

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
376B

1974

Deuxième complément à la CEI 376 (1971)

**Spécifications et réception de
l'hexafluorure de soufre neuf**

Article 26

Second supplement to IEC 376 (1971)

**Specification and acceptance of
new sulphur hexafluoride**

Clause 26



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 376B: 1994

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
376B

1974

Deuxième complément à la CEI 376 (1971)

**Spécifications et réception de
l'hexafluorure de soufre neuf**

Article 26

Second supplement to IEC 376 (1971)

**Specification and acceptance of
new sulphur hexafluoride**

Clause 26

© CEI 1974 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

J

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
26. Méthode du point de rosée	6
26.1 Domaine d'application	6
26.2 Principe de la méthode	6
26.3 Appareils pour la détermination du point de rosée	6
26.4 Appareillage	8
26.5 Mode opératoire	10
26.6 Calcul du point de rosée	12
26.7 Compte rendu	12
ANNEXE A — Données hygrométriques pour vapeur d'eau non contaminée	14
FIGURES	16

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60376B:1974

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
26. Dew point method	7
26.1 Scope	7
26.2 Principle of the method	7
26.3 Dew-point instruments	7
26.4 Apparatus	9
26.5 Method	11
26.6 Calculation of dew point	13
26.7 Reporting of results	13
APPENDIX A — Hygrometric data for uncontaminated water vapour	14
FIGURES	16

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60376B:1974

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DEUXIÈME COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 376 (1971)
Spécifications et réception de l'hexafluorure de soufre neuf

Article 26

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.

PREFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 10C: Diélectriques gazeux, du Comité d'Etudes N° 10 de la CEI: Diélectriques liquides et gazeux.

Elle forme le deuxième complément à la Publication 376 de la CEI: Spécifications et réception de l'hexafluorure de soufre neuf, et comprend l'article 26: Méthode du point de rosée.

Le premier projet fut diffusé en 1971. A la suite de la réunion tenue à Ljubljana en mai 1972, un projet définitif, 10C(Bureau Central)13, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1973.

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

Afrique du Sud (République d')
Australie
Belgique
Canada
Danemark
Espagne
Etats-Unis d'Amérique
France
Hongrie
Israël

Italie
Japon
Pays-Bas
Portugal
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SECOND SUPPLEMENT TO PUBLICATION 376 (1971)
Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride

Clause 26

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 10C, Gaseous Insulants, of IEC Technical Committee No. 10, Liquid and Gaseous Dielectrics.

It forms the second supplement to IEC Publication 376, Specifications and Acceptance of New Sulphur Hexafluoride, and contains Clause 26, Dew-point Method.

A first draft was circulated in 1971. As a result of the meeting held in Ljubljana in May 1972, a final draft, document 10C(Central Office)13, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1973.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Portugal
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
France	Sweden
Hungary	Turkey
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America

DEUXIÈME COMPLÈMENT À LA PUBLICATION 376 (1971)

Spécifications et réception de l'hexafluorure de soufre neuf

Article 26

Page 26

26. Méthode du point de rosée

Remplacer A l'étude par le texte suivant:

26.1 Domaine d'application

La présente recommandation décrit un appareillage simple et une méthode d'essai permettant de déterminer avec précision le point de rosée d'un diélectrique gazeux ou d'un autre gaz. En utilisant du CO₂ solidifié comme réfrigérant, on pourra mesurer des valeurs de point de rosée aussi basses que -60°C environ avec une précision de $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

26.2 Principe de la méthode

La température de condensation des impuretés dans un gaz, c'est-à-dire le point de rosée d'un gaz, est mesurée en faisant passer un prélèvement du gaz dans une cellule fermée où est exposée une surface (presque toujours un miroir métallique) dont la température est abaissée artificiellement de façon contrôlée. Lorsque la température de la surface est assez basse, les impuretés contenues dans le gaz, comme l'eau ou l'eau plus d'autres substances, se condensent sur la surface en formant une buée visible ou « rosée » ou encore, à basses températures, un « givre » cristallin. La température de la surface pour laquelle cette condensation reste stable, c'est-à-dire ne diminue ni augmente avec le temps, est, pour tous les cas rencontrés en pratique, le point de rosée du gaz. Mais il faut rappeler que, surtout pour des points de rosée bas comme il est normal d'en trouver avec les diélectriques gazeux, la température de point de rosée vraie, à laquelle la condensation est stable, est sensiblement plus élevée que la température à laquelle l'on observe le début de la condensation — la différence réelle dépendant de l'appareil de mesure utilisé et de nombreux autres facteurs — et que la température de première apparition ne peut être utilisée par elle-même pour déterminer le point de rosée.

Notes 1. — Le terme « point de rosée » sera utilisé pour les besoins de la présente recommandation, car il est d'usage courant en chimie et domaines connexes, sans considération du fait que le dépôt est une rosée ou un givre. Une terminologie différente est utilisée, par exemple dans les applications météorologiques.

