
**Matériaux réfractaires —
Détermination de la masse volumique
apparente des matériaux en grains
(masse volumique des grains)**

*Refractory materials — Determination of bulk density of granular
materials (grain density)*

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

[ISO 8840:2021](#)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/ca2799c5-f0a7-4e21-aa65-b777523486fb/iso-8840-2021>



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

ISO 8840:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/ca2799c5-f0a7-4e21-aa65-b777523486fb/iso-8840-2021>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

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
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	2
5 Échantillonnage	2
6 Préparation, nombre et taille des échantillons	2
6.1 Préparation des échantillons	2
6.2 Nombre d'échantillons	2
6.3 Masse des échantillons pour essai	2
7 Détermination de la masse d'un échantillon pour essai	3
8 Détermination du volume d'un échantillon pour essai — Méthode 1: méthode au mercure sous vide	3
8.1 Principe	3
8.2 Appareillage	4
8.3 Détermination de la masse à vide du pycnomètre	5
8.4 Détermination de la masse du pycnomètre rempli de mercure	6
8.5 Détermination de la masse du pycnomètre contenant l'échantillon pour essai et le mercure	6
8.6 Calcul du volume de l'échantillon pour essai	6
9 Détermination du volume de l'échantillon pour essai — Méthode 2: méthode par arrêt de l'absorption d'eau	7
9.1 Appareillage	7
9.2 Détermination du volume de l'échantillon pour essai	7
9.3 Calcul des résultats	8
10 Détermination de la masse volumique apparente de l'échantillon pour essai — Méthode 3: méthode sous vide avec option d'essorage	8
10.1 Principe	8
10.2 Appareillage et matériaux	8
10.3 Mode opératoire	9
10.3.1 Détermination de la masse de l'éprouvette sèche (m_1)	9
10.3.2 Trempage de l'échantillon pour essai	10
10.3.3 Détermination de la masse apparente de l'échantillon pour essai immergé (m_5) et de la masse de l'échantillon pour essai imbibé (m_3)	10
10.4 Calcul des résultats	12
10.4.1 Calcul du volume de l'échantillon pour essai (V_R)	12
10.4.2 Calcul de la masse volumique apparente de l'échantillon pour essai (ρ_R)	12
10.5 Fidélité et biais	12
10.5.1 Données interlaboratoires	12
10.5.2 Fidélité	12
10.5.3 Biais	13
11 Rapport d'essai	13
Bibliographie	14

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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevet. Les détails concernant les références aux droits de brevet identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

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/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 8840:1987), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- une nouvelle méthode conforme à l'ISO 5017 a été ajoutée. Elle est identique à la méthode indiquée dans l'EN 993-18 avec une amélioration suggérée pour éviter le facteur qui a le plus d'influence, à savoir l'opérateur.

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.

Matériaux réfractaires — Détermination de la masse volumique apparente des matériaux en grains (masse volumique des grains)

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie trois méthodes permettant de déterminer la masse volumique apparente des matériaux réfractaires en grains (masse volumique des grains) dont la granulométrie est supérieure à 2 mm:

- Méthode 1: méthode au mercure sous vide;
- Méthode 2: méthode par arrêt de l'absorption d'eau;
- Méthode 3: méthode sous vide avec option d'essorage conformément à l'ISO 5017.

La méthode 1 est la méthode de référence.

NOTE Selon la nature du matériau soumis à l'essai, les trois méthodes peuvent donner des résultats différents. Tout énoncé de la valeur d'une masse volumique apparente peut par conséquent s'accompagner d'une mention de la méthode utilisée ou à utiliser en cas de litige.

La même méthode peut être utilisée pour déterminer le volume de l'échantillon, pour choisir et préparer l'échantillon, pour calculer sa masse volumique apparente et pour présenter le rapport d'essai.

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 383, *Verrerie de laboratoire — Assemblages coniques rodés interchangeables*

ISO 385-1, *Verrerie de laboratoire — Burettes — Partie 1: Spécifications générales*

ISO 5017, *Produits réfractaires façonnés denses — Détermination de la masse volumique apparente, de la porosité ouverte et de la porosité totale*

ISO 8656, *Produits réfractaires — Échantillonnage des matières premières et des matériaux non façonnés préparés*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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 masse volumique des grains
masse volumique apparente d'un matériau en grains
 rapport de la masse d'une quantité de matériau au volume total de ses grains, y compris le volume de tous les *pores fermés* (3.2) à l'intérieur des grains

3.2 pore fermé
 pore qui n'est pas pénétré par le liquide dans lequel les grains sont immergés

4 Principe

Mesurage du volume d'une masse donnée de matériau en grains, par déplacement d'un liquide.

