
**Plastiques — Détermination de la viscosité
des polymères en solution diluée à l'aide
de viscosimètres à capillaires —**

**Partie 1:
Principes généraux**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Plastics — Determination of the viscosity of polymers in dilute solution
using capillary viscometers —*

Part 1: General principles

ISO 1628-1:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cdd2ffaa-0d2b-463d-a42d-f35e85706375/iso-1628-1-1998>



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 1628-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 5, *Propriétés physicochimiques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 1628-1:1984), laquelle a été révisée de façon à inclure

- a) la détermination de la valeur K ;
- b) une méthode de détermination des temps d'écoulement pour plusieurs concentrations de la solution, par ajout de solvant à une solution donnée, contenue dans le viscosimètre;
- c) des spécifications modifiées pour les viscosimètres.

L'ISO 1628 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Plastiques — Détermination de la viscosité des polymères en solution diluée à l'aide de viscosimètres à capillaires*:

- *Partie 1: Principes généraux*
- *Partie 2: Résines de poly(chlorure de vinyle)*

© ISO 1998

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
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

- *Partie 3: Polyéthylènes et polypropylènes*
- *Partie 4: Polycarbonates (PC) pour moulage et extrusion*
- *Partie 5: Homopolymères et copolymères de polyester thermo-plastique (TP)*
- *Partie 6: Polymères de méthacrylate de méthyle*

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente partie de l'ISO 1628. L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW **(standards.iteh.ai)**

[ISO 1628-1:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cdd2ffaa-0d2b-463d-a42d-f35e85706375/iso-1628-1-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cdd2ffaa-0d2b-463d-a42d-f35e85706375/iso-1628-1-1998>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 1628-1:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cdd2ffaa-0d2b-463d-a42d-f35e85706375/iso-1628-1-1998>

Plastiques — Détermination de la viscosité des polymères en solution diluée à l'aide de viscosimètres à capillaires —

Partie 1: Principes généraux

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 1628 définit les conditions générales nécessaires pour déterminer la viscosité réduite, la viscosité intrinsèque et la valeur K des polymères organiques en solution diluée. Elle définit les paramètres normalisés qui sont appliqués au mesurage de la viscosité et qui peuvent être utilisés pour élaborer des normes concernant le mesurage de la viscosité de différents types de polymères en solution. Elle peut également être utilisée pour mesurer et exprimer l'indice de viscosité de tout polymère en solution qui ne fait l'objet d'aucune norme distincte.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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 1628. 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 1628 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 31-0:1992, *Grandeurs et unités — Partie 0: Principes généraux.*

ISO 31-3:1992, *Grandeurs et unités — Partie 3: Mécanique.*

ISO 3105:1994, *Viscosimètres capillaires, en verre, pour viscosité cinématique — Spécifications et modes d'emploi.*

ISO 3205:1976, *Températures d'essai préférentielles.*

3 Définitions

3.1 Dimensions et unités

Les dimensions relatives aux propriétés définies dans la présente partie de l'ISO 1628 sont exprimées par L pour la longueur, M pour la masse et T pour le temps conformément à l'ISO 31-0, et les unités dans lesquelles sont exprimées les propriétés sont données dans l'ISO 31-0 et l'ISO 31-3.

3.2 Définitions applicables à tous les liquides

3.2.1 viscosité: La viscosité d'un fluide soumis à un effort de cisaillement entre deux plaques parallèles dont l'une se déplace dans son propre plan par rapport à l'autre, suivant un mouvement rectiligne et constant, se définit par l'équation de Newton:

$$\tau = \eta \dot{\gamma} \quad \dots(1)$$

où

τ est la contrainte de cisaillement;

η est la viscosité;

$\dot{\gamma}$ est le gradient de vitesse ou taux de cisaillement, donné par $\frac{dv}{dz}$, v étant la vitesse d'un plan par rapport à l'autre et z étant la coordonnée perpendiculaire aux deux plans.

