
Norme internationale



31/10

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

○ Grandeurs et unités de réactions nucléaires et rayonnements ionisants

Quantities and units of nuclear reactions and ionizing radiations

Deuxième édition — 1980-12-15

CDU 53.081

Réf. n° : ISO 31/10-1980 (F)

Descripteurs : grandeur, unité de mesure, rayonnement, réaction nucléaire, système international d'unités, symbole.

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

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.

La Norme internationale ISO 31/10, a été élaborée par le comité technique ISO/TC 12, *Grandeurs, unités, symboles, facteurs de conversion et tables de conversion*, et a été soumise aux comités membres en juillet 1979.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Espagne	Pologne
Allemagne, R.F.	Finlande	Portugal
Australie	France	Roumanie
Autriche	Inde	Royaume-Uni
Belgique	Israël	Suède
Brésil	Italie	Suisse
Bulgarie	Japon	Tchécoslovaquie
Canada	Mexique	URSS
Cuba	Norvège	USA
Danemark	Nouvelle-Zélande	
Égypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 31/10-1973).

Grandeurs et unités de réactions nucléaires et rayonnements ionisants

Introduction

Le présent document, contenant un tableau des *grandeurs et unités de réactions nucléaires et rayonnements ionisants*, est la partie 10 de l'ISO 31, qui spécifie les grandeurs et unités dans différents domaines de la science et de la technique. La liste complète des parties de l'ISO 31 est la suivante :

Partie 0 : *Principes généraux concernant les grandeurs, les unités et les symboles.*

Partie 1 : *Grandeurs et unités d'espace et de temps.*

Partie 2 : *Grandeurs et unités de phénomènes périodiques et connexes.*

Partie 3 : *Grandeurs et unités de mécanique.*

Partie 4 : *Grandeurs et unités de chaleur.*

Partie 5 : *Grandeurs et unités d'électricité et de magnétisme.*

Partie 6 : *Grandeurs et unités de lumière et de rayonnements électromagnétiques connexes.*

Partie 7 : *Grandeurs et unités d'acoustique.*

Partie 8 : *Grandeurs et unités de chimie physique et de physique moléculaire.*

Partie 9 : *Grandeurs et unités de physique atomique et nucléaire.*

Partie 10 : *Grandeurs et unités de réactions nucléaires et rayonnements ionisants.*

Partie 11 : *Signes et symboles mathématiques à employer dans les sciences physiques et dans la technique.*

Partie 12 : *Paramètres sans dimension.*

Partie 13 : *Grandeurs et unités de la physique de l'état solide.*

Disposition des tableaux

Les tableaux des grandeurs et unités dans l'ISO 31 sont disposés de telle façon que les grandeurs apparaissent sur la page de gauche et les unités correspondantes sur la page de droite.

Toutes les unités situées entre deux lignes horizontales continues correspondent aux grandeurs situées entre les deux lignes horizontales continues correspondantes de la page de gauche.

Lorsque la numérotation des articles a été modifiée dans la révision d'une partie de l'ISO 31, le numéro de l'édition précédente figure entre parenthèses, sur la page de gauche, sous le nouveau numéro de la grandeur; un tiret est utilisé pour indiquer que le terme en question ne figurait pas dans l'édition précédente.

Tableaux des grandeurs

Les grandeurs les plus importantes concernant le domaine d'application du présent document sont données conjointement avec leurs symboles et, dans la plupart des cas, avec leurs définitions. Ces définitions ne sont données qu'en vue de leur identification; elles ne sont pas, au sens strict du terme, des définitions complètes.

Le caractère vectoriel de quelques grandeurs est indiqué, particulièrement lorsque cela est nécessaire pour les définir, mais sans chercher à être complet ou rigoureux.

Dans la plupart des cas, un seul symbole⁽¹⁾ est donné pour la grandeur; lorsque deux ou plusieurs symboles sont indiqués pour une même grandeur, sans distinction spéciale, ils peuvent être utilisés indifféremment. Lorsqu'un symbole principal et un symbole de réserve sont indiqués, le symbole de réserve est entre parenthèses.

Tableaux des unités

Les unités correspondant aux grandeurs sont données avec leurs symboles internationaux et leurs définitions. Pour des renseignements complémentaires, voir ISO 31/0.

