

NORME INTERNATIONALE

**ISO
7529**

Première édition
1989-10-15

Alliages de nickel — Dosage du chrome — Méthode par titrage potentiométrique avec le sulfate de fer(II) et d'ammonium

iTeh STANDARD PREVIEW

*Nickel alloys — Determination of chromium content — Potentiometric titration
method with ammonium iron(II) sulfate*

ISO 7529:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d267421b-5271-4b2b-b2ea-8ee726315431/iso-7529-1989>



Numéro de référence
ISO 7529 : 1989 (F)

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 approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 7529 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 155, *Nickel et alliages de nickel*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d267421b-5271-4b2b-b2ea-8ee726315431/iso-7529-1989>

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

Alliages de nickel — Dosage du chrome — Méthode par titrage potentiométrique avec le sulfate de fer(II) et d'ammonium

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode par titrage potentiométrique pour le dosage du chrome, à des teneurs comprises entre 1 % (m/m) et 25 % (m/m), dans les alliages de nickel qui ne contiennent pas de carbures de chrome insolubles, et dont la teneur en vanadium est inférieure à 0,2 % (m/m). Des compositions types de certains alliages de nickel sont indiquées dans l'annexe A.

Le vanadium qui peut être présent comme impureté dans l'alliage donne un biais positif. Toutefois, à un niveau de 0,2 % (m/m), ce biais est équivalent à 0,068 % (m/m) de chrome, ce qui est environ la moitié du facteur de reproductibilité de la méthode. Voir article 9.

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 385-1 : 1984, *Verrerie de laboratoire — Burettes — Partie 1 : Spécifications générales*.

ISO 648 : 1977, *Verrerie de laboratoire — Pipettes à un trait*.

ISO 1042 : 1983, *Verrerie de laboratoire — Fioles jaugées à un trait*.

ISO 5725 : 1986, *Fidélité des méthodes d'essai — Détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode d'essai normalisée par essais interlaboratoires*.

3 Principe

Mise en solution d'une prise d'essai dans un mélange d'acide nitrique-acide chlorhydrique et évaporation à fumées sulfuriques.

Mise en solution des sels dans l'eau et oxydation du chrome à la valence VI par le peroxydisulfate d'ammonium en utilisant le nitrate d'argent comme catalyseur.

Élimination de l'excès de peroxydisulfate par ébullition, et réduction du manganèse(VII) par l'acide chlorhydrique.

Dosage du chrome(VI) avec le sulfate de fer(II) et d'ammonium par la méthode potentiométrique de détermination du point final.

4 Réactifs

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

4.1 Acide chlorhydrique, $\rho_{20} = 1,18$ g/ml.

4.2 Acide chlorhydrique, $\rho_{20} = 1,18$ g/ml dilué 1 + 3.

4.3 Acide nitrique, $\rho_{20} = 1,41$ g/ml.

4.4 Acide sulfurique, $\rho_{20} = 1,83$ g/ml dilué 1 + 1.

4.5 Nitrate d'argent (AgNO_3), solution à 15 g/l.

4.6 Peroxydisulfate d'ammonium $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$.

4.7 Acide nitrique-acide chlorhydrique, mélange.

AVERTISSEMENT — Ce mélange d'acides est très corrosif et instable. Des gaz toxiques (chlore) sont libérés. Il doit être préparé sous une hotte et ne doit pas être conservé dans des récipients fermés.

Mélanger doucement 25 ml d'acide nitrique ($\rho_{20} = 1,41$ g/ml) et 75 ml d'acide chlorhydrique ($\rho_{20} = 1,18$ g/ml). Ce mélange n'est pas stable et doit être préparé juste avant l'emploi.

4.8 Dichromate de potassium, solution étalon, $c(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,100$ mol/l.

Dissoudre exactement 4,903 g de dichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 99,95 % de pureté minimale) préalablement séché à 105 °C pendant 1 h, dans 500 ml d'eau. Transvaser dans une fiole jaugée de 1 000 ml, diluer au volume avec de l'eau et homogénéiser.

4.9 Sulfate de fer(II) et d'ammonium, solution titrée, $c[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2] = 0,1 \text{ mol/l}$.

4.9.1 Préparation

Dissoudre 40 g de sulfate de fer(II) et d'ammonium hexahydraté $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ dans 400 ml d'eau. Ajouter graduellement et en brassant continuellement, 100 ml d'acide sulfurique dilué 1 + 1. Refroidir, transvaser dans une fiole jaugée de 1 000 ml, diluer au volume avec de l'eau et homogénéiser.

