

I. DISPOSICIÓN XERAIS

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO E TURISMO

4707 *Real decreto 493/2020, do 28 de abril, polo que se modifica o Real decreto 2032/2009, do 30 de decembro, polo que se establecen as unidades legais de medida.*

O sistema legal de unidades de medida vixente en España é, tal e como establece o artigo segundo da Lei 32/2014, do 22 de decembro, de metroloxía, o Sistema internacional de unidades (SI) adoptado pola Conferencia Xeral de Pesos e Medidas (CXPM) e vixente na Unión Europea.

O Real decreto 2032/2009, do 30 de decembro, polo que se establecen as unidades legais de medida, implanta as definicións das unidades, os seus nomes e símbolos, así como as regras para a formación dos seus múltiplos e submúltiplos de conformidade cos acordos da CXPM e coa normativa da Unión Europea.

No ámbito da Unión Europea a regulación baséase na Directiva do Consello 80/181/CEE, do 20 de decembro de 1979, relativa á aproximación das lexislacións dos Estados membros sobre as unidades de medida, que derogaba a Directiva 71/354/CEE e que foi sucesivamente modificada pola Directiva 85/1/CEE do Consello, do 18 de decembro de 1984; a Directiva 89/617/CEE do Consello, do 27 de novembro de 1989; a Directiva 1999/103/CEE do Parlamento Europeo e do Consello, do 24 de xaneiro de 2000, e a Directiva 2009/3/CEE do Parlamento Europeo e do Consello, do 11 de marzo de 2009, e máis recentemente pola Directiva 2019/1258 da Comisión, do 23 de xullo de 2019, pola que se modifica, para adaptalo ao progreso técnico, o anexo da Directiva 80/181/CEE do Consello no relativo ás definicións das unidades básicas do Sistema internacional, que modifica e adapta as novas definicións das unidades básicas adoptadas na sesión oitava da 26.^a CXPM.

No plano dos acordos da CXPM, o SI foi sucesivamente modificado para adaptalo ás novas necesidades e ás melloras técnicas. A última revisión foi adoptada pola 26.^a CXPM en novembro de 2018, tras anos de traballo e como continuidade ás decisións adoptadas na Resolución 1 da 24.^a CXPM en 2011, relativa a abordar unha nova forma de definir as sete unidades básicas do SI a partir de constantes fundamentais da física ou outras constantes da natureza, e na 25.^a CXPM en 2014, que reafirma esta decisión.

Trátase da revisión máis importante do SI, desde o seu establecemento con tal nome en 1960. As redefinicións das unidades do SI ancoráanse en constantes universais, coidadosamente elixidas, por definición invariables, facéndoa válidas en forma atemporal e deixando abertas as súas realizacións prácticas a melloras futuras segundo evolucione a ciencia. É un cambio substancial, conceptual e paradigmático do SI. As realizacións prácticas das unidades resultan separadas conceptualmente das súas definicións, de modo que as unidades poden, por principio, realizarse independentemente en calquera lugar e tempo, e con isto pódense engadir novas realizacións melloradas a medida que se desenvolvan as tecnoloxías, sen necesidade de redefinir a unidade. No SI revisado, o quilogramo, o ampere, o kelvin e o mol redefínense en función de valores numéricos fixos das constantes físicas definitorias elixidas: constante de Planck (h), carga elemental (e), constante de Boltzmann (k) e constante de Avogadro (N_A), respectivamente. Así mesmo, adaptacións das definicións do metro, do segundo e da candela, xa baseadas na actualidade respectivamente na constante da velocidade da luz no baleiro (c), a frecuencia da transición hiperfina do estado fundamental non perturbado do átomo de cesio 133 ($\Delta\nu_{Cs}$), e a eficacia luminosa dunha radiación monocromática de 540×10^{12} Hz (K_{cd}).

Esta significativa revisión do SI, así como a transposición da Directiva 2019/1258 da Comisión, fan necesario modificar o Real decreto 2032/2009, do 30 de decembro, polo que se establecen as unidades legais de medida.

