

ISO

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

RECOMMANDATION ISO R 31 TROISIÈME PARTIE

GRANDEURS ET UNITÉS DE MÉCANIQUE

1^{ère} ÉDITION

Décembre 1960

REPRODUCTION INTERDITE

Le droit de reproduction des Recommandations ISO et des Normes ISO est la propriété des Comités Membres de l'ISO. En conséquence, dans chaque pays, la reproduction de ces documents ne peut être autorisée que par l'organisation nationale de normalisation de ce pays, membre de l'ISO.

Seules les normes nationales sont valables dans leurs pays respectifs.

Imprimé au Danemark

Ce document est également édité en anglais et en russe. Il peut être obtenu auprès des organisations nationales de normalisation.

HISTORIQUE

La Recommandation ISO/R 31, *Troisième Partie, Grandeurs et unités de mécanique*, a été élaborée par le Comité Technique ISO/TC 12, *Grandeurs, unités, symboles, facteurs de conversion et tables de conversion*, dont le Secrétariat est assuré par l'Association Danoise de Normalisation, Dansk Standardiseringsråd (DS).

Le Secrétariat d'ISO/TC 12 a établi successivement deux avant-projets dont le deuxième fut examiné de manière détaillée par le Comité Technique au cours de sa quatrième réunion, tenue à Copenhague, en novembre 1957. Le Secrétariat établit alors un troisième avant-projet qui fut soumis par correspondance aux membres du Comité Technique et fut approuvé comme Projet de Recommandation ISO.

Il est à noter que les organisations internationales suivantes ont reçu communication de ces avant-projets et ont participé aux débats des réunions du Comité Technique ISO/TC 12:

Commission Internationale de l'Eclairage
Comité International des Poids et Mesures
Commision Electrotechnique Internationale
Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée
Union Internationale de Physique Pure et Appliquée et son
Sous-Comité SUN
Organisation Internationale de Métrologie Légale

En date du 31 mars 1959, ce Projet de Recommandation (Nº 276) fut distribué à tous les Comités Membres de l'ISO et approuvé par les Comités Membres suivants:

Allemagne	Inde	Portugal
Australie	Irlande	Royaume-Uni
Autriche	Israël	Suède
Belgique	Japon	Suisse
Birmanie	Norvège	Tchécoslovaquie
Danemark	Nouvelle-Zélande	U.R.S.S.
France	Pakistan	U.S.A.
Grèce	Pays Bas	
Hongrie	Pologne	

Deux Comités Membres se déclarèrent opposés à l'approbation du Projet:

Italie, Roumanie

Le Projet de Recommandation ISO fut alors soumis par correspondance au Conseil de l'ISO qui décida, en décembre 1960, de l'accepter comme RECOMMANDATION ISO.

Introduction

Ce document, contenant un tableau des *grandeur et unités de mécanique*, est une partie d'une publication plus générale concernant les grandeurs et unités dans différents domaines de la science et de la technique.

La Recommandation ISO/R 31/Première partie (2^{ème} édition):

*Système International d'Unités et
grandeur et unités d'espace et de temps¹⁾,*

la Recommandation ISO/R 31/Seconde partie:

Grandeur et unités de phénomènes périodiques et connexes

et la Recommandation ISO/R 31/Quatrième partie

Grandeur et unités de chaleur

sont des parties de cette publication plus générale.

Les généralités concernant la disposition des tableaux et les symboles et abréviations utilisés se trouvent dans l'introduction à ISO/R 31/Partie I où les définitions complètes des unités de base sont données en annexe.

Les indications de la colonne «Définition» pour les grandeurs sont données dans un simple dessein d'identification. Elles ne prétendent pas être des définitions complètes.

¹⁾ Le titre de la première édition de ce document était: «Grandeur et unités fondamentales du Système MKSA et grandeurs et unités d'espace et de temps».