5 Échantillonnage

L'échantillonnage doit être effectué conformément à l'ISO 8656 ou à toute autre méthode normalisée agréée entre les parties intéressées.

6 Préparation, nombre et taille des échantillons

6.1 Préparation des échantillons

Le matériau soumis à essai doit se composer de fragments de grains isolés ou agglomérés d'une granulométrie supérieure à 2 mm. Les échantillons de laboratoire doivent être préparés par tamisage, après éventuelle fragmentation préliminaire pour les matériaux dont la granulométrie excède 5,6 mm. La technique de fragmentation et le matériel utilisé peuvent influencer sur les résultats de l'essai.

Toute poussière ou particule éparses adhérant aux grains avant l'essai doit être éliminée soit par lavage, soit par soufflage d'air en présence de matériaux sensibles à l'humidité.

Pour améliorer la reproductibilité, il est recommandé de réduire la distribution des grains de 2 mm à 5,6 mm à 3 mm à 4 mm.

6.2 Nombre d'échantillons

Réaliser au moins trois prélèvements à partir de l'échantillon de laboratoire et effectuer une détermination de masse volumique apparente pour chacun d'eux.

6.3 Masse des échantillons pour essai

La masse des échantillons pour essai dépend de la granulométrie et de l'homogénéité du matériau. Les tailles recommandées sont indiquées dans le [Tableau 1](#).

Tableau 1 — Masse des échantillons pour essai

Fraction granulométrique mm	Méthode	Taille des échantillons pour essai g	
		Bonne homogénéité	Homogénéité médiocre
2,0 à 5,6	1	100	200
	2	50	50
3,0 à 4,0	3	200	200

7 Détermination de la masse d'un échantillon pour essai

Ramener l'échantillon à une masse constante par séchage dans une étuve à 110 ± 5 °C et le refroidir à la température ambiante dans le dessiccateur. Peser l'échantillon pour essai à 0,1 g près et avec une échelle de graduation de 0,01 g.

8 Détermination du volume d'un échantillon pour essai — Méthode 1: méthode au mercure sous vide

8.1 Principe

Détermination du volume de l'échantillon pour essai par déplacement de mercure en présence d'un vide caractérisé par une pression résiduelle inférieure à 3 000 Pa, de préférence égale à 133 Pa.

La méthode 1 est conseillée comme méthode de référence compte tenu de sa reproductibilité et de sa simplicité d'utilisation. Toutefois, le mercure est connu comme étant une substance dangereuse et par conséquent la méthode 2 (voir l'[Article 9](#)) est recommandée pour tous les travaux de routine.