2. — Comme cela a été rappelé plus haut, le point de rosée mesuré d'un gaz isolant n'est pas nécessairement une indication de sa teneur en humidité. Mais en certains cas il peut être commode de pouvoir disposer d'informations sur la concentration en eau pure correspondant à un point de rosée donné; dans ce but, l'annexe A donne des valeurs de pression de vapeur saturée, d'humidité absolue et de millièmes (ppm) en masse d'eau dans le SF₆, pour un condensat hydrique pur. Ces données indiquent la plus faible concentration d'eau pure qui peut exister pour un point de rosée donné.

26.3 Appareils pour la détermination du point de rosée

Les appareils de mesure actuels pour la détermination du point de rosée se rangent en deux catégories principales:

- a) Appareils automatiques. La plupart de ceux-ci sont construits de façon à surveiller la quantité de condensat au moyen d'une cellule photo-électrique, dont la sortie sert à commander la température du miroir afin de maintenir une quantité stable de condensat; la température du miroir devrait donc être automatiquement maintenue au point de rosée, qui peut être connu en mesurant la température du miroir avec un couple thermo-électrique, etc.
- b) Appareils manuels. Ces appareils font l'objet d'exécutions nombreuses et différentes avec la caractéristique commune d'avoir une commande manuelle du refroidissement du miroir en fonction de l'apparition ou de la disparition du condensat.

Note. — L'ISO/TC 125 prépare actuellement une recommandation qui présente un recueil général des prescriptions, différentes exécutions, difficultés d'emploi et précautions opératoires, etc., pour appareils de mesure de la température de condensation.

Les appareils automatiques actuels ont, en général, un prix élevé et, fréquemment, sont encombrants; néanmoins ils peuvent être utilisés pour les besoins de la présente recommandation à la condition qu'il ait été vérifié que la température du miroir est indiquée correctement.

SECOND SUPPLEMENT TO PUBLICATION 376 (1971) Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride

Clause 26

Page 27

26. Dew-point method

Replace Under consideration by the following text:

26.1 Scope

This recommendation describes a simple apparatus and a test procedure with which the dew point of an insulating or other gas may be accurately determined. Using solid CO_2 as a coolant values of dew point may be measured down to approaching -60°C with an accuracy of $\pm 1^\circ\text{C}$.

26.2 Principle of the method

The condensation temperature of the impurities in a gas, that is the dew point of a gas, is measured by passing a sample of the gas through a closed cell in which is exposed a surface (almost always a metal mirror) the temperature of which is lowered artificially in a controlled manner. When the temperature of the surface is low enough, impurities in the gas, such as water or water plus other substances, condense on the surface forming a visible mist or "dew" or, at low temperatures, a crystalline "frost". That surface temperature at which this condensation remains stable, that is, neither grows nor diminishes with time, is for all practical purposes the dew point of the gas. However, it must be emphasized that, particularly at low dew points such as are normal for electrical insulating gases, the true dew point temperature at which condensation is stable is significantly higher than the temperature at which condensation is first observed — the actual difference depending on the instrument used and upon many other factors — and the temperature of first appearance cannot be used by itself to determine the dew point.

Notes 1. — The term dew point will be used for present purposes since this is the common usage in chemical and similar contexts irrespective of whether the deposit is actually a dew or frost. Different terminology is used in, for example, meteorological applications.

2. — As already pointed out, the measured dew point of an insulating gas is not necessarily an indication of the water content. However, in some circumstances it may be convenient to have available data of the pure water concentration corresponding to a given dew point. For this purpose, Appendix A shows values of saturation vapour pressure, absolute humidity, and ppm by mass of water in SF_6 , for a pure water condensate. These data indicate the lowest concentration of pure water that can exist at a given dew point.

26.3 Dew-point instruments

Existing instruments for determining dew point fall into two broad categories:

a) Automatic instruments. Most of them are so constructed that the quantity of condensate is monitored by a photo cell, the output of which is used to control the mirror temperature so as to maintain a stable quantity of condensate; the mirror temperature should therefore be automatically held at the required dew point, which may be obtained by measuring the mirror temperature with a thermocouple, etc.

b) Manual instruments. These are made in numerous different designs, but have the common feature, that mirror cooling is controlled manually in response to the appearance or disappearance of condensate.

Note. — ISO/TC 125 is at present preparing a recommendation which will be a general survey of the requirements, different patterns, difficulties of use and operational precautions, etc., for condensation instruments.

Existing automatic instruments are generally expensive and often bulky; however, they can be used for present purposes, provided it is known that the mirror temperature is correctly indicated.

Les appareils manuels actuels sont difficiles d'emploi et des lectures erronées sont souvent obtenues aux points de rosée bas, ce qui impose l'utilisation de facteurs de correction.

