

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
413**

Première édition
First edition
1972-01

**Méthodes d'essai pour la mesure
des propriétés physiques des matières de balais
pour machines électriques**

**Test procedures for determining
physical properties of brush materials
for electrical machines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 413: 1972

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
413**

Première édition
First edition
1972-01

**Méthodes d'essai pour la mesure
des propriétés physiques des matières de balais
pour machines électriques**

**Test procedures for determining
physical properties of brush materials
for electrical machines**

© IEC 1972 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembeé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
101 et 102. Généralités	6-8
201 à 206. Masse volumique et porosité	10-14
301 à 303. Dureté	16-22
401 à 403. Résistivité	24-30
501. Résistance à la flexion	32
601. Taux de cendres: généralités	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clauses	
101 and 102. General	7-9
201 to 206. Density and porosity	11-15
301 to 303. Hardness	17-23
401 to 403. Resistivity	25-31
501. Transverse strength	33
601. Ash content: general	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES D'ESSAI POUR LA MESURE DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES
DES MATIÈRES DE BALAIS POUR MACHINES ÉLECTRIQUES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 2F: Dimensions des balais de charbon, des porte-balais, des collecteurs et des bagues, du Comité d'Etudes N° 2 de la CEI: Machines tournantes.

Un premier projet fut discuté lors des réunions tenues à New Delhi en 1960, à Bucarest en 1962, à Aix-les-Bains en 1964, à Tokyo en 1965, à Baden-Baden en 1967, à Londres en 1968 et à Washington en 1970. A la suite de cette dernière réunion, un projet révisé fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud	Inde
Allemagne	Israël
Australie	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Corée (République	Portugal
démocratique populaire de)	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques
Hongrie	Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST PROCEDURES FOR DETERMINING PHYSICAL PROPERTIES
OF BRUSH MATERIALS FOR ELECTRICAL MACHINES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 2F: Dimensions of carbon brushes, brush-holders, commutators and slip-rings, of IEC Technical Committee No. 2: Rotating Machinery.

A first draft was discussed at the meetings held in New Delhi in 1960, in Bucharest in 1962, in Aix-les-Bains in 1964, in Tokyo in 1965, in Baden-Baden in 1967, in London in 1968 and in Washington in 1970. As a result of this latter meeting, a revised draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Poland
Belgium	Portugal
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet
India	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Japan	United States
Korea (Democratic People's	of America
Republic of)	

MÉTHODES D'ESSAI POUR LA MESURE DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES MATIÈRES DE BALAIS POUR MACHINES ÉLECTRIQUES

101. Objet

Les propriétés déterminées par ces essais caractérisent les matières mêmes des balais et non leur fonctionnement sur une machine électrique.

Les valeurs des propriétés physiques publiées dans les catalogues, etc., doivent être déterminées à partir des méthodes expérimentales décrites dans les présentes recommandations.

Le but des différentes sections de cet ensemble de recommandations est de fournir des méthodes normalisées pour la détermination des propriétés suivantes, caractérisant les matières de balais:

- Masse volumique et porosité;
- Dureté;
- Résistivité;
- Résistance à la flexion;
- Taux de cendres.

Certaines méthodes expérimentales conviennent pour le contrôle de la qualité de la production, d'autres seulement pour des recherches plus poussées, utilisant des techniques de laboratoire précises.

Il faut se rappeler que les matières de balais sont généralement fragiles et poreuses et que, par conséquent, il n'est pas surprenant que leurs propriétés physiques varient beaucoup plus que les propriétés correspondantes des métaux.

Les éprouvettes utilisées pour ces essais doivent être représentatives du lot de matière contrôlé, en utilisant une procédure ou une technique de prélèvement d'éprouvettes reconnue et/ou approuvée.

102. Epreuve

Certaines propriétés doivent être déterminées sur une éprouvette normalisée ayant les dimensions indiquées ci-dessous. Lorsqu'on découpe l'éprouvette dans le bloc de matière, il est nécessaire (afin d'obtenir une valeur correcte lorsqu'on mesure la dureté et la résistance à la flexion) que les dimensions (voir les figures 1 et 2) — épaisseur p , largeur w et longueur l — aient une position bien déterminée par rapport à la direction de compression ou à l'axe d'extrusion. La longueur l doit être perpendiculaire à la direction de compression des plaques comprimées et parallèle à l'axe d'extrusion des blocs extrudés. Lorsqu'il s'agit de matières de structure laminée, l'épaisseur p doit être perpendiculaire au laminage (parallèle à la direction de compression).