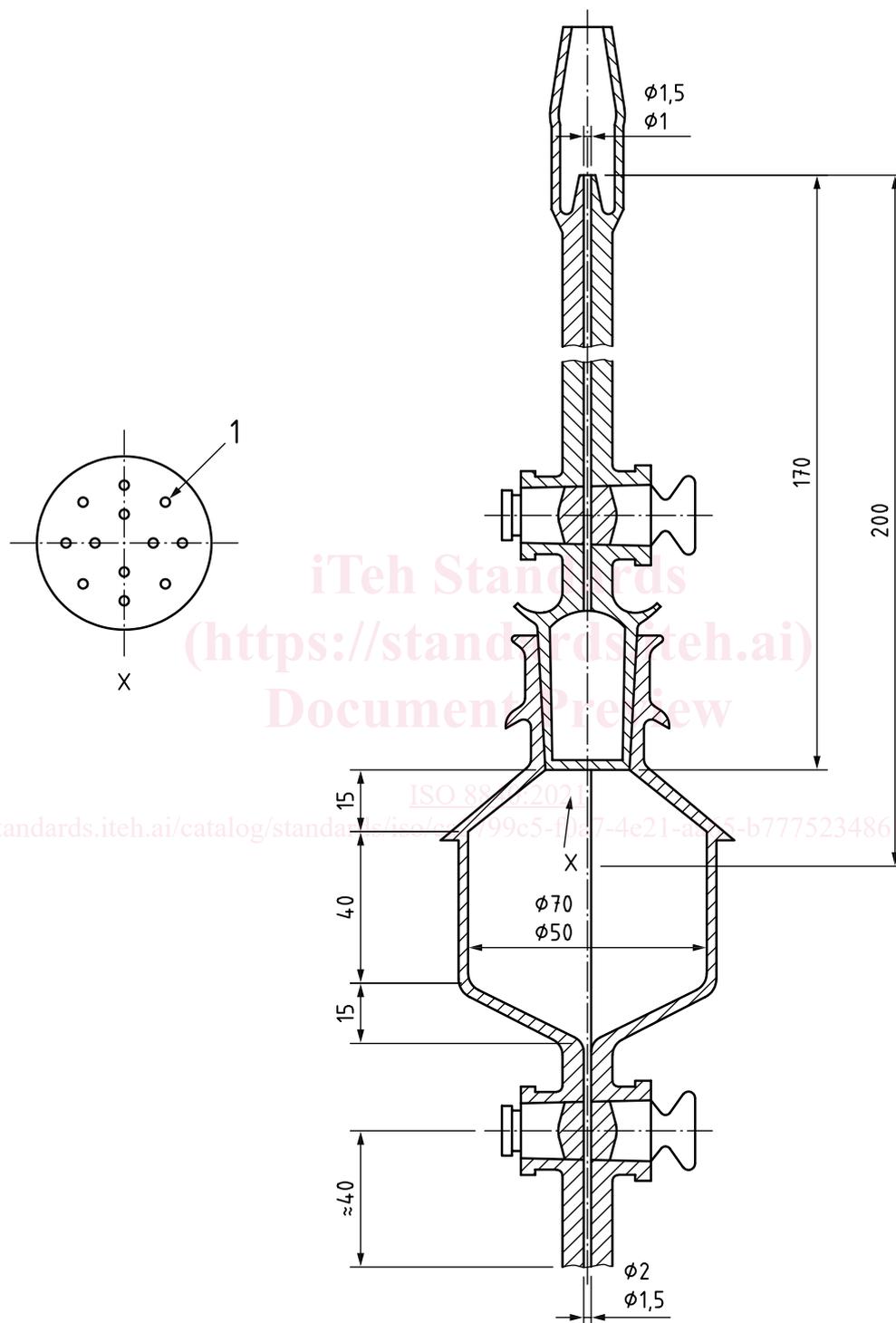
iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 8840:2021](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/ca2799c5-f0a7-4e21-aa65-b777523486fb/iso-8840-2021>

8.2 Appareillage

8.2.1 Pycnomètre à vide, récipient comme illustré à la [Figure 1](#) (comprenant des joints coniques en verre rodés conformément à l'ISO 383).



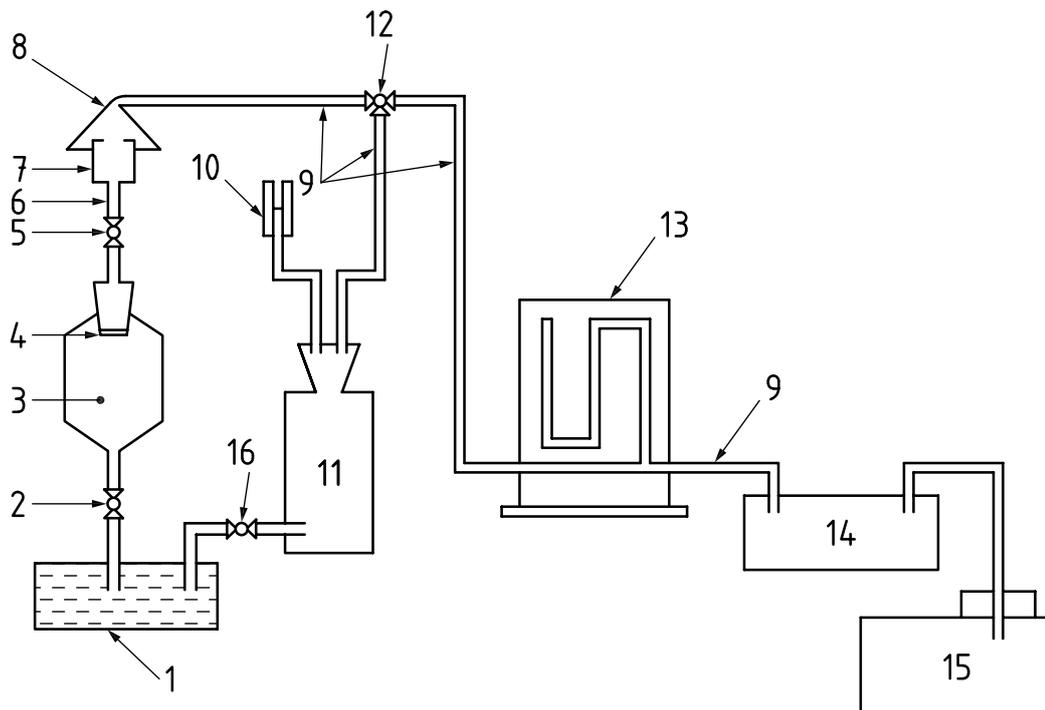
Légende

X vue de X (agrandie)