L'appareillage décrit dans la présente recommandation a été mis au point en vue de subvenir à la nécessité d'un appareil à bon marché et utilisable sur place. Il permet d'éviter la plupart des difficultés opératoires, peut être facilement employé par du personnel disposant de l'expérience minimale, tout en donnant une bonne précision.

La figure 8, page 16, montre la cellule de point de rosée recommandée, sous forme schématique. (Les détails de montage, étanchéité, etc., qui peuvent varier d'un modèle à l'autre, sont omis.) Les caractéristiques essentielles de cette exécution sont les suivantes:

- a) Bien qu'il soit fait usage d'un thermomètre ordinaire à niveau sous verre, la température de la surface réfrigérée du miroir est mesurée avec précision en utilisant un alvéole thermométrique intégré à la masse isotherme sur laquelle le miroir est déposé.
- b) Cette conception assure une résistance thermique élevée entre le miroir réfrigéré et l'air ambiant, de façon que les pertes calorifiques vers le miroir soient faibles; cela permet de réaliser une température uniforme sur toute la surface du miroir et égale à la température de l'alvéole thermométrique.
- c) L'observation de la première apparition du condensat est pratiquée très facilement au moyen de deux caractéristiques de conception. Tout d'abord, le miroir réfrigéré, qui est un disque d'environ 1 cm de diamètre en cuivre nickelé poli, est entouré, sans solution de continuité sensible, par une surface de comparaison réfléchissante qui est toujours plus chaude que le miroir réfrigéré et reste donc exempte de condensation, en second lieu, un écran noir est disposé de manière que toutes les surfaces réfléchissantes apparaissent noires tant qu'aucun dépôt ne s'est produit. A cause de ces deux caractéristiques, lorsque le dépôt se produit, il apparaît sous forme d'un disque blanc, délimité sur un fond noir, que l'on peut observer nettement et immédiatement, même si l'on n'a pas l'expérience de l'appareil.

Cet appareil de mesure est conçu pour être réfrigéré par du CO_2 solidifié et de l'acétone; lorsque le mode d'emploi ci-dessous est suivi, l'appareil donne des résultats avec une précision meilleure que $\pm 1^\circ\text{C}$ pour des points de rosée d'environ -50°C et des résultats plus précis aux points de rosée plus élevés.

26.4 Appareillage

Cellule de point de rosée

Les caractéristiques essentielles de la cellule de point de rosée sont indiquées à la figure 8 et décrites au paragraphe 26.3.

Débitmètre

Un débitmètre permettant d'indiquer le débit du gaz essayé dans la gamme de 0,5 l/min à 2 l/min environ.

Note. — Le débitmètre du type à flotteur est le plus approprié, mais un compteur à gaz à sec et un chronomètre peuvent être utilisés en variante. Une haute précision n'est pas nécessaire; en fait, le débitmètre peut ne pas être utilisé, mais, comme il faut s'assurer de quelque manière que l'écoulement a lieu à une vitesse à peu près constante et proche de la valeur suggérée, un débitmètre approprié est fortement recommandé.

Dioxyde de carbone solide

Le CO_2 solidifié nécessaire pourra être acheté en blocs et brisé en morceaux comme requis pour l'emploi (le CO_2 en morceaux peut être conservé pendant quelques jours dans un vase de Dewar). En variante, on peut utiliser des dispositifs pour fabriquer des pastilles de CO_2 solide à partir de CO_2 en bouteille.

Mesure de température

Un thermomètre à niveau sous verre d'étendue appropriée est habituellement la méthode la plus commode pour mesurer la température dans le puits thermométrique de l'appareil de mesure du point de rosée. Les thermomètres devraient pouvoir mesurer des températures comprises entre la température ambiante et -60°C avec une précision d'au moins $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Il est essentiel que ces thermomètres soient étalonnés ou compensés pour des immersions de 3 cm (colonne à l'air libre) et que la graduation la plus basse soit au moins à 14 cm au-dessus de la base du bulbe; diamètre maximal du bulbe et de la tige: 7 mm.

Si cela est plus pratique, tout dispositif de mesure de la température, donnant dans le cas présent la même précision que ci-dessus, peut être utilisé en variante.

Existing manual instruments are difficult to use and erroneous readings are usually obtained at low dew points, which require the use of correction factors.

The instrument described in this recommendation has been developed to meet the need for an inexpensive instrument that can easily be used on site. It avoids most operational difficulties, is easily used by personnel with minimum experience and at the same time gives high accuracy.

