NORME INTERNATIONALE

ISO 6145-5

Deuxième édition
2009-11-01

Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques —

Partie 5: Dispositifs d'étalonnage par capillaires

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods —

Part 5: Capillary calibration devices

ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d36d7460-256b-44ad-a160-53573a75394f/iso-6145-5-2009

Numéro de référence
ISO 6145-5:2009(F)

© ISO 2009

PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d36d7460-256b-44ad-a160-53573a75394f/iso-6145-5-2009

DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2009

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos iv

1 Domaine d'application 1

2 Références normatives 1

3 Principe 1

4 Appareillage 2
4.1 Système de mélange à deux capillaires 2
4.1.1 Montage 2
4.1.2 Appareillage 3
4.1.3 Mode opératoire 3
4.2 Dispositifs à capillaires multiples utilisant des séparateurs de gaz 4
4.2.1 Montage d'un séparateur de gaz 4
4.2.2 Séparateurs de gaz comprenant une combinaison de capillaires non identiques 4
4.2.3 Séparateurs de gaz comprenant une combinaison de capillaires identiques 5
4.2.4 Fonctionnement d'un séparateur de gaz à capillaires identiques 6
4.2.5 Détermination des débits 6

5 Expression des résultats 7
5.1 Fraction volumique 7
5.2 Sources d'incertitudes 8
5.2.1 Température 8
5.2.2 Viscosité 8
5.2.3 Pression 8
5.2.4 Géométrie des tubes capillaires 8
5.3 Vérification du système de mélange/séparateur de gaz 8
5.4 Détermination des incertitudes 9

Annexe A (informative) **Exemple numérique** 10

Annexe B (informative) **Dérivation de la formule de l'incertitude composée de** K 13

Bibliographie 14

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d36d7460-256b-44ad-a160-53573a7539df/iso-6145-5-2009

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée 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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

L'ISO 6145-5 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 158, *Analyse des gaz*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6145-5:2001) qui a fait l'objet d'une révision technique. Certains paragraphes (Mode opératoire et Calculs, par exemple) ont été séparés d'autres articles étroitement liés et la lisibilité est améliorée du fait du rapprochement de ces paragraphes. Les parties portant sur le principe et la vérification ont été clarifiées et séparées, la section portant sur l'incertitude a été vérifiée et mise à jour et l'Annexe A a été révisée. Une dérivation du calcul de l'incertitude-type composée a été ajoutée à titre d'information en tant qu'Annexe B.

ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/7f0c2c71-1e0d-4a0d-a0f0-5e5f0a1b0d4d/iso-6145-5-2009

L'ISO 6145 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques*:

— *Partie 1: Méthodes d'étalonnage*

— *Partie 2: Pompes volumétriques*

— *Partie 4: Méthode continue par seringue d'injection*

— *Partie 5: Dispositifs d'étalonnage par capillaires*

— *Partie 6: Orifices critiques*

— *Partie 7: Régulateurs thermiques de débit massique*

— *Partie 8: Méthode par diffusion*

— *Partie 9: Méthode par saturation*

— *Partie 10: Méthode par perméation*

— *Partie 11: Génération électrochimique*

L'ISO 6145-3, intitulée *Injections périodiques dans un flux gazeux*, a été annulée.

 © ISO 2009 – Tous droits réservés

Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques —

Partie 5: Dispositifs d'étalonnage par capillaires

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 6145 fait partie d'une série de Normes internationales qui traitent des diverses méthodes volumétriques dynamiques utilisées pour la préparation des mélanges de gaz d'étalonnage. La présente partie spécifie une méthode de production continue de mélanges de gaz d'étalonnage à partir de gaz purs ou de mélanges de gaz, utilisant des dispositifs capillaires en combinaisons simples ou multiples (séparateurs de gaz).

Les systèmes par capillaires simples peuvent être utilisés pour obtenir des mélanges de gaz dont la fraction volumique du constituant minoritaire se situe dans la plage allant de 10^{-8} à 0,5.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

L'incertitude élargie relative de cette technique est inférieure à ±2 % ($k = 2$). Cette application est utilisée dans les installations de mélanges de gaz industriels pour la production d'atmosphères gazeuses spécifiques.

ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d36d7460-7b6b-44ad-a161-53573a75394f/iso-6145-5-2009

Des séparateurs de gaz peuvent être utilisés pour diviser les mélanges de gaz préparés à partir de gaz ou de mélanges de gaz en proportions contrôlées en volume. Ces dispositifs sont capables de dilutions de l'ordre de 0,000 5 à 0,9 en fraction volumique de la concentration gazeuse initiale, avec une répétabilité relative meilleure que 0,5 %.

La traçabilité des mélanges de gaz obtenus à l'aide d'un séparateur de gaz est obtenue par comparaison d'un mélange avec des mélanges de gaz raccordés à des étalons de gaz nationaux ou internationaux. Un exemple est donné à l'Annexe A.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 6143, *Analyse des gaz — Méthodes comparatives pour la détermination et la vérification de la composition des mélanges de gaz pour étalonnage*

ISO 6145-1, *Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques — Partie 1: Méthodes d'étalonnage*

3 Principe

Un débit constant de gaz, sortant d'un tube capillaire soumis à une chute de pression constante, est ajouté à un débit contrôlé de gaz de complément. Le gaz de complément peut être issu d'un autre tube capillaire.

© ISO 2009 – Tous droits réservés

Les capillaires appropriés sont choisis en fonction de leur capacité à acheminer au débit voulu les gaz dans la chambre de mélange. Avec un capillaire approprié, le débit requis est obtenu en réglant la chute de pression dans le capillaire.

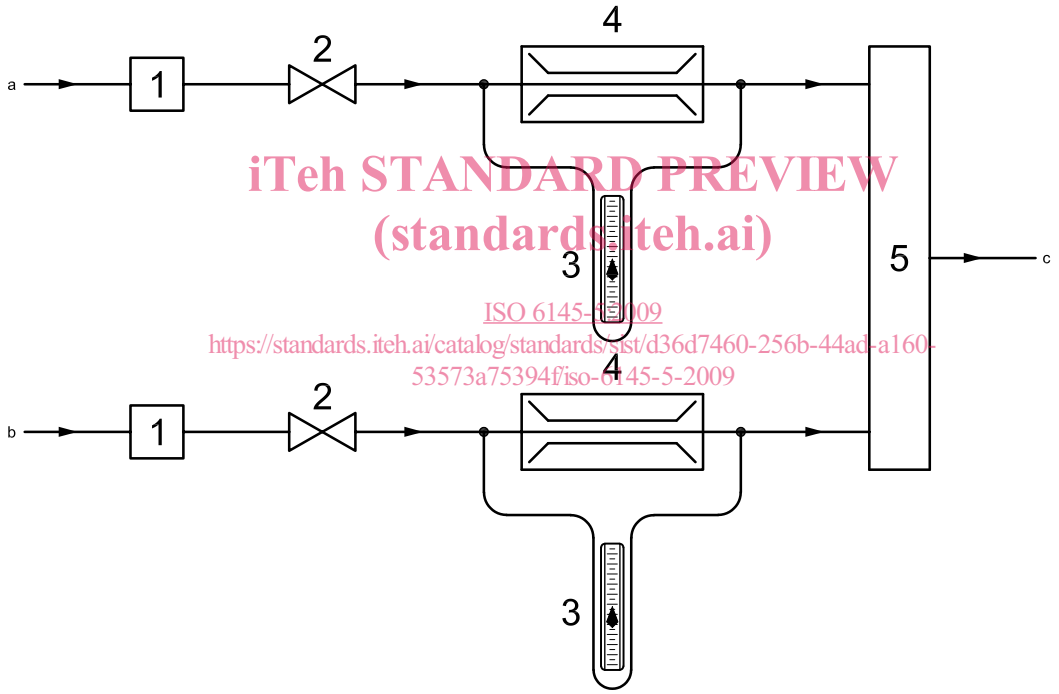
Des unités disponibles dans le commerce, constituées de plusieurs tubes capillaires, sont appelées séparateurs de gaz. Ils contiennent des combinaisons de capillaires et peuvent être utilisés pour diluer les gaz purs ou les mélanges de gaz d'étalonnage avec un gaz de complément, créant ainsi de nouveaux étalons.