(1) Lorsqu'il existe deux façons d'écrire une même lettre en italique (par exemple θ , ϑ ; φ , ϕ ; g , g), une seule de ces façons est indiquée; cela ne signifie pas que l'autre n'est pas également acceptable.

Les unités sont disposées de la façon suivante :

- 1) Les noms des unités SI sont imprimés en caractères plus grands que ceux du texte courant. Les unités SI et leurs multiples et sous-multiples décimaux, formés au moyen des préfixes SI, sont particulièrement recommandés. Les multiples et sous-multiples décimaux ne sont pas mentionnés explicitement.
- 2) Les noms des unités non SI qui peuvent être utilisées conjointement avec les unités SI, en raison de leur importance pratique ou de leur utilisation dans des domaines spécialisés, sont imprimés en caractères courants.
- 3) Les noms des unités non SI qui peuvent être utilisées temporairement conjointement avec les unités SI sont imprimés en caractères plus petits que ceux du texte courant.

Les unités des alinéas 2 et 3 sont séparées des unités SI, pour les grandeurs concernées, par des lignes en traits interrompus.

- 4) Les unités non SI qui ne devraient pas être utilisées conjointement avec les unités SI sont données en annexe dans certaines des parties de l'ISO 31. Ces annexes ne font pas partie intégrante des normes. Elles sont classées en trois groupes :

a) *Unités du système CGS de dénomination spéciale*

Il est généralement préférable de ne pas utiliser la dénomination spéciale et les symboles d'unités CGS conjointement avec les unités SI.

b) *Unités basées sur le foot, le pound et la seconde, ainsi que certaines autres unités*

c) *Autres unités*

Celles-ci sont données à titre informatif, et spécialement en ce qui concerne le facteur de conversion. L'utilisation des unités marquées du signe † est déconseillée.

Remarque sur les unités supplémentaires

La Conférence Générale des Poids et Mesures a classé les unités SI, radian et stéradian, comme «unités supplémentaires», laissant délibérément ouverte la question de savoir si ce sont des unités de base ou des unités dérivées et, en conséquence, si l'on doit considérer l'angle plan et l'angle solide comme grandeurs de base ou grandeurs dérivées.⁽¹⁾

Dans l'ISO 31, l'angle plan et l'angle solide sont traités comme des grandeurs dérivées (voir aussi ISO 31/0). Ils y sont définis respectivement comme le rapport de deux longueurs et comme le rapport de deux aires et sont, en conséquence, traités comme des grandeurs sans dimension. Bien que, dans ces con-

ditions, l'unité cohérente des deux grandeurs soit le nombre 1, il est commode d'employer les noms spéciaux radian et stéradian au lieu du nombre 1 dans de nombreux cas d'application pratique.

Si l'angle plan et l'angle solide étaient traités comme des grandeurs de base, les unités radian et stéradian seraient des unités de base et ne pourraient pas être considérées comme des noms spéciaux du nombre 1. Dans ce cas, des modifications importantes devraient être effectuées dans l'ISO 31.

Nombre de chiffres dans les indications numériques⁽²⁾

Tous les nombres de la colonne «Définition» sont exacts.

Dans la colonne «Facteurs de conversion», les facteurs de conversion, sur lesquels le calcul d'autres facteurs est fondé, sont indiqués normalement jusqu'à sept chiffres significatifs. Quand ils sont exacts et se terminent avec sept chiffres ou moins, et si le contexte ne l'indique pas clairement, le mot «exactement» est ajouté, mais lorsqu'ils peuvent être terminés avec plus de sept chiffres, ils peuvent être donnés en entier. Les facteurs de conversion dérivant d'expériences sont donnés avec le nombre de chiffres significatifs que justifie la précision des expériences. D'une façon générale, cela veut dire que, dans ces cas, seul le dernier chiffre est douteux. Cependant, lorsque les expériences justifient plus de sept chiffres, le facteur est généralement arrondi à sept chiffres significatifs.

Les autres facteurs de conversion sont indiqués jusqu'à six chiffres significatifs au plus; lorsqu'ils sont connus exactement et contiennent six chiffres au moins, et si le contexte ne l'indique pas clairement, le mot «exactement» est ajouté.