Figure 8, page 16, shows the recommended dew-point cell in outline diagrammatic form. (Details of assembly, sealing, etc., which may vary from one pattern to another, are omitted.) The essential features of this design are as follows:

- a) Although an ordinary liquid-in-glass thermometer is used, the temperature of the cooled mirror surface is accurately measured by employing an appropriately designed thermometer pocket forming part of the isothermal mass on which the mirror is formed.
- b) The design ensures a high thermal resistance between the cooled mirror and the ambient air, so that leakage of heat to the mirror is small; this ensures that the mirror temperature is constant over its area and the same as the temperature of the thermometer pocket.
- c) Observation of first appearance of condensate is made very easy by two design features. Firstly, the cooled mirror, which is a disk about 1 cm in diameter made of polished nickel-plated copper, is surrounded without significant break of surface by a comparison mirror region which is always warmer than the cooled mirror and therefore remains free from condensation; secondly, a blackened screen is so arranged that all mirror surfaces appear black so long as no deposit is present. These two features ensure that when deposit appears it does so as a definite white disk on a black background, which is clearly and immediately observed even by those without previous experience of the instrument.

This instrument is intended to employ solid CO_2 in acetone as a coolant and, when used in accordance with the instructions below, gives accurate results better than $\pm 1^\circ\text{C}$ at dew points around -50°C , and more accurate results at higher dew points.

26.4 Apparatus

Dew-point cell

Essential features of the dew-point cell are shown in Figure 8, and described in Sub-clause 26.3.

Flowmeter

To indicate the flow of the tested gas in the range of 0.5 to 2 litres/minute approximately.

Note. — A float-type flowmeter is most suitable, but a *dry* gas meter and a watch or clock may be used instead. No great accuracy is required; indeed, the flowmeter can be dispensed with, but since some indication is needed that flow is taking place at an approximately constant rate and at about the suggested value, a suitable flowmeter is strongly recommended.

Solid carbon dioxide

A supply of solid CO_2 is needed. This may be purchased in blocks and broken up as required for use (the broken CO_2 may be kept for some days in a vacuum jar). Alternatively, devices are available for making solid CO_2 pellets from cylinders of CO_2 .

Temperature measurement

A liquid-in-glass thermometer of suitable range is usually the most convenient method of measuring the temperature in the thermometer well of the dew-point instrument. Thermometers should be available to enable temperatures between ambient and -60°C to be measured with an accuracy of at least $\pm 0.5^\circ\text{C}$. It is essential that these thermometers are calibrated or corrected for immersions of 3 cm (stem in ambient air) and that the lowest graduation is at least 14 cm from the base of the bulb; maximum diameter of bulb and stem: 7 mm.

Where more convenient, another temperature measuring device, which will measure temperatures in the present situation with the above accuracy, may be substituted.

26.5 Mode opératoire

Nettoyer la surface réfléchissante du vase, ainsi que l'intérieur et l'extérieur de l'enveloppe transparente, à l'aide d'un chiffon doux. Assembler la cellule en s'assurant que les bagues d'étanchéité ou rondelles sont propres et lubrifiées avec une trace de graisse aux silicones.

La figure 9, page 17, montre comment il est recommandé de raccorder l'appareillage. Le gaz s'écoule de la bouteille, si nécessaire à travers une vanne tout métal de réglage fin, et par une conduite d'échantillonnage comme celle qui est décrite à l'article 17.

De la conduite d'échantillonnage le gaz s'écoule dans la cellule et finalement au débitmètre. Le sens de l'écoulement à travers la cellule est sans importance. Relier un bout de tube en acier inoxydable ou polytétrafluoréthylène de 3 mm à 6 mm de diamètre et d'environ 50 cm de longueur à la sortie de la cellule sans vanne ou autre obstacle.

Notes 1. — La fonction de la longueur du tube de sortie est d'empêcher toute contamination du gaz dans la cellule par de la vapeur d'eau provenant de l'atmosphère extérieure. Ce tube peut sans inconvénient être le raccordement entre la cellule de point de rosée et le débitmètre.

2. — La méthode d'essai décrite dans la présente recommandation est conçue pour donner le point de rosée à pression atmosphérique et c'est pourquoi il ne doit pas y avoir d'obstacle dans le tube de sortie. Un débitmètre à flotteur pour mesurer le passage du gaz ne constitue pas un obstacle significatif et n'élèvera donc pas sensiblement la pression dans la cellule. Pour obtenir une plus grande précision, la pression atmosphérique sera notée; les plus grandes variations normales de cette pression (environ $\pm 10\%$) modifieront le point de rosée observé d'environ $\pm 1^\circ\text{C}$. Sous des conditions inhabituelles (par exemple haute altitude) la pression doit toujours être mesurée et indiquée en même temps que les résultats d'essai.

3. — La cellule peut convenir pour des essais à des pressions au-dessus de la pression atmosphérique; les instructions du constructeur devraient être consultées. Pour des essais à des pressions plus élevées, un manomètre et une vanne diaphragmée tout métal appropriés devraient être raccordés à la sortie de la cellule; s'assurer aussi que toutes les autres parties du système puissent supporter les pressions prévues.

