

---

---

**Spaths fluor utilisables dans l'industrie  
métallurgique — Dosage du phosphore  
total — Méthode spectrométrique au  
molybdophosphate réduit**

iTeh STANDARD PREVIEW

**(standards.iteh.ai)**

*Metallurgical-grade fluorspar — Determination of total phosphorus  
content — Reduced-molybdophosphate spectrometric method*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/900c53a8-6e19-41a4-819c-412e2577d0e7/iso-9438-1993>



## 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 9438 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 175, *Spath fluor*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 9438:1989), dont elle constitue une mise à jour.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1993

Droits de reproduction réservés. 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

Imprimé en Suisse

# Spaths fluor utilisables dans l'industrie métallurgique — Dosage du phosphore total — Méthode spectrométrique au molybdophosphate réduit

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode spectrométrique au molybdophosphate réduit pour le dosage du phosphore total dans les spaths fluor utilisables dans l'industrie métallurgique.

La méthode est applicable aux produits dont la teneur en phosphore total, exprimé en  $\text{PO}_4^{3-}$ , est comprise entre 0,01 % (m/m) et 1,0 % (m/m).

## 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 Norme internationale. 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 Norme internationale 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 565:1990, *Tamis de contrôle — Tissus métalliques, tôles métalliques perforées et feuilles électroformées — Dimensions nominales des ouvertures.*

ISO 8868:1989, *Spaths fluor — Échantillonnage et préparation des échantillons.*

## 3 Principe

Mise en solution d'une prise d'essai par fusion alcaline avec un mélange de carbonate de sodium, d'acide borique et de nitrate de sodium, suivie d'une acidification avec de l'acide nitrique. Précipitation du phos-

phate de fer(III) avec une solution d'ammoniaque et filtration, dissolution du précipité avec de l'acide nitrique. Formation du complexe de molybdophosphate et extraction avec un mélange d'acétate d'éthyle et d'acétate de butyle, et réduction sélective en bleu de molybdène du complexe par le chlorure d'étain(II) ajouté à la phase organique.

Mesurage spectrométrique de l'absorbance du complexe coloré à une longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption (aux environs de 710 nm).

## 4 Réactifs

Au cours de l'analyse, utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue, et de l'eau distillée ou de l'eau de pureté équivalente.

### 4.1 Carbonate de sodium/acide borique, mélange.

Mélanger 100 g de carbonate de sodium et 50 g d'acide borique.

### 4.2 Nitrate de sodium.

### 4.3 Acide nitrique, $\rho$ 1,38 g/ml environ.

### 4.4 Méthanol, $\rho$ 0,794 g/ml environ.

### 4.5 Acétate d'éthyle/acétate de butyle, mélange solvant.

Mélanger 7 volumes d'acétate d'éthyle et 3 volumes d'acétate de butyle.

### 4.6 Ammoniaque, solution à 28 % (m/m) environ.

### 4.7 Ammoniaque, solution à 0,14 % (m/m) environ.

Diluer 1 volume de la solution d'ammoniaque (4.6) avec 200 volumes d'eau et mélanger.

**4.8 Molybdate d'ammonium**, solution à 30 g/l.

Dissoudre 30 g de molybdate d'ammonium tétra-hydraté  $[(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O]$  et 10 g d'amidosulfate d'ammonium  $(NH_4OSO_2NH_2)$  dans 500 ml environ d'eau, compléter à 1 000 ml et mélanger.

**4.9 Chlorure d'étain(II)**, solution à 20 g/l.

Peser, dans une fiole jaugée de 1 000 ml, 20 g de chlorure d'étain(II) dihydraté  $(SnCl_2 \cdot 2H_2O)$ . Ajouter 200 ml d'acide chlorhydrique ( $\rho$  1,18 g/ml environ). Agiter le contenu de temps en temps jusqu'à dissolution complète. Compléter au volume avec de l'eau et mélanger.

**4.10 Fer**, solution à 4 g/l.

Dissoudre 0,4 g de fer pur de faible teneur en phosphore dans 10 ml environ d'acide chlorhydrique ( $\rho$  1,18 g/ml environ) sur une plaque chauffante. Ajouter 3 ml de l'acide nitrique (4.3) et chauffer jusqu'à ébullition. Laisser refroidir jusqu'à la température ambiante. Transvaser cette solution dans une fiole jaugée de 100 ml, compléter au volume avec de l'eau et mélanger.

**4.11 Phosphore**, solution étalon correspondant à 0,100 g de  $PO_4^{3-}$  par litre.

Sécher du dihydrogène-orthophosphate de potassium  $(KH_2PO_4)$  par chauffage durant 2 h dans l'étuve (5.1) réglée à  $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Laisser refroidir dans un dessiccateur. Peser, à 0,2 mg près, 0,1433 g du produit séché et le transférer quantitativement dans une fiole jaugée de 1 000 ml. Dissoudre dans de l'eau, compléter au volume et mélanger.

