

---

---

**Essais de réaction au feu de  
produits — Détermination du  
pouvoir calorifique supérieur (valeur  
calorifique)**

*Reaction to fire tests for products — Determination of the gross heat  
of combustion (calorific value)*

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

[ISO 1716:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2373a99d-a9c2-4ace-9340-43c519f1fac8/iso-1716-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2373a99d-a9c2-4ace-9340-43c519f1fac8/iso-1716-2018>



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

ISO 1716:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2373a99d-a9c2-4ace-9340-43c519f1fac8/iso-1716-2018>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, 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, Geneva  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Appareillage d'essai</b> .....	<b>3</b>
5.1    Bombe calorimétrique.....	4
5.2    Calorimètre.....	5
5.3    Dispositif de mesure de la température.....	5
5.4    Creuset.....	5
5.5    Dispositif de chronométrage.....	6
5.6    Alimentation électrique.....	6
5.7    Manomètre et robinet à pointeau.....	6
5.8    Balances.....	6
5.9    Dispositif pour réaliser la «cigarette».....	6
5.10    Dispositif pour réaliser la pastille.....	8
<b>6</b> <b>Réactifs et matériaux</b> .....	<b>8</b>
6.1    Eau distillée ou déminéralisée.....	8
6.2    Oxygène sous pression.....	8
6.3    Poudre ou pastille d'acide benzoïque.....	8
6.4    Aide à la combustion.....	8
6.5    Papier à cigarette.....	8
6.6    Fil de mise à feu.....	8
6.7    Fil de coton.....	8
<b>7</b> <b>Éprouvette(s)</b> .....	<b>9</b>
7.1    Généralités.....	9
7.2    Échantillonnage.....	9
7.2.1    Généralités.....	9
7.2.2    Matériau en vrac.....	9
7.2.3    Produits liquides appliqués.....	9
7.2.4    Produits en couche mince.....	10
7.3    Détermination de la masse surfacique.....	10
7.4    Broyage.....	10
7.5    Type d'éprouvette.....	10
7.6    Conditionnement.....	10
7.7    Nombre d'éprouvettes.....	10
7.8    Détermination de la masse.....	11
7.9    Méthode au «creuset».....	11
7.10    Méthode à la «cigarette».....	12
<b>8</b> <b>Mode opératoire d'essai</b> .....	<b>12</b>
8.1    Généralités.....	12
8.2    Mode opératoire d'étalonnage.....	12
8.2.1    Détermination de l'équivalent en eau.....	12
8.2.2    Conditions pour le réétalonnage.....	13
8.3    Mode opératoire type.....	13
<b>9</b> <b>Expression des résultats</b> .....	<b>14</b>
9.1    Corrections pour l'appareillage manuel.....	14
9.2    Corrections pour un calorimètre isotherme (voir <a href="#">Annexe C</a> ).....	14
9.3    Calcul du pouvoir calorifique supérieur de l'éprouvette.....	16
9.4    Calcul du pouvoir calorifique supérieur du produit.....	17
9.4.1    Généralités.....	17

9.4.2	Produit homogène.....	18
9.4.3	Produit non homogène.....	19
<b>10</b>	<b>Rapport d'essai.....</b>	<b>19</b>
<b>11</b>	<b>Validité des résultats d'essai.....</b>	<b>19</b>
<b>Annexe A</b> (normative)	<b>Calcul du pouvoir calorifique inférieur.....</b>	<b>21</b>
<b>Annexe B</b> (informative)	<b>Fidélité de la méthode d'essai.....</b>	<b>22</b>
<b>Annexe C</b> (informative)	<b>Calcul par abaque du terme correcteur, c, nécessaire du fait du refroidissement du calorimètre.....</b>	<b>26</b>
<b>Annexe D</b> (informative)	<b>Exemple de détermination du pouvoir calorifique supérieur pour un produit non homogène.....</b>	<b>27</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>32</b>

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

[ISO 1716:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2373a99d-a9c2-4ace-9340-43c519f1fac8/iso-1716-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2373a99d-a9c2-4ace-9340-43c519f1fac8/iso-1716-2018>

## 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](http://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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues 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](http://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 le lien suivant: [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 92, *Sécurité au feu*, sous-comité SC 1, *Amorçage et développement du feu*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 1716:2010), qui a fait l'objet d'une révision technique.