Tous les joints de tuyauterie doivent être hermétiques et tout métal (par exemple du type à compression); en variante, les segments de tuyauterie peuvent être assemblés à bords jointifs, en utilisant un tube en polyéthylène ou en polytétrafluoréthylène suffisamment serré pour servir de manchon de raccordement.

Verser de l'acétone dans le vase intérieur de la cellule de point de rosée pour atteindre une profondeur de 3 cm à 5 cm (environ 20 ml). S'assurer qu'il ne pénètre pas d'acétone en quantité sensible dans l'espace compris entre les vases intérieur et extérieur. Introduire le thermomètre dans le puits thermométrique.

Noter que dans cette cellule se trouve une petite région de diamètre inférieur à 1 cm, sur le côté du vase qui est adjacent au puits thermométrique: c'est la seule région qui est réfrigérée; il s'agit du seul point où un dépôt se formera. Positionner la cellule sous un éclairage aussi bon que possible, de sorte que la région froide soit observée plus ou moins tangentiellement, l'œil étant approximativement au niveau de la cellule. Positionner ensuite l'écran tournant de façon que, du point d'observation, la surface du miroir réfléchisse la surface interne noircie de l'écran. Dans ces conditions, lorsqu'un dépôt se formera, la région froide paraîtra blanche sur le fond noir.

Faire passer le gaz à essayer dans la cellule. Un débit d'environ 2 l/min conviendra normalement pour des points de rosée de l'ordre de -40°C ou -50°C .

Notes 1. — Un débit plus faible peut être suffisant lorsque le point de rosée du gaz essayé est plus élevé; par exemple, un débit de 0,5 l/min environ est suffisant pour un point de rosée de 0°C .

2. — Chaque essai effectué conformément à la procédure indiquée dans la présente recommandation consomme habituellement entre 10 l et 40 l de gaz (à la pression atmosphérique) en supposant que toute la tuyauterie et la cellule soient sèches préalablement à l'essai. Un séchage étendu de l'appareillage peut être évité en maintenant chaque élément sec lorsqu'il n'est pas utilisé, par exemple en les scellant avec des tampons, capots, etc., conformément aux précautions normales pour l'exécution de mesures sous des conditions de basse humidité.

Lorsque le gaz s'est écoulé par la cellule pendant au moins 3 min à 5 min, laisser tomber dans le vase intérieur de petits morceaux de CO_2 solidifié tout en surveillant le thermomètre et la région froide. La température indiquée s'abaissera régulièrement jusqu'à ce que chaque fragment de CO_2 solidifié soit évaporé; ne pas placer de nouveau morceau de CO_2 dans le vase avant que le fragment précédent ait fait son effet. Poursuivre le refroidissement jusqu'à ce que la région froide commence à virer au blanc en raison d'un dépôt de condensat. Noter la température à laquelle cela se produit et ne plus ajouter de morceaux de CO_2 solidifié. Noter également la plus basse température atteinte.

Laisser la température s'élever de nouveau et noter la température à laquelle le dépôt a disparu complètement. Le point de rosée du gaz dans la cellule est compris entre cette température et celle à laquelle le dépôt commence à apparaître.

26.5 Method

Clean the mirror surface of the cup and the inside and outside of the transparent casing with a soft duster. Assemble the cell, making sure the sealing rings or washers are clean and lubricated with a trace of silicone grease.

Figure 9, page 17, shows how it is recommended to connect the apparatus. Gas flows from the gas cylinder, through an all-metal fine control valve, if necessary, and through a sampling line as described in Clause 17.

From the sample line, the gas flows through the dew-point cell and finally through the flowmeter. The direction of flow through the cell is unimportant. Connect at least half a metre of 3 mm to 6 mm bore, stainless steel or polytetrafluoroethylene tubing between the cell outlet and atmosphere, without valves or other restrictions.

Notes 1. — The purpose of the length of outlet tubing is to prevent any contamination of the gas in the cell with water vapour from the outside atmosphere. This length of tubing may most conveniently be the tubing that connects the dew-point cell to the flowmeter.

2. — The test method described in this recommendation is designed to obtain the dew point at atmospheric pressure, and it is for this reason that there must be no restriction in the outlet line. A float-type flowmeter suitable for measuring gas flow does not constitute a significant restriction and will thus not significantly raise the pressure in the cell. For greatest accuracy, the atmospheric pressure should be noted; normal maximum variation of atmospheric pressure (about $\pm 10\%$) will change the observed dew point by roughly $\pm 1^\circ\text{C}$. Under unusual (e.g. high altitude) conditions the pressure shall always be measured and reported together with the test results.

