

## Projet de résolution A

### Sur la révision du Système international d'unités (SI)

La Conférence générale des poids et mesures (CGPM), à sa 26<sup>e</sup> réunion,

#### considérant

- qu'il est essentiel de disposer d'un Système international d'unités (SI) uniforme et accessible dans le monde entier, pour le commerce international, l'industrie de haute technologie, la santé humaine et la sécurité, la protection de l'environnement, les études sur l'évolution du climat, ainsi que la science fondamentale qui étaye tous ces domaines,
- que les unités du SI doivent être stables sur le long terme, auto-cohérentes et réalisables dans la pratique, en étant fondées sur la description théorique actuelle de la nature, au plus haut niveau,
- qu'une révision du SI visant à satisfaire ces exigences a été proposée dans la Résolution 1 adoptée à l'unanimité par la CGPM à sa 24<sup>e</sup> réunion (2011), qui expose en détail une nouvelle façon de définir le SI à partir d'un ensemble de sept constantes, choisies parmi les constantes fondamentales de la physique et d'autres constantes de la nature, à partir desquelles les définitions des sept unités de base sont déduites,
- que les conditions requises par la CGPM à sa 24<sup>e</sup> réunion (2011), confirmées à sa 25<sup>e</sup> réunion (2014), pour procéder à l'adoption d'une telle révision du SI sont désormais remplies,

**décide** qu'à compter du 20 mai 2019, le Système international d'unités, le SI, est le système d'unités selon lequel :

- la fréquence de la transition hyperfine de l'état fondamental de l'atome de césium 133 non perturbé,  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ , est égale à 9 192 631 770 Hz,
- la vitesse de la lumière dans le vide,  $c$ , est égale à 299 792 458 m/s,
- la constante de Planck,  $h$ , est égale à  $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$  J s,
- la charge élémentaire,  $e$ , est égale à  $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$  C,
- la constante de Boltzmann,  $k$ , est égale à  $1,380\,649 \times 10^{-23}$  J/K,
- la constante d'Avogadro,  $N_{\text{A}}$ , est égale à  $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>,
- l'efficacité lumineuse d'un rayonnement monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  Hz,  $K_{\text{cd}}$ , est égale à 683 lm/W,

où les unités hertz, joule, coulomb, lumen et watt, qui ont respectivement pour symbole Hz, J, C, lm et W, sont reliées aux unités seconde, mètre, kilogramme, ampère, kelvin, mole et candela, qui ont respectivement pour symbole s, m, kg, A, K, mol et cd, selon les relations  $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$ ,  $\text{J} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$ ,  $\text{C} = \text{A s}$ ,  $\text{lm} = \text{cd m}^2 \text{m}^{-2} = \text{cd sr}$ , et  $\text{W} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$ .

**prend acte** des conséquences de la révision du SI concernant les unités de base du SI, énoncées dans la Résolution 1 adoptée par la CGPM à sa 24<sup>e</sup> réunion (2011), et les confirme dans les annexes de la présente résolution, qui ont même force que la résolution elle-même,

**invite** le Comité international des poids et mesures (CIPM) à publier une nouvelle édition de la *Brochure sur le SI*, « Le Système international d'unités », contenant une description complète du SI révisé.

#### **Annexe 1. Abrogation des précédentes définitions des unités de base**

Il résulte de la nouvelle définition du SI décrite ci-dessus qu'à compter du 20 mai 2019 :

- la définition de la seconde en vigueur depuis 1967/68 (13<sup>e</sup> réunion de la CGPM, Résolution 1) est abrogée,
- la définition du mètre en vigueur depuis 1983 (17<sup>e</sup> réunion de la CGPM, Résolution 1) est abrogée,
- la définition du kilogramme en vigueur depuis 1889 (1<sup>ère</sup> réunion de la CGPM, 1889, 3<sup>e</sup> réunion de la CGPM, 1901), établie à partir de la masse du prototype international du kilogramme, est abrogée,
- la définition de l'ampère en vigueur depuis 1948 (9<sup>e</sup> réunion de la CGPM), établie à partir de la définition proposée par le CIPM (1946, Résolution 2), est abrogée,
- la définition du kelvin en vigueur depuis 1967/68 (13<sup>e</sup> réunion de la CGPM, Résolution 4) est abrogée,
- la définition de la mole en vigueur depuis 1971 (14<sup>e</sup> réunion de la CGPM, Résolution 3) est abrogée,
- la définition de la candela en vigueur depuis 1979 (16<sup>e</sup> réunion de la CGPM, Résolution 3) est abrogée,
- la décision d'adopter les valeurs conventionnelles de la constante de Josephson  $K_{J-90}$  et de la constante de von Klitzing  $R_{K-90}$ , prise par le CIPM (1988, Recommandations 1 et 2) à la demande de la CGPM (18<sup>e</sup> réunion de la CGPM, 1987, Résolution 6) pour l'établissement des représentations du volt et de l'ohm à l'aide des effets Josephson et Hall quantique, respectivement, est abrogée.