4 Appareillage

4.1 Système de mélange à deux capillaires

4.1.1 Montage

La Figure 1 représente un montage possible pour réaliser un système de mélange de gaz utilisant deux tubes capillaires, c'est-à-dire un système à deux capillaires.



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d36d7460-256b-44ad-a160-53573a75394f/iso-6145-5-2009

Légende

1 détendeur à double détente
2 vanne de réglage fin
3 manomètre à pression différentielle
4 capillaire
5 chambre de mélange

[a] Gaz A.
[b] Gaz de complément.
[c] Mélange de gaz.

Figure 1 — Système de mélange à deux capillaires

© ISO 2009 – Tous droits réservés

4.1.2 Appareillage

4.1.2.1 **Capillaires**, chacun d'eux alimenté en gaz par une bouteille munie d'un détendeur double détente, d'un filtre et d'une vanne de réglage fin.

4.1.2.2 **Détendeur double détente**, muni de vannes de réglage fin.

4.1.2.3 **Manomètre différentiel**, capable de mesurer la chute de pression dans le capillaire.

4.1.2.4 **Chambre de mélange**, alimentée par le débit de chaque capillaire et dans laquelle le mélange se produit pour fournir en sortie le mélange de gaz d'étalonnage.

4.1.2.5 **Filtres**, pour filtrer les constituants gazeux, empêchant ainsi l'obstruction des capillaires.

4.1.2.6 **Thermostat** (facultatif), pour maintenir constante la température dans les capillaires. Les variations de température peuvent modifier de façon significative la viscosité du constituant gazeux passant dans le capillaire. Pour obtenir une précision élevée, il est nécessaire d'avoir un contrôle thermostatique des capillaires. Un contrôle thermostatique avec une chemise d'eau à ±1 °C limite à ±2 % au maximum les variations de fractions volumiques dans le mélange final.

4.1.3 Mode opératoire

4.1.3.1 Fonctionnement

Ouvrir les bouteilles de gaz et ajuster les détendeurs double détente à une valeur de pression de sortie d'environ 200 kPa. Ouvrir les vannes permettant des réglages fins pour créer dans les capillaires la chute de pression nécessaire aux débits désirés. La chute de pression requise peut être estimée en utilisant l'Équation (1) modifiée, en 4.1.3.2.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3d53f40-256b-4fad-b401-52573e752d8f/iso-6145-5-2009

L'exactitude du mélange produit à tout moment est principalement affectée par la stabilité des débits de chaque constituant. Ces débits peuvent être estimés en observant, sur les manomètres, les variations de pression différentielle appliquées à chaque capillaire.

4.1.3.2 Détermination du débit du capillaire

Le débit volumique q_A du gaz A sortant d'un capillaire peut s'exprimer approximativement comme suit:

$$q_A = \frac{\pi r^4 (p_1 - p_2)}{8 \eta L} \tag{1}$$

où

r est le rayon du tube capillaire;

p_1 est la pression à l'entrée du capillaire;

p_2 est la pression à la sortie du capillaire;

η est la viscosité dynamique du gaz à la température d'utilisation;

L est la longueur du tube capillaire.

© ISO 2009 – Tous droits réservés

Pour un capillaire donné, l'Équation (1) peut être simplifiée par l'utilisation d'un facteur d'étalonnage individuel. Pour le déterminer, on fait passer le flux gazeux de l'un des capillaires à travers un débitmètre d'exactitude connue. De plus, les indications de pressions différentielles nécessaires à l'obtention d'une fourchette de débits sont relevées. Une courbe d'étalonnage est tracée en indiquant les différences de pression ($p_1 - p_2$) en fonction des débits. Le gradient de cette courbe représente le facteur d'étalonnage individuel K pour le gaz spécifié.

$$q_A = K_A (p_1 - p_2)_A$$
$$q_A = K_A \Delta p_A \qquad (2)$$

où

K_A est un facteur individuel correspondant au gaz A;

Δp_A est égal à ($p_1 - p_2$) à travers le capillaire.