1 trous, $\varnothing \leq 1$ mm

Figure 1 — Pycnomètre à vide

8.2.2 Dispositif d'essai, comme illustré à la Figure 2.



Légende

- 1 capsule à mercure
- 2 robinet 2
- 3 partie inférieure du pycnomètre
- 4 joint en verre avec trous (diamètre ≤ 1 mm)
- 5 robinet 5
- 6 partie supérieure du pycnomètre
- 7 tube capillaire et trop-plein
- 8 raccord à vide du pycnomètre
- 9 tube à vide
- 10 manchon d'extraction du mercure
- 11 réservoir à mercure
- 12 robinet à trois voies
- 13 indicateur du vide
- 14 flacon de Woulfe
- 15 pompe à vide
- 16 robinet

Figure 2 — Représentation schématique du dispositif d'essai

8.2.3 Balance, avec une précision de $\pm 0,1$ g et avec une échelle de graduation de 0,01 g.

8.3 Détermination de la masse à vide du pycnomètre

Nettoyer et sécher le pycnomètre vide (8.2.1) et le peser à 0,1 g près.

NOTE Ce pesage est superflu si l'on effectue toutes les déterminations à la même température.

8.4 Détermination de la masse du pycnomètre rempli de mercure

Faire le vide dans le pycnomètre et le remplir de mercure par aspiration, jusqu'à ce que du mercure sorte du tube capillaire (voir la [Figure 2](#)). Fermer les robinets 2 puis 5 du pycnomètre et débrancher l'appareil de la pompe à vide. Vider l'excédent de mercure issu du tube capillaire et ôter le mercure restant dans le tube d'aspiration, jusqu'au robinet 2, à l'aide d'un fil d'acier. Peser le pycnomètre rempli de mercure à 0,1 g près.

8.5 Détermination de la masse du pycnomètre contenant l'échantillon pour essai et le mercure

Introduire l'échantillon pour essai sec et pesé (voir l'[Article 7](#)), sans perte, dans le pycnomètre et remplir ce dernier, sous vide, de mercure comme spécifié en [8.4](#). La pression moyenne exercée sur les grains sera ainsi d'environ 26 500 Pa. Peser le pycnomètre et son contenu à 0,1 g près. Puis, toujours sous vide, retirer le mercure du récipient. Déterminer la quantité de mercure subsistant dans l'échantillon pour essai, en pesant l'échantillon après en avoir ôté le mercure y adhérant et en établissant la différence par rapport à la masse initiale de l'échantillon pour essai. Si la masse de mercure restant dans l'échantillon pour essai dépasse 5 % de la masse initiale de l'échantillon, énoncer cette quantité sous la forme d'un pourcentage en masse dans le rapport d'essai.

8.6 Calcul du volume de l'échantillon pour essai

Si les pesées prévues en [8.4](#) et [8.5](#) ont été effectuées à une température constante (et donc avec une masse volumique de mercure constante), le volume V_R de l'échantillon pour essai est donné, en millilitres, par la [Formule \(1\)](#):

$$V_R = \frac{m_G + m_p - m_T}{\rho} \quad (1)$$

Si les pesées prévues en [8.4](#) et [8.5](#) ont été effectuées à des températures différentes (et donc à des masses volumiques de mercure différentes), le volume V_R de l'échantillon pour essai est donné, en millilitres, par la [Formule \(2\)](#):

$$V_R = \frac{m_G - m_L}{\rho_1} - \frac{m_T - m_L - m_p}{\rho_2} \quad (2)$$

où

m_G est la masse, en grammes, du pycnomètre rempli uniquement de mercure;

m_T est la masse, en grammes, du pycnomètre après qu'on y ait fait le vide et introduit l'échantillon pour essai et le mercure;

m_L est la masse, en grammes, du pycnomètre vide;

m_p est la masse, en grammes, de l'échantillon pour essai;

ρ est la masse volumique du mercure corrigée de la température, en grammes par centimètre cube ([Tableau 2](#)) si l'étalonnage et le mesurage ont été effectués à la même température;

ρ_1 est la masse volumique du mercure, en grammes par centimètre cube, lors de la détermination de la masse du pycnomètre rempli de mercure;

ρ_2 est la masse volumique du mercure, en grammes par centimètre cube, lors de la détermination de la masse du pycnomètre après adjonction de l'échantillon pour essai et du mercure.