L'équation aux dimensions est $ML^{-1}T^{-1}$.

L'unité de viscosité est Pa·s.

Pour des raisons de commodité, il est recommandé d'utiliser le sous-multiple 10^{-3} Pa·s.

NOTE — «Viscosité» est en général pris dans le sens de «viscosité newtonienne» auquel cas le rapport de la contrainte de cisaillement au gradient de vitesse est constant. Pour un comportement non newtonien, ce qui est le cas habituel des hauts polymères en solution, ce rapport varie avec le taux de cisaillement. De tels rapports sont souvent appelés «viscosités apparentes» au taux de cisaillement correspondant.

3.2.2 rapport viscosité/masse volumique; viscosité cinématique, ν : Rapport défini par l'équation

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad \dots(2)$$

où ρ est la masse volumique du fluide à la température à laquelle la viscosité est mesurée.

L'équation aux dimensions est L^2T^{-1} .

L'unité de viscosité cinématique est $m^2 \cdot s^{-1}$.

Pour des raisons de commodité, il est recommandé d'utiliser le sous-multiple $10^{-6} m^2 \cdot s^{-1}$ (ou l'unité $mm^2 \cdot s^{-1}$).

3.3 Définitions applicables aux polymères en solution

3.3.1 viscosité relative, η_r (également appelée «rapport de viscosité»): Rapport de la viscosité de la solution de polymère (de concentration déterminée) η à la viscosité du solvant pur η_0 à la même température:

$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} \quad \dots(3)$$

Ce rapport est sans dimension.

3.3.2 incrément de la viscosité relative (également appelé «incrément du rapport de viscosité» ou «viscosité spécifique»): Rapport de viscosité moins un:

$$\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right) - 1 = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} \quad \dots(4)$$

L'incrément est sans dimension.

3.3. viscosité réduite, I (également appelée «indice de viscosité»): Rapport de l'incrément du rapport de viscosité à la concentration de polymère c dans la solution:

$$I = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 c} \quad \dots(5)$$

L'équation aux dimensions est L^3M^{-1} .

L'unité de viscosité réduite est m^3/kg .

Pour des raisons de commodité, il est recommandé d'utiliser le sous-multiple $10^{-3} m^3/kg$ (ou l'unité cm^3/g). Pour les valeurs numériques prises par la viscosité réduite (indice de viscosité) couramment citées, utiliser ces unités d'usage pratique.

La viscosité réduite est déterminée habituellement à une faible concentration (inférieure à $5 kg/m^3$ ou à $0,005 g/cm^3$), sauf dans le cas des polymères de faible masse moléculaire pour lesquels des concentrations plus élevées peuvent être nécessaires.

(standards.iteh.ai)

3.3.4 viscosité inhérente (également appelée «indice logarithmique de viscosité»): Rapport du logarithme népérien du rapport de viscosité à la concentration de polymère dans la solution:

$$\frac{\ln\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)}{c} \quad \dots(6)$$

L'équation aux dimensions et les unités sont les mêmes que celles données en 3.3.3.

La viscosité inhérente est déterminée habituellement à une faible concentration (inférieure à $5 kg/m^3$ ou à $0,005 g/cm^3$), sauf dans le cas des polymères de faible masse moléculaire pour lesquels des concentrations plus élevées peuvent être nécessaires.

3.3.5 viscosité intrinsèque, $[\eta]$ (également appelée «indice limite de viscosité»): Valeur limite de la viscosité réduite ou de la viscosité inhérente pour une dilution infinie:

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \left(\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 c} \right) \quad \dots(7)$$

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \frac{\ln\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)}{c}$$

L'équation aux dimensions et les unités sont les mêmes que celles données en 3.3.3

NOTE — L'effet du taux de cisaillement sur les fonctions définies de 3.3.1 à 3.3.5 n'est pas pris en compte car il est habituellement négligeable pour les valeurs de la viscosité réduite, de la viscosité inhérente et de la viscosité intrinsèque inférieures à 0,5 m³/kg (ou à 500 cm³/g). Il convient de définir toutes ces fonctions à la valeur limite (de préférence infiniment faible) du taux de cisaillement.