Dans la pratique, il est conseillé de déterminer le débit à l'aide d'un facteur d'étalonnage car cela permet de mettre en évidence plusieurs influences, notamment la viscosité des gaz et les variations de température.

4.2 Dispositifs à capillaires multiples utilisant des séparateurs de gaz

4.2.1 Montage d'un séparateur de gaz

Pour les séparateurs de gaz, plusieurs tubes capillaires sont combinés. Ces combinaisons doivent être réalisées conformément au système représenté à la Figure 1 ou conformément aux systèmes illustrés aux Figures 2 et 3. Dans le premier cas, la différence de pression est contrôlée individuellement pour chaque capillaire, alors que dans les deux autres cas les différences de pression sont égales pour tous les capillaires.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a5b7e7f1-f8b3-29b6-9fad-4f60-
b3f8d5b5941f/iso-6145-5-2009

Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 6145, les séparateurs de gaz sont des systèmes où la différence de pression est la même pour tous les tubes capillaires inclus. Généralement, ces séparateurs de gaz peuvent être divisés en deux groupes:

a) les séparateurs de gaz comprenant une combinaison de capillaires non identiques (4.2.2);

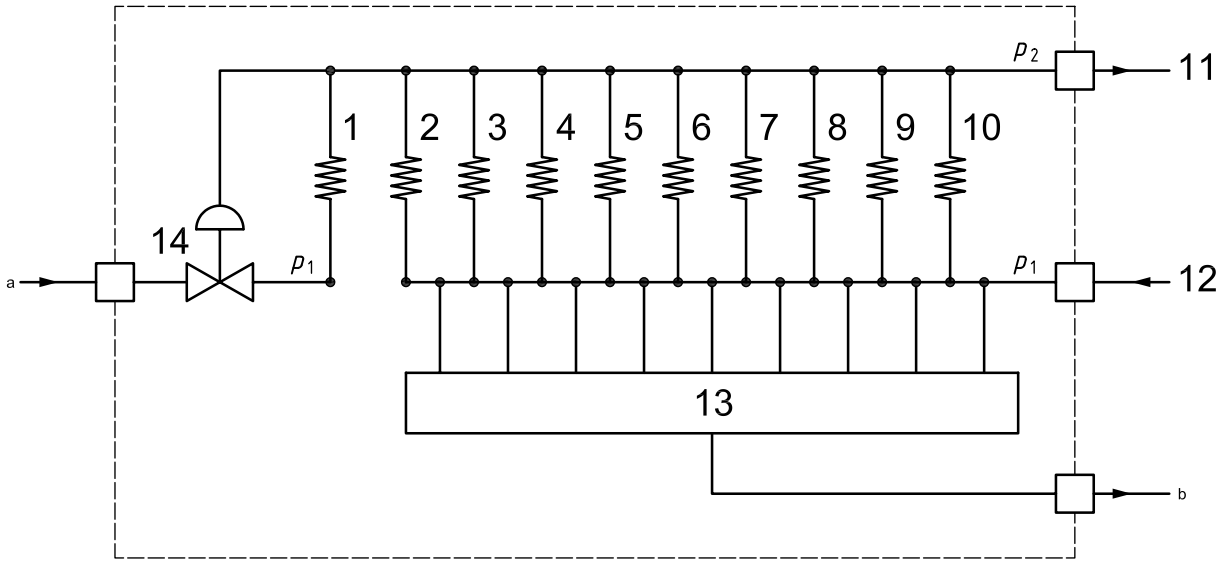
b) les séparateurs de gaz comprenant une combinaison de capillaires identiques (4.2.3).

4.2.2 Séparateurs de gaz comprenant une combinaison de capillaires non identiques

Les séparateurs de gaz à capillaires non identiques sont des combinaisons de plus de deux capillaires de longueurs et de diamètres différents, et par conséquent de débits différents (voir Figure 2). Habituellement, un capillaire est utilisé pour le gaz de dilution (tube capillaire 1 à la Figure 2) et le constituant gazeux passe par un autre capillaire (tube capillaire 2 à la Figure 2) ou une combinaison d'autres capillaires.