4.9.2 Étalonnage

À l'aide d'une burette, ajouter 40,0 ml de la solution de dichromate de potassium (4.8) à 200 ml d'eau dans un bécher de 400 ml de forme allongée. Ajouter 10 ml d'acide sulfurique dilué 1 + 1, 5 ml de la solution de nitrate d'argent (4.5) et 5 ml d'acide chlorhydrique dilué 1 + 3. Procéder au titrage potentiométrique de cette solution avec la solution de sulfate de fer(II) et d'ammonium suivant 7.2.

La concentration vraie c , de la solution de sulfate de fer(II) et d'ammonium, exprimée en moles de Fe par litre, est donnée par la formule

$$\frac{V_1}{V_2} \times 0,1$$

où

V_1 est le volume, en millilitres, de solution de dichromate de potassium, utilisé pour le titrage (= 40,0 ml);

V_2 est le volume, en millilitres, de solution de sulfate de fer(II) et d'ammonium, utilisé pour le titrage.

5 Appareillage

Matériel courant de laboratoire, et

5.1 Dispositif pour titrage potentiométrique

5.1.1 Électrode indicatrice, en platine brillant, dont la propriété et le poli élevé doivent être constamment maintenus. Elle doit être nettoyée par immersion dans l'acide nitrique (4.3) ou dans l'eau régale et par rinçage à l'eau avant l'emploi.

5.1.2 Électrode de référence, en argent-chlorure d'argent, en calomel ou en sulfate de mercure(I). Observer les instructions du fabricant pour l'entretien de ces électrodes.

5.1.3 Ensemble de titrage, constitué d'un bécher de 400 ml, de deux burettes de 50 ml conformes aux spécifications de l'ISO 385-1, classe A, et d'un agitateur magnétique.

5.1.4 Voltmètre électronique à impédance élevée : Normalement, un pH mètre peut servir de voltmètre. Les titrimètres automatiques commerciaux ou les potentiomètres à graphiques sont plus avantageux que les systèmes manuels, puisque la courbe de titrage est tracée et que le point final peut être évalué par interpolation de la courbe, au lieu du calcul effectué à partir de la première ou de la deuxième valeur dérivée. Voir 10.1.

5.2 Verrerie jaugée

5.2.1 Burette, d'une capacité de 50 ml, graduée en 0,1 ml, conforme aux spécifications de l'ISO 385-1, classe A.

5.2.2 Pipettes, à un trait, conformes aux spécifications de l'ISO 648, classe A.

5.2.3 Fioles jaugées, à un trait, conformes aux spécifications de l'ISO 1042, classe A.

6 Échantillonnage et préparation des échantillons

6.1 L'échantillonnage et la préparation des échantillons pour laboratoire doivent se faire par des méthodes agréées par les deux parties ou, en cas de litige, suivant les règles de la Norme internationale appropriée.

6.2 L'échantillon pour laboratoire se présente généralement sous la forme de copeaux de fraisage ou de perçage, et aucune préparation ultérieure n'est nécessaire.

6.3 Si l'on pense que l'échantillon pour laboratoire a été pollué par de l'huile ou de la graisse au cours du fraisage ou du perçage, on doit le nettoyer par lavage dans de l'acétone à haute pureté, suivi d'un séchage à l'air.

6.4 Si l'échantillon pour laboratoire contient des particules ou des morceaux de granulométrie de tailles différentes, la prise d'essai peut être obtenue par une méthode de division au diviseur à lames.

7 Mode opératoire

7.1 Préparation de la solution d'essai

7.1.1 Peser une prise d'essai contenant entre 20 mg et 80 mg de chrome suivant le tableau 1, et la transvaser dans un bécher de forme haute de 400 ml ou 600 ml de capacité.

Tableau 1 — Masse de l'échantillon à prélever

Teneur présumée en chrome % (m/m)	Masse de l'échantillon g	Justesse du pesage g
1 à 4	1,5 à 2,0	0,002
4 à 8	0,5 à 1,0	0,001
8 à 15	0,3 à 0,5	0,000 5
25 à 30	0,2 à 0,3	0,000 2

7.1.2 Ajouter 20 ml du mélange d'acide nitrique-acide chlorhydrique (4.7) et chauffer jusqu'à la mise en solution de l'échantillon. Si l'alliage résiste à la mise en solution, ajouter de l'acide chlorhydrique (4.1) par incréments de 1 ml et continuer à chauffer pour dissoudre l'échantillon. Dans le cas de certains

alliages, un mélange acide composé de 30 ml d'acide chlorhydrique et de 2 ml d'acide nitrique est plus efficace.