Les dimensions $p \times w \times l$ de l'éprouvette normalisée doivent être les suivantes:

$10 \times 10 \times 64$ mm;
ou
 $4 \times 8 \times 32$ mm.

Lorsque c'est possible, une éprouvette peut être découpée dans un balai usiné.

TEST PROCEDURES FOR DETERMINING PHYSICAL PROPERTIES OF BRUSH MATERIALS FOR ELECTRICAL MACHINES

101. Scope

The properties determined by these tests are inherent in the brush materials themselves as distinct from performance characteristics in operation on electrical equipment.

Values of physical properties published in catalogues, etc., shall be based upon test methods, given in these recommendations.

The purpose of the different sections in these recommendations is to provide a uniform procedure for determining the following properties of brush materials:

- Density and porosity;
- Hardness;
- Resistivity;
- Transverse strength;
- Ash content.

Some test methods are suitable for use in production quality control, others only for more thorough investigations, using precise laboratory techniques.

It should be kept in mind that since brush materials are generally brittle, porous materials, it is reasonable that their properties vary much more than the same properties in metals.

Samples used for these tests must be representative of the batch of material involved using a recognized and/or agreed sampling procedure or technique.

102. Test specimen

Some of the properties are to be determined on a standard test specimen (sample) with dimensions as given below. When the test specimen is cut from brush block material, it is necessary (in order to obtain a correct value when measuring the hardness and the transverse strength) that the dimensions (see figures 1 and 2) — thickness p , width w and length l — have a definite relation to the direction of pressing pressure or axis of extrusion. The length l must be perpendicular to the direction of compression for pressed blocks and must be along the axis of extrusion for extruded blocks. On brush material of laminated structure, the thickness p must be perpendicular to the lamination (parallel to the direction of compression).

The dimensions $p \times w \times l$ of the standard test specimen should be:

$10 \times 10 \times 64$ mm;
or
 $4 \times 8 \times 32$ mm.

Where practicable, a test specimen may be cut from a manufactured brush.

*Relations entre les dimensions p , w et l de l'éprouvette
et la direction de la compression ou de l'axe d'extrusion.*

