

DIN EN ISO 80000-10

ICS 01.060

**Größen und Einheiten –
Teil 10: Atom- und Kernphysik (ISO 80000-10:2009);
Deutsche Fassung EN ISO 80000-10:2013**

Quantities and units –
Part 10: Atomic and nuclear physics (ISO 80000-10:2009);
German version EN ISO 80000-10:2013

Grandeurs et unités –
Partie 10: Physique atomique et nucléaire (ISO 80000-10:2009);
Version allemande EN ISO 80000-10:2013

Gesamtumfang 81 Seiten

Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) im DIN
Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN
Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 80000-10:2009 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 12 „Quantities and units“, Sekretariat SIS (Schweden), der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 80000-10:2013 durch den Technischen Lenkungsausschuss (BT) des CEN übernommen.

Auf nationaler Ebene ist der Arbeitskreis NA 152-01-10-01 AK „Begriffe und Formelzeichen der Teilchenphysik“ zuständig.

ISO 80000 besteht aus den folgenden Teilen unter dem Haupttitel „*Quantities and units*“:

- *Part 1: General*
- *Part 2: Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology*^{*)}
- *Part 3: Space and time*
- *Part 4: Mechanics*
- *Part 5: Thermodynamics*
- *Part 7: Light*
- *Part 8: Acoustics*
- *Part 9: Physical chemistry and molecular physics*
- *Part 10: Atomic and nuclear physics*
- *Part 11: Characteristic numbers*
- *Part 12: Solid state physics*

IEC 80000 besteht aus den folgenden Teilen unter dem Haupttitel „*Quantities and units*“:

- *Part 6: Electromagnetism*
- *Part 13: Information science and technology*
- *Part 14: Telebiometrics related to human physiology*

Zu den in Abschnitt 2 und in den Literaturhinweisen aufgeführten internationalen Dokumenten wird auf die folgenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 80000-1	siehe	DIN EN ISO 80000-1
ISO 80000-2	siehe	DIN EN ISO 80000-2
ISO 80000-3	siehe	DIN EN ISO 80000-3
ISO 80000-4	siehe	DIN EN ISO 80000-4
ISO 80000-5	siehe	DIN EN ISO 80000-5
ISO 80000-7	siehe	DIN EN ISO 80000-7 ^{**)}
ISO 80000-9	siehe	DIN EN ISO 80000-9
IEC 80000-6	siehe	DIN EN 80000-6

Anmerkungen zur deutschsprachigen Fassung

Es wird darauf hingewiesen, dass die in der englischen Originalfassung zitierten CODATA-Werte von 2006 nicht mehr aktuell sind. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

^{*)} Der Titel ist in der zweiten Auflage von ISO 80000-2 zu „Mathematics“ zu verkürzen.

^{**)} In Vorbereitung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 6802-1, *Neutronendosimetrie — Spezielle Begriffe und Benennungen*

DIN 6814-2, *Begriffe in der radiologischen Technik — Teil 2: Strahlenphysik*

DIN 6814-3, *Begriffe in der radiologischen Technik — Teil 3: Dosisgrößen und Dosiseinheiten*

DIN 6814-4, *Begriffe in der radiologischen Technik — Teil 4: Radioaktivität*

DIN EN 80000-6, *Größen und Einheiten — Teil 6: Elektromagnetismus*

DIN EN 80000-13, *Größen und Einheiten — Teil 13: Informationswissenschaft und -technik*

DIN EN 80000-14, *Größen und Einheiten — Teil 14: Telebiometrische Identifizierung unter den Bedingungen der Physiologie des Menschen*

DIN EN ISO 80000-1, *Größen und Einheiten — Teil 1: Allgemeines*

DIN EN ISO 80000-2, *Größen und Einheiten — Teil 2: Mathematische Zeichen für Naturwissenschaft und Technik*

DIN EN ISO 80000-3, *Größen und Einheiten — Teil 3: Raum und Zeit*

DIN EN ISO 80000-4, *Größen und Einheiten — Teil 4: Mechanik*

DIN EN ISO 80000-5, *Größen und Einheiten — Teil 5: Thermodynamik*

DIN EN ISO 80000-7 **), *Größen und Einheiten — Teil 7: Licht*

DIN EN ISO 80000-8, *Größen und Einheiten — Teil 8: Akustik*

DIN EN ISO 80000-9, *Größen und Einheiten — Teil 9: Physikalische Chemie und Molekularphysik*

DIN EN ISO 80000-10, *Größen und Einheiten — Teil 10: Atomare und nukleare Physik*

DIN EN ISO 80000-12, *Größen und Einheiten — Teil 12: Festkörperphysik*

ICRP 103, *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*

ICRU 51, *Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry*

ICRU 60, *Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation*

**) In Vorbereitung.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Größen und Einheiten —
Teil 10: Atom- und Kernphysik (ISO 80000-10:2009)

Quantities and units —
Part 10: Atomic and nuclear physics (ISO 80000-10:2009)

Grandeurs et unités —
Partie 10: Physique atomique et nucléaire
(ISO 80000-10:2009)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. März 2013 angenommen.