NOTE — Si l'échantillon pour laboratoire est constitué de grosses pièces, il est possible de prélever une prise d'essai de 1 g pour des teneurs en chrome supérieures à 10 % (m/m). Transvaser la solution dans une fiole jaugée de 100 ml; prélever, avec une pipette, une prise de 50 ml pour une teneur en chrome variant entre 10 % (m/m) et 15 % (m/m), ou une prise de 25 ml pour une teneur en chrome variant entre 15 % (m/m) et 30 % (m/m) et procéder suivant 7.1.3.

7.1.3 Ajouter 20 ml d'acide sulfurique dilué 1 + 1 (4.4) et évaporer jusqu'à dégagement de fumée. Refroidir légèrement, ajouter 100 ml d'eau chaude et faire bouillir jusqu'à la mise en solution du résidu.

7.1.4 Diluer la solution à 200 ml, ajouter un morceau de porcelaine poreuse ou une paillette pour ébullition et amener à ébullition. Ajouter 5 ml de la solution de nitrate d'argent (4.5) et 5 g de peroxydisulfate d'ammonium (4.6). Faire bouillir lentement pendant 15 min afin d'oxyder complètement le chrome en chrome(VI). Cette condition est indiquée par l'apparition d'une couleur rose qui persistera pendant environ 10 min si la teneur en manganèse de l'échantillon est importante. Dans le cas d'un échantillon à teneur très élevée en chrome et à basse teneur en manganèse, ajouter quelques gouttes de la solution de permanganate de potassium (10 g/l) afin d'obtenir l'indication de l'oxydation complète.

7.1.5 Ajouter 5 ml d'acide chlorhydrique dilué 1 + 3 (4.2) et continuer à faire bouillir pendant 5 min supplémentaires, au terme desquelles toute la couleur rose du permanganate devrait disparaître. Si la couleur du permanganate persiste encore, ajouter 5 ml d'acide chlorhydrique et faire bouillir pendant une autre période de 5 min. Répéter l'opération jusqu'à ce que la couleur du permanganate disparaisse complètement.

7.1.6 Refroidir la solution à la température ambiante et procéder au titrage potentiométrique avec le sulfate de fer(II) et d'ammonium (4.9) comme spécifié en 7.2.

7.2 Dosage

Placer le bécher contenant la prise d'essai sur l'agitateur du titrimètre (5.1). Y introduire l'électrode indicatrice (5.1.1) et l'électrode de référence (5.1.2) et les brancher au voltmètre électronique (5.1.4). Actionner l'agitateur et titrer avec la solution de sulfate de fer(II) et d'ammonium (4.9). Ajouter le réactif titré assez rapidement jusqu'à ce que l'on se rapproche du point final. Continuer le titrage par 0,1 ml ou par incréments d'une goutte et noter les valeurs relevées sur la burette, de même que la tension, lorsque la condition d'équilibre est atteinte pour chaque addition incrémentielle. Continuer le titrage au-delà du

point final. Déterminer le point final par interpolation ou à partir de la courbe de titrage (voir 10.1).

7.3 Essai à blanc

Effectuer un essai à blanc, parallèlement au dosage, en suivant le même mode opératoire, et en utilisant les mêmes réactifs que pour le dosage.

7.4 Nombre de dosages

Effectuer le dosage au moins en double.

8 Expression des résultats

8.1 Méthode de calcul

La teneur en chrome, exprimée en pourcentage en masse, est donnée par la formule

$$\frac{(V_3 - V_0) \times c \times 0,01733}{m} \times 100$$

où

V_0 est le volume, en millilitres, de la solution de sulfate de fer(III) et d'ammonium (4.9), utilisé pour l'essai à blanc;

V_3 est le volume, en millilitres, de la solution de sulfate de fer(III) et d'ammonium, utilisé pour le dosage;

c est la concentration vraie, exprimée en moles de $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ par litre, de la solution de sulfate de fer(II) et d'ammonium (4.9);

0,017 33 est la masse, en grammes, de chrome correspondant à 1,00 ml de solution de sulfate de fer(II) et d'ammonium, $c[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2] = 1,000 \text{ mol/l}$;

m est la masse, en grammes, de la prise d'essai.

8.2 Fidélité

8.2.1 Essais en laboratoire

Quatorze laboratoires de six pays ont participé aux essais inter-laboratoires des méthodes d'analyse des alliages de nickel. Dix de ces laboratoires ont remis une série complète de résultats aux fins de la présente Norme internationale. Six échantillons de la composition nominale indiquée au tableau 2 ont été analysés en double à différents jours.