1 ml de cette solution étalon contient 100  $\mu\text{g}$  de  $PO_4^{3-}$ .

**4.12 Phosphore**, solution étalon correspondant à 0,010 g de  $PO_4^{3-}$  par litre.

Transvaser 100,0 ml de la solution étalon de phosphore (4.11) dans une fiole jaugée de 1 000 ml, compléter au volume avec de l'eau et mélanger.

1 ml de cette solution étalon contient 10  $\mu\text{g}$  de  $PO_4^{3-}$ .

**5 Appareillage**

Matériel courant de laboratoire, et

**5.1 Étuve électrique**, réglable à  $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**5.2 Capsule en platine**, de diamètre 45 mm environ et de profondeur 25 mm environ.

**5.3 Ampoules à décanter**, de capacité 100 ml, munies d'un trait repère à 60 ml.

**5.4 Spectromètre** à sélecteur de radiations à variation continue, équipé de cuves de 1 cm d'épaisseur.

**5.5 Spectromètre** à sélecteur de radiations à variation discontinue, équipé des mêmes cuves et de filtres permettant une transmission maximale à une longueur d'onde aux environs de 710 nm.

**6 Échantillon pour essai**

Préparer l'échantillon pour essai conformément au mode opératoire prescrit dans l'ISO 8868:1989, paragraphe 9.3.

**7 Mode opératoire**

**7.1 Prise d'essai et préparation de la solution d'essai**

Broyer, dans un mortier en agate, quelques grammes de l'échantillon pour essai (article 6) jusqu'à passage au tamis d'ouverture de maille 63  $\mu\text{m}$  (voir ISO 565). Sécher le produit tamisé durant 2 h dans l'étuve (5.1) réglée à  $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  et laisser refroidir dans un dessiccateur. Peser, à 0,2 mg près, 0,2 g environ de cet échantillon dans la capsule en platine (5.2), contenant 2 g du mélange de carbonate de sodium et d'acide borique (4.1) et 0,2 g de nitrate de sodium (4.2), et bien mélanger de préférence avec une spatule en platine.

Dans le cas de spaths fluor contenant plus de 0,1 % ( $m/m$ ) de phosphore total exprimé en  $PO_4^{3-}$ , utiliser une prise d'essai de 0,1 g environ, pesée à 0,2 mg près.

Couvrir avec 2 g supplémentaires du mélange de carbonate de sodium et d'acide borique (4.1). Chauffer avec la flamme d'un brûleur à gaz, doucement au début et ensuite au rouge sombre durant 3 min. Dans le cas d'une fusion dans un four électrique, chauffer durant 10 min à  $900 \text{ }^\circ\text{C}$ . Agiter le contenu de la capsule une fois pendant la fusion pour s'assurer que la prise d'essai est bien en contact avec le mélange fondu.

Laisser la capsule se refroidir et mettre la capsule dans un bécher de 400 ml en verre exempt de phosphore, par exemple en silice. Ajouter 20 ml environ d'eau et 10 ml de l'acide nitrique (4.3). Chauffer doucement jusqu'à dissolution complète du contenu de la capsule. Transvaser quantitativement le contenu de la capsule dans le bécher, en rinçant la capsule avec de l'eau et en recueillant les eaux de lavage dans le bécher.

Ajouter 5 ml de la solution de fer (4.10) et compléter à 200 ml environ avec de l'eau. Neutraliser la solution avec de la solution d'ammoniaque (4.6) et ajouter ensuite 3 ml en excédent. Faire bouillir durant 1 min et

laisser refroidir. Filtrer le contenu du bécher sur un papier filtre sans cendres pour filtration rapide et de rétention 25 µm ou sur un papier filtre de qualité équivalente<sup>1)</sup>. Rincer le précipité sur le papier filtre avec de la solution d'ammoniaque (4.7).

Faire un trou dans le papier filtre et utiliser de l'eau chaude pour faire couler le précipité dans le bécher de 400 ml prescrit précédemment. Dissoudre le reste du précipité sur le papier filtre avec 2 ml de l'acide nitrique (4.3) chaud et rincer avec de l'eau chaude. Rincer avec 2 ml de l'acide nitrique (4.3) chaud et ensuite 4 ou 5 fois avec de l'eau chaude. Chauffer la solution afin de compléter la dissolution du précipité. Après refroidissement, transvaser la solution quantitativement dans une ampoule à décanter de 100 ml (5.3) et rincer le bécher avec 10 ml environ d'eau.

