NORME INTERNATIONALE

ISO 10110-12

Première édition
1997-08-15

Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques —

Partie 12:
Surfaces asphériques

Optics and optical instruments — Preparation of drawings for optical elements and systems —

Part 12: Aspheric surfaces

Numéro de référence
ISO 10110-12:1997(F)

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 10110-12 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité 1, *Normes fondamentales*.

L'ISO 10110 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques*:

— *Partie 1: Généralités*

— *Partie 2: Imperfections des matériaux — Biréfringence sous contrainte*

— *Partie 3: Imperfections des matériaux — Bulles et inclusions*

— *Partie 4: Imperfections des matériaux — Hétérogénéité et stries*

— *Partie 5: Tolérances de forme de surface*

— *Partie 6: Tolérances de centrage*

— *Partie 7: Tolérances d'imperfection de surface*

— *Partie 8: État de surface*

— *Partie 9: Traitement de surface et revêtement*

— *Partie 10: Tableau représentant les données d'une lentille*

— *Partie 11: Données non tolérancées*

— *Partie 12: Surfaces asphériques*

— *Partie 13: Seuil de dommage au rayonnement laser*

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet central@iso.ch
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques —

Partie 12:
Surfaces asphériques

1 Domaine d'application

L'ISO 10110 prescrit la représentation des exigences de conception et des exigences fonctionnelles des éléments et systèmes optiques, dans les dessins techniques utilisés pour la fabrication et le contrôle.

La présente partie de l'ISO 10110 prescrit les règles de représentation, de dimensionnement et de tolérancement des parties optiques utiles des surfaces de forme asphérique.

La présente partie de l'ISO 10110 ne s'applique pas aux surfaces discontinues comme les surfaces de Fresnel ou les réseaux de diffraction.

La présente partie de l'ISO 10110 ne prescrit pas la méthode selon laquelle la conformité aux spécifications doit être vérifiée.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 10110. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 10110 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 1101:—[1] , *Spécification géométrique des produits — Tolérancement géométrique — Généralités, définitions, symboles, indications sur les dessins.*

ISO 10110-1:1996, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 1: Généralités.*

ISO 10110-5:1996, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 5: Tolérances de forme de surface.*

ISO 10110-6:1996, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 6: Tolérances de centrage.*

---

[1] À publier. (Révision de l'ISO 1101:1983)

ISO 10110-7:1996, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 7: Tolérances d'imperfections de surface.*

ISO 10110-8:1997[2], *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 8: État de surface.*

3 Description mathématique des surfaces asphériques

3.1 Généralités

Les surfaces asphériques sont représentées dans un système de coordonnées orthogonales à droite dans lequel l'axe des z est l'axe optique.

Sauf indication contraire, l'axe des z se trouve sur le plan du dessin et part de la gauche vers la droite. Si une seule coupe transversale est tracée, l'axe des y se trouve dans le plan du dessin et est orienté vers le haut.

Si les deux coupes transversales sont tracées, la coupe transversale xz doit apparaître sous la coupe transversale yz (voir la figure 5). Pour plus de clarté, les axes des x et des y peuvent être représentés sur le dessin.

L'origine du système de coordonnées se situe au sommet de la surface asphérique (figure 1).

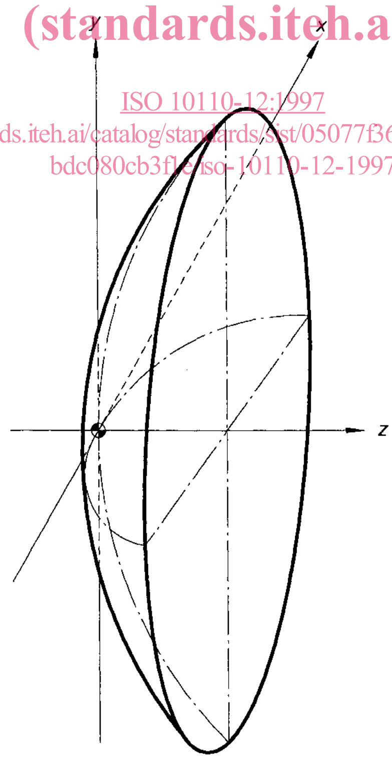


Figure 1 — Système de coordonnées

[2] À publier.