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

ISO 1716:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2373a99d-a9c2-4aee-9340-43c519f1fac8/iso-1716-2018>

# Essais de réaction au feu de produits — Détermination du pouvoir calorifique supérieur (valeur calorifique)

**AVERTISSEMENT** — L'attention de toutes les personnes chargées de gérer et d'effectuer le présent essai est attirée sur le fait que les essais au feu peuvent être dangereux et que des gaz toxiques et/ou nocifs peuvent se dégager pendant l'essai. Des dangers liés au fonctionnement peuvent également apparaître au cours des essais sur les éprouvettes (par exemple, une explosion) et lors de la mise au rebut des résidus de l'essai.

**AVERTISSEMENT** — Il convient d'évaluer tous les dangers et risques potentiels pour la santé et d'identifier et de prendre les mesures de sécurité appropriées. Il convient de rédiger des instructions de sécurité. Il convient que le personnel concerné reçoive une formation appropriée. Il convient que le personnel de laboratoire veille à toujours respecter les consignes de sécurité.

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode permettant de déterminer le pouvoir calorifique supérieur ( $Q_{PCS}$ ) des produits, à un volume constant à l'intérieur d'une bombe calorimétrique.

Cette méthode est destinée à être appliquée à des produits solides.

**NOTE** Les liquides peuvent être soumis à l'essai en utilisant un équipement similaire et selon les conditions spécifiées dans l'ASTM D240,<sup>[1]</sup> comme décrit dans l'IEC 61039<sup>[2]</sup> en utilisant l'équipement d'essai de l'ISO 1928<sup>[3]</sup>.

L'[Annexe A](#) spécifie le calcul du pouvoir calorifique inférieur,  $Q_{PCI}$ .

L'[Annexe B](#) fournit des informations sur la fidélité de la méthode d'essai.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 554, *Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai — Spécifications*

EN 13238, *Essais de réaction au feu des produits de construction — Modes opératoires de conditionnement et règles générales de sélection des substrats*

## 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:

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

### 3.1

#### produit

matériau, élément ou composant sur lequel des informations sont requises

### 3.2

#### **matériau**

substance basique simple ou mélange uniformément dispersé de substances

EXEMPLE Pierre, bois, béton, laine minérale avec un liant uniformément dispersé, polymères.

### 3.3

#### **produit homogène**

*produit* (3.1) composé d'un seul *matériau* (3.2) de masse volumique et de composition uniformes dans tout le *produit* (3.1)

### 3.4

#### **produit non homogène**

*produit* (3.1) ne satisfaisant pas les prescriptions d'un *produit homogène* (3.3). Il s'agit d'un produit ayant plusieurs composants, substantiels ou non substantiels

Note 1 à l'article: Lorsqu'un produit non homogène ne peut pas être aisément séparé en ses composants, les composants individuels doivent être fournis séparément par le demandeur.

### 3.5

#### **composant non substantiel**

*matériau* (3.2) ne constituant pas une part significative d'un *produit non homogène* (3.4) et dont une couche présente un rapport masse/surface inférieur à 1,0 kg/m<sup>2</sup> et une épaisseur inférieure à 1,0 mm

Note 1 à l'article: Si les couches non substantielles ne sont pas conformes aux exigences ci-dessus, elles doivent ensemble être considérées comme étant substantielles.

Note 2 à l'article: Deux couches non substantielles ou plus adjacentes les unes aux autres (c'est-à-dire sans composant(s) substantiel(s) entre les couches) sont considérées comme un composant non substantiel lorsqu'elles obéissent ensemble aux exigences d'une couche correspondant à un composant non substantiel.

### 3.6

#### **composant substantiel** <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2373a99d-a9c2-4ace-9340-43c519ff1fc8/iso-1716-2018>

*matériau* (3.2) constituant une part significative d'un *produit non homogène* (3.4) et dont une couche présente un rapport masse/surface supérieur ou égal à 1,0 kg/m<sup>2</sup> et une épaisseur supérieure ou égale à 1,0 mm

Note 1 à l'article: Deux couches non substantielles ou plus adjacentes les unes aux autres (c'est-à-dire sans composant(s) substantiel(s) entre les couches) sont considérées comme un composant substantiel lorsqu'elles obéissent ensemble aux exigences d'une couche correspondant à un composant substantiel.