3.3.6 valeur K : Constante indépendante de la concentration de la solution de polymère et propre à l'échantillon de polymère. C'est une mesure du degré moyen de polymérisation.

$$\text{valeur } K = 1\,000\,k \quad \dots(8)$$

Selon H. Fikentscher^[2], k est calculé comme suit:

$$\lg \eta_r = \left(\frac{75 k^2}{1 + 150 k c} + k \right) 100 c$$

ce qui donne

$$k = \frac{1,5 \lg \eta_r - 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2}{c} + 2 + 1,5 \lg \eta_r \right) 1,5 \lg \eta_r}}{150 + 300 c} \quad \dots(9)$$

où

$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} \text{ est le rapport de viscosité (voir 3.3.1);}$$

c est la concentration, en 10³ kg/m³ (ou en g/cm³).

ITC STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 1628-1:1998

L'indice limite de viscosité $[\eta]_k$ peut être calculé à partir de k :

$$[\eta]_k = 230,3(75 k^2 + k)$$

4 Principe

Les données nécessaires à l'évaluation des fonctions définies en 3.3 sont obtenues au moyen d'un viscosimètre à tube capillaire. Les temps d'écoulement d'un volume donné de solvant t_0 et de solution t sont mesurés dans des conditions déterminées de température et de pression atmosphérique, dans le même viscosimètre. Le temps d'écoulement d'un liquide est lié à sa viscosité par l'équation de Poiseuille-Hagenbach-Couette:

$$v = \frac{\eta}{\rho} = kt - \left(\frac{A}{t^2} \right) \quad \dots(10)$$

où

v est le rapport de viscosité/masse volumique (voir 3.2.2);

k est une constante du viscosimètre;

A est un paramètre de correction d'énergie cinétique;

ρ est la masse volumique du liquide;

t est le temps d'écoulement.

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 1628, la correction d'énergie cinétique (A/t^2) doit être considérée comme négligeable lorsqu'elle est inférieure à 3 % de la viscosité du solvant. Par conséquent, l'équation (10) peut être réduite à

$$v = \frac{\eta}{\rho} = kt \quad \text{..(11)}$$

De plus, si les concentrations de la solution sont limitées au point que la masse volumique du solvant ρ_0 et celle de la solution ρ diffèrent l'une de l'autre de moins de 0,5 %, le rapport de viscosité η/η_0 sera donné par le «rapport des temps d'écoulement» t/t_0 .

La pertinence de ces contraintes et les conséquences de leur non-respect sont abordées dans l'annexe B.

5 Appareillage

5.1 Viscosimètre à capillaire, à niveau suspendu, de type Ubbelohde.

Il est vivement recommandé d'utiliser un viscosimètre ayant les dimensions données sur la figure 1 ou la figure 2 et de choisir la taille du viscosimètre parmi celles indiquées dans le tableau 1. Ce choix est déterminé par le rapport de viscosité/masse volumique du solvant à la température de mesurage, tel qu'indiqué dans le tableau 1. Le viscosimètre de dimensions immédiatement inférieures peut également être utilisé.

Les autres types de viscosimètres indiqués dans l'ISO 3105 peuvent être utilisés à condition qu'ils permettent d'obtenir des résultats équivalant à ceux fournis par la taille particulière du viscosimètre de type Ubbelohde choisie sur la base des critères spécifiés dans l'alinéa précédent. En cas de litige, un viscosimètre de type Ubbelohde doit être utilisé.

En utilisant un appareillage automatique équipé de chronomètres spéciaux, il est possible d'obtenir des résultats équivalents avec des capillaires de plus grandes dimensions que celles qui correspondent au rapport approprié de viscosité/masse volumique du solvant, dans le tableau 1.