En fonctionnement, les pressions des constituants gazeux et du gaz de dilution doivent être réglées par des détendeurs extérieurs.

 © ISO 2009 – Tous droits réservés



Légende

1 capillaire de gaz de dilution

2 à 10 capillaires de constituant gazeux

11 mélange généré

12 constituant gazeux, fraction volumique, φ_0

13 vanne de sélection

14 détendeur

a Gaz de dilution.

b Rejet gazeux.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d36d7460-256b-44ad-a160-
5597fa7559ff/iso-6145-5-2009

Figure 2 — Principe de fonctionnement

Pour augmenter la plage du facteur de dilution, un capillaire supplémentaire peut être installé et, si nécessaire, commuté en parallèle avec le premier. En choisissant les capillaires dans lesquels s'écoule le constituant gazeux, on peut obtenir au moins 9 niveaux de dilution lorsque ces capillaires sont utilisés individuellement. L'utilisation de leurs combinaisons peut permettre d'obtenir des facteurs de dilution de 10 à 2 000. Ces «capillaires de constituants gazeux» peuvent être de conception identique ou différente.

Les débits des capillaires individuels sont déterminés conformément à 4.1.3.2. Pour déterminer ou pour vérifier les facteurs de dilution respectifs, il suffit d'effectuer la comparaison pour un mélange obtenu en utilisant chaque capillaire.

4.2.3 Séparateurs de gaz comprenant une combinaison de capillaires identiques

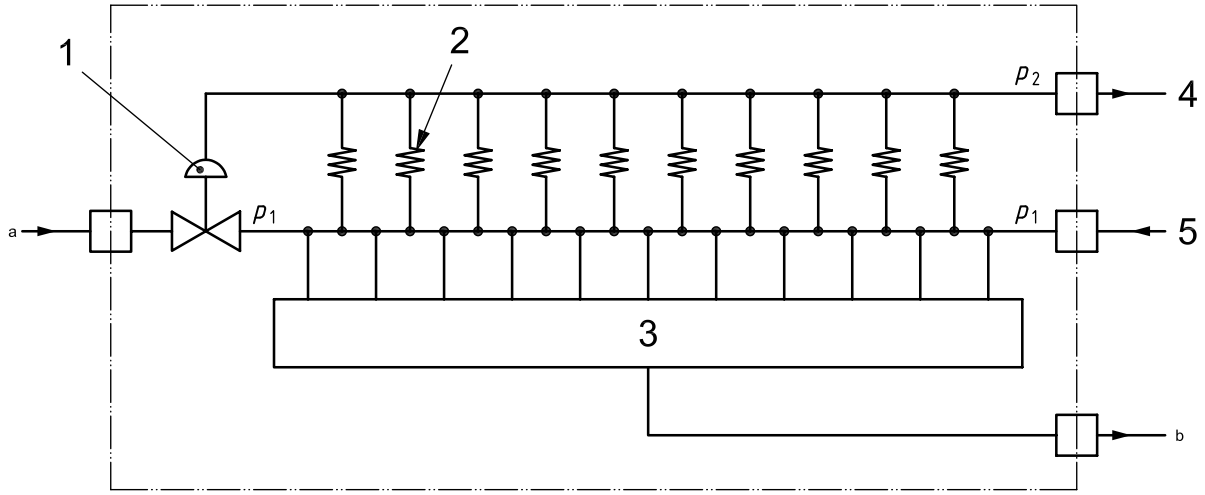
Un tel séparateur de gaz comprend une combinaison de tubes capillaires ayant exactement la même longueur et le même diamètre. Chaque tube présente une même résistance à l'écoulement à condition que les gaz aient sensiblement la même viscosité et que la pression dans les capillaires soit constante.

La plupart des séparateurs de gaz fonctionnent avec un sélecteur solénoïde permettant de sélectionner différents capillaires et donc de faire varier les fractions volumiques du gaz séparé.