Este proxecto é conforme coa atribución plasmada na disposición derradeira primeira da Lei 32/2014, do 22 de decembro, de metroloxía, que outorga ao Goberno, por proposta do Ministerio de Industria, Enerxía e Turismo (actualmente, Ministerio de Industria, Comercio e Turismo), a potestade para ditar cantas disposicións regulamentarias se requiran para garantir o desenvolvemento e execución da citada lei.

Pola súa parte, o artigo 3 da Lei 32/2014, do 22 de decembro, establece que corresponde ao Goberno, mediante real decreto e de conformidade coas resolucións da CXPM e coa normativa da Unión Europea, o establecemento das definicións das unidades básicas e derivadas, dos seus nomes e símbolos, das escalas de tempo e temperatura, das regras de escritura dos símbolos e nomes das unidades e das regras de expresión dos valores das magnitudes e para a formación dos múltiplos e submúltiplos das unidades.

O presente real decreto axústase aos principios de boa regulación contidos na Lei 39/2015, do 1 de outubro, do procedemento administrativo común das administracións públicas, principios de necesidade, eficacia, proporcionalidade, seguridade xurídica, transparencia e eficiencia, xa que esta persegue un interese xeral ao contribuír ao desenvolvemento científico e técnico, e ao control metrolóxico do Estado, cumpre estritamente o mandato establecido no artigo 129 da citada lei e resulta coherente co ordenamento xurídico. Do mesmo modo, durante o procedemento de elaboración da norma permitiuse a participación activa dos potenciais destinatarios a través do trámite de audiencia e información pública.

Na tramitación do presente real decreto emitiu informe favorable o Consello Superior de Metroloxía.

Na súa virtude, por proposta da ministra de Industria, Comercio e Turismo, de acordo co Consello de Estado, e logo de deliberación do Consello de Ministros na súa reunión do día 28 de abril de 2020,

DISPOÑO:

Artigo único. *Modificación do Real decreto 2032/2009, do 30 de decembro, polo que se establecen as unidades legais de medida.*

O anexo do Real decreto 2032/2009, do 30 de decembro, polo que se establecen as unidades legais de medida, modifícase da seguinte forma:

Un. O número 2 do capítulo I queda redactado como segue:

«2. Definicións das unidades básicas do SI.

As definicións das unidades básicas do SI son as seguintes:

2.1 O segundo, símbolo s, é a unidade SI de tempo. Defínese ao fixar o valor numérico da frecuencia da transición hiperfina do estado fundamental non perturbado do átomo de cesio 133, $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, en 9 192 631 770, cando se expresa na unidade Hz, igual a s^{-1} .

Da relación exacta $\Delta\nu_{\text{Cs}} = 9\,192\,631\,770\ \text{s}^{-1}$ obtense a expresión para a unidade segundo, en función do valor de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$:

$$1\text{s} = \frac{9\,192\,631\,770}{\Delta\nu_{\text{Cs}}}$$

Como resultado desta definición, o segundo é a duración de 9 192 631 770 períodos da radiación correspondente á transición entre os dous niveis hiperfinos do estado fundamental non perturbado do átomo de cesio 133.

2.2 O metro, símbolo m, é a unidade SI de lonxitude. Defínese ao fixar o valor numérico da velocidade da luz no baleiro, c, en 299 792 458, cando se expresa na unidade m s^{-1} , onde o segundo se define en función da frecuencia do cesio 133, $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

Da relación exacta $c = 299\,792\,458\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ obtense a expresión para o metro, en función das constantes c e Δv_{Cs} :

$$1\text{ m} = \left(\frac{c}{299\,792\,458} \right) \text{s} = \frac{9\,192\,631\,770}{299\,792\,458} \frac{c}{\Delta v_{Cs}} \approx 30,663\,319 \frac{c}{\Delta v_{Cs}}$$

Resultado desta definición é que o metro é a lonxitude do traxecto percorrido pola luz no baleiro durante un intervalo de tempo de $1/299\,792\,458$ de segundo.