Les chiffres de la colonne «Remarques» sont donnés avec la précision qui convient à chaque cas particulier.

Remarques particulières

Dans ce document, le terme «particule» se rapporte aussi bien aux particules n'ayant pas une masse au repos qu'aux particules en ayant.

Les fonctions de distribution par rapport à l'énergie, la vitesse, l'angle solide, etc., correspondent à différentes grandeurs figurant dans ce document. Les indices inférieurs E , v et Ω sont employés comme parties du symbole pour indiquer que la grandeur a la dimension d'une dérivée par rapport à E , v et Ω , respectivement. En général, ces fonctions de distribution ne sont mentionnées que dans la colonne «Remarques»; voir par exemple 10-12.1, 10-29.1, 10-31.1 et 10-32.1.

Dans le cas des sections efficaces, on a donné des noms spéciaux à certaines de ces fonctions de distribution, et elles figurent dans des articles distincts.

(1) Cependant, en octobre 1980, le Comité International des Poids et mesures décidait d'interpréter la classe des unités supplémentaires dans le Système International comme une classe d'unités dérivées sans dimension pour lesquelles la Conférence Générale des Poids et Mesures laisse la liberté de les utiliser ou non dans les expressions des unités dérivées du Système International.

(2) Le signe décimal est une virgule sur la ligne. Dans les documents rédigés en anglais, une virgule ou un point sur la ligne peut être utilisé.



10. Réactions nucléaires et rayonnements ionisants

Grandeurs
10-1.1 . . . 10-6.1

N°	Grandeur	Symbole	Définition	Remarques
10-1.1	énergie de réaction	Q	Dans une réaction nucléaire, différence entre la somme des énergies cinétique et radiante des produits de la réaction et la somme des énergies cinétique et radiante des corps réagissants.	Pour les réactions nucléaires exothermiques $Q > 0$. Pour les réactions nucléaires endothermiques $Q < 0$. Pour la désintégration bêta, voir ISO 31/9.
10-2.1	énergie de résonance	E_r, E_{res}	Énergie cinétique, dans le système de référence de la cible, d'une particule incidente qui correspond à une résonance dans une réaction nucléaire.	
10-3.1	section efficace	σ	Pour une entité cible spécifiée et pour une réaction ou un processus spécifié produit par des particules incidentes chargées ou non chargées, la section efficace est le quotient de la probabilité de cette réaction ou de ce processus pour cette entité cible par la fluence des particules incidentes.	Le type de processus est indiqué par un indice, par exemple section efficace d'absorption σ_a, σ_A section efficace de diffusion σ_s, σ_S section efficace de fission σ_f .
10-3.2	section efficace totale	σ_{tot}, σ_T	Somme de toutes les sections efficaces correspondant aux différentes réactions ou processus entre particule incidente et entité cible.	Dans le cas d'un faisceau parallèle mince de particules incidentes, il s'agit de la section efficace correspondant à l'élimination d'une particule incidente du faisceau. Voir remarque à 10-16.1.
10-4.1	section efficace différentielle	σ_Ω	Quotient de la section efficace, pour l'émission ou la diffusion d'une particule dans un élément d'angle solide, par cet élément. $\sigma = \int \sigma_\Omega d\Omega$	Les grandeurs 10-4.1, 10-5.1 et 10-6.1 sont parfois appelées sections efficaces différentielles. Conformément aux conventions employées dans d'autres parties de l'ISO 31, on a indiqué au moyen d'indices inférieurs les sections efficaces différentielle et spectrique.
10-5.1	section efficace spectrique	σ_E	Quotient de la section efficace, pour un processus dans lequel l'énergie de la particule éjectée ou diffusée se trouve dans un intervalle d'énergie, par cet intervalle. $\sigma = \int \sigma_E dE$	Les informations relatives aux particules entrantes et sortantes peuvent être ajoutées entre parenthèses, par exemple $\sigma_{\Omega,E}(nE_0, pE\theta)$ ou $\sigma_{\Omega,E}(nE_0; p)$ ou $\sigma_{\Omega,E}(n; p)$.
10-6.1	section efficace différentielle spectrique	$\sigma_{\Omega,E}$	Quotient de la section efficace, pour l'émission ou la diffusion d'une particule dans un élément d'angle solide avec une énergie se trouvant dans un intervalle d'énergie, par le produit de cet élément par cet intervalle. $\sigma = \iint \sigma_{\Omega,E} d\Omega dE$	La section efficace d'un processus dans lequel un neutron entrant d'énergie E_0 provoque l'émission d'un proton dans l'intervalle d'énergie $(E, E + dE)$ et dans l'élément d'angle solide $d\Omega$ autour de l'angle de diffusion θ est $\sigma_{\Omega,E}(nE_0, pE\theta) d\Omega dE$. Les particules entrantes et sortantes sont parfois indiquées par des indices; dans ce cas, les indices Ω et/ou E indiquent le caractère différentiel et/ou spectrique et peuvent être écrits en exposants, par exemple $\sigma_{n,p}^{E,\theta}(E_0)$ ou $\sigma_{n,p}^{E,\theta}$. Toutefois, si les indices Ω et/ou E sont complètement omis du symbole de la section efficace, le caractère différentiel et/ou spectrique ne ressort que de la présence, entre les parenthèses, des variables θ et/ou E relatives aux particules sortantes, par exemple $\sigma_{n,p}(E_0, E\theta)$ ou $\sigma_{n,p}(E\theta)$. Dans ce cas, on ne doit jamais omettre ces variables.

