INSO
6567
1st. Revision
2017
Identical with
ISO 12005:2003

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

استاندارد ملی ایران
۶۵۶۷
تجدیدنظر اول
۱۳۹۶

لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر – روش‌های آزمون پارامترهای باریکه لیزر – قطبش

Lasers and laser-related equipment - Test methods for laser beam parameters - Polarization

ICS: 31.260

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: http://www.isiri.gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی 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 واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر – روش‌های آزمون پارامترهای باریکه لیزر – قطبش »

رئیس:	سمت و/یا محل اشتغال:
سمیع‌پور، فرهاد (کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی (شرکت سهامی خاص)
دبیر:	
ابوالحسینی، شهریار (کارشناسی ارشد فیزیک اتمی)	سازمان انرژی اتمی ایران- پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای پژوهشکده فوتونیک و فن‌آوری‌های کوانتومی
اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
پور اکبر صفار، علی (کارشناسی ارشد فیزیک اتمی)	مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک ایران
جانعلی‌پور شهرانی، محمد رضا (کارشناسی ارشد فیزیک)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی (شرکت سهامی خاص)
دانائی، داوود (کارشناسی ارشد فیزیک)	شرکت تکفام سازان شفا
دستوری‌فر، لیلی (کارشناسی فیزیک)	دانشگاه پیام نور، واحد شرق تهران
رجبی، زهره (کارشناسی فیزیک)	سازمان انرژی اتمی ایران- پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای پژوهشکده فوتونیک و فن‌آوری‌های کوانتومی
عبدزاده، زهرا (کارشناسی فیزیک)	دانشگاه پیام نور، واحد شرق تهران
عجمی، فاطمه (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)	آزمایشگاه اپتیک جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی شریف
عربلو، رضا (کارشناسی فیزیک)	پژوهشکده سیستم‌های پیشرفته صنعتی (شرکت سهامی خاص)

اعضاء:	سمت و/یا محل اشتغال:
ویسی، فاطمه (کارشناسی مترجمی زبان انگلیسی)	سازمان انرژی اتمی ایران- پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای پژوهشکده فوتونیک و فن‌آوری‌های کوانتومی
یزدانی، نگار (کارشناسی فیزیک)	دانشگاه پیام نور واحد تهران شرق

ویراستار:

شاه محمودی، بهزاد (کارشناسی فیزیک)	کارشناس استاندارد- بازنشسته سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ز
مقدمه ح
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ روش آزمون حالت قطبش ۵
۴-۱ اصول اندازه‌گیری ۵
۴-۲ چیدمان تجهیزات ۵
۴-۳ اجزاء ۷
۴-۴ روش اجرای آزمون ۸
۴-۵ تجزیه و تحلیل نتایج ۹
۵ گزارش آزمون ۱۰
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) شرح کامل وضعیت قطبش باریکه لیزر تک‌فام ۱۳
کتاب‌نامه ۱۵

پیش‌گفتار

استاندارد «لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر– روش‌های آزمون پارامترهای باریکه لیزر– قطبش» که نخستین-بار در سال ۱۳۸۱ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در ششصد و هفتاد و پنجمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۶/۰۳/۰۶ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۶۵۶۷ : سال ۱۳۸۱ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 12005: 2003, Lasers and laser-related equipment- Test methods for laser beam parameters - Polarization

مقدمه

این استاندارد ملی ویژه‌گی‌های یک آزمون ساده و نسبتاً سریع، با کمترین امکانات را برای تعیین حالت قطبش باریکه لیزر بیان می‌کند. این استاندارد برای باریکه‌های لیزر قطبیده با زاویه واگرایی بزرگ است. اگر اطلاعات کامل‌تری جهت تعیین حالت قطبش مورد نیاز باشد، استفاده از دستگاه تحلیل‌گر پیچیده‌تر[1] مورد نیاز است. اگرچه این رویکرد از اهداف این استاندارد نیست ولی در پیوست الف اصول کار با این دستگاه‌ها به همراه شرح پارامترهای استوکس[2] مورد نیاز آورده شده است.

