NORME INTERNATIONALE

ISO 9335

Première édition
1995-12-01

Optique et instruments d'optique — Fonction de transfert optique — Principes et procédures de mesure

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Optics and optical instruments — Optical transfer function — Principles and procedures of measurement

ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/384063ec-e079-40e2-a05e-6a80687a7724/iso-9335-1995

Numéro de référence
ISO 9335:1995(F)

Sommaire

Page

1 Domaine d'application 1

2 Références normatives 1

3 Définitions 1

4 Équipement de mesure et environnement 1

5 Procédures de mesure 9

6 Corrections à apporter aux résultats de mesure 13

7 Présentation des données relatives à l'OTF 14

8 Vérifications concernant l'exactitude 15

Annexe

A Exemples de présentation des données relatives à l'OTF 17

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/384063ec-e079-40e2-a05e-6a80687a7724/iso-9335-1995

© ISO 1995
Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 9335 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 1, *Normes fondamentales*.

ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/384063ec-a079-40e3-a05a-6a8968f7a734/iso-9335-1995

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

Pour les systèmes optiques, électro-optiques ou photographiques, la fonction de transfert optique permet d'évaluer objectivement leur aptitude à former une image.

Pour que les mesures de fonction de transfert optique réalisées selon différents principes de mesure, ou obtenues à l'aide d'instruments de mesure dans différents laboratoires, puissent être comparées, il est indispensable qu'il y ait une équivalence des paramètres de mesure, tels que le réglage de focalisation et l'intervalle de fréquence spatiale. De ce fait, une terminologie convenue a été définie pour que les paramètres de mesure, pris en compte dans la présente Norme internationale, soient bien compris de tous les utilisateurs. La présente Norme internationale donne des recommandations qui concernent la construction et le fonctionnement de l'équipement destiné à la mesure de la fonction de transfert optique.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Les spécifications indiquées dans la présente Norme internationale constituent des exigences fondamentales relatives à l'instrumentation et aux procédures de mesure, permettant de garantir une exactitude bien définie de la mesure de la fonction de transfert optique.

ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/384063ec-e079-40e2-a05e-6a80687a7724/iso-9335-1995

Optique et instruments d'optique — Fonction de transfert optique — Principes et procédures de mesure

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit des lignes directrices concernant la construction et l'utilisation d'équipements pour mesurer la fonction de transfert optique (OTF) de systèmes de formation d'image.

La présente Norme internationale spécifie les facteurs importants pouvant influencer la mesure de l'OTF, et donne des règles générales concernant les exigences de performance de l'équipement et des conditions d'environnement.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Elle spécifie les précautions majeures à prendre pour assurer l'exactitude des mesures et indique les facteurs de correction à appliquer éventuellement aux données recueillies.

ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3840b3ec-e079-40e2-a05e-6d8068/a7724/iso-9335-1995

Le type d'équipement de mesure de la fonction de transfert optique, décrit dans la présente Norme internationale, est limité à celui effectuant l'analyse de la répartition énergétique dans le plan de l'image du système optique soumis aux essais. Les instruments mettant en œuvre un interféromètre sont exclus.

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 Norme internationale. 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 Norme internationale 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 9334:1995, *Optique et instruments d'optique — Fonction de transfert optique — Définitions et relations mathématiques.*

ISO 9336-1:1994, *Optique et instruments d'optique — Fonction de transfert optique — Application — Partie 1: Objectifs interchangeables pour appareils photographiques de 35 mm.*

ISO 9336-2:1994, *Optique et instruments d'optique — Fonction de transfert optique — Application — Partie 2: Objectifs pour photocopieurs de bureau.*

ISO 9336-3:1994, *Optique et instruments d'optique — Fonction de transfert optique — Application — Partie 3: Télescopes.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

4 Équipement de mesure et environnement

4.1 Aspect général

4.1.1 Conditions de mesure

Chaque fonction de transfert optique mesurée dépend de la «fonction d'imagerie» du système de formation d'image. Ainsi, avant de procéder aux mesures, on doit identifier les paramètres entrant dans la «fonction d'imagerie» du système et déterminer dans quelle mesure la qualité de l'image dépend de ces paramètres. L'ensemble complet des paramètres qui forment la «fonction d'imagerie» doit être réglé à des valeurs fixes. Ces valeurs représentent un état particulier de la «fonction d'imagerie» appelé «conditions de mesure».