### 3.7

#### **composant non substantiel intérieur**

*composant non substantiel* (3.5) qui est couvert des deux côtés par au moins un *composant substantiel* (3.6)

### 3.8

#### **composant non substantiel extérieur**

*composant non substantiel* (3.5) qui n'est pas couvert d'un côté par un *composant substantiel* (3.6)

### 3.9

#### **chaleur de combustion**

DÉCONSEILLÉ: potentiel calorifique, pouvoir calorifique

$Q$

énergie thermique dégagée par la combustion d'une unité de masse d'une substance donnée

Note 1 à l'article: La chaleur de combustion est exprimée en mégajoules par kilogramme.

[SOURCE: ISO 13943:2008, 4.174, modifiée — La Note 1 à l'article a été modifiée.]

**3.10****pouvoir calorifique supérieur** $Q_{PCS}$ 

*chaleur de combustion* (3.9) d'une substance lorsque la combustion est complète et que l'eau produite est entièrement condensée dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Le pouvoir calorifique supérieur est exprimé en mégajoules par kilogramme.

Note 2 à l'article: L'acronyme PCS est issu du terme français «pouvoir calorifique supérieur».

**3.11****pouvoir calorifique inférieur** $Q_{PCI}$ 

*chaleur de combustion* (3.9) d'une substance lorsque la combustion est complète et que l'eau produite reste à l'état de vapeur dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Le pouvoir calorifique inférieur peut être calculé à partir du pouvoir calorifique supérieur.

Note 2 à l'article: Le pouvoir calorifique inférieur est exprimé en mégajoules par kilogramme.

Note 3 à l'article: L'acronyme PCI est issu du terme français «pouvoir calorifique inférieur».

**3.12****chaleur latente de vaporisation de l'eau** $q$ 

chaleur nécessaire pour faire passer l'eau de l'état liquide à l'état gazeux

Note 1 à l'article: La chaleur latente de vaporisation est exprimée en mégajoules par kilogramme.

**3.13****masse surfacique**

masse par unité de surface

ISO 1716:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2373a99d-a9c2-4ace-9340-43c519f16c8/iso-1716-2018>

Note 1 à l'article: La masse surfacique est exprimée en kilogrammes par mètre carré.