Les surfaces qui vérifient l'équation:

$$z = f\left(x^2 + y^2\right)$$

sont particulièrement importantes; elles sont symétriques par rapport à l'axe de rotation z.

Deux types de surfaces sont particulièrement importants car couramment employés en optique appliquée:

— les surfaces généralisées du second ordre; et

— les surfaces toriques.

3.2 Types de surfaces spéciales

3.2.1 Surfaces généralisées du second ordre

Dans le système de coordonnées présenté en 3.1, l'équation (1) des surfaces de second ordre qui sont concernées par la présente partie de l'ISO 10110 est la suivante:

$$z = f(x,y) = c\frac{\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}}{1+\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}} \qquad \text{... (1)}$$

où

a et b sont des constantes (peut-être imaginaires, avec a^2 et b^2 réelles);

c est une constante réelle.

En substituant:

$\frac{a^2}{c} = R_x$ (rayon de courbure dans le plan xz pour $z = 0$),

$\frac{b^2}{c} = R_y$ (rayon de courbure dans le plan yz pour $z = 0$),

$$\kappa_x = \frac{a^2}{c^2} - 1$$

$$\kappa_y = \frac{b^2}{c^2} - 1$$

où κ_x, κ_y sont les constantes coniques,

l'équation (1) devient

$$z = f(x,y) = \frac{\frac{x^2}{R_x}+\frac{y^2}{R_y}}{1+\sqrt{1-(1+\kappa_x)\left(\frac{x}{R_x}\right)^2-(1+\kappa_y)\left(\frac{y}{R_y}\right)^2}} \qquad \text{... (2)}$$

Si la surface définie par l'équation (2) coupe les plans $x = 0$ (ou $y = 0$), alors, en fonction de la valeur de κ_y (ou κ_x), on obtient les lignes d'intersection des types suivants:

$\kappa > 0$	ellipsoïde de révolution allongé,
$\kappa = 0$	cercle,
$-1 < \kappa < 0$	ellipsoïde de révolution aplati,
$\kappa = -1$	parabole,
$\kappa < -1$	hyperbole.

Il convient de mentionner les cas particuliers suivants pour l'équation (2):

a) $R = R_x = R_y$ et $\kappa = \kappa_x = \kappa_y$ et $h^2 = x^2 + y^2$ donne

$$z = f(h) = \frac{h^2}{R + \sqrt{R^2 - (1+\kappa)\,h^2}} \qquad \text{... (3)}$$

L'équation (3) décrit une surface qui est symétrique par rapport à l'axe de rotation z.

b) $$z = f(u) = \frac{u^2}{R_u + \sqrt{R_u^2 - (1+\kappa_u)\,u^2}} \qquad \text{... (4)}$$

Cette équation décrit un cylindre (pas nécessairement de coupe transversale circulaire) dont l'axe pour $u = x$ est perpendiculaire au plan xz, et dont l'axe pour $u = y$ est perpendiculaire au plan yz.

c) $$z = f(x,y) = c\sqrt{\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}} \qquad \text{... (5)}$$

Cette équation décrit un cône dont la pointe est à l'origine et dont la coupe transversale est elliptique (si $a \neq b$) ou circulaire (si $a = b$).

Si nécessaire, il est possible de modifier l'équation (2) en y ajoutant une série de puissances $f_1(x,y)$ (voir l'annexe A).

L'équation de la surface est alors complète:

$$z = f(x,y) + f_1(x,y) \qquad \text{... (6)}$$

où $f(x,y)$ représente la forme de base conformément à l'équation (2).

NOTE — Il convient de veiller à ce que le signe des coefficients de $f_1(x,y)$ soit conforme aux conventions définies à la figure 1.

3.2.2 Surfaces toriques

Une surface torique est générée par la rotation d'une courbe de définition contenue dans un plan autour d'un axe situé dans le même plan. L'équation d'une surface torique dont la courbe de définition $z = g(x)$ dans le plan xz et dont l'axe de rotation est parallèle à l'axe x est la suivante:

$$z = f(x,y) = R_y \mp \sqrt{\left[R_y - g(x)\right]^2 - y^2} \qquad \text{... (7)}$$

où R_y est la coordonnée z à laquelle l'axe de rotation coupe l'axe des z.