4.1.2 Exactitude de mesure

L'équipement de mesure et l'environnement dans lequel il est utilisé doivent permettre de fixer les conditions de mesure prescrites et de conserver une exactitude répondant à l'exactitude de mesure requise. L'exactitude d'une mesure de fonction de transfert optique peut être considérée comme une combinaison des incertitudes de mesure dues aux nombreux paramètres individuels impliqués dans la «fonction d'imagerie». Lorsqu'une exactitude donnée de mesure de l'OTF est stipulée, celle-ci doit être répartie entre les paramètres connus contribuant à la mesure, de manière qu'une tolérance puisse être fixée pour chacun des paramètres de la «fonction d'imagerie». C'est pourquoi l'exigence d'une exactitude de mesure globale de ± 0,05 de la fonction de transfert de modulation (MTF) peut nécessiter, parmi d'autres facteurs, une stabilité de température de l'équipement de mesure de ± 1 °C et un réglage du plan focal de ± 5 µm. L'examen des données se rapportant à l'instrumentation et à l'environnement, dans les paragraphes suivants, se réfère aux tolérances réparties de cette manière concernant l'exactitude requise de mesure de la fonction de transfert optique.

4.2 Environnement

Les conditions ambiantes de l'équipement de mesure de l'OTF doivent être suffisamment protégées des influences pouvant conduire à des perturbations climatiques, mécaniques ou électromagnétiques. L'équipement de mesure et l'atmosphère de la salle de mesure doivent être exempts de poussières, d'humidité et de fumées. Toutes les surfaces optiques doivent être préservées d'empreintes de doigts ou de manipulations susceptibles de les rayer.

4.2.1 Contrôle de la température et de l'humidité

La température doit être maintenue constante, dans des tolérances spécifiques, et fixée à une valeur convenable. L'humidité doit être également maintenue dans des limites acceptables. La température et l'humidité doivent toutes deux être notées. Toute turbulence ou stratification de l'atmosphère pouvant affecter les mesures doit être réduite au minimum par l'interposition d'écrans.

4.2.2 Vibrations

Toute vibration doit être réduite au minimum et il est recommandé d'implanter l'équipement de mesure dans un local en sous-sol si des vibrations, causées par exemple par des machines, ne peuvent être évitées autrement. Le degré d'isolement des vibrations, pour une exactitude de mesure donnée, dépend des caractéristiques de la vibration, de la méthode de mesure, de l'intervalle de fréquence spatiale et de façon générale des paramètres de la «fonction d'imagerie» du système optique mesuré. Si la méthode consiste à mesurer la répartition des éclairements dans l'image d'une fente, une tolérance admissible peut être que le mouvement de l'image sur l'analyseur, causé par des vibrations, ne dépasse pas, par exemple, 1/20 de la largeur à mi-hauteur de l'image de la fente.

4.2.3 Perturbations électromagnétiques

Dans le cas de certains systèmes, il peut être nécessaire de surveiller les variations de la tension d'alimentation et de maintenir celles-ci à un minimum acceptable. L'influence de champs électromagnétiques externes et le niveau de lumière ambiante doivent être réduits jusqu'à ce que la fonction de transfert optique mesurée ne soit plus affectée de façon significative.