1- Sophisticated analysing device
2 -Stokes parameters

لیزر و تجهیزات مرتبط با لیزر- روش‌های آزمون پارامترهای باریکه لیزر- قطبش

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روشی جهت تعیین حالت قطبش و در صورت امکان درجه قطبش باریکه لیزر موج پیوسته است. در لیزرهای تپی[1]، اگر جهت بردار میدان الکتریکی از تپی به تپ دیگر تغییر نکند، این استاندارد کاربرد دارد.

در حالتی که قطبش باریکه لیزر خطی (جزئی یا کلی) باشد، این استاندارد روشی را برای تعیین جهت صفحه نوسان بیان می‌کند. فرض می‌شود که پرتو لیزر شبه تک‌فام[2] بوده و برای این اندازه‌گیری به قدر کافی پایدار است.

اطلاعات وضعیت قطبش در برخی کاربردهای لیزرهای با زاویه واگرایی بالا، حائز اهمیت است. برای مثال، هنگامی که باریکه نوری چنین لیزری باید به دستگاه وابسته به قطبش (مثل فیبرهای نگهدانده قطبش) متصل شود. این استاندارد همچنین روشی برای تعیین حالت قطبش باریکه‌های لیزر بسیار واگرا، و نیز اندازه‌گیری پرتوهای با روزنه خروجی بزرگ ارائه می‌دهد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 11145:2001, Optics and optical instruments – Laser and laser-related equipment – Vocabulary and symbols

2-2 IEC 61040:1990, Power and energy measuring detectors, instruments and equipment for laser radiation

2-3 CIE 59-1984, Definitions and Nomenclature, Instrument Polarization

1- Pulsed lasers
2- Quasimonochromatic

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ذکر شده در استانداردهای ISO 11145:2001، IEC61040:1990 و CIE 59-1984، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌روند.

۳-۱

قطبش

polarization

محدودیت نوسان بردار میدان الکتریکی در راستاهای معین است.

یادآوری- قطبش پدیده‌ای بنیادی است و بیان‌گر این مفهوم می‌باشد که تابش الکترومغناطیسی حرکت یک موج عرضی است، بدین معنی که راستای نوسان عمود بر راستای انتشار است. معمولاً این نوسان‌ها برای میدان الکتریکی در نظر گرفته می‌شوند.

۳-۲

حالت قطبش

state of polarization

طبقه‌بندی قطبش به خطی، تصادفی، دایره‌ای، بیضوی و یا ناقطبیده است.

۳-۳

راستای قطبش

direction of polarization

راستای بردار میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی است.

۳-۴

صفحه قطبش

plan of polarization

صفحه شامل بردار میدان الکتریکی و جهت انتشار تابش الکترومغناطیسی است.

۵-۳

بیضویت

ellipticity

b/a

‹درتابش با قطبش بیضوی› نسبت نیم محور کوچک بیضی، b، به نیم محور بزرگ آن، a، است.

یادآوری - بیضی با حرکت نقطه انتهایی بردار میدان الکتریکی در صفحه‌ای عمود بر جهت انتشار تابش توصیف می‌شود (به پیوست الف مراجعه شود).

۶-۳

زاویه بیضویت

ellipticity angle

ϵ

زاویه‌ای که تانژانت آن برابر مقدار بیضویت است.

یادآوری- زاویه بیضویت در محدوده $-45° \leq \epsilon \leq +45°$ است. هنگامی که $\epsilon = \pm 45°$ باشد، قطبش دایره‌ای و زمانی که $\epsilon = 0°$ باشد، قطبش خطی است (به پیوست الف مراجعه شود).

۷-۳

زاویه سمتی

azimuth

Φ

زاویه بین محور بزرگ بیضی و محور مرجع عمود بر راستای انتشار است.

یادآوری- به پیوست الف مراجعه شود.

۸-۳

قطبنده خطی

linear polarizer

وسیله‌ای اپتیکی که خروجی آن، بدون توجه به حالت و درجه قطبش تابش فرودی، به طور خطی قطبیده شده است.

۹-۳

نسبت خاموشی

extinction ratio

‹در قطبنده خطی› اندازه کیفی قطبنده خطی است.

یادآوری- اگر تابش قطبیده کاملاً خطی بر قطبنده‌ای بتابد، نسبت خاموشی قطبنده به صورت زیرداده می‌شود:

$$\text{نسبت خاموشی} = \frac{\tau_{min}}{\tau_{max}} \text{ یا } \frac{\rho_{min}}{\rho_{max}}$$

که در آن:

$\tau_{min}\ (\rho_{min})$ بیشترین عبور (بازتابش)

$\tau_{min}\ (\rho_{min})$ کمترین عبور (بازتابش)

توان (انرژی) از قطبنده خطی است.