10. Réactions nucléaires et rayonnements ionisants

Unités
10-1.a . . . 10-6.b

N°	Nom de l'unité	Symbole international de l'unité	Définition	Facteurs de conversion	Remarques
10-1.a	joule	J			
10-1.b	électronvolt	eV		$1 \text{ eV} = 1,602\,189\,2 \times 10^{-19} \text{ J}$	Voir aussi ISO 31/3. La grandeur 10-1.1 est habituellement exprimée en électronvolts.
10-2.a	joule	J			
10-2.b	électronvolt	eV		$1 \text{ eV} = 1,602\,189\,2 \times 10^{-19} \text{ J}$	La grandeur 10-2.1 est habituellement exprimée en électronvolts.
10-3.a	mètre carré	m ²			
10-3.b	barn	b	$1 \text{ b} = 10^{-28} \text{ m}^2$	$1 \text{ b} = 10^{-28} \text{ m}^2$ (exactement)	
10-4.a	mètre carré par stéradian	m ² /sr			
10-4.b	barn par stéradian	b/sr		$1 \text{ b/sr} = 10^{-28} \text{ m}^2/\text{sr}$ (exactement)	
10-5.a	mètre carré par joule	m ² /J			
10-5.b	barn par électronvolt	b/eV		$1 \text{ b/eV} = 6,241\,46 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{J}$	
10-6.a	mètre carré par stéradian joule	m ² /(sr·J)			
10-6.b	barn par stéradian électronvolt	b/(sr·eV)		$1 \text{ b/(sr·eV)} = 6,241\,46 \times 10^{-10} \text{ m}^2/(\text{sr·J})$	

