جدول ۱ مورد نظر می‌باشد.

۶-۲ دستگاه‌هایی با شکاف‌های ثابت شده، بسیاری از دستگاه‌ها با توری‌های تک‌فام‌ساز شکاف‌های ثابت را بر روی بیش از یک گستره‌ی طول موجی حفظ و تغییر توری یا ولتاژ دینود خود تنظیم شونده، توری حلقوی خود تنظیم شونده ثابت را حفظ می‌کنند. در نتیجه پهنای باند طیفی مستقل از طول موج می‌باشد، اما نسبت علامت به نوفه تغییر می‌کند. در اصول کلی اندازه گیری پهنای باند طیفی فقط در یک طول موج و پس از آن اندازه‌گیری نسبت علامت به نوفه تمام گستره‌ی طول موج دستگاه مورد نیاز است. با این حال، پهنای باند اندازه‌گیری شده در طول موج نزدیک به میانه و دو طرف گستره‌ی عملکردی توصیه می‌شود. اگر پهنای باند به دست آمده ثابت است، این مقدار را با اطمینان در طول موج‌های میانه استفاده کنید.

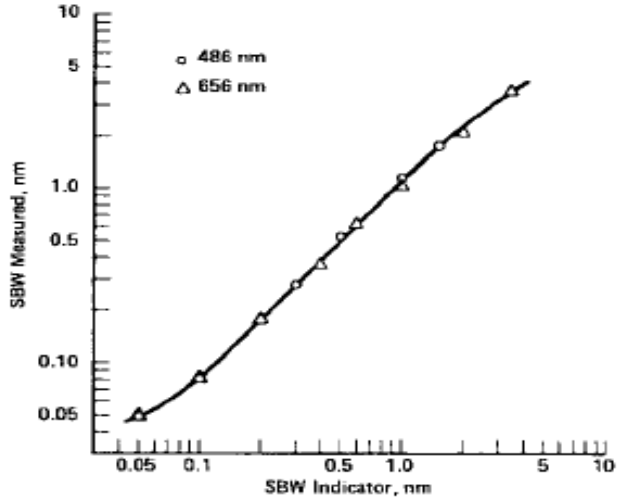
۶-۲-۱ همانطور که با تغییرات شکاف دستگاه‌ها اندازه‌گیری پهنای باند طیفی قابل استفاده‌ی شکاف‌های ثابت شده‌ی دستگاه‌ها، ابتدا با ایجاد دوره‌ی انتگرال گیری مورد نظر می‌باشد. دوره را با استفاده از روش آزمون در بند ۶-۱-۱ اندازه‌گیری کنید. انتخاب بعدی پهنای شکاف یا پهنای باند طیفی اسمی، نسبت علامت به نوفه مورد نظر را هنگامی که دستگاه با منابع پیوسته عمل می‌کند، را می‌دهد (به یادآوری مراجعه کنید). نسبت علامت به نوفه را در طول موج مورد نظر با استفاده از روش آزمون در بند ۶-۱-۲ اندازه‌گیری کنید. پهنای باند طیفی را با استفاده از منابع خطی باریک مناسب و روش آزمون در بند ۶-۱-۴ اندازه‌گیری کنید.

یادآوری - پهنای شکاف برخی از دستگاه‌ها به وسیله‌ی تخصیص قرارداد یا دستورالعمل‌ها شناسایی می‌شوند، اما سایر دستگاه‌ها با پهنای باند طیفی اسمی شناسایی شده و به طور معمول بر حسب نانومتر بیان می‌شوند. برخی از دستگاه‌ها دارای یک یا چند تنظیمات شکاف جدا از هم می‌باشند. در صورتی که سایر دستگاه‌ها دارای شکاف‌های متغییر پیوسته می‌باشند.

۶-۲-۲ اگر چه پهنای باند طیفی در یک تنظیم شکاف تکی به اندازه‌ی کافی برای توصیف عملکرد معمول دستگاه ممکن می‌باشد، توصیه می‌شود پهنای باند را در پهنای شکاف گسسته قابل دسترس و یا در چند نقطه مشخص در صورتی که شکاف به طور دائم تغییر می‌کند، اندازه‌گیری کنید. این روش در اثرات کالیبراسیون نمایشگر پهنای شکاف موثر است (به یادآوری مراجعه کنید). در شکل ۳ نمودار پهنای باند طیفی اندازه‌گیری شده در برابر پهنای باند طیفی مقادیر خوانده شده از طیف سنج‌های با توری‌های مدرن نشان داده شده است. اگر چه که به نظر می‌رسد انحراف از خطی بودن در هر انتهای نمودار وجود دارد، توافق بین نمایشگر و مقادیر اندازه‌گیری شده خوب می‌باشد. بنابراین مقادیر خوانده شده را با درجه اطمینان بالا استفاده کنید.