**4 Principe**

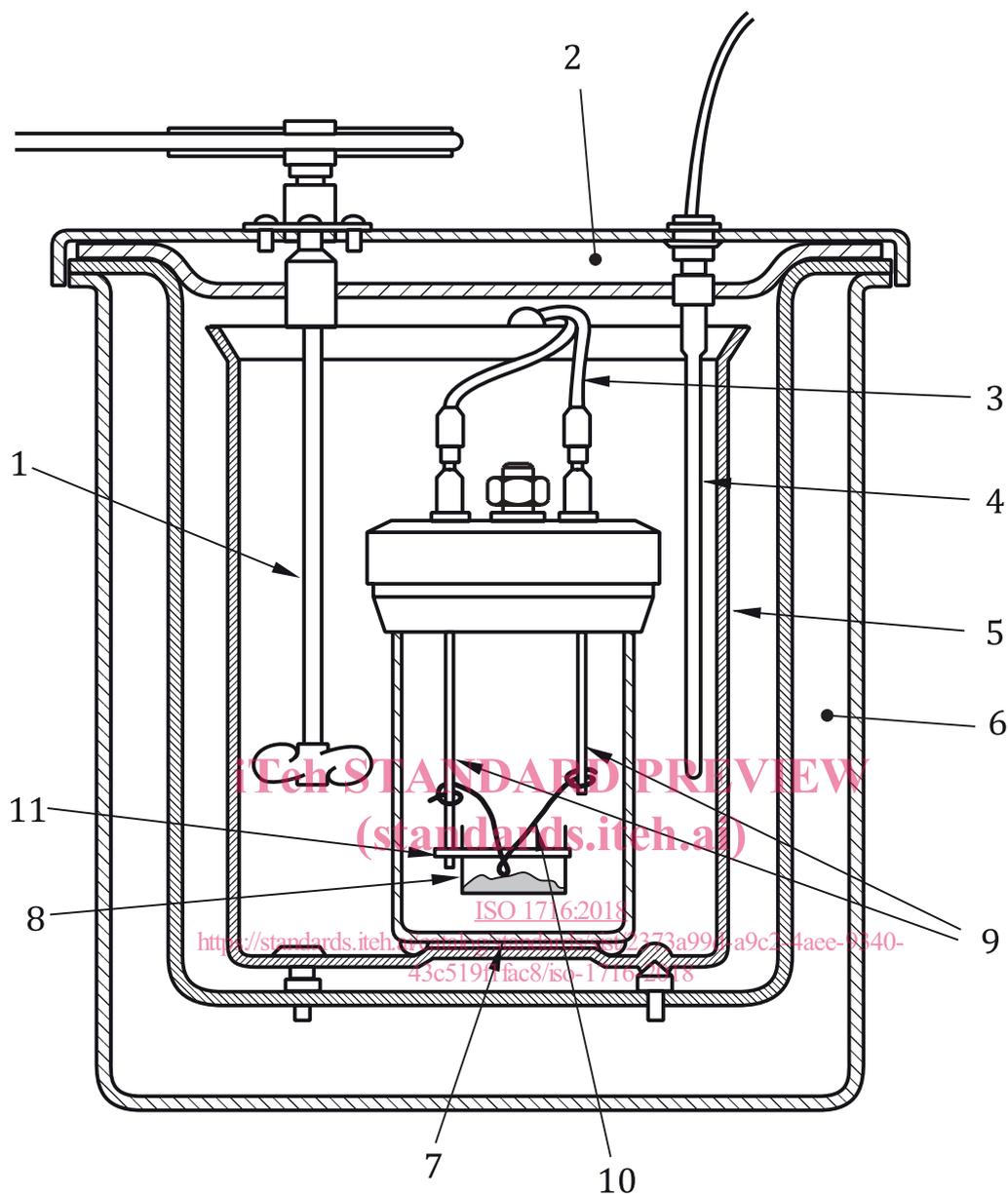
Dans cet essai, une éprouvette d'une masse spécifiée est brûlée dans des conditions normalisées, à un volume constant, dans une atmosphère d'oxygène, à l'intérieur d'une bombe calorimétrique étalonnée par la combustion d'un acide benzoïque certifié. La chaleur de combustion déterminée dans ces conditions est calculée d'après l'élévation de température observée en tenant compte de la perte calorifique et de la chaleur latente de vaporisation de l'eau.

Il s'agit d'une méthode d'essai pour déterminer la valeur absolue de la chaleur de combustion d'un produit; cette méthode ne prend pas en compte une éventuelle variabilité inhérente au produit.

**5 Appareillage d'essai**

L'appareillage d'essai (bombe calorimétrique) doit être tel qu'illustré à la [Figure 1](#) et détaillé de [5.1](#) à [5.4](#). Le matériel complémentaire doit être conforme aux [paragraphe 5.5](#) à [5.10](#).

Le matériel décrit aux [paragraphe 5.1](#) à [5.4](#) peut également être disponible sous forme d'appareils automatiques ou semi-automatiques. Tout écart par rapport à ces paragraphes doit être évalué par l'utilisateur conformément aux exigences des paragraphes suivants.



**Légende**

- |   |  |    |                      |
|---|--|----|----------------------|
| 1 | agitateur                              | 7  | bombe calorimétrique |
| 2 | couvercle de la jaquette               | 8  | creuset              |
| 3 | têtes d'allumage                       | 9  | électrodes           |
| 4 | dispositif de mesure de la température | 10 | fil de mise à feu    |
| 5 | vase calorimétrique                    | 11 | support de creuset   |
| 6 | jaquette                               |    |                      |

**Figure 1 — Appareillage d'essai**

**5.1 Bombe calorimétrique**

La bombe calorimétrique doit être construite de la façon suivante:

- a) volume:  $(300 \pm 50)$  ml;
- b) masse inférieure ou égale à 3,25 kg;

c) épaisseur du boîtier au moins égale à 1/10<sup>ème</sup> du diamètre interne du corps.