3. — The cell itself may be suitable for tests at pressures above atmospheric; the manufacturer's data should be consulted. For tests at such higher pressures, a suitable pressure gauge and all-metal throttle valve should be connected to the outlet of the cell, ensuring that all other parts of the system are also suitable for the proposed pressures.

All tubing joints shall be air-tight and of all-metal (e.g. compression) type; alternatively, lengths of tubing may be butt-jointed with the joint covered by a tightly-fitting sleeve of polyethylene or polytetrafluoroethylene.

Put acetone into the inner cup of the dew-point cell to a depth of 3 cm to 5 cm (about 20 ml). Take care that no significant amount of acetone enters the space between inner and outer cup. Insert the thermometer into the thermometer well.

Note that in this cell there is a spot rather less than 1 cm diameter on the side of the cup adjacent to the thermometer well, which is the only point that is cooled; this is the only point at which a deposit will form. Position the cell in as good a light as possible, so that the cold spot is observed approximately tangentially with the eye approximately level with the cell. Then position the rotatable screen so that from the observation point the mirror surface reflects the blackened inside surface of the screen. Under these conditions, when a deposit forms the cold spot will appear white against a black background.

Establish flow of the gas to be tested through the cell. A flow rate of roughly 2 l/min will normally be found suitable at dew points of the order of -40°C or -50°C .

Notes 1. — Should the gas tested have a higher dew point, a lower flow rate may be adequate; e.g. at a dew point of 0°C , about 0.5 l/min is sufficient.

2. — Each test made in accordance with the procedure given in this recommendation will usually consume between 10 l and 40 l of gas (at atmospheric pressure), assuming that all pipework and equipment is dry prior to the test. Possible extensive drying out of the equipment may be avoided by keeping each item dry when not in use, e.g. by sealing with bungs, caps, etc., in accordance with normal low-humidity practice.

After gas has been flowing through the cell for at least 3 min to 5 min, drop small pieces of solid CO_2 into the inner cup, keeping watch on the thermometer and on the cold spot. The temperature indicated will fall steadily until each piece of solid CO_2 has evaporated; do not put a further piece of CO_2 into the cup until the previous piece has had its effect. Continue cooling until the cold spot appears to turn white, due to a deposit of condensate. Note the temperature at which this occurs, and discontinue adding further solid CO_2 . Also note the lowest temperature reached.

Allow the temperature to rise again and note the temperature at which the deposit finally disappears. The dew point of the gas in the cell is between this temperature and the temperature at which deposit first appeared.

Ce résultat devrait être considéré comme une première mesure. De nouveaux essais devraient être exécutés en refroidissant la cellule de façon à réduire la température de 2 °C au plus à la fois jusqu'à ce qu'un dépôt soit observé; ensuite ne plus ajouter de CO₂ solidifié. A titre d'indication, un fragment de CO₂ solidifié de la taille d'un petit pois refroidira le vase de 1 °C à 2 °C environ. Ne pas agiter l'acétone.

Noter les températures t_1 , t_2 et t_3 conformément aux notes ci-dessous.

Température de première apparition, t_1

Dans la grande majorité des cas, la première apparition prend la forme d'une buée blanche recouvrant entièrement et simultanément toute la surface de la région froide, de sorte que cette région vire très soudainement au blanc. Cela se produit au-dessous du point de rosée correct; avec les débits de gaz cités, cela survient environ 0,5 °C à 1 °C au-dessous du point de rosée correct pour des points compris entre 0 °C et -20 °C, mais la différence devient progressivement plus importante au fur et à mesure que le point de rosée s'abaisse ultérieurement (à -40 °C on n'observe généralement pas de dépôt tant que le vase n'est pas à une température d'environ 3 °C au-dessous du point de rosée correct).

Température la plus basse atteinte, t_2

Par la technique de refroidissement graduel décrite ci-dessus, où le refroidissement est interrompu dès que t_1 est observée, la température du vase ne s'abaissera pas de plus de 0,5 °C à 1 °C au-dessous de la température à laquelle le dépôt commence à apparaître. La température s'élèvera ensuite progressivement. Pour des points de rosée au-dessous de -20 °C environ, le dépôt est particulièrement susceptible de passer d'une buée uniformément répandue à un treillis de très petits cristaux de givre; ne pas prendre ce phénomène pour la disparition du dépôt.

Température de disparition, t_3

Noter soigneusement la température à laquelle le dépôt disparaît entièrement. Si la procédure ci-dessus a été correctement suivie, cette température ne sera pas supérieure à la plus basse température atteinte (t_2) de plus de 6 °C à 8 °C.

26.6 *Calcul du point de rosée*

Le point de rosée est la moyenne entre la plus basse température atteinte t_2 et la température de disparition complète du dépôt t_3 .

Vérifier que la température de première apparition t_1 est une température suffisamment inférieure à cette valeur moyenne (conformément aux notes ci-dessus) et que le dépôt commence à disparaître à une température légèrement supérieure à cette valeur moyenne calculée.