5.2 Porte-viscosimètre, permettant de maintenir fermement le viscosimètre (5.1) en position verticale dans le bain thermostaté (5.3).

5.3 Bain thermostaté, consistant en un bain de vapeur ou de liquide transparent, de profondeur telle que, pendant le mesurage, aucune partie du liquide en essai ne se situera à moins de 20 mm, soit sous la surface de l'agent du bain, soit au-dessus du fond du bain.

La régulation de la température doit être telle que, dans la plage de 25 °C à 100 °C, la température du bain ne varie pas de plus de 0,05 °C par rapport à la température spécifiée, sur toute la longueur du viscosimètre, ou entre les différents viscosimètres utilisés lors de plusieurs déterminations simultanées.

Aux températures supérieures à 100 °C, la tolérance doit être de $\pm 0,2$ °C.

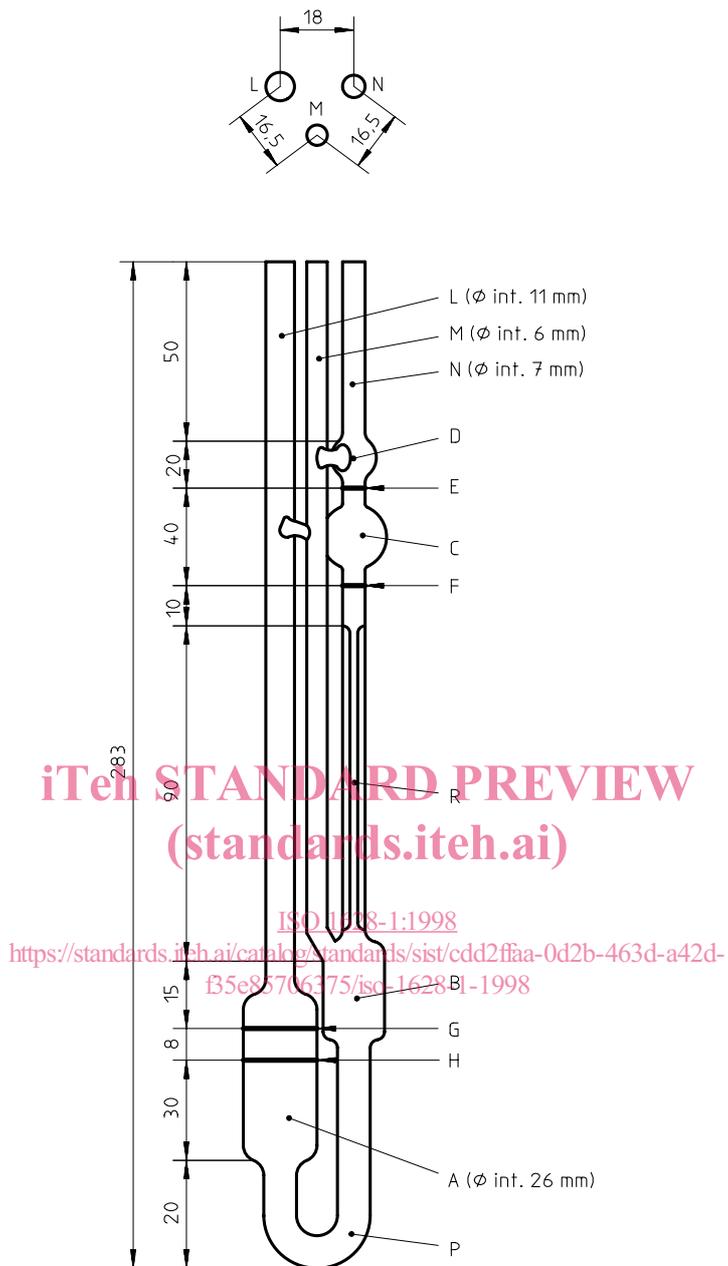
5.4 Dispositif de mesurage de la température.