4.3 Équipement de mesure

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3e1a0f3b-e0f3-4b02-a7fc-8aa0587a7724/iso-9335-1995

4.3.1 Montage optique

Le support de tout équipement de mesure doit être constitué par un robuste banc d'optique ou un marbre sur lesquels peuvent être fixés le bloc source, le système mesuré, l'analyseur d'image et d'autres accessoires, ces unités pouvant être positionnées les unes par rapport aux autres avec la précision requise.

Selon les systèmes essayés, les exigences à satisfaire en matière d'alignement et/ou de parallélisme des plans correspondants pourront varier. Les écarts par rapport à ces exigences d'alignement et/ou de parallélisme ne doivent pas provoquer une modification de la MTF mesurée supérieure à 1/3 de la précision de mesure spécifiée ou admissible.

4.3.2 Tolérance de défocalisation

En ce qui concerne, par exemple, la plupart des objectifs photographiques, les effets de défocalisation causés par un défaut d'alignement du banc se traduisent, en général, sur la MTF mesurée, par une erreur qui croît lorsque la fréquence spatiale augmente ou lorsque le nombre d'ouverture f diminue et que l'aberration de la surface d'onde est réduite. Le tableau 1 donne, pour une lentille à pupille circulaire, en éclairage incohérent et uniquement limitée par la diffraction, les tolérances de défocalisation qui entraînent une variation de ± 0,05 de la MTF. Ces défocalisations sont indiquées en fonction du nombre d'ouverture et de la fréquence spatiale, et la longueur d'onde utilisée est supposée égale à 500 nm.

Tableau 1 — Tolérances de défocalisation

Valeurs en micromètres

Nombre f d'ouverture	Tolérance de défocalisation pour une fréquence spatiale (en mm^{-1})					
	1	5	10	20	50	100
1	45	9	4,5	2,3	1,0	0,5
1,4	62	12,5	6,3	3,2	1,4	0,8
2	89	18	9	4,7	2,0	1,1
4	180	36,5	18,8	9,8	4,6	3
8	360	74	39	21,5	12	12,2
18	720	157	86	54	49	468

NOTE — Pour un changement de 0,10 de MTF, les tolérances de défocalisation sont deux fois celles indiquées sur le tableau.

4.3.3 Moyens de mesure à prévoir

L'équipement de mesure doit posséder des moyens adéquats de détermination des positions relatives des différents éléments de l'équipement de mesure: mire-objet/image, système ou dispositif en essai, dispositif d'analyse d'image et dispositifs auxiliaires. Ceux-ci peuvent être des règles divisées, cercles gradués et comparateurs. De plus, tous les autres paramètres qui affectent l'«état d'imagerie» du dispositif ou du système en essai doivent être correctement contrôlés, choisis ou déterminés.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/384063ec-e079-40e2-a05e-6a80687a7724/iso-9335-1995

4.4 Composants du système

Dans les paragraphes suivants sont données des précisions concernant la disposition de l'équipement de mesure et de ses principaux éléments, comprenant l'ensemble source «mire-objet», l'échantillon pour essai, l'analyseur d'image et les systèmes optiques auxiliaires.

4.4.1 Bancs optiques

Plusieurs dispositions de l'équipement de mesure sont possibles, mais celles décrites en 4.4.1.1 à 4.4.1.4 sont recommandées.

4.4.1.1 Plans conjugués objet et image à distances finies

Dans le cas d'essais où l'objet et l'image sont à des distances finies de l'échantillon pour essai, on doit utiliser les configurations de la figure 1 ou de la figure 2. Dans ces dispositions, deux des trois unités de base (échantillon pour essai, ensemble source, mire-objet et analyseur d'image) sont déplacées sur des glissières parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe de référence. Habituellement, l'échantillon pour essai est fixe et les deux autres unités sont déplacées comme montré sur les figures 1 et 2.

Quand des composants électro-optiques, tels que des amplificateurs de luminance doivent être essayés, on utilise des systèmes d'imagerie auxiliaires pour former une image de la mire-objet à l'entrée de l'échantillon pour essai. L'image à la sortie de l'échantillon pour essai est alors reprise par l'analyseur d'image. La disposition correspondante est montrée sur la figure 2.