Tableau 2 — Composition nominale des échantillons [% (m/m)]

Référence de l'échantillon	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Si	Ti
825	0,2	0,07	21	1,6	30	0,7	le reste	0,4	1,1
902	0,4	0,05	5	0,04	48	0,4	le reste	0,35	2,5
3 920	0,15	2	19	0,1	3	0,3	le reste	0,6	2,3
3 927	0,1	1	20	0,05	44	0,4	le reste	0,8	0,6
7 013	1,5	17	20	0,2	0,2	0,05	le reste	0,7	2,4
7 049	1	0,01	15	0,15	7	0,8	le reste	0,3	2,3

8.2.2 Analyse statistique

8.2.2.1 Les résultats du programme d'essais interlaboratoires ont été évalués selon l'ISO 5725, au moyen des résultats obtenus en double. Les données ont été analysées conformément aux tests de Cochran et de Dixon indiqués dans l'ISO 5725, afin de déterminer toute valeur statistiquement aberrante.

8.2.2.2 Suivant le principe du test de Cochran, une série de résultats est aberrante si la variance intralaboratoire est trop grande par rapport aux autres. Le test de Dixon permet de déterminer s'il y a un trop grand écart entre la moyenne d'un laboratoire et celle des autres. Les deux tests ont été effectués au niveau de probabilité de 95 %.

8.2.2.3 La répétabilité et la reproductibilité ont été calculées d'après l'ISO 5725 à un niveau de probabilité de 95 %. Les résultats de l'analyse statistique sont indiqués au tableau 3.

8.2.2.4 Pour l'échantillon 825, un laboratoire s'étant révélé aberrant aux deux tests de Cochran et de Dixon a été rejeté, et deux laboratoires aberrants au seul test de Cochran ont été rejetés également. Pour chacun des échantillons 3920 et 7049, un laboratoire a été rejeté après s'être révélé aberrant au test de Cochran. Toutefois, tous ces résultats pourraient être classifiés comme valeurs suspectes et n'auraient pas été rejetés au niveau d'essai moins critique indiqué dans l'ISO 5725.

9 Cas spéciaux: alliages contenant du vanadium

Le vanadium, s'il est présent dans un alliage, produit un biais positif dans les résultats du chrome. Le rapport, en poids milli-équivalent, du chrome au vanadium est de 0,340. Ainsi, si la teneur en vanadium est connue, il est possible d'apporter une correction en soustrayant la teneur en vanadium multipliée par 0,340, de la teneur en chrome. À un niveau de vanadium de 0,2 % (m/m), le facteur de correction est de 0,068 % (m/m), ce qui correspond à environ la moitié du facteur de reproductibilité de la méthode et n'est pas considéré significatif. Le vanadium dans les alliages de nickel peut être déterminé par spectrométrie d'absorption atomique de la flamme.

10 Notes sur le mode opératoire

10.1 Détermination du point final

10.1.1 L'évaluation de la fidélité et de la reproductibilité de la méthode potentiométrique de détermination du point final diffère de celle de la méthode visuelle normale, du fait que le titrage est habituellement effectué bien au-delà du point d'équi-

valence. La courbe de titrage classique en S indique un saut de tension dans le voisinage du point d'équivalence. Le point central de la partie abrupte de la courbe correspond normalement au point d'inflexion et, de ce fait, coïncide avec le point d'équivalence d'une courbe de titrage symétrique. Dans le cas d'une courbe de titrage asymétrique où le vrai point d'équivalence ne coïncide pas avec le point central, le changement de tension est ordinairement assez grand pour rendre l'erreur de titrage négligeable.

10.1.2 Les titrages potentiométriques manuels sont des procédés lents, du fait que la tension d'équilibre doit être établie et notée après chaque adjonction du réactif titré. Dans le voisinage du point d'équivalence, le réactif titré doit être ajouté par petits incréments et au moins trois mesures doivent être prises après l'observation d'un changement de tension important. Il est possible de déterminer le point final à partir des données consignées en traçant la courbe de titrage et en interpolant le point final de la partie abrupte de la courbe. Toutefois, il est souhaitable de calculer la première dérivée (dE/dV) qui présente un maximum au point d'équivalence. La valeur exacte du volume du point final peut être déterminée par le calcul de la deuxième dérivée de la tension, en termes de volume, qui doit être numériquement égale à zéro. Si des incréments égaux du réactif titré sont ajoutés juste avant et après le changement important de tension, il va sans dire que la deuxième fonction dérivée change de signe entre les deux adjonctions. Il est donc évident qu'elle est passée par zéro à un certain point qui est déterminé par interpolation.

