



Norme
internationale

ISO 1628-1

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

Partie 1:
Principes généraux

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

Part 1: General principles

[ISO 1628-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/a52d47d2-9c09-4c6-8156-f37c063a9b6b/iso-1628-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/a52d47d2-9c09-4c6-8156-f37c063a9b6b/iso-1628-1-2024>

**Cinquième édition
2024-12**

iTeh Standards
(<https://standards.itih.ai>)
Document Preview

[ISO 1628-1:2024](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/a52d47d2-9c09-4c16-8156-f37c063a9b6b/iso-1628-1-2024)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/a52d47d2-9c09-4c16-8156-f37c063a9b6b/iso-1628-1-2024>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2024

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
3.1 Termes relatifs à tous les liquides	1
3.2 Termes relatifs aux polymères en solution	2
4 Principe	4
4.1 Généralités	4
4.2 Méthode A – Méthode du temps d'écoulement	4
4.3 Méthode B – Méthode de la pression différentielle	4
5 Appareillage	6
5.1 Méthode du temps d'écoulement	6
5.2 Méthode de la pression différentielle	9
6 Solutions	10
6.1 Préparation	10
6.2 Concentration	10
7 Température de mesurage	11
8 Mode opératoire	11
8.1 Méthode du temps d'écoulement	11
8.1.1 Généralités	11
8.1.2 Préparation et remplissage du viscosimètre	11
8.1.3 Mesurage du temps d'écoulement	12
8.2 Méthode de la pression différentielle	12
8.2.1 Généralités	12
8.2.2 Collecte du signal d'incrémentatation du rapport de viscosité	12
9 Expression des résultats	14
9.1 Viscosité réduite et viscosité intrinsèque	14
9.2 Valeur K	15
10 Rapport d'essai	15
Annexe A (informative) Méthode du temps d'écoulement — Remarques concernant les sources d'erreurs	17
Annexe B (informative) Méthode de la pression différentielle — Remarques concernant les sources d'erreurs	21
Annexe C (normative) Méthode du temps d'écoulement — Nettoyage de l'appareillage	23
Bibliographie	24

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 5, *Propriétés physicochimiques*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 249, *Plastiques*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition (ISO 1628-1:2021), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- une introduction a été ajoutée, liée au nouveau mode opératoire;
- le calcul de la valeur K a été déplacé en [9.2](#);
- un mode opératoire alternatif a été incorporé, la méthode de la pression différentielle (voir [4.3](#)) basée sur la comparaison de la pression différentielle dans les tubes capillaires due à l'écoulement de la solution de polymère et du solvant pur simultanément.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 1628 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Deux méthodes servant à déterminer la viscosité des solutions de polymères sont décrites dans le présent document: la méthode du temps d'écoulement et la méthode de la pression différentielle. Les résultats des deux méthodes sont équivalents. Il peut y avoir des différences en raison des conditions différentes de la détermination, telles que la concentration, le solvant ou le taux de cisaillement.

La méthode de la pression différentielle qui a été incorporée dans le présent document présente l'avantage important pour l'industrie de se prêter plus facilement à l'automatisation, d'où une meilleure efficacité, un plus grand rendement et une sécurité accrue pour l'opérateur. La nouvelle méthode ajoutée peut aider à réduire l'utilisation de solvants du fait qu'elle nécessite un lavage moindre des capillaires.

Autre avantage de la nouvelle méthode alternative de la pression différentielle: elle peut être intégrée à des flux existants de caractérisation des polymères, dans des configurations d'analyse des polymères existantes ou nouvelles.

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 1628-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/a52d47d2-9c09-4c16-8156-f37c063a9b6b/iso-1628-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/a52d47d2-9c09-4c16-8156-f37c063a9b6b/iso-1628-1-2024>

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

Le présent document spécifie les conditions générales nécessaires pour déterminer la viscosité réduite, la viscosité intrinsèque et la valeur K des polymères organiques en solution diluée. Il spécifie les paramètres normalisés qui sont appliqués au mesurage de la viscosité.