4.4.1.2 Plan objet à l'infini

Dans le cas où le plan objet est à l'infini (c'est-à-dire lorsque la mire-objet est au foyer principal d'un collimateur), on doit utiliser des dispositions similaires à celles montrées sur la figure 3. Quand on veut faire des mesures hors de l'axe, le collimateur peut subir une rotation d'un angle ω autour d'un axe passant à travers la pupille d'entrée de l'échantillon pour essai et perpendiculaire à l'axe de référence (voir figure 3).

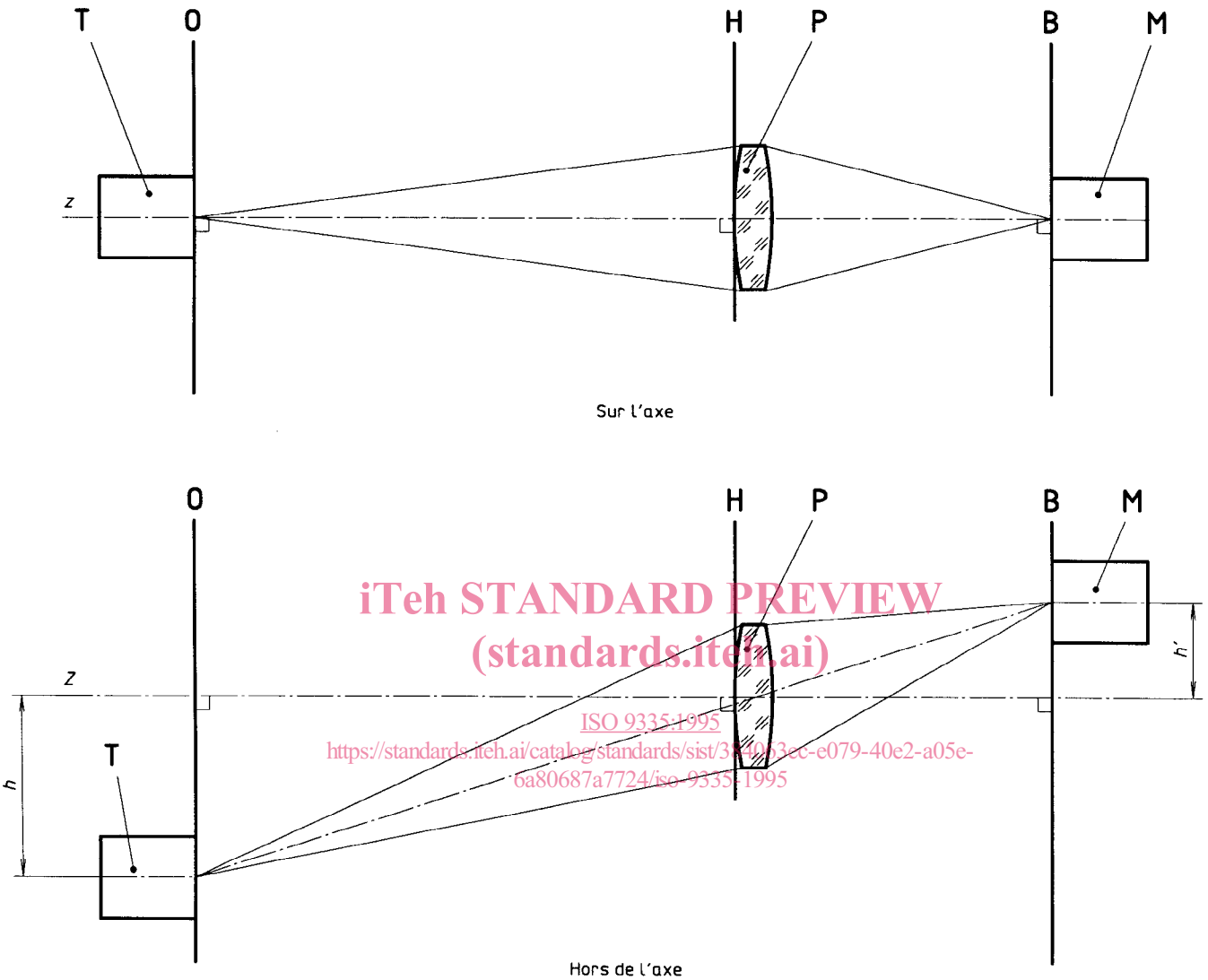
On peut aussi immobiliser le collimateur et faire tourner l'ensemble formé par l'échantillon en essai et l'analyseur d'image autour de la pupille d'entrée. Dans ce cas, le support de l'échantillon pour essai et les glissières de l'analyseur d'image doivent être parfaitement solidaires et fixés sur un plateau tournant (cette disposition est souvent désignée, de ce fait, comme type à «plateau tournant»).