10. Réactions nucléaires et rayonnements ionisants (suite)

Grandeurs
10-7.1 . . . 10-17.1

N°	Grandeur	Symbole	Définition	Remarques
10-7.1	section efficace macroscopique, section efficace volumique	Σ	Quotient des sections efficaces correspondant à une réaction ou à un processus d'un type spécifié pour tous les atomes d'un volume donné, par ce volume.	$\Sigma = n_1\sigma_1 + \dots + n_i\sigma_i + \dots$ (n_i est le nombre volumique et σ_i est la section efficace pour les atomes du type i). Lorsque les entités cibles du milieu sont au repos, $\Sigma = 1/l$ où l est le libre parcours moyen; voir 10-39.1. Voir remarque à 10-13.1.
10-7.2	section efficace macroscopique totale, section efficace volumique totale	$\Sigma_{\text{tot}}, \Sigma_T$	Quotient de la somme des sections efficaces totales pour tous les atomes d'un volume donné, par ce volume.	
10-8.1 (-)	fluence de particules	Φ	En un point donné de l'espace, quotient du nombre de particules tombant sur une petite sphère pendant un intervalle de temps par l'aire du grand cercle de cette sphère.	Le terme «particule» est habituellement remplacé par le nom d'une particule spécifique, par exemple fluence de protons.
10-9.1 (-)	débit de fluence de particules	ϕ	$\phi = \frac{d\Phi}{dt}$	Voir aussi 10-31.1 où les fonctions de distribution sont également incluses dans la colonne «Remarques».
10-10.1 (-)	fluence énergétique	Ψ	En un point donné de l'espace, quotient de la somme des énergies, à l'exclusion des énergies au repos, de toutes les particules tombant sur une petite sphère pendant un intervalle de temps par l'aire du grand cercle de cette sphère.	
10-11.1 (-)	débit de fluence énergétique	ψ	$\psi = \frac{d\Psi}{dt}$	
10-12.1 (10-10.1)	densité de courant de particules	$J, (S)$	Grandeur vectorielle telle que l'intégrale de sa composante normale sur toute surface est égale au quotient du nombre de particules à travers la surface pendant un court intervalle de temps par cet intervalle.	S est recommandé lorsqu'il y a possibilité de confusion avec le symbole J pour la densité du courant électrique. Pour la densité du courant de neutrons, le symbole J est généralement employé. Les fonctions de distribution par rapport à la vitesse et à l'énergie, J_v et J_E , sont reliées à J par $J = \int J_v dv = \int J_E dE$
10-13.1 (10-11.1)	coefficient d'atténuation linéique	μ, μ_l	$dJ/dx = -\mu J$ où J est la densité de courant d'un faisceau de particules parallèle à la direction x .	μ est égal à la section efficace macroscopique totale Σ_{tot} pour l'élimination des particules du faisceau.
10-14.1 (10-13.1)	coefficient d'atténuation massique	$\mu/Q, \mu_m$	Quotient du coefficient d'atténuation linéique par la masse volumique de la substance.	
10-15.1 (-)	coefficient d'atténuation molaire	μ_c	$\mu_c = \mu/c$ où c est la concentration en quantité de matière.	
10-16.1 (10-12.1)	coefficient d'atténuation atomique	μ_a, μ_{at}	$\mu_a = \mu/n$ où n est le nombre volumique des atomes de la substance (voir aussi 10-27.1).	μ_a est égal à la section efficace totale σ_{tot} pour l'élimination des particules du faisceau.
10-17.1 (10-14.1)	couche de demi-atténuation	$d_{1/2}$	Épaisseur de la couche d'atténuation qui réduit la densité de courant d'un faisceau parallèle à la moitié de sa valeur initiale.	Pour l'atténuation exponentielle $d_{1/2} = (\ln 2)/\mu$. D'autres couches de demi-atténuation, telle que celle d'atténuation de débit de dose absorbée, sont aussi utilisées.

10. Réactions nucléaires et rayonnements ionisants (suite)

Unités
10-7.a . . . 10-17.a

N°	Nom de l'unité	Symbole international de l'unité	Définition	Facteurs de conversion	Remarques
10-7.a	mètre à la puissance moins un	m ⁻¹			
10-8.a	mètre à la puissance moins deux	m ⁻²			
10-9.a	mètre à la puissance moins deux seconde à la puissance moins un	m ^{-2.s-1}			
10-10.a	joule par mètre carré	J/m ²			
10-11.a	watt par mètre carré	W/m ²			
10-12.a	mètre à la puissance moins deux seconde à la puissance moins un	m ^{-2.s-1}			
10-13.a	mètre à la puissance moins un	m ⁻¹			
10-14.a	mètre carré par kilogramme	m ² /kg			
10-15.a	mètre carré par mole	m ² /mol			
10-16.a	mètre carré	m ²			
10-17.a	mètre	m			