۱۰-۳

تیغه ربع موج

quarter wave plate

وسیله‌ای اپتیکی است که باریکه تابشی کاملاً قطبیده شده را به دو مولفهٔ قطبیده متعامد با اختلاف فاز 90°، تجزیه می‌کند.

۱۱-۳

پارامترهای استوکس

stokes parameters

مجموعه ای از چهار کمیت حقیقی، جهت معرفی کامل حالت قطبش تابش تک‌فام[1] یا شبه تک‌فام است.

یادآوری- این پارامترها، مجموعاً، به عنوان بردار استوکس، یک بردار ۱×۴ شناخته می‌شوند (برای شرح کامل و فرمول‌های پارامترهای استوکس، به پیوست الف مراجعه شود).

1-Monochromatic

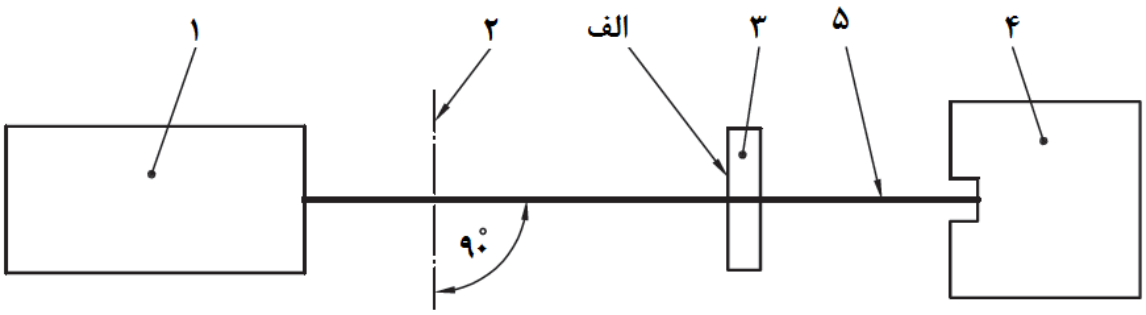
۴ روش آزمون حالت قطبش

۴-۱ اصول اندازه‌گیری

اولین آزمون برای تعیین قطبش باریکه لیزر، تعیین میزان خطی بودن قطبش است. این امر مستلزم ثبت مقادیر بیشینه و کمینه باریکه لیزر عبوری از قطبنده خطی با چرخش و تغییر زاویه آن است (به شکل ۱ مراجعه شود).

اگر باریکه به صورت خطی قطبیده نشده باشد (مطابق معیار ارائه شده در زیر بند ۴-۵)، از نظر قطبش بیضوی یا دایره‌ای تحت آزمون قرار می‌گیرد. برای این آزمون، باریکه از تیغه ربع موج و قطبنده خطی عبور داده می‌شود (به شکل ۲ مراجعه شود).

اگر هیچ یک از این حالت ها برقرار نبود، باریکه قطبیده جزئی یا ناقطبیده است.



راهنما

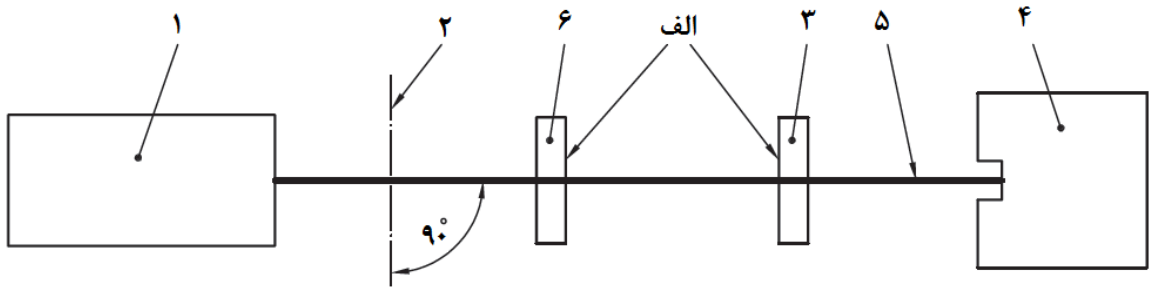
۱ لیزر،
۲ محور مرجع،
۳ قطبنده،
۴ آشکارساز،
۵ باریکه لیزر،
الف چرخش ۱۸۰°

شکل ۱ – طرح کلی چیدمان برای آزمون قطبش خطی

۴-۲ چیدمان تجهیزات

۴-۲-۱ کلیات

چیدمان تجربی درشکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند.