4.4.1.3 Plan image à l'infini

La même disposition que celle décrite en 4.4.1.2 (voir figure 3) doit être adoptée, l'analyseur d'image et la mire-objet étant échangés.

4.4.1.4 Plans conjugués objet et image à l'infini

Dans le cas de systèmes afocaux en essai pour un objet et une image à l'infini, des dispositions similaires à celles montrées sur la figure 4 doivent être utilisées. Lorsque des mesures en dehors de l'axe doivent être effectuées, le collimateur côté objet et l'ensemble source/mire-objet doivent subir une rotation d'un angle ω, autour d'un axe passant à travers la pupille d'entrée et perpendiculaire à l'axe de référence de l'échantillon pour essai. Le collimateur côté image ainsi que l'analyseur d'image doivent pivoter d'un angle ω' autour d'un axe passant à travers la pupille de sortie et perpendiculaire à l'axe de référence; une retouche de la mise au point (focalisation) pour répondre aux critères d'essai doit être faite.

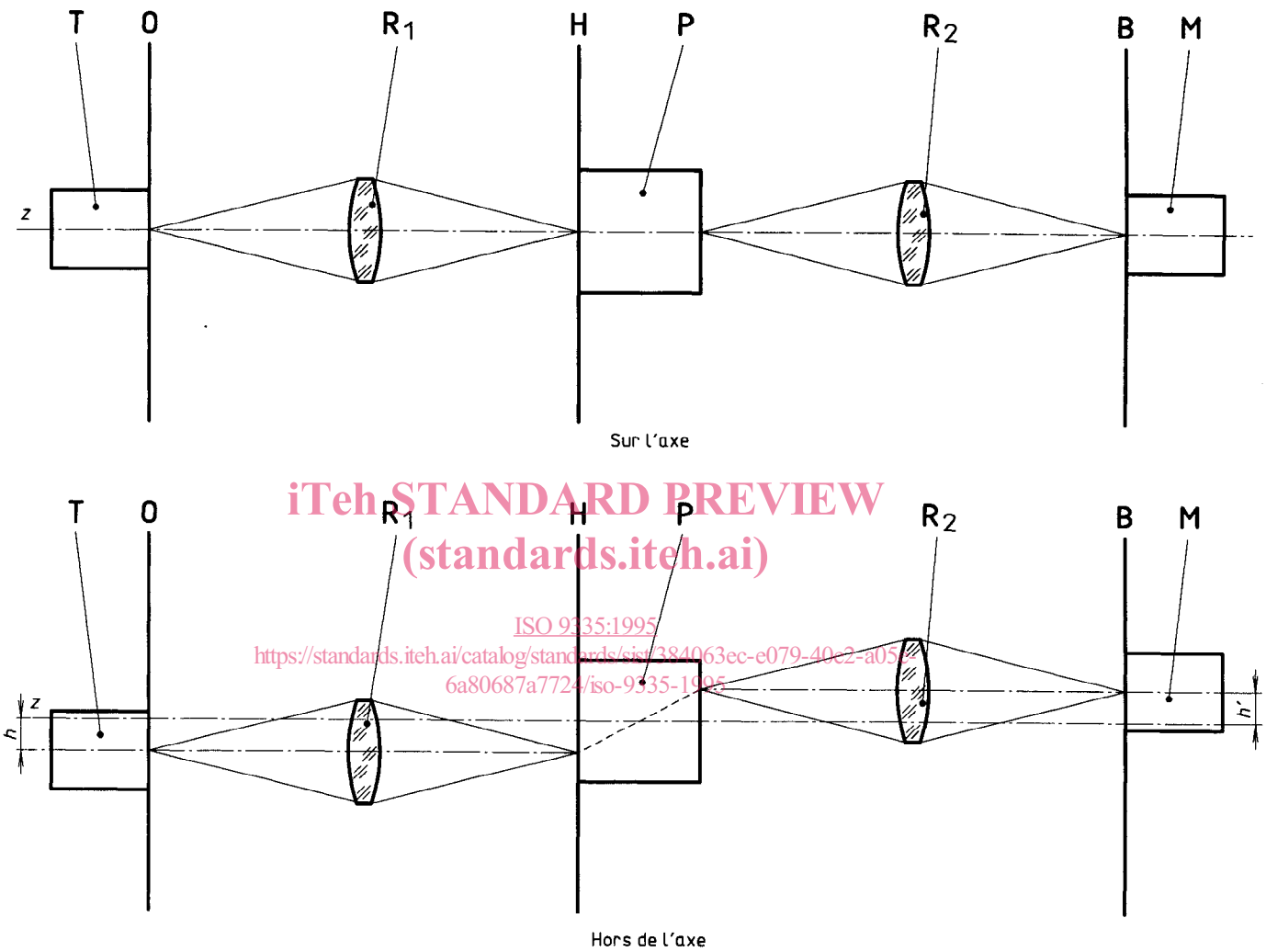


iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3f4063ec-e079-40e2-a05e-6a80687a7724/iso-9335-1995

Légende

T	Ensemble source/mire-objet	M	Analyseur d'image
O	Glissière de la mire-objet	B	Glissière de l'analyseur d'image
P	Échantillon pour essai	z	Axe de référence
H	Fixation de l'échantillon pour essai	h, h'	Hauteurs objet, image

Figure 1 — Schéma du montage de mesure: objet et image dans des plans conjugués à distances finies

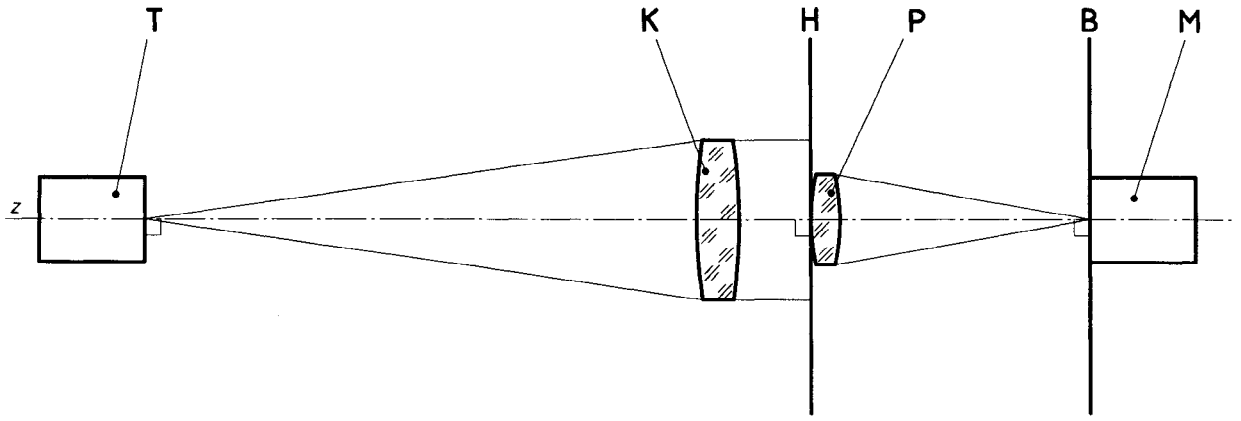


iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/384063ec-e079-40e2-a052-6a80687a7724/iso-9335-1995