Un thermomètre «à immersion totale», à liquide en verre, gradué tous les 0,05 °C dans la plage à utiliser et dans un état déterminé d'étalonnage convient. D'autres dispositifs de mesurage de la température de précision au moins égale peuvent néanmoins être utilisés.

5.5 Chronomètre.

On peut utiliser n'importe quel chronomètre à condition qu'il soit gradué toutes les 0,1 s et que sa précision soit constante, à 0,1 % près, sur 15 min.

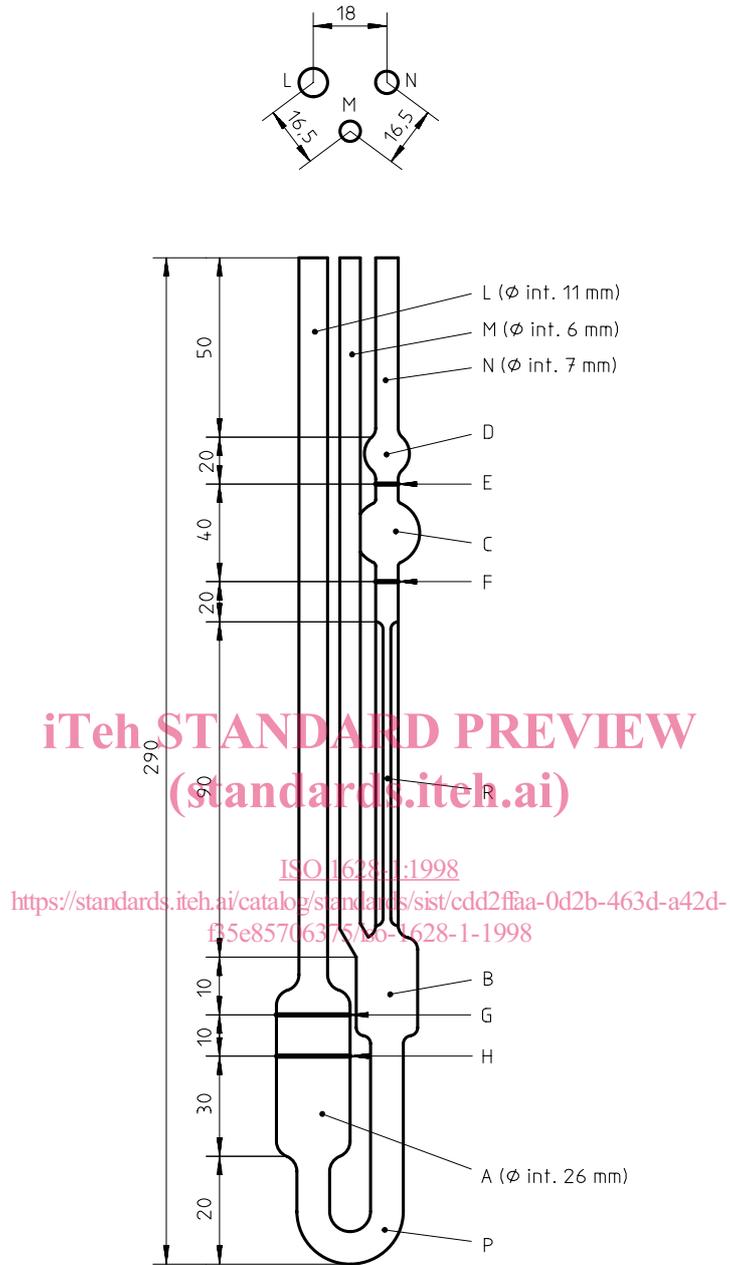
Dimensions en millimètres



Repères de graduation: E et F

Repères de remplissage: G et H

Figure 1 — Viscosimètre de type Ubbelohde



Repères de graduation: E et F

Repères de remplissage: G et H

Figure 2 — Viscosimètre de type Ubbelohde conforme à la norme DIN