2.3 O quilogramo, símbolo kg, é a unidade SI de masa. Defínese ao fixar o valor numérico da constante de Planck, h , en $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$, cando se expresa na unidade J·s, igual a $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, onde o metro e o segundo se definen en función de c e Δv_{Cs} .

Da relación exacta $h = 6,626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ obtense a unidade $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, e desta a expresión para o quilogramo en función do valor da constante de Planck h :

$$1\text{ kg} = \left(\frac{h}{6,626\,070\,15 \times 10^{-34}} \right) \text{m}^{-2} \text{s}$$

De aquí, xunto coas definicións do segundo e do metro, obtense a definición da unidade de masa en función das tres constantes h , Δv_{Cs} e c :

$$1\text{ kg} = \frac{(299\,792\,458)^2}{(6,626\,070\,15 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)} \frac{h \Delta v_{Cs}}{c^2} \approx 1,475\,5214 \times 10^{40} \frac{h \Delta v_{Cs}}{c^2}$$

De resultas desta definición queda definida a unidade $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ (a unidade das magnitudes físicas acción e momento angular). Xunto coas definicións do segundo e do metro, isto conduce á definición da unidade de masa en función do valor da constante de Planck, h .

2.4 O ampere, símbolo A, é a unidade SI de intensidade de corrente eléctrica. Defínese ao fixar o valor numérico da carga elemental, e , en $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$, cando se expresa na unidade C, igual a A·s, onde o segundo se define en función de Δv_{Cs} .

Da relación exacta $e = 1,602\,176\,634 \times 10^{-19} \text{ A} \cdot \text{s}$ obtense a expresión para a unidade ampere en función das constantes e e Δv_{Cs} :

$$1\text{ A} = \left(\frac{e}{1,602\,176\,634 \times 10^{-19}} \right) \text{s}^{-1}$$

O efecto desta definición é que o ampere é a corrente eléctrica correspondente ao fluxo de $1/(1,602\,176\,634 \times 10^{-19}) = 6,241\,509\,074 \times 10^{18}$ cargas elementais por segundo.

2.5 O kelvin, símbolo K, é a unidade SI de temperatura termodinámica. Defínese ao fixar o valor numérico da constante de Boltzmann, k , en $1,380\,649 \times 10^{-23}$, cando se expresa na unidade $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$, igual a $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, onde o quilogramo, o metro e o segundo se definen en función de h , c e Δv_{Cs} .

Da relación exacta $k = 1,380\,649 \times 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ obtense a expresión para o kelvin en función das constantes k , h e Δv_{Cs} :

$$1\text{ K} = \frac{1,380\,649 \times 10^{-23}}{(6,626\,070\,15 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)} \frac{\Delta v_{Cs} h}{k} \approx 2,266\,6653 \frac{\Delta v_{Cs} h}{k}$$

O efecto desta definición é que o kelvin é igual á variación de temperatura termodinámica que dá lugar a unha variación de enerxía térmica kT de $1,380\,649 \times 10^{-23}$ J.

2.6 O mol, símbolo mol, é a unidade SI de cantidade de substancia. Un mol contén exactamente $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ entidades elementais. Esta cifra é o valor numérico fixo da constante de Avogadro, N_A , cando se expresa na unidade mol^{-1} , e denomínase número de Avogadro.

A cantidade de substancia, símbolo n , dun sistema é unha medida do número de entidades elementais especificadas. Unha entidade elemental pode ser un átomo, unha molécula, un ión, un electrón, ou calquera outra partícula ou grupo especificado de partículas.

Da relación exacta $N_A = 6,022\,140\,76 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ obtense o mol en función da constante N_A :

$$1 \text{ mol} = \left(\frac{6,022\,140\,76 \times 10^{23}}{N_A} \right)$$

O efecto desta definición é que o mol é a cantidade de substancia dun sistema que contén $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ entidades elementais especificadas.

2.7 A candela, símbolo cd, é a unidade SI de intensidade luminosa nunha dirección dada. Defínese ao fixar o valor numérico da eficacia luminosa da radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz, K_{cd} , en 683, cando se expresa na unidade $\text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$, unidade igual a $\text{cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{W}^{-1}$, ou a $\text{cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^3$, onde o quilogramo, o metro e o segundo se definen en función de h , c e Δv_{Cs} .