Le présent document est applicable à l'élaboration des normes qui concernent le mesurage de la viscosité de différents types de polymères en solution. Il est également applicable pour mesurer et exprimer les viscosités des polymères en solution qui ne font l'objet d'aucune norme distincte.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 80000-1, *Grandeurs et unités* — *Partie 1: Généralités*

ISO 80000-4, *Grandeurs et unités* — *Partie 4: Mécanique*

ISO 1628-1:2024

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/a52d47d2-9c09-4c16-8156-f37c063a9b6b/iso-1628-1-2024>

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 80000-1, l'ISO 80000-4 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1 Termes relatifs à tous les liquides

3.1.1

viscosité

propriété 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, définie par la formule de Newton

$$\tau = \eta \dot{\gamma}$$

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.

Note 1 à l'article: L'unité de viscosité est Pa·s.

Note 2 à l'article: «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 avec des solutions de polymères de masses moléculaires élevées, ce rapport varie avec le taux de cisaillement. De tels rapports sont souvent appelés «viscosités apparentes» au taux de cisaillement correspondant.

3.1.2

rapport viscosité/masse volumique viscosité cinématique

ν

rapport défini par la formule

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

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

Note 1 à l'article: L'unité de viscosité cinématique est $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

3.2 Termes relatifs aux polymères en solution

3.2.1

viscosité relative rapport de viscosité

η_r
rapport de la viscosité de la solution de polymère (de concentration déterminée) η à la viscosité du solvant η_0 , à la même température

$$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0}$$

Note 1 à l'article: Ce rapport est sans dimension.

3.2.2

incrément de la viscosité relative incrément du rapport de viscosité et viscosité spécifique

η_{sp}
rapport de viscosité moins un

$$\eta_{sp} = \left(\frac{\eta}{\eta_0} \right) - 1 = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0}$$

Note 1 à l'article: L'incrément est sans dimension.

3.2.3

viscosité réduite indice de viscosité

I

rapport de l'incrément de la viscosité relative à la concentration de polymère c dans la solution

$$I = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 c}$$

Note 1 à l'article: L'unité de viscosité réduite est m^3/kg .

Note 2 à l'article: La viscosité réduite est déterminée habituellement à une faible concentration (inférieure à $5 \text{ kg}/\text{m}^3$, c'est-à-dire $0,005 \text{ g}/\text{cm}^3$), sauf dans le cas des polymères de faible masse moléculaire pour lesquels des concentrations plus élevées peuvent être nécessaires.

3.2.4

viscosité inhérente indice logarithmique de viscosité

η_{inh}

rapport du logarithme népérien du rapport de viscosité à la concentration de polymère dans la solution

$$\eta_{inh} = \frac{\ln\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)}{c}$$

Note 1 à l'article: Les dimensions et les unités sont les mêmes que celles données en [3.2.3](#).

Note 2 à l'article: La viscosité inhérente est déterminée habituellement à une faible concentration (inférieure à $5 \text{ kg}/\text{m}^3$, c'est-à-dire $0,005 \text{ g}/\text{cm}^3$), sauf dans le cas des polymères de faible masse moléculaire pour lesquels des concentrations plus élevées peuvent être nécessaires.

3.2.5

viscosité intrinsèque indice limite de viscosité

η

valeur limite de la viscosité réduite ou de la viscosité inhérente ([3.2.4](#)) pour une dilution infinie

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

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

Note 1 à l'article: Les dimensions et les unités sont les mêmes que celles données en [3.2.3](#).

Note 2 à l'article: L'effet du taux de cisaillement sur les fonctions définies de [3.2.1](#) à [3.2.5](#) 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 $0,5 \text{ m}^3/\text{kg}$, c'est-à-dire $500 \text{ cm}^3/\text{g}$. À proprement parler, toutes ces fonctions peuvent être définies à la valeur limite (de préférence infiniment faible) du taux de cisaillement.