یادآوری- نسبت علامت به نوفه به عنوان پهنای شکاف تغییر کرده، تغییر قابل توجهی خواهد داشت و ممکن است لازم باشد این دوره را برای بدست آوردن سطح نوفه مناسب تغییر دهید، اگر پهنای باند طیفی برای توصیف عملکرد دستگاه استفاده

می‌شود، این تغییرات تاثیری بر واسنجی پهنای شکاف نمایشگر ندارد، اما مقادیر برای نسبت علامت به نوفه و دوره باید داده شود.



شکل ۳-کالیبراسیون پهنای باند طیفی

۷ مستندات و گزارشات

۷-۱ مقدار داده پهنای باند طیفی باید در یک روش تجزیه‌ای بسته به پیچیدگی روش و نوع دستگاه استفاده شود. برای یک جزء واحد تجزیه در طول موج واحد، فقط پهنای باند طیفی در طول موج تجزیه‌ای مورد نیاز است. برای تجزیه ترکیبات منفرد با یک نقطه‌ی پس زمینه یا خط و برای تجزیه چندین ترکیب با و یا بدون نقاط پس زمینه، پهنای باند طیفی در تمام طول موج‌های مورد نظر و مشخص شده لازم می‌باشد. برای سادگی، یکی را می‌توان جهت شناسایی پهنای باند طیفی نسبتا بزرگ مجزا انتخاب کنید. بیان این مقادیر و یا کوچکتر از این برای استفاده در دو یا چند طول موج کافی می‌باشد. در واقع، با تفکیک ثابت توری دستگاه‌ها یک مقدار واحد برای چندین طول موج تجزیه‌ای کافی می‌باشد.

۷-۲ پهنای باند طیفی داده شده در روش تجزیه‌ای در دوره‌ی انتگرال‌گیری و نسبت علامت به نوفه شرح داده شده لازم نمی‌باشد. کاربر می‌تواند این پارامترها را همراه با سرعت پایش، به منظور بدست آوردن نتایج مورد نظر تا زمانی که به اندازه‌ی کافی پهنای باند طیفی حفظ شده، تنظیم کند.

۷-۳ هنگامی که پهنای باند طیفی مورد استفاده به منظور توصیف عملکرد دستگاه استفاده می‌شود، دوره و نسبت علامت به نوفه اغلب داده می‌شود. نشانه‌ی زیر به همین منظور استفاده می‌شود:

$$(\Delta\lambda)^{\pi}_{S/N}$$

که در آن:

$\Delta\lambda$ پهنای باند طیفی؛

N دوره انتگرال‌گیری؛

S/N نسبت علامت به نوفه.

۷-۳-۱ برای دستگاه‌هایی با شکاف‌های عملکردی تنظیم شونده، یک طول موج باید با هر مقدار پهنای باند طیفی داده شود. این عمل در ارائه نمودار پهنای باند قابل استفاده در برابر طول موج دارای ارجحیت است. در شکل ۱، یک نمودار برای دستگاه‌های تک‌فام‌ساز دو منشور قدیمی نشان داده شده است. همچنین نمودار پهنای باند طیفی محاسبه شده برای این نوع دستگاه نشان داده شده است. (مقادیر محاسبه شده با محاسبه‌ی پهنای شکاف طیفی و افزودن تصحیحات برای انحنای شکاف و پراش پرتو نوری به دست آمده است). پهناهای باند طیفی اندازه‌گیری شده در حدود دو برابر بزرگی آن‌هایی که محاسبه شده‌اند، می‌باشد.

۷-۳-۲ برای دستگاه‌هایی با شکاف ثابت و تقویت‌های متغیر، نمودار علامت به نوفه در برابر طول موج در پهنای باند طیفی مشخص شده و دوره، حاوی اطلاعات مفید می‌باشد. اما هنوز جهت نمودارهای داده شده در برابر طول موج و نسبت علامت به نوفه مشخص شده در یک طول موج مفید می‌باشد. از این رو نسبت علامت به نوفه به طور مستقیم مربوط به علامت به نوفه در هر طول موج است که براحتی محاسبه می‌شود.