Da relación exacta $K_{\text{cd}} = 683 \text{ cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^3$ obtense a expresión para a candela:

$$1 \text{ cd} = \left(\frac{K_{\text{cd}}}{683} \right) \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3} \text{ sr}^{-1}$$

ou ben expresando kg, m e s en función das constantes h e Δv_{Cs} :

$$1 \text{ cd} = \frac{1}{(6,626\,070\,15 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)^2 683} (\Delta v_{\text{Cs}})^2 h K_{\text{cd}} \approx 2,614\,830 \times 10^{10} (\Delta v_{\text{Cs}})^2 h K_{\text{cd}}$$

O efecto desta definición é que a candela é a intensidade luminosa, nunha dirección dada, dunha fonte que emite radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz e ten unha intensidade radiante nesa dirección de $(1/683) \text{ W/sr}$.

Dous. A nota ao rodapé (e) da táboa 3 do capítulo II queda redactada da seguinte forma:

«(e) A temperatura Celsius t defínese como a diferenza $t = T - T_0$ entre dúas temperaturas termodinámicas T e T_0 , onde $T_0 = 273,15$ K. A unidade de temperatura Celsius é o grao Celsius, °C, que por definición é, en magnitude, igual ao kelvin. Por tanto, un intervalo ou diferenza de temperaturas pode expresarse tanto en kelvins como en graos Celsius.»

Tres. O número 1.6 do capítulo III queda redactado como segue:

«1.6 Os nomes das unidades imprímense en caracteres romanos (rectos) e considéranse como nomes (substantivos) comúns, empezan por minúscula (mesmo cando o seu nome é o dun científico eminente e o símbolo da unidade comeza por maiúscula), salvo que se encontren situados ao comezo dunha frase ou nun texto en maiúsculas, como un título. Para cumprir esta regra, a escritura correcta do nome da unidade cuxo símbolo é °C é «grao Celsius» (a unidade grao comeza pola letra

g en minúscula e o atributo Celsius comeza pola letra C en maiúscula, porque é un nome propio). Os nomes das unidades poden escribirse en plural. As denominacións castelanizadas de uso habitual das unidades son aceptadas, sempre que estean recoñecidas pola Real Academia Española da Lingua (exemplos: *amperio, culombio, faradio, hercio, julio, ohmio, voltio, vatio*).»

Catro. O número 2.8 do capítulo III queda redactado como segue:

«2.8 O símbolo utilizado para separar a parte enteira da parte decimal denomínase «separador decimal». O símbolo do separador decimal pode ser a coma ou o punto, na propia liña de escritura. Preferiblemente utilizarase a coma, sempre que a tecnoloxía e as aplicacións onde se utilice o permitan. Se o número está comprendido entre +1 e -1, o separador decimal vai sempre precedido de cero.»

Cinco. O número 2.9 do capítulo III queda redactado como segue:

«2.9 Os números con moitas cifras poden repartirse en grupos de tres cifras separadas por un espazo, co fin de facilitar a lectura. Estes grupos non se separan nunca por puntos nin por comas. Porén, cando non hai máis que catro cifras diante ou detrás do separador decimal, é usual non inserir un espazo e deixar unha única cifra solta. Nos números dunha táboa, o formato non debe variar nunha mesma columna.»

Disposición derradeira primeira. *Incorporación de dereito da Unión Europea.*

Mediante este real decreto incorpórase ao dereito español a Directiva (UE) 2019/1258 da Comisión, do 23 de xullo de 2019, pola que se modifica, para adaptalo ao progreso técnico, o anexo da Directiva 80/181/CEE do Consello no relativo ás definicións das unidades básicas do Sistema internacional.

Disposición derradeira segunda. *Entrada en vigor.*

O presente real decreto entrará en vigor o día seguinte ao da súa publicación no «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid o 28 de abril de 2020.

FELIPE R.

A ministra de Industria, Comercio e Turismo,
MARÍA REYES MAROTO ILLERA