راهنما

۱	لیزر،
۲	محور مرجع،
۳	قطبنده،
۴	آشکارساز،
۵	باریکه لیزر،
۶	صفحه ربع موج،
الف	چرخش ۱۸۰°

شکل ۲ – طرح کلی چیدمان برای آزمون قطبش‌گر بیضوی و دایره‌ای

۴-۲-۲ چیدمان ویژه برای آزمون باریکه‌های با زاویه واگرایی زیاد

باریکه با واگرایی زیاد از تمام قطعات اپتیکی در چیدمان‌های آزمون فوق عبور نمی‌کند. در این حالت، باید یک مجموعه جمع کننده[1] باریکه بین لیزر و اولین قطعه (محور مرجع) قرار گیرد (به شکل ۳ مراجعه شود). این مجموعه از اپتیک جمع‌کننده آستیگماتی[2] (مانند عدسی‌های کوژ-کاو[3] یا مجموعه‌ای از عدسی‌ها) جهت تصحیح ابیراهی کروی[4]، به همراه یک تلسکوپ با بزرگنمایی کمتر از یک به منظور کاهش شعاع باریکه به مقداری سازگار با بقیه چیدمان تشکیل می‌شود.

۴-۲-۳ چیدمان ویژه برای آزمون باریکه‌های با روزنه‌های بزرگ

باید دقت شود که سامانه آشکارساز تمام باریکه را دریافت نماید. اگر این امر امکان‌پذیر نبود، مثلاً برای باریکه‌های با روزنه‌های بزرگ، باید اندازه‌گیری با روزنه‌های غیرهم‌پوشان کوچکتر انجام شود.

1- Collimating assembly
2- Stigmatic
3- Meniscus lens
4- Spherical aberration

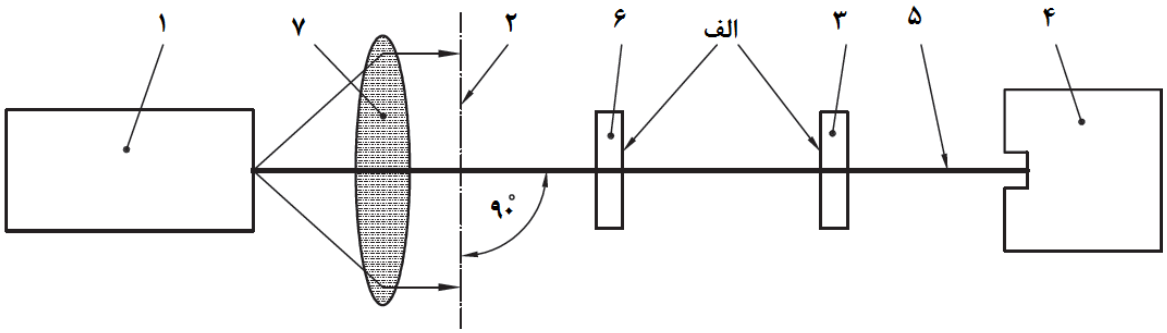
۴-۳ اجزاء

۴-۳-۱ آشکارساز تابش

استاندارد IEC 61040: 1990 مربوط به آشکارساز تابش است؛ بندهای۳ و۴ این استاندارد از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، به استثنای آن که فقط اندازه‌گیری‌های نسبی مورد نیاز هستند. علاوه بر آن به نکات زیر نیز باید توجه نمود:

الف- از داده‌های سازنده یا توسط اندازه‌گیری، باید اطمینان حاصل شود که مقدار خروجی آشکارساز (مثلاً ولتاژ) با مقدار ورودی (توان لیزر) وابستگی خطی دارد. هرگونه وابستگی طول‌موج، غیرخطی یا غیریکنواختی آشکارساز و مدارهای الکترونیکی همراه آن باید با استفاده از روش‌های اجرایی کالیبراسیون، کمینه یا اصلاح شوند.