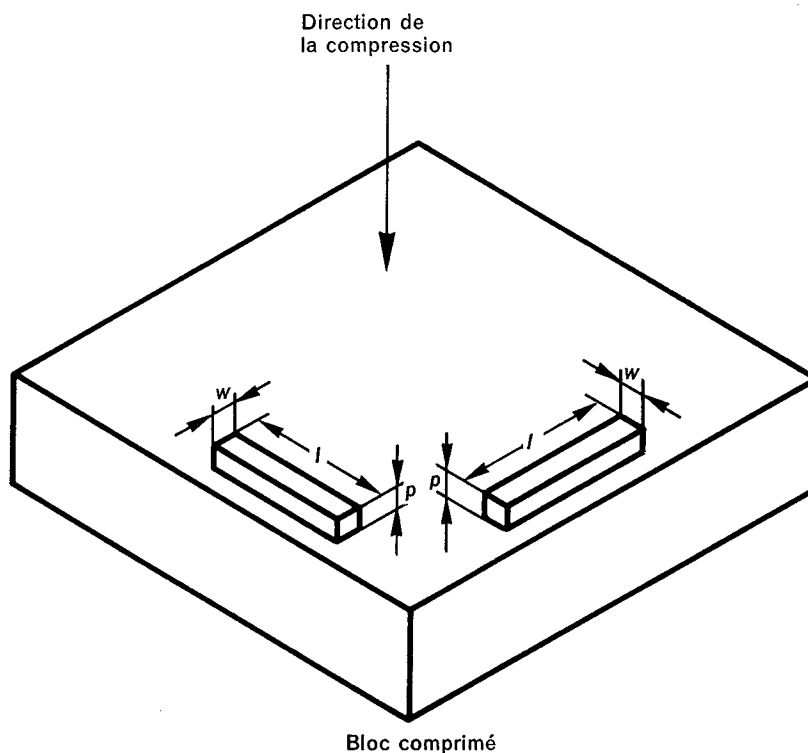


FIGURE 1

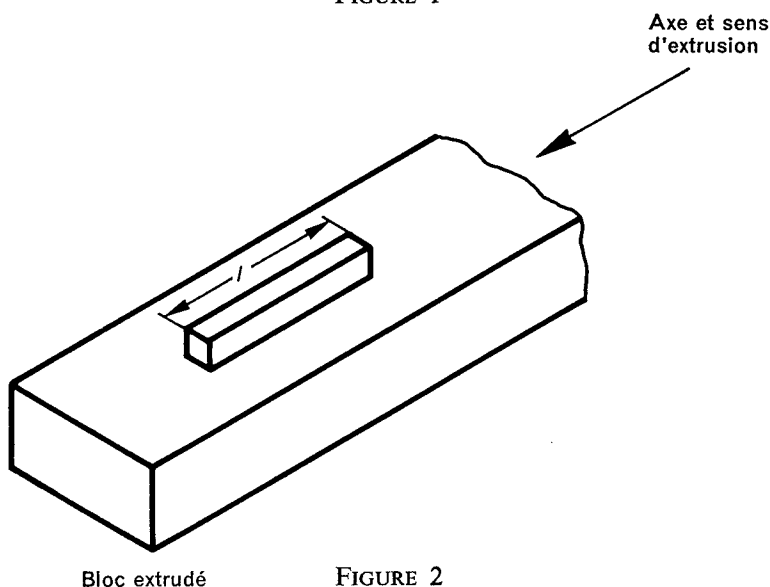


FIGURE 2

Dans les cas où il n'est pas possible de découper une éprouvette de dimensions normalisées dans un balai usiné, les dimensions doivent être déterminées d'un commun accord entre l'utilisateur et le fabricant. Des précautions doivent être prises lorsque l'on essaie des éprouvettes de dimensions inférieures car, en raison des difficultés de manipulation, les écarts peuvent être grands.

Toutes les surfaces contiguës doivent former entre elles des angles droits. L'éprouvette doit être usinée avec l'état de surface habituel pour les balais en charbon et, en particulier, doit être exempte de toutes traces de croûtes de moulage ou d'extrusion.

*Relations between dimensions p , w and l of test specimen
and direction of pressing pressure or direction of extrusion*