## Annexe 2. Statut des constantes utilisées antérieurement dans les anciennes définitions

Il résulte de la nouvelle définition du SI décrite ci-dessus, et des valeurs recommandées dans l'ajustement spécial de 2017 du *Committee on Data for Science and Technology* (CODATA), sur lesquelles se fondent les valeurs des constantes choisies pour définir le SI, qu'à compter du 20 mai 2019 :

- la masse du prototype international du kilogramme,  $m(K)$ , est égale à 1 kg avec une incertitude-type relative égale à celle de la valeur recommandée de  $h$  au moment de l'adoption de la présente résolution, à savoir  $1,0 \times 10^{-8}$ ; dans le futur, sa valeur sera déterminée de façon expérimentale,
- la perméabilité magnétique du vide,  $\mu_0$ , est égale à  $4\pi \times 10^{-7}$  H m<sup>-1</sup> avec une incertitude-type relative égale à celle de la valeur recommandée de la constante de structure fine  $\alpha$  au moment de l'adoption de la présente résolution, à savoir  $2,3 \times 10^{-10}$ ; dans le futur, sa valeur sera déterminée de façon expérimentale,
- la température thermodynamique du point triple de l'eau,  $T_{TPW}$ , est égale à 273,16 K avec une incertitude-type relative presque égale à celle de la valeur recommandée de  $k$  au moment de l'adoption de la présente résolution, à savoir  $3,7 \times 10^{-7}$ ; dans le futur, sa valeur sera déterminée de façon expérimentale,
- la masse molaire du carbone 12,  $M(^{12}\text{C})$ , est égale à 0,012 kg mol<sup>-1</sup> avec une incertitude-type relative égale à celle de la valeur recommandée de  $N_A h$  au moment de l'adoption de la présente résolution, à savoir  $4,5 \times 10^{-10}$ ; dans le futur, sa valeur sera déterminée de façon expérimentale.

## Annexe 3. Les unités de base du SI

La nouvelle définition du SI décrite ci-dessus, fondée sur les valeurs numériques fixées des constantes choisies, permet de déduire la définition de chacune des sept unités de base du SI à l'aide d'une ou plusieurs de ces constantes, selon les cas. Les définitions qui en découlent, qui prendront effet à compter du 20 mai 2019, sont les suivantes :

- La seconde, symbole s, est l'unité de temps du SI. Elle est définie en prenant la valeur numérique fixée de la fréquence du césium,  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ , la fréquence de la transition hyperfine de l'état fondamental de l'atome de césium 133 non perturbé, égale à 9 192 631 770 lorsqu'elle est exprimée en Hz, unité égale à s<sup>-1</sup>.
- Le mètre, symbole m, est l'unité de longueur du SI. Il est défini en prenant la valeur numérique fixée de la vitesse de la lumière dans le vide,  $c$ , égale à 299 792 458 lorsqu'elle est exprimée en m/s, la seconde étant définie en fonction de  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ .
- Le kilogramme, symbole kg, est l'unité de masse du SI. Il est défini en prenant la valeur numérique fixée de la constante de Planck,  $h$ , égale à  $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$  lorsqu'elle est exprimée en J s, unité égale à kg m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>, le mètre et la seconde étant définis en fonction de  $c$  et  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ .
- L'ampère, symbole A, est l'unité de courant électrique du SI. Il est défini en prenant la valeur numérique fixée de la charge élémentaire,  $e$ , égale à  $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$  lorsqu'elle est exprimée en C, unité égale à A s, la seconde étant définie en fonction de  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ .

- Le kelvin, symbole K, est l'unité de température thermodynamique du SI. Il est défini en prenant la valeur numérique fixée de la constante de Boltzmann,  $k$ , égale à  $1,380\,649 \times 10^{-23}$  lorsqu'elle est exprimée en  $\text{J K}^{-1}$ , unité égale à  $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$ , le kilogramme, le mètre et la seconde étant définis en fonction de  $h$ ,  $c$  et  $\Delta \nu_{\text{Cs}}$ .
- La mole, symbole mol, est l'unité de quantité de matière du SI. Une mole contient exactement  $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$  entités élémentaires. Ce nombre, appelé « nombre d'Avogadro », correspond à la valeur numérique fixée de la constante d'Avogadro,  $N_{\text{A}}$ , lorsqu'elle est exprimée en  $\text{mol}^{-1}$ .

La quantité de matière, symbole  $n$ , d'un système est une représentation du nombre d'entités élémentaires spécifiées. Une entité élémentaire peut être un atome, une molécule, un ion, un électron, ou toute autre particule ou groupement spécifié de particules.

- La candela, symbole cd, est l'unité du SI d'intensité lumineuse dans une direction donnée. Elle est définie en prenant la valeur numérique fixée de l'efficacité lumineuse d'un rayonnement monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  Hz,  $K_{\text{cd}}$ , égale à 683 lorsqu'elle est exprimée en  $\text{lm W}^{-1}$ , unité égale à  $\text{cd sr W}^{-1}$ , ou  $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$ , le kilogramme, le mètre et la seconde étant définis en fonction de  $h$ ,  $c$  et  $\Delta \nu_{\text{Cs}}$ .