Grandeurs

3-1.1

3. Mécanique

Nº	Grandeur	Symbol	Définition	Remarques
3-1.1	masse	m		

3. Mécanique

Unités

3-1.a ... 3-1.h

Nº	Nom de l'unité et, dans certains cas, abréviation pour ce nom	Symbol international de l'unité	Définition	Facteurs de conversion	Remarques
3-1.a	kilogramme	kg	Le kilogramme est l'unité de masse définie sous ce nom par la Conférence Générale des Poids et Mesures. $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$ $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$		Pour les détails, voir ISO/R 31/Partie I.
3-1.b	gramme	g			
3-1.c	tonne	t			
3-1.d	carat métrique		1 carat métrique = 200 mg		Adoptée par la 4 ^e Conférence Générale des Poids et Mesures (1907) pour les transactions commerciales concernant les diamants, les perles fines et les pierres précieuses.
3-1.e	unité technique métrique de masse		1 unité technique métrique de masse est la masse qui acquiert une accélération de 1 m/s^2 lorsqu'on lui applique une force égale à 1 kilogramme-force. (Voir 3-8.d)	1 unité technique métrique de masse = 9,806 65 kg (exactement)	
3-1.f	pound (UK) (avoirdupois), lb (UK)		1 lb (UK) est l'unité fondamentale de masse du système impérial britannique, telle qu'elle est définie par la loi (Weights and Measures Acts).	1 lb (UK) = 0,453 592 338 kg (déterminé expérimentalement en 1933).	Pour les détails, voir ISO/R 31/Partie I. Voir aussi remarque 3-1.h
3-1.g	pound (US) (avoirdupois), lb avdp (US)		Le pound avdp (US) est dérivé du kilogramme international comme autorisé par l'Arrêté Mendenhall du 5 avril 1893. La relation utilisée est 1 pound avdp = 0,453 592 427 7 kg	1 lb avdp (US) = 0,453 592 427 7 kg (exactement)	La relation donnée dans la définition a été officiellement adoptée le 21 mars 1894. Le facteur qui y figure est le résultat d'une détermination expérimentale, faite en 1883, de la masse de l'éalon britannique existant à cette époque. Voir aussi remarque 3-1.h
3-1.h	pound (avoirdupois)	lb		1 lb = 0,453 592 37 kg	On a envisagé la possibilité de définir à nouveau les pounds U.K. et U.S. (avoirdupois) sur une base légale commune par référence au kilogramme, et les valeurs suivantes ont été proposées: 1 pound = 0,453 592 3 kg ou 0,453 592 37 kg Ces deux valeurs sont telles que le rapport entre le grain (1/7000 lb) et le kilogramme s'exprime exactement par un nombre décimal. Cependant, jusqu'à ce jour, aucune décision n'a été prise. Dans toutes ces tables, le terme pound, ainsi que son symbole lb, non suivis de (UK) ou (US) s'appliquent à une unité de masse qui est considérée ici comme étant exactement égale à 0,453 592 37 kg, mais l'adoption de cette relation ne doit pas être considérée comme lui conférant une position particulière; de même qu'elle ne préjuge en aucune façon du choix ultérieur d'une valeur commune définitive pour le pound. La même relation commune s'applique aussi aux multiples et sous-multiples du pound chaque fois qu'ils ne sont pas suivis d'une indication ayant une signification différente. La valeur du pound donnée au 3-1.h coïncide avec celle adoptée en 1959 pour les mesures de précision pour la science et la technique par les six laboratoires nationaux suivants:

3. Mécanique (suite)

Grandeurs

3-2.1...3-7.1

Nº	Grandeur	Symbole	Définition ¹⁾	Remarques
3-2.1	masse volumique	ϱ, ρ	Quotient de la masse par le volume.	
3-3.1	densité relative	d	Rapport de la masse volumique d'un corps homogène à la masse volumique d'un corps de référence, dans des conditions qui doivent être spécifiées pour les deux corps.	Cette grandeur est sans dimensions. Quand le corps de référence est l'eau, le terme «specific gravity» est souvent employé en anglais.
3-4.1	volume massique	v	Quotient du volume par la masse.	
3-5.1	quantité de mouvement	p	Produit de la masse par la vitesse.	
3-6.1	moment cinétique, moment de quantité de mouvement	b, p_θ, p_ϑ	Le moment cinétique d'une particule par rapport à un point est égal au produit vectoriel du rayon vecteur, allant de ce point à la particule, par la quantité de mouvement de la particule.	
3-7.1	moment d'inertie (moment d'inertie dynamique)	I, J	Le moment d'inertie (moment d'inertie dynamique) d'un corps par rapport à un axe est la somme (intégrale) des produits de ses masses élémentaires par les carrés de leurs distances à l'axe.	A distinguer de 3-16.1 et 3-16.2

¹⁾ Les indications de cette colonne sont données dans un simple dessein d'identification et elles ne prétendent pas être des définitions complètes.

3. Mécanique (suite)

Unités
3-1.i...3-7.a

No	Nom de l'unité et, dans certains cas, abréviation pour ce nom	Symbol international de l'unité	Définition	Facteurs de conversion	Remarques
3-1.i	slug		1 slug est la masse qui acquiert une accélération de 1 ft/s^2 lorsqu'on lui applique une force égale à 1 pound-force.	$1 \text{ slug} = (980,665/30,48) \text{ lb}$ (exactement) = 32,1740 lb = 14,5939 kg	Applied Physics Division, National Research Council, Ottawa, Canada. Dominion Physical Laboratory, Lower Hutt, New Zealand. National Bureau of Standards, Washington, United States. National Physical Laboratory, Teddington, United Kingdom. National Physical Research Laboratory, Pretoria, South Africa. National Standards Laboratory, Sydney, Australia.
3-1.j	grain, gr		1 grain = $(1/7000) \text{ lb}$	1 grain = 64,798 91 mg (exactement)	Cette unité est l'unité technique britannique de masse. Voir 3-8.f
3-1.k	ounce (avoirdupois), oz		1 oz = 437,5 grain	1 oz = 28,3495 g	
3-1.l	hundredweight, cwt		1 cwt = 112 lb	1 cwt = 50,8023 kg	
3-1.m	ton		1 ton = 2240 lb	1 ton = 1016,05 kg = 1,016 05 t	Unité du Royaume-Uni
3-1.n	short hundredweight, sh cwt		1 sh cwt = 100 lb avdp (US)	1 sh cwt = 45,3592 kg	Unité des États-Unis
3-1.o	short ton, sh tn		1 sh tn = 2000 lb avdp (US)	1 sh tn = 907,185 kg = 0,907 185 t	Unité des États-Unis
3-1.p	troy ounce, oz tr au Royaume-Uni, oz t aux États-Unis		1 troy ounce = 480 grain	1 troy ounce = 31,1035 g	Aux États-Unis, quand on emploie le mot ton tout seul, il se rapporte au «short ton» de 2000 lb, à moins qu'il ne soit fait une référence spéciale au «long ton» ou au «gross ton». (Le «ton» de 2240 lb et le «hundredweight» de 112 lb sont aussi utilisés dans une certaine mesure aux États-Unis. Dans ce cas, ils sont appellés respectivement «long ton» et «long hundredweight»).
3-1.q	apothecaries' ounce, oz apoth au Royaume-Uni, oz ap aux États-Unis		1 apothecaries' ounce = 480 grain	1 apothecaries' ounce = 31,1035 g	Le pound troy n'est pas une unité légale au Royaume-Uni, mais est reconnue par la loi aux États-Unis, où il est défini comme étant égal à 5760 grain.
3-2.a	kilogramme par mètre cube	kg/m^3			3 scruple (UK) = 1 drachm (UK) 3 scruple (US) = 1 dram ap (US) 8 drachm (UK) = 1 oz apoth (UK) 8 dram ap (US) = 1 oz ap (US)
3-2.b	tonne par mètre cube	t/m^3		$1 \text{ t/m}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$	$1 \text{ t/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$
3-2.c	gramme par millilitre	g/ml		$1 \text{ g/ml} = 999,972 \text{ kg/m}^3$	
3-2.d	pound per cubic foot	lb/ft^3		$1 \text{ lb/ft}^3 = 16,0185 \text{ kg/m}^3$	
3-4.a	mètre cube par kilogramme	m^3/kg			
3-5.a	kilogramme mètre par seconde	$\text{kg} \cdot \text{m/s}$			
3-6.a	kilogramme mètre carré par seconde	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$			
3-7.a	kilogramme mètre carré	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$			