ب- باید دقت شود که شدت باریکه لیزر ورودی از آستانه تخریب (برای شدت تابش[1]، دُز تابشی[2]، توان و انرژی) سطح آشکارساز و تمام قطعات نوری قرارگرفته در بین لیزر و آشکارساز (مانند قطبنده و تضعیف‌کننده[3]) بیشتر نشود.



راهنما

۱ لیزر،
۲ محور مرجع،
۳ قطبنده،
۴ آشکارساز،
۵ باریکه لیزر،
۶ صفحه ربع موج،
۷ اپتیک جمع‌کننده[1]،
الف چرخش ۱۸۰ درجه

1- Collimating optics

شکل ۳ – طرح کلی چیدمان آزمون لیزر با باریکه‌های بسیار واگرا

1- Irradiance
2- Radiant exposure
3- Attenuator

۴-۳-۲ قطبنده خطی

نرخ خاموشی قطبنده خطی باید کمتر از $25/[1-(1/P)]$ و بیشتر از ۰٫۰۲ باشد، P زاویه قطبش مورد انتظار است. صفحه عبور بیشینه بر روی نگهدارنده آن باید نشان داده شود.

۴-۳-۳ تیغه ربع موج

تیغه ربع موج، باید به گونه‌ای برای طول موج تحت آزمون انتخاب شود، که اختلاف راه نوری بین دو قطعه قطبیده متعامد $(\lambda/4 \pm \lambda/200)$ باشد. صفحه نوسان قطعه سریع (دارای پایین‌ترین ضریب شکست) باید روی نگهدارنده آن نشان داده شود.

۴-۳-۴ تضعیف کننده اپتیکی[1]

تضعیف‌کننده جهت کاهش چگالی توان لیزر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تضعیف‌کننده‌های اپتیکی زمانی کاربرد دارند که توان یا چگالی توان لیزر از گسترهٔ (خطی) کاری یا آستانه تخریب آشکارساز بیشتر باشد. هرگونه وابستگی طول‌موج، غیرخطی یا غیریکنواختی تضعیف‌کننده اپتیکی با روش‌های اجرایی کالیبراسیون، باید کمینه یا اصلاح شوند.

۴-۴ روش اجرای آزمون

۴-۴-۱ کلیات

چیدمان تجربی را طبق بند ۴-۲ نصب کنید.

با تنظیم زاویه قطعات و قرارگیری آن‌ها در مسیر نوری، اطمینان حاصل کنید که هیچ‌گونه بازخورد بازتابی[2] به سمت لیزر وجود ندارد. اگر تضعیف‌کننده‌های اپتیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، آزمون مستقلی انجام دهید تا اطمینان حاصل کنید که آن‌ها هیچ اثری بر روی قطبش ندارند.

بعد از آماده سازی اولیه، باید ارزیابی شود که تمام باریکه لیزر به سطح آشکارساز می‌رسد. می‌توان روزنه‌هایی با قطرهای مختلف در مسیر باریکه و جلوی هر کدام از قطعات اپتیکی قرار داد. اندازه روزنه را کم کرده تا خروجی آن به ٪ ۵ کاهش یابد. توصیه می شود قطر این روزنه حداقل ٪ ۲۰ کوچک‌تر از روزنه قطعه اپتیکی باشد.

1- Optical attenuator
2- Reflective feedback

۴-۴-۲ اندازه‌گیری ۱

به شکل ۱ مراجعه شود.

جهت محور مرجع را عمود بر محور باریکه قرار داده و ثبت کنید.

الف- قطبنده را بچرخانید تا مقدار کمینه و بیشینه در آشکارساز خوانده شود.

ب- این مقادیر و زاویه چرخش قطبنده را در طی خوانش کمینه و بیشینه بر روی آشکارساز، ثبت کنید.

ج- تباین[1] توان P (انرژی Q) را در دو جهت عمود برهم محاسبه کنید.

$$\text{تباین} = \frac{P_x - P_y}{P_x + P_y} \text{ یا } \frac{Q_x - Q_y}{Q_x + Q_y}$$

راستاهای x و y به ترتیب بر اساس میزان بیشینه و کمینه تضعیف توان (انرژی) باریکهٔ لیزر پس از عبور از قطبنده خطی انتخاب می‌شوند.