Renouveler les essais pour vérifier qu'une valeur moyenne répétitive est atteinte (une répétabilité de $\pm 1,0$ °C est prévue).

Si une valeur répétitive n'est pas obtenue, purger le système à fond et procéder à une nouvelle série d'observations. Si une valeur répétitive n'est toujours pas obtenue et si le système est constitué avec les matériaux recommandés, une fuite peut être soupçonnée.

26.7 *Compte rendu*

Le compte rendu devrait comprendre:

- a) la moyenne des mesures valides;
- b) les valeurs de t_1 , t_2 et t_3 pour toutes les mesures valides;
- c) la pression atmosphérique.

This result should be regarded as a first trial run, and now that the required dew point has been roughly established, further readings should be made by re-cooling the cell. Cool the cell by not more than 2 °C at a time until a deposit is seen, then do not add further solid CO₂. For rough guidance, a piece of solid CO₂ about the size of a small pea will cool the cup by 1 °C to 2 °C. Do not stir the acetone.

Record temperatures t_1 , t_2 and t_3 in accordance with the notes below:

Temperature of first appearance, t_1

In the vast majority of cases, the first appearance takes the form of a white mist entirely and simultaneously covering the whole surface of the cold spot, so that the cold spot turns white quite suddenly. This occurs below the correct dew point; with the gas-flow rates quoted, it occurs about 0.5 °C to 1 °C below correct dew point for dew points between 0 °C and -20 °C, but the difference becomes progressively more important as the dew point falls even further (at -40 °C a deposit will not generally be first observed until the cup temperature is about 3 °C below correct dew point).

Lowest temperature reached, t_2

With the step-by-step cooling technique outlined above, where cooling is discontinued as soon as t_1 is observed, the cup temperature will not drop more than 0.5 °C to 1 °C below the temperature at which deposit is first observed. The temperature will then rise gradually. Particularly at dew points below about -20 °C, the deposit is likely to change from an overall apparent mist to a number of very small ice crystals; do not mistake this for the disappearance of the deposit.

Temperature of disappearance, t_3

Carefully note the temperature at which the deposit disappears entirely. If the above procedure has been correctly carried out, this will be not more than 6 °C to 8 °C above the lowest temperature reached (t_2).

26.6 Calculation of dew point

The dew point is calculated as the mean between the lowest temperature reached, t_2 , and the temperature of final complete disappearance of the deposit, t_3 .

Check that the temperature of the first appearance, t_1 , is an appropriate temperature below this mean value (in accordance with the above notes) and that the first visible decrease of deposit occurs at slightly above this calculated mean value.

Repeat the observations to check that a repeatable mean value is obtained (a repeatability of ± 1.0 °C is to be expected).

If a repeatable value is not obtained, purge the system thoroughly and make a new series of observations. If a repeatable value is still not obtained, and the system is made up of the recommended materials, a leak may be suspected.

26.7 Reporting of results

The report should include:

- a) the mean of valid measurements;
- b) the values of t_1 , t_2 and t_3 for each of the valid measurements;
- c) the atmospheric pressure.

ANNEXE A

APPENDIX A

DONNÉES HYGROMÉTRIQUES
POUR VAPEUR D'EAU NON CONTAMINÉE

HYGROMETRIC DATA
FOR UNCONTAMINATED WATER VAPOUR

Point de rosée Dew point °C	PVS (voir note 1) SVP (see Note 1)		HA (voir note 2) AH (see Note 2)	ppm en masse dans le SF ₆ (voir note 3) ppm by mass in SF ₆ (see Note 3)
	torr	mbar	g/m ³	
20	17.527	23.36	17.30	2 840
19	16.471	21.95	16.26	2 670
18	15.471	20.62	15.26	2 510
17	14.524	19.36	14.33	2 360
16	13.629	18.17	13.45	2 210
15	12.782	17.04	12.61	2 070
14	11.982	15.97	11.82	1 940
13	11.226	14.96	11.08	1 820
12	10.512	14.01	10.37	1 700
11	9.889	13.11	9.71	1 600
10	9.204	12.27	9.09	1 490
9	8.606	11.47	8.49	1 400
8	8.041	10.72	7.93	1 300
7	7.510	10.01	7.41	1 220
6	7.010	9.34	6.91	1 140
5	6.540	8.72	6.45	1 060
4	6.097	8.13	6.01	989
3	5.682	7.57	5.60	922
2	5.291	7.05	5.22	858
1	4.925	6.56	4.86	799
0	4.581	6.11	4.52	743
-1	4.219	5.62	4.16	684
-2	3.880	5.17	3.83	629
-3	3.565	4.75	3.53	577
-4	3.280	4.37	3.25	532
-5	3.010	4.01	2.97	488
-6	2.765	3.68	2.73	448
-7	2.531	3.37	2.50	410
-8	2.322	3.09	2.29	376
-9	2.128	2.84	2.09	344
-10	1.945	2.59	1.92	316
-11	1.782	2.37	1.76	289
-12	1.630	2.17	1.61	264
-13	1.486	1.98	1.47	240
-14	1.359	1.81	1.34	221
-15	1.239	1.65	1.22	201
-16	1.130	1.51	1.11	183
-17	1.029	1.37	1.01	167
-18	0.936	1.25	0.922	152
-19	0.851	1.13	0.839	138
-20	0.774	1.03	0.763	125
-21	0.703	0.94	0.693	114
-22	0.638	0.85	0.629	103
-23	0.578	0.77	0.570	94
-24	0.524	0.70	0.516	85
-25	0.479	0.64	0.467	78
-26	0.429	0.57	0.423	70
-27	0.388	0.52	0.382	63
-28	0.350	0.47	0.345	57
-29	0.316	0.42	0.311	51