Grandeurs
3-8.1 ... 3-11.3

3. Mécanique (suite)

N°	Grandeur	Symbol	Définition ¹⁾	Remarques
3-8.1	force	F		
3-8.2	poids	$G, (P, W)$	Le poids d'un corps est la force qui, appliquée à ce corps, lui communiquerait une accélération égale à l'accélération locale en chute libre.	La grandeur ici définie a été parfois appelée force «de gravité» ou pesanteur du corps. Il importe de remarquer que le «poids» provient non seulement de la résultante des forces newtoniennes existant à l'endroit où se trouve le corps, mais aussi de la force centrifuge locale. L'influence de la poussée atmosphérique est exclue et en conséquence le poids ainsi défini est le poids dans le vide. (Voir aussi Comptes Rendus, 3 ^e Conférence Générale des Poids et Mesures, 1901, p. 70).
3-9.1	poids volumique (ou poids spécifique)	γ	Quotient du poids par le volume.	Varie avec l'accélération en chute libre.
3-10.1	moment d'une force	M	Le moment d'une force par rapport à un point est égal au produit vectoriel du rayon vecteur, allant de ce point à tout point de la ligne d'action de la force, par la force.	
3-10.2	moment de flexion	M		
3-10.3	moment d'un couple (torque)	T		Lorsque la résultante d'un système de forces est nulle, ce système peut être remplacé par un couple.
3-11.1	pression	p		
3-11.2	contrainte normale, tension normale	σ		
3-11.3	contrainte tangentielle, tension de cisaillement	τ		

¹⁾ Voir note en page 6.