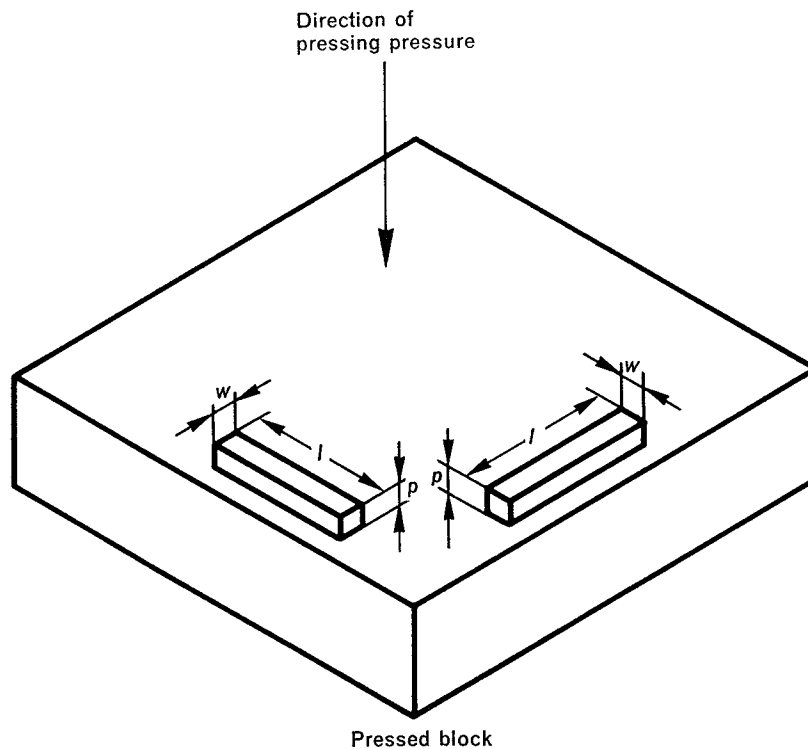


FIGURE 1

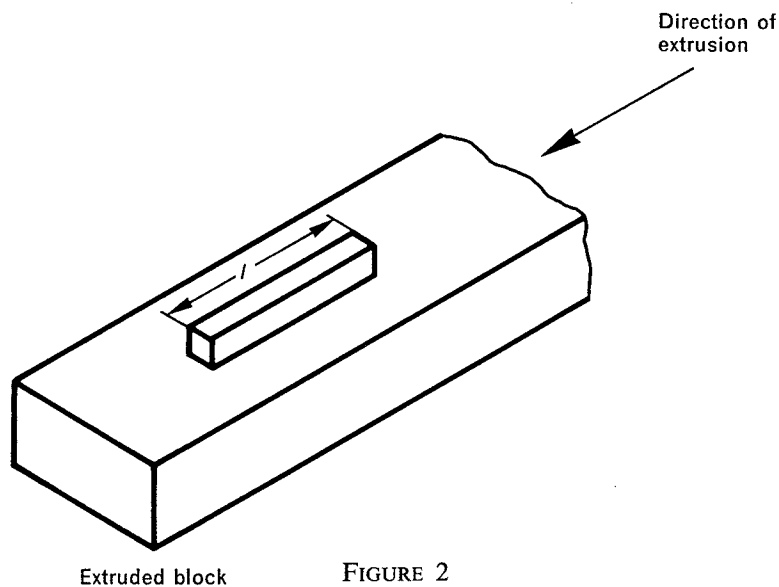


FIGURE 2

In cases where it is not possible to cut a standard size test specimen from a manufactured brush, the size should be a matter of agreement between the user and the manufacturer. Caution should be used in testing smaller size pieces as the deviation may be great, due to difficulty in handling.

All adjacent surfaces must be at right angles. The specimen should be carefully machined to the surface finish normally used for carbon brushes. All traces of any die skin or extrusion skin should be removed.

La tolérance pour les dimensions p et w est de $\pm 0,04$ mm et pour la dimension l de $\pm 0,8$ mm.

Quand il y a beaucoup d'éprouvettes à contrôler, notamment pour la mesure de la masse volumique, il est commode d'appliquer à la dimension l la même tolérance $\pm 0,04$ mm qu'à p et w .

Afin d'assurer un bon équerrage, le faux équerre des angles de la section $p \times w$ doit être de $\pm 15'$. Le parallélisme, défini par la différence des distances des deux côtés opposés de toute section perpendiculaire à la dimension l , doit être inférieur à 0,04 mm.

201. Masse volumique et porosité : généralités

Le charbon artificiel est une matière essentiellement poreuse et, pour cette raison, la masse volumique apparente et la porosité apparente sont utiles au fabricant de produits carbonés pour le contrôle de ses produits.

202. Désignations et définitions

Nous utiliserons les symboles suivants:

- m = masse de l'éprouvette (sèche) [en g]
- V_b = volume de la matière (y compris les pores ouverts et fermés) [en cm³]
- V_o = volumes des pores ouverts de l'éprouvette [en cm³]
- δ_b = masse volumique « apparente » [en g/cm³]
- P_s = porosité « apparente » [en pourcentage]
- d = diamètre [en mm]

La masse volumique apparente est alors définie par l'équation suivante:

$$\delta_b = \frac{m}{V_b}.$$

La porosité apparente est définie par la formule suivante:

$$P_s = \frac{V_o}{V_b} \cdot 100.$$

203. Méthodes pour déterminer la masse volumique apparente et la porosité

La masse volumique δ_b peut être déterminée par une des méthodes normalisées suivantes:

- 204. Méthode par mesure des dimensions et pesée;
- 205. Méthode par immersion;
- 206. Méthode par absorption d'huile.

La porosité P_s peut être déterminée à l'aide de la méthode par absorption d'huile.

La première de ces méthodes — méthode par mesure des dimensions et pesée — convient pour le contrôle de la qualité de la production et doit être utilisée de préférence. La méthode par immersion peut être considérée comme une alternative et peut être utilisée lorsque la première méthode est inapplicable ou ne convient pas. La méthode par absorption d'huile est indiquée pour être utilisée en laboratoire.

Toutes ces méthodes donnent trois chiffres significatifs exacts, ce qui est suffisamment précis pour le contrôle de ces propriétés, les produits en carbone ayant une dispersion bien supérieure à celle des métaux.

Note. — La méthode par absorption d'huile peut donner des valeurs sujettes à caution pour des matériaux dont la porosité dépasse 30%.

The tolerance on the dimensions p and w is ± 0.04 mm and the tolerance on the dimension l is ± 0.8 mm.

When a large number of test specimens are concerned and density is one of the properties measured, it is more convenient to apply the tolerance of ± 0.04 mm to dimension l as well as to dimensions p and w .

In order to ensure squareness of the $p \times w$ section, the tolerance for the angles shall be $\pm 15'$. The parallelism defined by the difference between the dimensions of the two opposite sides at any cross-section perpendicular to the l dimension should be within 0.04 mm.