Légende

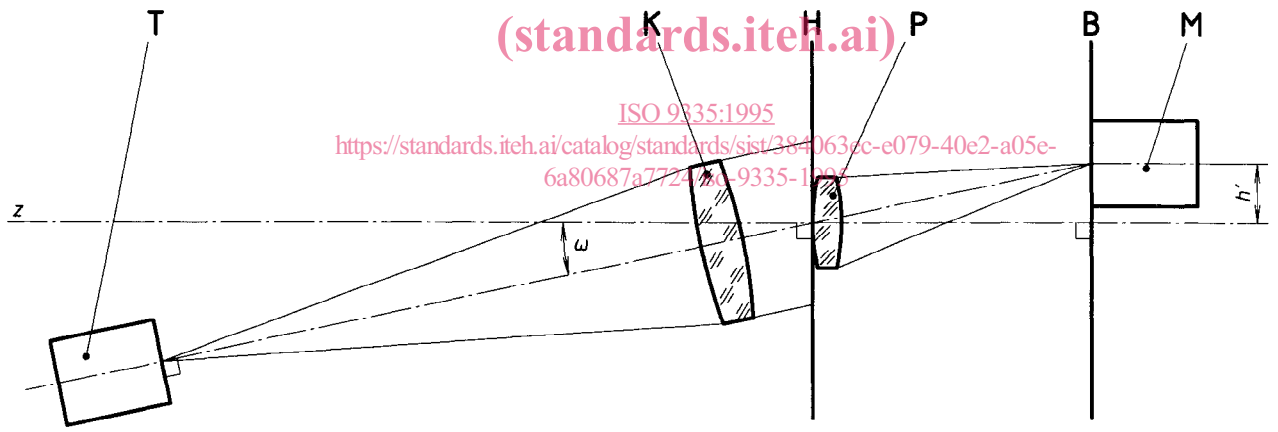
T	Ensemble source/mire-objet	M	Analyseur d'image
O	Glissière de la mire	B	Glissière de l'analyseur
P	Échantillon pour essai	R_1, R_2	Lentilles auxiliaires
H	Fixation de l'échantillon en essai	z	Axe de référence
		h, h'	Hauteurs objet-image

Figure 2 — Schéma du montage de mesure dans le cas d'intensificateur



Sur l'axe

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/384063ec-e079-40e2-a05e-6a80687a7724/iso-9335-1995