3. Mécanique (suite)

Unités

3-8.a ... 3-11.c

Nº	Nom de l'unité et, dans certains cas, abréviation pour ce nom	Symbol de l'unité	Définition	Facteurs de conversion	Remarques
3-8.a	newton	N	1 N est la force qui, appliquée à un corps ayant une masse de 1 kg, lui communique une accélération de 1 m/s ² .		
3-8.b	dyne	dyn	1 dyn est la force qui, appliquée à un corps ayant une masse de 1 g, lui communique une accélération de 1 cm/s ² .	1 dyn = 10 ⁻⁵ N (exactement)	
3-8.c	sthène, sn		1 sn est la force qui, appliquée à un corps ayant une masse de 1 t, lui communique une accélération de 1 m/s ² .	1 sn = 10 ³ N (exactement)	1 sn = 1 kN
3-8.d	kilogramme-force, kgf		C'est la force qui, appliquée à un corps ayant une masse de 1 kg, lui communique une accélération de 9,806 65 m/s ² .	1 kilogramme-force = 9,806 65 N (exactement)	Cette unité est l'unité technique métrique de force. Les abréviations kgf (kilogramme-force) et kp (kilopond) sont toutes deux largement utilisées. Cette unité est à distinguer du poids local (variable) d'un corps ayant une masse de 1 kg.
3-8.e	poundal	pdl	1 pdl est la force qui, appliquée à un corps ayant une masse de 1 lb, lui communique une accélération de 1 ft/s ² .	1 pdl = 0,138 255 N	
3-8.f	pound-force, lbf		1 lbf est la force qui, appliquée à un corps ayant une masse de 1 lb, lui communique une accélération de 9,806 65 m/s ² .	1 lbf = 4,448 22 N = 32,1740 pdl	Cette unité est l'unité technique britannique de force. Cette unité est à distinguer du poids local (variable) d'un corps ayant une masse de 1 lb. Celle-ci s'appellerait «pound-weight».
3-9.a	newton par mètre cube	N/m ³			
3-9.b	kilogramme-force par mètre cube, kgf/m ³			1 kilogramme-force par mètre cube = 9,80665 N/m ³ (exactement)	Voir remarque 3-8.d
3-9.c	pound-force per cubic foot, lbf/ft ³			1 lbf/ft ³ = 157,087 N/m ³	Voir remarque 3-8.f
3-10.a	mètre-newton	N·m			Le symbole peut aussi être écrit m·N, mais non mN.
3-10.b	mètre-kilogramme-force, kgf·m			1 mètre-kilogramme-force = 9,80665 N·m (exactement)	Voir remarque 3-8.d
3-10.c	pound-force foot, lbf·ft			1 lbf·ft = 1,355 82 N·m	Voir remarque 3-8.f
3-11.a	newton par mètre carré	N/m ²			Cette unité est aussi appelée pascal.
3-11.b	pièze, pz		1 pz = 1 sn/m ²	1 pz = 10 ³ N/m ² (exactement)	
3-11.c	bar	bar	1 bar = 10 ⁵ N/m ²	1 bar = 10 ⁵ N/m ² (exactement) = 10 ⁶ dyn/cm ² (exactement) = 1 hPa (exactement)	Le microbar (1 µbar = 1 dyn/cm ²) est aussi appelé barye. Le millibar est très employé en barométrie météorologique, et alors son nom est souvent abrégé comme suit: mb.

3. Mécanique (suite)

Grandeurs

3-12.1...3-14.3

No	Grandeur	Symbol	Définition ¹⁾	Remarques
3-12.1	dilatation linéique relative	ϵ, ε	$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ (l_0 = longueur dans un état de référence à spécifier, Δl = accroissement de longueur)	Ces grandeurs sont sans dimensions.
3-12.2	glissement unitaire	γ		
3-12.3	dilatation volumique relative	θ, ϑ	$\theta = \frac{\Delta V}{V_0}$ (V_0 = volume dans un état de référence à spécifier, ΔV = accroissement de volume)	
3-13.1	coefficient de Poisson, nombre de Poisson	μ, ν	Rapport de la contraction latérale à l'allongement.	Cette grandeur est sans dimensions. Cette définition s'applique seulement aux petites déformations des corps élastiques. La grandeur définie par Poisson était l'inverse: $m = \frac{1}{\mu}$
3-14.1	module d'élasticité longitudinale ou module de Young	E	$E = \sigma/\epsilon$	Ces définitions s'appliquent seulement aux petites déformations des corps élastiques.
3-14.2	module d'élasticité de glissement ou module de Coulomb	G	$G = \tau/\gamma$	Les déformations relatives ϵ, γ et θ dans ces définitions sont celles qui correspondent aux accroissements des contraintes σ, τ et à l'accroissement de pression p .
3-14.3	module de compressibilité volumique sous pression hydrostatique	K	$K = -p/\theta$	

¹⁾ Voir note en page 6.