د- اندازه‌گیری حداقل ۱۰ مرتبه انجام شده و متوسط تباین محاسبه شود. اگر مقدار آن کمتر از ۰٫۹ است، اندازه‌گیری۲ انجام شود.

۴-۴-۳ اندازه‌گیری ۲

به شکل ۲ مراجعه شود.

الف- صفحه ربع موج و قطبنده را جدا از هم چرخانده تا مقادیر بیشینه و کمینه بر روی آشکارساز خوانده شود. این روند را تکرار نموده تا اطمینان حاصل شود مقادیر مطلق بیشینه و کمینه تابعی از زاویه چرخش صفحه ربع موج و قطبنده هستند.

ب- مقادیر بیشینه و کمینه خوانده شده را ثبت کنید.

ج- همانند اندازه‌گیری ۱، تباین را محاسبه کنید.

د- اندازه‌گیری را حداقل ۱۰ مرتبه انجام داده و متوسط تباین را محاسبه کنید.

۴-۵ تجزیه و تحلیل نتایج

اگر متوسط تباین حاصل از اندازه‌گیری ۱، بزرگتر از ۰٫۹ شد، باریکه لیزر قطبیده خطی است و درجه قطبش خطی برابر مقدار تباین است. زاویه سمتی، توسط چرخش زاویه‌ای قطبنده در طی خوانش مقدار بیشینه به دست می‌آید.

1- Contrast

اگر متوسط تباین حاصل از اندازه‌گیری ۱، بین ۰/۱ و ۰/۹ و متوسط تباین اندازه‌گیری ۲، کمتر از ۰/۱ شد، باریکه لیزر قطبیده خطی جزئی است. درجه قطبش خطی برابر تباین اندازه‌گیری ۱ است.

اگر متوسط تباین حاصل از داده‌های اندازه‌گیری ۱، کمتر از ۰/۱ و متوسط تباین حاصل از اندازه‌گیری ۲، بزرگتر از ۰/۹ شد، باریکه لیزر قطبیده دایره‌ای است.

اگر متوسط تباین حاصل از داده‌های اندازه‌گیری ۱، کمتر از ۰/۱ و متوسط تباین حاصل از اندازه‌گیری ۲، بین ۰/۱ و ۰/۹ شد، باریکه لیزر قطبیده دایره‌ای جزئی است. درجه قطبش دایره‌ای برابر تباین اندازه‌گیری ۲ است.

اگر متوسط تباین حاصل از داده‌های اندازه‌گیری ۱، بین ۰/۱ و ۰/۹ و متوسط تباین حاصل از اندازه‌گیری ۲، بزرگتر از ۰/۹ شد، باریکه لیزر قطبیده بیضوی است. سمت و بیضویت بیضی با استفاده از دستگاه آنالیز قطبش که به چهار پارامتر استوکس دسترسی دارد، تعیین می‌شود (به پیوست الف مراجعه شود).

اگر متوسط تباین حاصل از داده‌های اندازه‌گیری ۱ و ۲، بین ۰/۱ و ۰/۹ شد، باریکه لیزر قطبیده بیضوی جزئی است. سمت و بیضویت بیضی با استفاده از دستگاه آنالیز قطبش که به چهار پارامتر استوکس دسترسی دارد، تعیین می‌شود (به پیوست الف مراجعه شود).

اگر متوسط تباین در هر دو اندازه‌گیری کمتر از ۰/۱ شد، باریکه لیزر ناقطبیده است.

در این حالت، زمانی که افت و خیز توان در دو راستای ثابت:

- کوچکتر از ٪ ۱۰ باشد، لیزر به عنوان ناقطبیده باید طبقه‌بندی می‌شود.
- بزرگتر از ٪ ۱۰ باشد، لیزر به عنوان قطبیده تصادفی باید در نظر گرفته می‌شود.

یادآوری- برخی از لیزرها، ناقطبیده شمرده می‌شوند ولی ممکن است در دو راستای عمود برهم ثابت، قطبیده خطی باشند. مقدار انرژی در هر راستا، ممکن است در طی زمان مشاهده انتخابی کاربر، تغییر نماید.

فرض بر آن است که تابش در تمام سطح مقطع خود دارای خواص قطبش یکنواخت است. تابشی که تغییرات فضایی و تصادفی در حالت قطبش خود نشان می‌دهد (و بیرون از روزنه یا راستا تا آشکارساز، ناقطبیده رفتار می‌کند) توصیه می‌شود مجدداً با استفاده از روزنه‌های کوچک‌تر (در صورت لزوم) به منظورمشخص شدن توزیع فضایی حالت قطبش تحت آزمون قرار گیرد (به زیر بند ۴-۲-۳ مراجعه شود).