Le couvercle est prévu pour recevoir le creuset et le dispositif de mise à feu électrique. Le couvercle, y compris toutes les garnitures, doit pouvoir supporter une pression interne de 21 MPa.

NOTE Cette condition définit une bombe contenant 1 g de charbon sous une pression d'oxygène initiale inférieure ou égale à 3 MPa (méthode du manomètre) et capable de supporter, avec un coefficient de sécurité suffisant, la pression maximale créée en combustion, sans nécessiter de bombe calorimétrique ayant une masse excessivement importante.

La surface interne de la bombe doit être résistante aux attaques par les produits de combustion et, même en cas d'utilisation de «combustibles» riches en soufre, elle doit résister aux piqûres et à la corrosion intercrystalline dues aux acides produits pendant la combustion.

## 5.2 Calorimètre

### 5.2.1 Jaquette

La jaquette doit être constituée par un récipient à double paroi isolé thermiquement et muni d'un couvercle isolant. La jaquette est remplie d'eau. Ses dimensions doivent être telles qu'il existe un espace d'au moins 10 mm tout autour du vase calorimétrique. Celui-ci doit être soutenu sur la plus petite surface possible par un matériau non conducteur et, de préférence, par un support à 3 points.

Pour un système calorimétrique adiabatique, un ensemble appareil de chauffage et thermomètre doit être incorporé dans le vase de façon à maintenir la température de l'eau dans la jaquette à la même température que l'eau du vase calorimétrique.

Pour un système calorimétrique isotherme, la température de l'eau doit rester constante dans la jaquette. Pour un calorimètre isotherme, les corrections nécessaires doivent être apportées (voir [9.2](#)).

### 5.2.2 Vase calorimétrique

Le vase calorimétrique doit être constitué d'un récipient en métal poli conçu pour y mettre la bombe. Ses dimensions doivent être telles que la bombe puisse être immergée dans l'eau (voir [8.3.8](#)).

### 5.2.3 Agitateur

L'agitateur doit être entraîné par un moteur à vitesse constante. Afin d'éviter un transfert de chaleur en provenance du calorimètre et vers celui-ci, l'axe de commande de l'agitateur doit comporter une partie isolée thermiquement dans un joint d'étanchéité entre le couvercle de la jaquette et cette dernière. Un dispositif agitateur magnétique ayant des performances équivalentes constitue une variante acceptable.

## 5.3 Dispositif de mesure de la température

L'appareil de mesure de la température doit avoir une précision de 0,005 K. En cas d'utilisation d'un thermomètre au mercure, celui-ci doit être gradué au moins tous les 0,01 K et muni d'un dispositif (une loupe par exemple) permettant de lire à 0,005 K près. Un vibreur mécanique doit également être utilisé pour tapoter le thermomètre afin de s'assurer que la colonne de mercure ne colle pas.

## 5.4 Creuset

Le creuset doit être réalisé en métal, tel que platine, nickel, acier inoxydable, ou en silice, avec une base plane de 25 mm de diamètre (dimension maximale si sa forme est tronquée) et une hauteur de 14 mm à 19 mm. Les épaisseurs de parois suivantes sont recommandées:

- métal: 1,0 mm;
- silice: 1,5 mm.

NOTE Plusieurs formes de creuset se sont avérées satisfaisantes.

### 5.5 Dispositif de chronométrage

Le dispositif de chronométrage doit être capable d'enregistrer le temps écoulé à la seconde près et avoir une précision au moins égale à 1 s sur 1 h.

### 5.6 Alimentation électrique

L'alimentation électrique doit être conçue pour délivrer au circuit de mise à feu une tension ne dépassant pas 20 V pour la mise à feu.

NOTE Un ampèremètre peut être inséré dans le circuit afin d'indiquer la rupture du fil de mise à feu. Un disjoncteur est un accessoire utile dans le circuit d'alimentation.

### 5.7 Manomètre et robinet à pointeau

Un manomètre et un robinet à pointeau doivent être fixés sur le circuit d'alimentation en oxygène pour indiquer la pression dans la bombe pendant son remplissage; cette pression doit être indiquée avec une précision de 0,1 MPa.