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10110, on obtient $g(x)$ à l'aide de l'équation (2) en posant $y = 0$.

$$g(x) = \frac{x^2}{R_x + \sqrt{R_x^2 - (1+\kappa_x)\, x^2}} \quad \text{... (8)}$$

L'équation d'une surface torique dont la courbe de définition se trouve dans le plan yz et dont l'axe de rotation est parallèle à l'axe des y peut être obtenue à partir des équations (7) et (8) en remplaçant x par y, R_x par R_y et κ_x par κ_y.

Il convient de mentionner le cas particulier suivant pour les équations (7) et (8):

$\kappa_x = 0$ donne $g(x) = R_x - \sqrt{R_x^2 - x^2}$ et

$$z = f(x,y) = R_y - \sqrt{\left[R_y - R_x + \sqrt{R_x^2 - x^2}\right]^2 - y^2} \quad \text{... (9)}$$

L'équation (9) décrit un tore dont l'arc de définition est un cercle de rayon R_x.

Comme en 3.2.1 de la présente partie de l'ISO 10110, $g(x)$ peut être modifié en ajoutant une série de puissances $g_1(x)$ (voir l'annexe A).

4 Indications sur les dessins

4.1 Généralités

Une lentille ou un miroir asphérique doit être représenté(e) de la même façon qu'un composant sphérique (voir l'ISO 10110-1). L'indication du rayon sur le dessin est remplacée par le terme "asphérique" si $f_1(x,y) \neq 0$, ou par le type de surface asphérique si l'équation de base n'est pas modifiée par une série de puissances (par exemple "toroïde", "paraboloïde", etc.).

L'équation décrivant la surface asphérique doit figurer dans une note, à l'exception des surfaces cylindriques à coupe transversale circulaire.

Pour plus de clarté, la forme du profil asphérique peut être accentuée dans le dessin. De plus, ce dessin doit comporter un tableau simplifié (voir la figure 2).

Les tolérances sur les formes de surface doivent être indiquées de l'une des manières suivantes:

a) soit conformément à l'ISO 1101,

b) soit conformément à l'ISO 10110-5,

c) soit par un tableau spécifiant les écarts admissibles de z, à savoir la différence entre les valeurs nominales de z selon l'équation (8) et les valeurs réelles de la pièce (voir la figure 2).

Dans chacun de ces trois cas, l'erreur de pente admissible (c'est-à-dire l'écart local de la surface normale par rapport à la valeur nominale) peut être spécifiée par ailleurs.

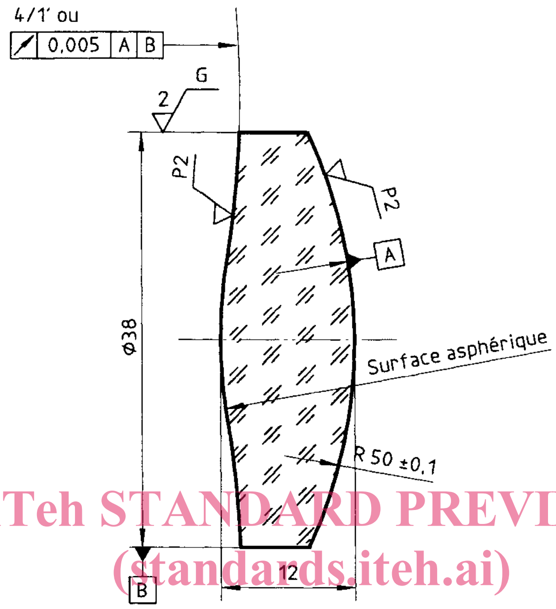
Si une telle tolérance d'erreur de pente est spécifiée, le dessin doit également comporter la longueur d'évaluation de pente. La longueur d'évaluation de pente est la distance transversale sur la surface au-dessus de laquelle la pente est mesurée. Noter que l'erreur de pente se réfère à la différence de pente entre la surface réelle et la surface asphérique nominale calculée selon l'équation définie.

Pour les surfaces à rotation non symétrique, la tolérance sur la pente peut être différente selon les sections.

Les tolérances de centrage doivent être indiquées conformément à l'ISO 1101 ou à l'ISO 10110-6.