3.2.6

valeur K

paramètre empirique lié à la viscosité relative et à la concentration servant à estimer la viscosité moyenne en fonction de la masse moléculaire des polymères

Note 1 à l'article: Pour des paramètres de mesure constants, tels que le type de solvant, la concentration et la température, la valeur K dépend uniquement de la viscosité moyenne en fonction de la distribution des masses moléculaires.

4 Principe

4.1 Généralités

Les données nécessaires à l'évaluation des fonctions définies en [3.2](#) sont obtenues en comparant les mesures de la viscosité d'une solution de polymère et du solvant.

4.2 Méthode A – Méthode du temps d'écoulement

Les données 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 la formule de Poiseuille-Hagenbach-Couette comme indiqué à la [Formule \(1\)](#):

$$v = \frac{\eta}{\rho} = Ct - \left(\frac{A}{t^2} \right) \quad (1)$$

où

- v est le rapport de viscosité/masse volumique;
- C est une constante du viscosimètre;
- A est un paramètre de correction d'énergie cinétique;
- ρ est la masse volumique du liquide;
- η est la viscosité du liquide;
- t est le temps d'écoulement.

Pour les besoins du présent document, la correction d'énergie cinétique $\left(\frac{A}{t^2} \right)$ doit être considérée comme négligeable lorsqu'elle est inférieure à 3 % de la viscosité du solvant. Par conséquent, la [Formule \(1\)](#) peut être réduite à la [Formule \(2\)](#):

$$v = \frac{\eta}{\rho} = Ct \quad (2)$$

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 $\frac{\eta}{\eta_0}$ sera donné par le

«rapport des temps d'écoulement» $\frac{t}{t_0}$.

La pertinence de ces contraintes et les conséquences de leur non-respect sont décrites dans l'[Annexe A](#).

4.3 Méthode B – Méthode de la pression différentielle

Les données sont obtenues au moyen d'un viscosimètre relatif à 2 capillaires. La pression différentielle dans chacun des 2 capillaires raccordés en série, l'un recevant le solvant Δp_0 , l'autre recevant la solution de polymère Δp , est mesurée à une température fixe tout en appliquant un écoulement forcé dans les capillaires.

La pression différentielle dans un tube capillaire est liée à la viscosité du liquide qui s'écoule dans un régime d'écoulement laminaire, par la formule de Poiseuille indiquée dans la [Formule \(3\)](#):

$$\Delta p = \frac{8q_v l}{\pi r^4} \eta \quad (3)$$

où

Δp est la pression différentielle dans un tube capillaire;

q_v est le débit du liquide;

l est la longueur du tube capillaire;

r est le rayon du tube capillaire;

η est la viscosité du liquide.

Comme dans une configuration avec un viscosimètre à 2 capillaires raccordés en série (voir [5.2](#)), le même débit q_v est maintenu pour le solvant et pour la solution de polymère, le rapport de viscosité $\frac{\eta}{\eta_0}$ est proportionnel au rapport de pression $\frac{\Delta p}{\Delta p_0}$. En introduisant la constante instrumentale K_v , il est possible de

calculer le rapport de viscosité $\frac{\eta}{\eta_0}$ à partir du rapport de pression comme indiqué dans la [Formule \(4\)](#) et la [Formule \(5\)](#):

$$\frac{\eta}{\eta_0} = K_v \cdot \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \quad (4)$$

avec

$$K_v = \frac{r^4 l_0}{r_0^4 l} \quad (5)$$

où

l est la longueur du tube capillaire de la solution de polymère;

r est le rayon du tube capillaire de la solution de polymère;

l_0 est la longueur du tube capillaire du solvant;

r_0 est le rayon du tube capillaire du solvant.

La constante instrumentale K_v peut être mesurée facilement en faisant s'écouler le solvant dans les deux capillaires étant donné que le rapport de viscosité $\frac{\eta}{\eta_0}$ est de 1,0 pour le solvant, et donc avec la [Formule \(4\)](#), on obtient:

$$K_v = \frac{\Delta p_0}{\Delta p}$$

Les sources possibles d'erreurs pour cette méthode sont décrites dans l'[Annexe B](#).