10. Réactions nucléaires et rayonnements ionisants (suite)

Grandeurs

10-18.1 . . . 10-28.1

N°	Grandeur	Symbole	Définition	Remarques
10-18.1 (10-15.1)	pouvoir d'arrêt linéique total	S, S_l	Pour une particule chargée ionisante d'énergie E se déplaçant dans la direction x $S = - dE/dx$	Appelé aussi pouvoir d'arrêt. Les pertes par collision ainsi que par rayonnement sont comprises. Le rapport du pouvoir d'arrêt linéique d'une substance à celui d'une substance de référence est appelé pouvoir d'arrêt linéique relatif. Voir aussi 10-54.1.
10-19.1 (10-16.1)	pouvoir d'arrêt atomique total	S_a	$S_a = S/n$ où n est le nombre volumique des atomes de la substance.	
10-20.1 (10-17.1)	pouvoir d'arrêt massique total	$S/\rho, (S_m)$	Quotient du pouvoir d'arrêt linéique total par la masse volumique de la substance.	Le rapport du pouvoir d'arrêt massique total d'une substance à celui d'une substance de référence est appelé pouvoir d'arrêt massique relatif.
10-21.1 (10-19.1)	parcours moyen linéaire	R, R_l	Moyenne des parcours d'un groupe de particules de même énergie dans une substance donnée et dans des conditions spécifiées.	
10-22.1 (10-20.1)	parcours moyen en masse	$R_\rho, (R_m)$	Produit du parcours moyen par la masse volumique de la substance.	
10-23.1 (10-21.1)	ionisation linéique d'une particule	N_{il}	Quotient du nombre de charges élémentaires d'un seul signe, produites le long d'un élément de longueur de la trajectoire d'une particule ionisante chargée, par cet élément.	L'ionisation due aux particules secondaires ionisantes, etc., est incluse.
10-24.1 (10-22.1)	ionisation totale d'une particule	N_i	Nombre total de charges élémentaires d'un seul signe produites par une particule ionisante chargée le long de toute sa trajectoire.	Cette grandeur est sans dimension. $N_i = \int N_{il} dl$ Voir remarque à 10-23.1.
10-25.1 (10-23.1)	perte moyenne d'énergie par paire d'ions formée, (perte moyenne d'énergie par charge élémentaire d'un seul signe formée)	W_i	Quotient de l'énergie cinétique initiale d'une particule chargée ionisante par l'ionisation totale de cette particule.	La grandeur S_l/N_{il} , appelée parfois énergie moyenne par paire d'ions formée, ne doit pas être confondue avec W_i .
10-26.1 (10-24.1)	mobilité	μ	Quotient de la vitesse moyenne communiquée, dans un milieu donné, par un champ électrique à une particule chargée, par l'intensité de ce champ.	
10-27.1 (10-25.1)	nombre volumique d'ions	n^+, n^-	Quotient du nombre des ions positifs ou négatifs dans un élément de volume par cet élément.	n est le symbole général pour le nombre volumique de particules.
10-28.1 (10-26.1)	coefficient de recombinaison	α	Coefficient de la loi de recombinaison $-\frac{dn^+}{dt} = -\frac{dn^-}{dt} = \alpha n^+ n^-$	

10. Réactions nucléaires et rayonnements ionisants (suite)

Unités
10-18.a . . . 10-28.a

N°	Nom de l'unité	Symbole international de l'unité	Définition	Facteurs de conversion	Remarques
10-18.a	joule par mètre	J/m			
10-18.b	électronvolt par mètre	eV/m		$1 \text{ eV/m} = 1,602\,189\,2 \times 10^{-19} \text{ J/m}$	
10-19.a	joule mètre carré	J.m ²			
10-19.b	électronvolt mètre carré	eV.m ²		$1 \text{ eV.m}^2 = 1,602\,189\,2 \times 10^{-19} \text{ J.m}^2$	
10-20.a	joule mètre carré par kilogramme	J.m ² /kg			
10-20.b	électronvolt mètre carré par kilogramme	eV.m ² /kg		$1 \text{ eV.m}^2/\text{kg} = 1,602\,189\,2 \times 10^{-19} \text{ J.m}^2/\text{kg}$	
10-21.a	mètre	m			
10-22.a	kilogramme par mètre carré	kg/m ²			
10-23.a	mètre à la puissance moins un	m ⁻¹			
10-25.a	joule	J			
10-25.b	électronvolt	eV		$1 \text{ eV} = 1,602\,189\,2 \times 10^{-19} \text{ J}$	
10-26.a	mètre carré par volt seconde	m ² /(V.s)			
10-27.a	mètre à la puissance moins trois	m ⁻³			
10-28.a	mètre cube par seconde	m ³ /s			