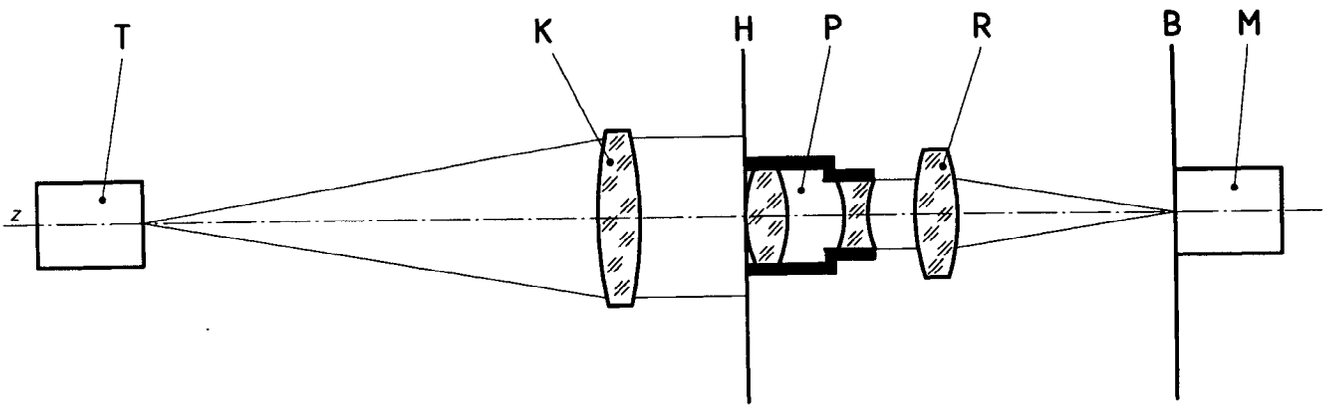


Hors de l'axe

Légende

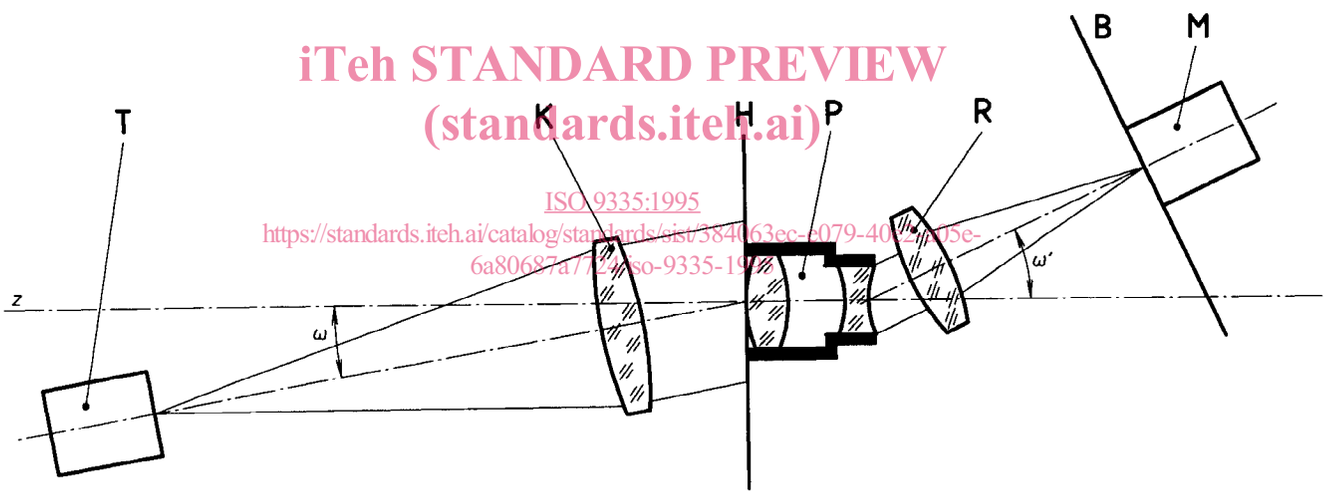
T	Ensemble source/mire-objet	M	Analyseur d'image
K	Collimateur	B	Glissière de l'analyseur d'image
P	Échantillon pour essai	z	Axe de référence
H	Fixation de l'échantillon pour essai	ω	Angle du champ objet
		h'	Hauteur image

Figure 3 — Schéma du montage de mesure: objet à l'infini



Sur l'axe

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9335:1995
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/384063ec-c079-4022-a05e-6a80687a7724/iso-9335-1995



Hors de l'axe

Légende

T	Ensemble source/mire-objet	M	Analyseur d'image
K	Collimateur	R	Collimateur côté image
P	Échantillon pour essai	B	Glissière de l'analyseur d'image
H	Fixation de l'échantillon pour essai	z	Axe de référence
		ω, ω'	Angles de champ objet et image

Figure 4 — Schéma du montage de mesure: objet et image à l'infini