## 7.2 Essai à blanc

Effectuer, parallèlement au dosage (7.4) et en suivant le même mode opératoire, un essai à blanc en employant les mêmes quantités de tous les réactifs que celles utilisées pour le dosage, mais en omettant la prise d'essai.

## 7.3 Établissement de la courbe d'étalonnage

### 7.3.1 Préparation des solutions d'étalonnage

Dans une série de huit ampoules à décanter de 100 ml (5.3), introduire respectivement les volumes de la solution étalon de phosphore (4.12) indiqués dans le tableau 1.

**Tableau 1 — Gamme des solutions d'étalonnage**

Volume de la solution étalon de phosphore (4.12) ml	Masse correspondante de PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> µg
0 <sup>1)</sup>	0
2,0	20
5,0	50
8,0	80
11,0	110
14,0	140
17,0	170
20,0	200

1) Solution de compensation (solution à blanc des réactifs pour la courbe d'étalonnage).

### 7.3.2 Formation du composé absorbant

Traiter chacune des solutions d'étalonnage (7.3.1) de la façon suivante.

1) Whatmann n° 41 est un exemple de papier filtre approprié disponible sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente Norme internationale et ne signifie nullement que l'ISO approuve ou recommande l'emploi exclusif du papier filtre ainsi désigné.

Ajouter 20 ml environ d'eau, 4 ml de l'acide nitrique (4.3) et 10 ml de la solution de molybdate d'ammonium (4.8). Compléter au volume (60 ml) avec de l'eau et mélanger en imprimant un mouvement de rotation à l'ampoule à décanter. Ajouter 10 ml du mélange solvant (4.5) et agiter durant 60 s environ. Laisser les couches se séparer et rejeter la couche inférieure. Utiliser un papier filtre pour enlever l'eau qui reste à l'intérieur de la tige de l'ampoule à décanter et transvaser ensuite la couche du mélange solvant dans une fiole jaugée de 50 ml. Ajouter 20 ml de la solution de chlorure d'étain(II) (4.9) et compléter au volume avec du méthanol (4.4). Agiter durant 20 s; ensuite apparaît la couleur bleue du complexe de molybdophosphate réduit.

### 7.3.3 Mesurages spectrométriques

Mesurer l'absorbance de chacune des phases organiques obtenues en 7.3.2, à l'aide du spectromètre (5.4) réglé à une longueur d'onde aux environs de 710 nm ou du spectromètre (5.5) muni de filtres appropriés, en moins de 10 min après la formation du composé absorbant (7.3.2), après avoir ajusté l'appareil au zéro d'absorbance par rapport au mélange solvant (4.5).

### 7.3.4 Tracé de la courbe d'étalonnage

Soustraire l'absorbance de la solution de compensation de l'absorbance de chacune des autres solutions d'étalonnage (voir tableau 1) pour obtenir l'absorbance nette.

Tracer une courbe en portant, par exemple, sur l'axe des abscisses, les masses, en microgrammes, de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> contenues dans 60 ml des solutions d'étalonnage et, sur l'axe des ordonnées, les valeurs correspondantes des absorbances nettes.

## 7.4 Dosage

### 7.4.1 Formation du composé absorbant

Appliquer le mode opératoire suivant pour la formation du complexe de molybdophosphate et son extraction à une température de 20 °C à 30 °C.

Ajouter 10 ml de la solution de molybdate d'ammonium (4.8) à la solution d'essai contenue dans l'ampoule à décanter (voir 7.1), compléter au volume (60 ml) avec de l'eau et agiter. Ajouter 10 ml du mélange solvant (4.5) et effectuer l'extraction conformément aux modalités prescrites en 7.3.2.

Dans le cas de spaths fluor contenant plus de 0,1 % (m/m) de phosphore total exprimé en PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, suivre le mode opératoire ci-dessous.

Transvaser la solution d'essai dans une fiole jaugée de 100 ml au lieu de l'ampoule à décanter (5.3), compléter au volume avec de l'eau et bien mélanger. Transvaser ensuite une partie aliquote de 20 ml de cette solution dans l'ampoule à décanter (5.3).

Ajouter 3,2 ml de l'acide nitrique (4.3) et 10 ml de la solution de molybdate d'ammonium (4.8), compléter au volume (60 ml) avec de l'eau et effectuer l'extraction conformément aux modalités prescrites en 7.3.2.

#### 7.4.2 Mesurages spectrométriques

Mesurer les absorbances des phases organiques obtenues à partir de la solution d'essai (7.4.1) et de la solution d'essai à blanc (7.2), conformément aux modalités prescrites en 7.3.3, après avoir ajusté l'appareil au zéro d'absorbance par rapport au mélange solvant (4.5).