201. Density and porosity: general

Manufactured carbon is an inherently porous material and, therefore, both bulk (i.e. apparent) density and apparent porosity are useful to the manufacturer of carbon products as aids in control.

202. Nomenclature and definitions

The following letter symbols are used:

- m = mass of test specimen (dry) [g]
- V_b = bulk (apparent) volume of material (including accessible and closed pores) [cm³]
- V_o = volume of the accessible pores of the specimen [cm³]
- δ_b = bulk density [g/cm³]
- P_s = apparent porosity [percentage]
- d = diameter [mm]

The bulk density is then defined by the equation:

$$\delta_b = \frac{m}{V_b}.$$

The apparent porosity is defined by the formula:

$$P_s = \frac{V_o}{V_b} \cdot 100.$$

203. Methods for determining the bulk density and porosity

The bulk density δ_b may be determined by one of following standard methods:

- 204. Measurement-and-weight method;
- 205. Immersion method;
- 206. Oil-absorption method.

The porosity P_s may be determined by the oil-absorption method.

The measurement-and-weight method is suitable for production quality control and should preferably be used. The immersion method is considered to be an alternative and may be used in cases where the measurement-and-weight method cannot be applied or is unsuitable. The oil-absorption method is suitable for laboratory use.

All these methods are considered accurate to three significant figures, which is sufficiently accurate for checking these properties, since carbon products vary much more than metals.

Note. — The oil-absorption method may give unreliable values for material with a porosity higher than 30%.

204. Méthode par mesure des dimensions et pesée

204.1 Appareillage et éprouvette

Un micromètre permettant de mesurer l'éprouvette en charbon avec une précision de $\pm 0,01$ mm.

Une balance ou un trébuchet convenant à la pesée de l'éprouvette et ayant une sensibilité de 0,5 % ou plus. (Pour des éprouvettes de petites dimensions, une balance d'une portée de 100 g et d'une sensibilité de $\pm 0,005$ g est tout à fait convenable.)

Une scie ou tout autre outil pour découper l'éprouvette aux dimensions convenables.

Une meule ou tout autre dispositif pour usiner l'éprouvette de telle façon que toutes les faces planes contiguës soient à angle droit.

Une éprouvette conforme aux indications de l'article 102, ou tout autre échantillon rectangulaire ou cylindrique de taille convenable dont les extrémités sont planes et à angle droit par rapport aux côtés.

204.2 Mode opératoire

Avec le micromètre, faire les mesures nécessaires pour le calcul du volume de l'éprouvette. Cela signifie qu'il faut mesurer l'épaisseur, la largeur et la longueur des pièces rectangulaires ou le diamètre et la longueur des pièces cylindriques. Ces mesures doivent être faites à un centième de millimètre près.

Peser l'éprouvette en grammes avec trois chiffres significatifs exacts.

204.3 Calcul

Calculer le volume V_b de l'éprouvette et l'exprimer en cm^3 suivant la formule:

$$V_b = p \times w \times l \quad \text{ou} \quad \frac{\pi d^2}{4} \cdot l.$$

Calculer la masse volumique apparente δ_b à l'aide de la formule suivante:

$$\delta_b = \frac{m}{V_b}.$$

205. Méthode par immersion

205.1 Appareillage et éprouvette

Un récipient d'eau assez grand pour qu'on puisse y plonger l'éprouvette.

Une balance ou un trébuchet comme décrit au paragraphe 204.1.

De la graisse, ou un autre agent imperméable à l'eau, pour en recouvrir l'éprouvette afin d'empêcher l'absorption d'eau.

Un fil pour suspendre l'éprouvette immergée pendant la pesée. Le diamètre du fil ne doit pas dépasser 0,08 mm.

Une éprouvette. Comme cette méthode peut être utilisée pour des éprouvettes de forme irrégulière, aucune préparation n'est nécessaire, mais il faut veiller à ce que l'éprouvette soit propre, sèche et dépourvue de toute substance étrangère, métallique ou autre.

205.2 Mode opératoire

Peser l'éprouvette dans l'air. Déposer sur toutes les surfaces de l'éprouvette une couche aussi fine que possible de graisse ou d'une autre matière imperméable à l'eau. Peser encore une fois l'éprouvette dans l'air. L'accroissement de masse dû à cette couche ne doit pas être supérieur à 1/200. Exprimer le résultat en grammes avec trois chiffres significatifs.