Les tolérances pour les imperfections de surface et les spécifications d'état de surface sont indiquées conformément à l'ISO 10110-7 et à l'ISO 10110-8 respectivement.

Dimensions en millimètres



$$z = \frac{h^2}{R\left(1+\sqrt{1-(1+\kappa)h^2/R^2}\right)} + \sum_{i=2}^{5}\left(A_{2i}h^{2i}\right)$$

h	z	Δz	Tolérance d'erreur de pente
0,0	0,000	0,000	0,3'
5,0	0,219	0,002	0,5'
10,0	0,825	0,004	0,5'
15,0	1,599	0,006	0,8'
19,0	1,934	0,008	1,0'

R = 56,031

K = − 3

A_4 = − 0,43264 × 10^{-05}

A_6 = − 0,97614 × 10^{-08}

A_8 = − 0,10852 × 10^{-11}

A_{10} = − 0,12284 × 10^{-13}

Longueur d'évaluation de pente = 1 ± 0,1

Figure 2 — Lentille à surface asphérique et à rotation symétrique

5 Exemples

5.1 Éléments à surface asphérique symétrique et axes mécanique et optique confondus

Sur la figure 2, l'axe de référence passe par le centre de courbure de la surface sphérique et le point central de la surface droite (conformément à l'ISO 10110-6).

La tolérance de forme de la surface asphérique est présentée sous forme de tableau. Δz est l'écart maximal admissible, en millimètres, dans le sens des z pour la coordonnée h fournie. Une tolérance d'erreur de pente est indiquée en complément.

5.2 Éléments à surface asphérique symétrique et axes optique et mécanique distincts

La figure 3 a) présente un paraboloïde à axe déporté et à section transversale rectangulaire. La tolérance de forme de surface et la tolérance de centrage sont indiquées conformément à l'ISO 1101.

L'axe de référence est donné par l'intersection des surfaces A et C. La référence C constitue la largeur de l'élément comme représenté.

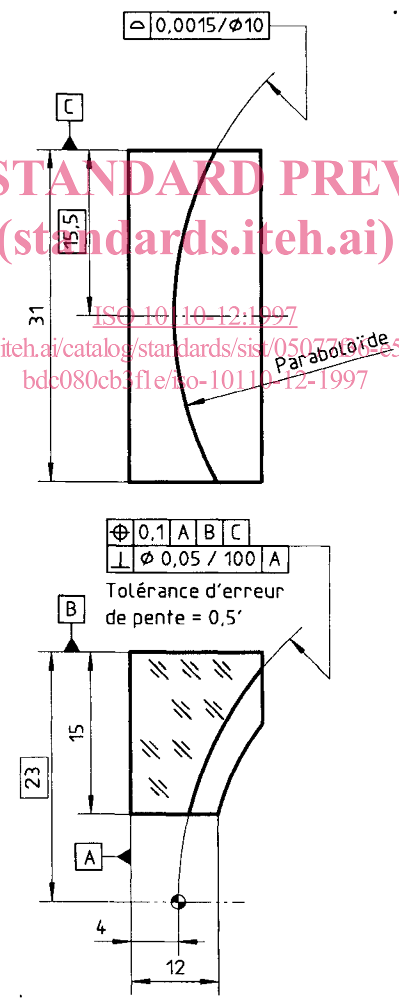
Le sommet du paraboloïde doit tenir dans un cube de 0,1 mm de côté, centré sur la position nominale.

L'axe de rotation du paraboloïde doit se situer, sur une longueur de 100 mm, à l'intérieur d'un cylindre parallèle à l'axe de référence, d'un diamètre de 0,05 mm.

La tolérance de forme de surface de la surface efficace d'un point de vue optique est indiquée conformément à l'ISO 1101:— 1), 14.6. La tolérance d'erreur de pente est elle aussi mentionnée.

La figure 3 b) représente le même élément optique que la figure 3 a); toutefois, la tolérance de forme de surface est indiquée ici conformément à l'ISO 10110-5.

Dimensions en millimètres



Longueur d'évaluation de pente = 2 ± 0,2

$$z = \frac{h^2}{2R} \qquad R = 35{,}741 \pm 0{,}2$$

a) Indications de tolérance de forme de surface conforme à l'ISO 1101

1) À publier. (Révision de l'ISO 1101:1983)