۵ گزارش آزمون

اطلاعات زیر باید در گزارش آزمون لحاظ شود.

الف- اطلاعات کلی:

۱- آزمون مطابق با این استاندارد ملی انجام شده است؛

۲- تاریخ آزمون؛

۳- نام و نشانی سازمان آزمون‌کننده؛

۴- نام شخص آزمون‌گر.

ب- اطلاعات مرتبط با لیزر تحت آزمون:

۱- نوع لیزر؛

۲- سازنده؛

۳- نام مدل؛

۴- شماره سریال.

پ- شرایط آزمون:

۱- طول‌موج(های) لیزر (یا گسترهٔ طول‌موجی) تحت آزمون در یک دما بر حسب کلوین (جریان خنک‌کننده لیزر دیودی) (فقط برای لیزرهای دیودی استفاده می‌شود)؛

۲- حالت کاری (پیوسته یا تپی)؛

۳- پارامترهای تنظیم شده لیزر؛

- توان یا انرژی خروجی؛
- انرژی یا جریان ورودی؛
- انرژی تپ؛
- مدت زمان تپ؛
- نرخ تکرار تپ؛

۴- ساختار حالت (اگر مشخص است)؛

۵- شرایط محیطی.

ت- اطلاعات مرتبط با آزمون و ارزشیابی:

۱- سامانه آشکارسازی و نمونه‌برداری؛

- پاسخ زمانی سامانه آشکارساز؛
- تأخیر زمان نمونه‌برداری (فقط برای لیزرهای تپی)؛
- فاصله زمانی اندازه‌گیری (فقط برای لیزرهای تپی)؛

۲- اپتیک شکل‌دهی باریکه و روش تضعیف (درصورت کاربرد)؛

- نوع تضعیف‌کننده؛
- نوع تفکیک‌کننده باریکه[1]؛
- نوع قطعه متمرکزکننده؛

۳- قطبنده‌های مورد استفاده در آزمون؛

۴- چرخش محور مرجع؛

۵- پهنای روزنه‌های جزئی و زاویه اندازه‌گیری (در صورت کاربرد).

ث- نتایج آزمون

۱- نتایج اندازه‌گیری یا خوانش، طبق جدول ۱؛

۲- حالت قطبش؛

۳- زاویه قطبش (اگر خطی یا دایره‌ای است)؛

۴- زاویه سمتی قطعه قطبنده (اگر خطی است)؛

۵- نتایج اندازه‌گیری به صورت تابعی از مکان زاویه‌ای روزنه کوچکتر نسبت به باریکه لیزر (درصورت کاربرد).

جدول ۱ – نتایج اندازه‌گیری

	متوسط تباین		زاویه قطبنده				زاویه صفحه ربع موج			
			γmax		γmin		γmax		γmin	
	میانگین	$s^{(a)}$	میانگین	$s^{(a)}$	میانگین	$s^{(a)}$	میانگین	$s^{(a)}$	میانگین	$s^{(a)}$
اندازه‌گیری ۱							X	X	X	X
اندازه‌گیری ۲										
$s^{(a)}$: انحراف معیار										

1- Beam splitter

پیوست الف
(آگاهی‌دهنده)