### 5.8 Balances

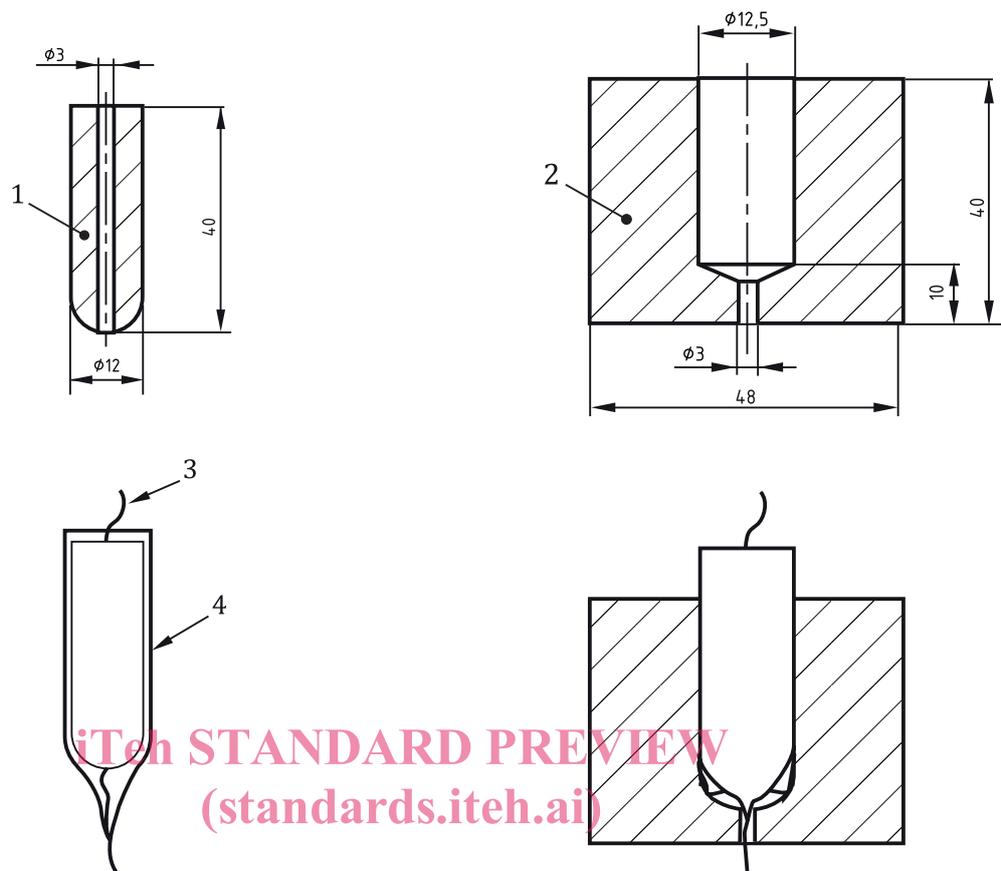
Deux balances doivent être utilisées et présenter les caractéristiques suivantes:

- une balance analytique avec une précision de 0,1 mg;
- une balance avec une précision de 0,1 g.

### 5.9 Dispositif pour réaliser la «cigarette»

Le dispositif doit être conçu comme illustré à la [Figure 2](#) et comprendre un moule et un mandrin métallique (pas en aluminium).

Dimensions en millimètres



a) Mise en forme du papier sur le mandrin b) Papier en place dans le moule après avoir enlevé le mandrin, prêt au remplissage



c) Cigarette terminée

d) Cigarette placée dans le creuset

**Légende**

- |           |                     |             |           |
|-----------|---------------------|-------------|-----------|
| 1 mandrin | 3 fil de mise à feu | 5 électrode | 7 creuset |
| 2 moule   | 4 papier            | 6 cigarette |           |

NOTE 1 Le papier est maintenu en position par collage de la partie du papier à cigarette préencollée en recouvrement.

NOTE 2 Les deux extrémités du papier sont torsadées.

NOTE 3 La «cigarette» est placée dans le creuset et le fil de mise à feu est enroulé autour des électrodes en le serrant.

**Figure 2 — Méthode de préparation de la «cigarette»**