Die CEN und CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN und CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN und CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN- und CENELEC-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute und elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



CEN-CENELEC Management Centre:
Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

Inhalt	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Benennungen, Formelzeichen und Definitionen	7
Anhang A (informativ) In der Atom- und Kernphysik verwendete Einheiten außerhalb des SI	76
Literaturhinweise	77

Vorwort

Der Text von ISO 80000-10:2009 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 12 „Quantities and units“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 80000-10:2013 durch den Technischen Lenkungsausschuss (BT) des CEN übernommen.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 80000-10:2009 wurde vom CEN als EN ISO 80000-10:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

0.1 Aufbau der Tabellen

Die Tabellen der Größen und Einheiten in dieser Internationalen Norm sind so aufgebaut, dass die Größen auf den links stehenden Seiten und die Einheiten auf den rechts daneben stehenden Seiten stehen.

Alle Einheiten zwischen zwei durchgezogenen Linien gehören zu den links zwischen denselben durchgezogenen Linien stehenden Größen.

Wenn die Benummerung eines Eintrags bei der Überarbeitung eines Teils der ISO 31 geändert wurde, steht die frühere Nummer auf der links stehenden Seite in Klammern unter der neuen Nummer. Ein Strich bedeutet, dass der betreffende Eintrag in der vorangegangenen Ausgabe nicht enthalten war.

0.2 Tabellen der Größen

Die Benennungen in englischer und französischer Sprache der wichtigsten Größen im Anwendungsbereich dieses Dokuments sind zusammen mit ihren Formelzeichen, und meist auch ihren Definitionen angegeben. Die Benennungen und Formelzeichen sind Empfehlungen. Die Definitionen sind auf den linken Seiten der Tabelle zur Identifikation der Größen im Internationalen Größensystem (ISQ) angegeben. Sie sind nicht zwingend vollständig.

Der skalare, vektorielle oder tensorielle Charakter von Größen ist herausgestellt, insbesondere wenn dies für die Definitionen erforderlich ist.

In den meisten Fällen ist für eine Größe nur eine Benennung und ein Formelzeichen angegeben. Wo mehrere Benennungen oder Formelzeichen für eine Größe angegeben sind und keine Unterscheidung gemacht ist, sind sie gleichrangig. Wenn es zwei Formen eines Buchstabens gibt (wie z. B. bei ϑ und θ , φ und ϕ , a und α , g und g), ist nur eine angegeben. Das bedeutet nicht, dass die jeweils andere nicht auch anwendbar ist. Es wird empfohlen, solchen Varianten keine unterschiedlichen Bedeutungen zuzuweisen. Ein Formelzeichen in Klammern ist ein Ausweichzeichen und zu benutzen, wenn in einem betrachteten Zusammenhang das Vorzugszeichen mit einer anderen Bedeutung benutzt wird.

In der englischen Fassung dieser Norm sind die französischen Benennungen kursiv gesetzt und mit dem Vorsatz fr. gekennzeichnet. Das Geschlecht der französischen Benennungen ist mit (m) für männlich und (f) für weiblich angegeben.

0.3 Tabellen der Einheiten

0.3.1 Allgemeines

Die Namen der den Größen zugeordneten Einheiten sind zusammen mit den internationalen Einheitenzeichen und den Definitionen angegeben. Die Einheitennamen sind sprachabhängig, aber die Einheitenzeichen sind international und dieselben in allen Sprachen. Für weitergehende Information siehe die Broschüre „Le système international d'unités (SI-Broschüre)“ (8. Auflage, 2006) vom Bureau international des poids et mesures (BIPM) und ISO 80000-1.

Die Einheiten sind wie folgt angeordnet:

- Die kohärenten SI-Einheiten sind zuerst angegeben. Die SI-Einheiten sind von der Generalkonferenz für Maß und Gewicht (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM) angenommen. Die Verwendung der kohärenten SI-Einheiten und ihre mit den SI-Vorsätzen gebildeten dezimalen Vielfachen und deren Teile wird empfohlen, auch wenn die dezimalen Vielfachen und deren Teile nicht explizit angegeben sind.
- Einige Einheiten außerhalb des SI sind danach angegeben, und zwar jene, die vom Internationalen Komitee für Maß und Gewicht (Comité International des Poids et Mesures, CIPM) oder von der Internationalen Organisation für gesetzliches Messwesen (Organisation Internationale de Métrologie Légale, OIML) oder von ISO und IEC zur Benutzung zusammen mit dem SI angenommen wurden.

Solche Einheiten sind in dem Eintrag von den SI-Einheiten durch eine gestrichelte Linie abgetrennt.