شرح کامل وضعیت قطبش باریکه لیزر تک‌فام

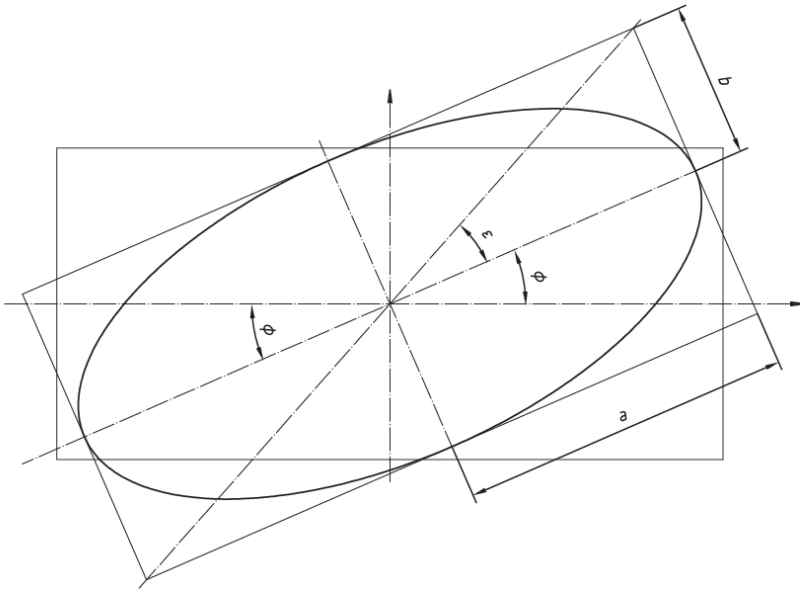
الف-۱ بردار استوکس

بردار استوکس یک باریکه لیزر، مجموعه‌ای از چهار کمیت حقیقی، به نام S_0 تا S_3 است که هر کدام دارای واحد توان بوده و شرح کاملی از حالت قطبش و توان باریکه را ارائه می‌نماید.

اولین پارامتر، S_0 ، مقدار توان کل باریکه است. بنابراین $S_0>0$.

عمومی‌ترین حالت مولفه قطبیده که توان آن S_p است، بیضوی است. نسبت $p=S_p/S_0$ درجه قطبش باریکه است.

توصیف کامل این مولفه نیازمند اطلاعاتی از زاویه سمتی Φ و زاویه بیضویت ϵ است که در شکل الف-۱ نشان داده شده است.



شکل الف-۱ – نمایش هندسی جهت توصیف زاویه‌های سمتی Φ و بیضویت ϵ برای تابش قطبیده بیضوی

اگر $\epsilon = 0$، قطبش خطی است.

اگر $\epsilon = \frac{\pi}{4}$ (یعنی ۴۵ درجه)، قطبش دایره‌ای است.

دومین (S_1)، سومین (S_2) و چهارمین (S_3) پارامتر استوکس، نمایش دیگری از مولفه‌های قطبیده هستند:

$$S_1 = S_p \cos(2\Phi) \cos(2\epsilon)$$

$S_2 = S_p \sin(2\Phi)\, cos(2\epsilon)$

$S_3 = S_p \sin(2\epsilon)$

نهایتاً، بردار استوکس به صورت تابعی از توان کل باریکه، P، درجه قطبش، p ، و زوایای سمتی Φ و بیضویت ϵ نوشته می‌شوند:

$S = P[1, p\cos(2\Phi)\cos(2\epsilon), p\sin(2\Phi)\cos(2\epsilon), p\sin(2\epsilon)]$

بالعکس مقادیر P، p، Φ و ϵ می‌توانند از بردار استوکس استخراج شوند:

$P = S_0$

$p = (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2)^{\frac{1}{2}}/S_0$

$\Phi = \frac{1}{2}\tan^{-1}\left(S_1/S_2\right)$

$\epsilon = \frac{1}{2}\sin^{-1}\left[\frac{S_3}{(S_1^2 + S_2^2 + S_3^2)^{\frac{1}{2}}}\right]$

الف-۲ تجزیه و تحلیل قطبش

همانطور که از بند الف-۱ مشخص است، شرح کامل حالت قطبش یک باریکه لیزر، به‌طور تلویحی چهار پارامتر استوکس را در خود دارد.

برای هر باریکه‌ای که «مقدار قطبش» تجزیه و تحلیل می‌شود حداقل چهار اندازه‌گیری مستقل مورد نیاز است. برای چنین کاری نیاز به یک دستگاه قطبش‌سنج[1] ۴- آشکارساز است (به منابع شماره [۱] و [۲] کتاب‌نامه مراجعه شود). هر سامانه‌ای که مبنای اندازه‌گیری آن بر اساس این اصل باشد برای تعیین پارامترهای استوکس و همچنین درجه قطبش، زوایای سمتی و بیضویت هر باریکه لیزری مناسب است.

1- Polarimeter

کتاب‌نامه

[1] AZZAM, R.M.A. *Optics lett.*, 1985, 10, p. 309

[2] AZZAM, R.M.A. and LOPEZ, A.G. *Opt. Soc. Am.*, 1989, A6, p. 1513