Les débits du constituant gazeux et du gaz de dilution doivent être contrôlés par les tubes capillaires puis mélangés pour générer le gaz qui est divisé. La fraction volumique du gaz généré est déterminée par les débits du constituant gazeux et du gaz de dilution.

Dans l'exemple donné à la Figure 3, le séparateur de gaz compte 10 capillaires identiques.

© ISO 2009 – Tous droits réservés



Légende

1 détendeur
2 capillaire
3 vanne de sélection
4 mélange généré
5 constituant gazeux, fraction volumique, φ_0

a Gaz de dilution.
b Rejet gazeux.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Figure 3 — Séparateur de gaz à capillaires identiques

4.2.4 Fonctionnement d'un séparateur de gaz à capillaires identiques

ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d36d7460-256b-44ad-a160-
3e6579d52b48/iso-6145-5-2009

Le constituant gazeux ou le gaz de dilution s'écoule en continu dans les m capillaires (10 capillaires dans les exemples donnés aux Figures 2 et 3). En choisissant le nombre total de capillaires dans lesquels s'écoulent le constituant gazeux et le gaz de dilution, on peut obtenir $(m + 1)$ niveaux de dilution allant de 0 à m, dans le système. Étant donné que les caractéristiques d'écoulement des m capillaires sont identiques, tout changement externe les affecte tous de manière identique. Par conséquent, la sélection de différents capillaires contrôlant l'écoulement du constituant gazeux et du gaz de dilution, pour donner une fraction volumique requise, se fait sans tenir compte des variations de température et de pression atmosphérique. En fonctionnement, les pressions des constituants gazeux et du gaz de dilution doivent être réglées par des détendeurs extérieurs.

4.2.5 Détermination des débits

Pour les séparateurs de gaz à capillaires non identiques, chaque capillaire doit être étalonné selon la méthode indiquée en 4.1.3.2.

Pour les séparateurs de gaz à capillaires identiques, le débit dans chaque capillaire est déterminé comme le quotient du débit global par le nombre total de capillaires du séparateur de gaz.

$$q = \frac{q_{\text{all}}}{m} \tag{3}$$

où

q est le débit dans chaque capillaire;

m est le nombre total de capillaires du séparateur de gaz;

q_{all} est le débit total dans tous les capillaires du séparateur de gaz.

 © ISO 2009 – Tous droits réservés

Le débit total dans tous les capillaires, q_{all}, est déterminé par:

$$q_{all} = K \cdot (p_1 - p_2) = K \cdot \Delta p \tag{4}$$

où K est un facteur d'étalonnage dépendant de la température et du constituant gazeux, déterminé selon les modes opératoires décrits en 4.1.3.2. Cela implique les facteurs d'étalonnage individuels des tubes capillaires et les écarts de chaque capillaire par rapport à la moyenne.

Le débit volumique q_A du gaz A sortant d'un séparateur de gaz peut s'exprimer approximativement comme suit:

$$q_A = n \cdot q \tag{5}$$

où

q_A est le débit du constituant gazeux A;

n est le nombre de capillaires dans lesquels passe le constituant gazeux A.

Le débit volumique q_B du gaz de complément B s'exprime approximativement comme suit:

$$q_B = (m - n) \cdot q \tag{6}$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5 Expression des résultats

NOTE Toutes les expressions de l'incertitude présentées sont conformes au Guide ISO/CEI 98-3 (GUM)[1].

ISO 6145-5:2009
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d36d7460-256b-44ad-a160-53573a75394f/iso-6145-5-2009

5.1 Fraction volumique

La fraction volumique du constituant A, φ_A, est définie par l'équation:

$$\varphi_A = \frac{q_A}{\sum q} \tag{7}$$

où

φ_A est la fraction volumique du constituant gazeux dans le mélange de gaz obtenu;

q est le débit du constituant gazeux et du gaz de complément.

En cas d'utilisation de pré-mélanges, le résultat est:

$$\varphi_A = \frac{q_A \cdot \varphi_{A0}}{\sum q} \tag{8}$$

où φ_{A0} est la fraction volumique du gaz A dans le constituant gazeux avant mélange.

© ISO 2009 – Tous droits réservés