Point de rosée Dew point °C	PVS (voir note 1) SVP (see Note 1)		HA (voir note 2) AH (see Note 2)	ppm en masse dans le SF ₆ (voir note 3) ppm by mass in SF ₆ (see Note 3)
	torr	mbar	g/m ³	
-30	0.286	0.38	0.281	46
-31	0.256	0.34	0.253	41
-32	0.231	0.31	0.228	37
-33	0.208	0.28	0.205	34
-34	0.137	0.25	0.187	30
-35	0.168	0.22	0.165	27
-36	0.150	0.20	0.148	24
-37	0.134	0.18	0.133	22
-38	0.121	0.16	0.119	20
-39	0.108	0.14	0.106	17
-40	0.0962	0.128	0.094(8)	16
-41	0.0858	0.114	0.084(7)	14
-42	0.0766	0.102	0.075(4)	12
-43	0.0681	0.091	0.067(2)	11
-44	0.0607	0.081	0.059(8)	10
-45	0.0540	0.072	0.053(2)	8.7
-46	0.0479	0.064	0.047(2)	7.8
-47	0.0425	0.057	0.041(9)	6.9
-48	0.0377	0.050	0.037(1)	6.1
-49	0.0333	0.044	0.032(9)	5.4
-50	0.0295	0.039	0.029(1)	4.8
-51	0.0261	0.035	0.025(7)	4.2
-52	0.0222	0.030	0.022(7)	3.6
-53	0.0203	0.027	0.020(0)	3.3
-54	0.0178	0.024	0.017(6)	2.9
-55	0.0157	0.021	0.015(5)	2.5
-56	0.0138	0.018	0.013(6)	2.2
-57	0.0121	0.016	0.011(9)	2.0
-58	0.0106	0.014	0.010(4)	1.7
-59	0.0094	0.012	0.009(1)	1.5
-60	0.0081	0.011	0.008(0)	1.3

Notes 1. — PVS = Pression de vapeur saturante. Les valeurs correspondant aux points de rosée de 20 °C, 10 °C et 0 °C sont conformes aux valeurs moyennes des Tables internationales de base pour la vapeur (1963), les valeurs intermédiaires étant conformes à l'interpolation de Bain (Tables de vapeur des laboratoires techniques nationaux, 1964). Les valeurs inférieures à 0 °C proviennent des Tables météorologiques du Smithsonian Institution, 6^e édition, 1951, et se rapportent à des conditions sur givre.

2. — HA = Humidité absolue. La valeur indiquée est la masse de vapeur d'eau par unité de volume correspondant au point de rosée mesuré sur un échantillon prélevé dans ce volume, dans l'hypothèse que a) l'échantillon est à la même pression que ce volume et que b) ce volume pour prélèvement est à 20 °C.

3. — ppm = parties par million. La teneur en humidité du SF₆, exprimée en ppm en masse, est égale à 162,2 × PVS. PVS est exprimée en torr et la pression totale est posée égale à 760 torr.

Notes 1. — SVP = Saturated Vapour Pressure. Values corresponding to dew points of 20 °C, 10 °C and 0 °C agree with the mean values in the International Skeleton Steam Tables (1963), intermediate values being in accordance with Bain's interpolation (National Engineering Laboratory Steam Tables, 1964). Values below 0 °C are from the Smithsonian Meteorological Tables, 6th Edition, 1951, and refer to conditions over ice.

2. — AH = Absolute Humidity. The value shown is the mass of water vapour contained in unit volume corresponding to the observed dew point of a sample taken from that volume. It is assumed a) that the sample is at the same pressure as that volume, and b) that the volume from which the sample was taken is at 20 °C.

3. — ppm = Parts per million. The water vapour content of SF₆, expressed in ppm by mass, is equal to 162.2 × SVP where SVP is in torr, assuming the total pressure is 760 torr.