10.1.3 Il est très avantageux d'utiliser les titrimètres automatiques qui enregistrent directement la courbe de titrage ou qui traitent les données sous forme numérique. Il est recommandé d'utiliser ces instruments aux fins de la présente Norme internationale.

11 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- la référence de la méthode utilisée;
- les résultats de l'analyse;
- le nombre de répétitions indépendantes;
- le compte rendu de tous les détails inhabituels relevés au cours de l'analyse;
- le compte rendu de toutes les opérations non prévues dans la présente Norme internationale ou considérées comme facultatives.

Tableau 3 — Résultats de l'analyse statistique [% (m/m)]

Référence de l'échantillon	Moyenne	Écart-type intralaboratoire	Écart-type interlaboratoire	Répétabilité	Reproductibilité
825	21,37	0,042	0,00	0,12	0,12
902	5,17	0,051	0,00	0,14	0,14
3 920	19,19	0,046	0,032	0,13	0,16
3 927	20,31	0,057	0,055	0,16	0,22
7 013	19,52	0,071	0,00	0,20	0,20
7 049	15,04	0,048	0,022	0,14	0,20

Annexe A (informative)

Exemples de composition de certains alliages de nickel

Les exemples de composition figurant dans le tableau A.1 ne doivent pas être interprétés comme des spécifications de compositions chimiques.

Tableau A.1 — Exemples de composition de certains alliages de nickel [% (m/m)]¹⁾

Alliage ²⁾	Al	B	C	Co ³⁾	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	P	S	Si	Ti	Autres
A	—	—	0,30	—	—	28,0 34,0	2,5	2,0	—	63,0 ⁴⁾	—	0,025	0,5	—	—
B	—	—	0,15	—	14,0 17,0	0,5	6,0 10,0	1,0	—	72,0 ⁴⁾	—	0,015	0,5	—	—
C	0,4 1,0	—	0,08	—	14,0 17,0	0,5	5,0 9,0	1,0	—	70,0 ⁴⁾	—	0,015	0,5	2,2 2,8	Nb plus Ta 0,7 à 1,2
D	0,2 0,8	0,006	0,08	—	17,0 21,0	0,3	Le reste	0,4	2,8 3,3	50,0 55,0	0,015	0,015	0,4	0,6 1,2	Nb plus Ta 4,7 à 5,5
E	0,15 0,60	—	0,10	—	19,0 23,0	0,7	Le reste	1,5	—	30,0 35,0	—	0,015	1,0	0,15 0,60	—
F	—	—	0,08 0,15	5,0	18,0 21,0	0,5	5,0	1,0	—	Le reste ⁴⁾	—	0,020	1,0	0,2 0,6	Pb 0,005
G	1,0 2,0	0,020	0,13	15,0 21,0	18,0 21,0	0,2	1,5	1,0	—	Le reste	—	0,015	1,0	2,0 3,0	Zr 0,15
H	4,5 4,9	0,003 0,010	0,12 0,17	18,0 22,0	14,0 15,7	0,2	1,0	1,0	4,5 5,5	Le reste	—	0,015	1,0	0,9 1,5	Zr 0,15
I	0,3 0,6	0,005	0,04 0,08	19,0 21,0	19,0 21,0	0,2	0,7	0,6	5,6 6,1	Le reste	—	0,007	0,4	1,9 2,4	Ti plus Al 2,4 à 2,8
J	—	—	0,02	1,0	1,0	—	2,0	1,0	26,0 30,0	Le reste ⁴⁾	0,040	0,035	0,1	—	—
K	1,2 1,6	0,003 0,010	0,02 0,10	12,0 15,0	18,0 21,0	0,1	2,0	1,0	3,5 5,0	Le reste	0,015	0,015	0,1	2,8 3,3	Zr 0,02 à 0,08
L	—	—	0,02	2,5	14,5 16,5	—	4,0 7,0	1,0	15,0 17,0	Le reste	0,040	0,035	0,08	—	V 0,35 W 3,0 à 4,5

1) Les valeurs individuelles sont des limites maximales, sauf pour le nickel où ce sont des minimums.

2) On a utilisé des lettres pour les alliages au lieu des appellations commerciales, en attendant la normalisation d'une désignation ISO neutre.

3) Lorsqu'aucune limite n'est fixée, la teneur maximale en cobalt est de 1,5 % (m/m).

4) Le cobalt compte dans certains alliages comme du nickel.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 7529:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d267421b-5271-4b2b-b2ea-8ee726315431/iso-7529-1989>

CDU 543.257.1 : 669.245 : 546.76

Descripteurs : nickel, alliage de nickel, analyse chimique, dosage, chrome, méthode potentiométrique.

Prix basé sur 5 pages