3. Mécanique (suite)

Unités

3-11.d...3-14.a

No	Nom de l'unité et, dans certains cas, abréviation pour ce nom	Symbol international de l'unité	Définition	Facteurs de conversion	Remarques
3-11.d	kilogramme-force par mètre carré, kgf/m^2			1 kilogramme-force par mètre carré = $9,80665 \text{ N}/\text{m}^2$ (exactement) = $98,0665 \mu\text{bar}$ (exactement)	Voir remarque 3-8.d
3-11.e	atmosphère normale	atm	$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ N}/\text{m}^2$	$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ N}/\text{m}^2$ (exactement)	Définition adoptée par la 10 ^e Conférence Générale des Poids et Mesures (1954).
3-11.f	torr		$1 \text{ torr} = \frac{1}{760} \text{ atm}$	$1 \text{ torr} = 133,322 \text{ N}/\text{m}^2$ = $1333,22 \mu\text{bar}$ = $0,001\,315\,79 \text{ atm}$	
3-11.g	atmosphère technique	at	$1 \text{ at} = 1 \text{ kilogramme-force par centimètre carré}$	$1 \text{ at} = 98\,066,5 \text{ N}/\text{m}^2$ (exactement) = $0,967\,841 \text{ atm}$	$1 \text{ at} = 10^4 \text{ mmH}_2\text{O} = 10 \text{ mH}_2\text{O}$. Voir remarque 3-8.d
3-11.h	poundal per square foot	pdl/ ft^2		$1 \text{ pdl}/\text{ft}^2 = 1,488\,16 \text{ N}/\text{m}^2$	
3-11.i	pound-force per square foot, lbf/ft^2			$1 \text{ lbf}/\text{ft}^2 = 47,8803 \text{ N}/\text{m}^2$	Voir remarque 3-8.f
3-11.j	pound-force per square inch, lbf/in^2			$1 \text{ lbf}/\text{in}^2 = 6894,76 \text{ N}/\text{m}^2$ = $0,070\,307\,0 \text{ at}$ = $0,068\,046\,0 \text{ atm}$	Voir remarque 3-8.f
3-11.k	ton-force per square inch, tonf/in^2		$1 \text{ tonf}/\text{in}^2 = 2240 \text{ lbf}/\text{in}^2$	$1 \text{ tonf}/\text{in}^2 = 15,4443 \text{ MN}/\text{m}^2$ = $157,488 \text{ at}$	Le ton-force mentionné ici est la force qui, appliquée à un corps ayant une masse de 1 (long) ton, lui communique une accélération de $9,806\,65 \text{ m/s}^2$, c'est-à-dire $32,1740 \text{ ft/s}^2$ approximativement.
3-11.l	millimètre d'eau conventionnel, mmH_2O		$1 \text{ mmH}_2\text{O} = 9,806\,65 \text{ N}/\text{m}^2$ = $0,0001 \text{ at}$	$1 \text{ mmH}_2\text{O} = 9,806\,65 \text{ N}/\text{m}^2$ (exactement) = $9,678\,41 \times 10^{-5} \text{ atm}$	Celle-ci est égale à celle définie au 3-11.d
3-11.m	millimètre de mercure conventionnel, mmHg		$1 \text{ mmHg} = 13,5951 \text{ mmH}_2\text{O}$	$1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ N}/\text{m}^2$ = $1333,22 \mu\text{bar}$ = $0,001\,315\,79 \text{ atm}$	Employée en barométrie météorologique. Il résulte de cette définition que la pression de 760 mmHg excède 1 atm de moins de $2 \times 10^{-7} \text{ atm}$.
3-11.n	conventional foot of water, ftH_2O		$1 \text{ ftH}_2\text{O} = 0,030\,48 \text{ at}$	$1 \text{ ftH}_2\text{O} = 2989,07 \text{ N}/\text{m}^2$	
3-11.o	conventional inch of water, inH_2O		$1 \text{ inH}_2\text{O} = 0,002\,54 \text{ at}$	$1 \text{ inH}_2\text{O} = 249,089 \text{ N}/\text{m}^2$	
3-11.p	conventional inch of mercury, inHg		$1 \text{ inHg} = 25,4 \text{ mmHg}$	$1 \text{ inHg} = 3386,39 \text{ N}/\text{m}^2$	
3-14.a	newton par mètre carré	N/m^2			Pour les autres unités, voir 3-11.b...p