### 8 Expression des résultats

#### 8.1 Mode de calcul

Au moyen de la courbe d'étalonnage (7.3.4), déterminer les masses de  $\text{PO}_4^{3-}$  correspondant aux valeurs des absorbances nettes de la solution d'essai et de la solution d'essai à blanc.

La teneur en phosphore total, exprimée en pourcentage en masse de  $\text{PO}_4^{3-}$ , est donnée par la formule

$$\frac{r_D(m_1 - m_2)}{10^6} \times \frac{100}{m_0} = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times r_D \times 10^{-4}$$

où

$m_0$  est la masse, en grammes, de la prise d'essai (voir 7.1);

$m_1$  est la masse, en microgrammes, de  $\text{PO}_4^{3-}$  correspondant à la valeur de l'absorbance de la solution d'essai (voir 7.1);

$m_2$  est la masse, en microgrammes, de  $\text{PO}_4^{3-}$  correspondant à la valeur de l'absorbance de la solution d'essai à blanc (7.2);

$r_D$  est le rapport du volume de la solution d'essai au volume de la partie aliquote prélevée pour la formation du composé absorbant (7.4.1).

#### 8.2 Fidélité

Voir annexe A, à titre d'information.

### 9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- tous renseignements nécessaires à l'identification de l'échantillon;
- référence de la méthode utilisée (référence à la présente Norme internationale);
- résultats ainsi que la forme sous laquelle ils sont exprimés;
- compte rendu de tous détails particuliers éventuels relevés au cours de l'essai;
- compte rendu de toutes opérations non prévues dans la présente Norme internationale ou dans les Normes internationales auxquelles il est fait référence, ou de toutes opérations facultatives.

## Annexe A (informative)

### Fidélité de la méthode

Des analyses comparatives sur deux échantillons, effectuées dans quatre laboratoires, ont donné les valeurs indiquées dans le tableau A.1 et les renseignements statistiques indiqués dans le tableau A.2.

**Tableau A.1 — Valeurs déterminées de la teneur en phosphore total des spaths fluor utilisables dans l'industrie métallurgique**

Laboratoire	Échantillon	
	Mexique (F-5)	Chine (F-11)
A	0,128	0,007
	0,128	0,009
	0,127	0,007
	0,131	0,007
	0,129	0,009
B	0,133	0,005
	0,131	0,006
	0,135	0,006
	0,131	0,005
	0,136	0,006
C	0,124	0,007
	0,125	0,007
	0,128	0,007
	0,125	0,008
	0,127	0,008
D	0,128	0,009
	0,127	0,009
	0,128	0,009
	0,126	0,009
	0,128	0,009

**Tableau A.2 — Résultats d'analyses statistiques effectuées sur les résultats indiqués dans le tableau A.1**

PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> [% (m/m)]

Laboratoire	Échantillon			
	Mexique (F-5)		Chine (F-11)	
	$\bar{x}$	$\sigma_x$	$\bar{x}$	$\sigma_x$
A	0,128 6	0,001 5	0,007 8	0,001 1
B	0,133 2	0,002 3	0,005 6	0,000 5
C	0,125 8	0,001 6	0,007 4	0,000 5
D	0,127 4	0,001 5	0,009 0	0
$\bar{\bar{x}}$	0,128 8		0,007 4	
$\sigma_r$	0,001 8		0,000 6	
$\sigma_R$	0,001 8		0,000 7	
CV	1,4		9,5	

où

$x$  est le résultat d'une détermination;

$\bar{x}$  est la moyenne des déterminations effectuées dans un laboratoire particulier sur un échantillon particulier;

$\sigma_x$  est l'écart-type de ces déterminations donné par l'équation suivante:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x - \bar{x})^2}$$

$n$  est le nombre de ces déterminations;

$\bar{\bar{x}}$  est la moyenne globale de  $\bar{x}$  pour chaque échantillon, donnée par l'équation suivante:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{p} \sum \bar{x}$$

$p$  est le nombre de laboratoires participants;

$\sigma_r$  est l'écart-type de répétabilité donné par l'équation suivante:

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{1}{p} \sum \sigma_x^2}$$

$\sigma_R$  est l'écart-type de reproductibilité donné par l'équation suivante:

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1}{p-1} \sum (\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2 - \frac{\sigma_r^2}{n} + \sigma_r^2}$$

CV est le coefficient de variation donné par l'équation suivante:

$$CV = \frac{\sigma_R}{\bar{\bar{x}}} \times 100$$



Page blanche

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

ISO 9438:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/900c53a8-6e19-41a4-819c-412e2577d0e7/iso-9438-1993>