- c) Einheiten außerhalb des SI, deren Benutzung zusammen mit dem SI zurzeit akzeptiert ist, sind in einer kleineren Schriftgröße (kleiner als der Text) in der Spalte „Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen“ angegeben.
- d) Nicht empfohlene Einheiten außerhalb des SI sind nur in Anhängen in einigen Teilen dieser internationalen Norm angegeben. Diese Anhänge sind nur informativ, in erster Linie hinsichtlich der Umrechnungsfaktoren, und nicht normativ. Die nicht empfohlenen Einheiten sind in zwei Gruppen eingeteilt:
 - 1) Einheiten des CGS-Systems mit besonderen Namen;
 - 2) Einheiten, die auf foot, pound, second basieren sowie einige andere damit zusammenhängende Einheiten.
- e) Andere Einheiten außerhalb des SI, im Besonderen die Umrechnungsfaktoren betreffend, sind in einem anderen informativen Anhang zur Information angegeben.

0.3.2 Bemerkung zu Einheiten für Größen der Dimension 1 oder dimensionslose Größen

Die kohärente Einheit für jede Größe der Dimension Zahl ist die Zahl Eins, Einheitenzeichen: 1. Bei Angabe des Wertes einer solchen Größe wird das Einheitenzeichen 1 im Allgemeinen nicht explizit geschrieben.

BEISPIEL 1 Brechzahl $n = 1,53 \cdot 1 = 1,53$

Es dürfen keine Vorsätze zur Einheit 1 verwendet werden, um Vielfache oder Teile dieser Einheit zu bilden. Anstelle von Vorsätzen werden Zehnerpotenzen empfohlen.

BEISPIEL 2 Reynoldszahl $Re = 1,32 \cdot 10^3$

Unter Berücksichtigung, dass der ebene Winkel und der Raumwinkel im Allgemeinen als Verhältnis zweier Längen bzw. als Verhältnis zweier Flächen angegeben wird, hat die CGPM 1995 festgelegt, dass im SI der Radiant, Einheitenzeichen: rad, und der Steradian, Einheitenzeichen: sr, abgeleitete Einheiten der Dimension Eins sind. Daraus folgt, dass die Größen ebener Winkel und Raumwinkel als abgeleitete Größen der Dimension Eins betrachtet werden. Die Einheiten Radiant und Steradian dürfen entweder weggelassen werden, oder sie dürfen in Ausdrücken für abgeleitete Einheiten benutzt werden, um die Unterscheidung von Größen verschiedener Art aber gleicher Dimension zu erleichtern.

0.4 Zahlenangaben in dieser Norm

Das Zeichen = wird benutzt, um auszudrücken „ist genau gleich“, das Zeichen $\approx$ wird benutzt, um auszudrücken „ist ungefähr gleich“ und das Zeichen $\coloneqq$ wird benutzt, um auszudrücken „ist definitionsgemäß gleich“.

Werte physikalischer Größen, die experimentell ermittelt wurden, ist immer eine Messunsicherheit zugeordnet. Diese Unsicherheit sollte immer angegeben werden. In dieser internationalen Norm ist die Unsicherheit wie im folgenden Beispiel angegeben.

BEISPIEL $l = 2,34782(32)\text{m}$

In diesem Beispiel $l = a(b)\text{m}$ bezieht sich der in Klammern angegebene Zahlenwert der Unsicherheit auf die letzten Stellen des Zahlenwertes der Länge l . Diese Schreibweise wird benutzt, wenn b die Standardunsicherheit der letzten Stellen von a darstellt. Das vorstehende Beispiel darf so verstanden werden, dass der beste Schätzwert des Zahlenwertes für l , wenn l in der Einheit Meter angegeben wird, 2,34782 ist, und dass der unbekannte Wert von l zwischen $(2,34782 - 0,00032)\text{m}$ und $(2,34782 + 0,00032)\text{m}$ mit einer Wahrscheinlichkeit vermutet wird die sich aus der Standardunsicherheit $(0,00032)\text{m}$ unter Zugrundelegung einer Normalverteilung der Werte von l ermittelt.

0.5 Spezielle Bemerkungen

0.5.1 Größen

Die in ISO 80000-10 angegebenen Naturkonstanten sind mit den konsistenten Werten der Naturkonstanten in „2006 CODATA recommended values“^{N1)} angegeben, siehe Internetseite:
<http://physics.nist.gov/cuu/constants/index.html>.

0.5.2 Spezielle Einheiten

Wenn sie darin einen besonderen wissenschaftlichen Vorteil für ihre Arbeit sehen, sollten Wissenschaftler die Freiheit haben, Einheiten außerhalb des SI zu verwenden. Aus diesem Grund sind in Anhang A Einheiten außerhalb des SI aufgeführt, die in der Atom- und Kernphysik relevant sind.

^{N1)} Nationale Fußnote: Die in diesem Dokument angegebenen CODATA-Werte von 2006 sind veraltet. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

1 Anwendungsbereich

ISO 80000-10 enthält Benennungen, Formelzeichen und Definitionen für Größen und Einheiten, die in der Atom- und Kernphysik verwendet werden. Wo benötigt, sind auch Umrechnungsfaktoren aufgeführt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 80000-3:2006, *Quantities and units — Part 3: Space and time*

ISO 80000-4:2006, *Quantities and units — Part 4: Mechanics*

ISO 80000-5:2006, *Quantities and units — Part 5: Thermodynamics*

ISO 80000-6:2006, *Quantities and units — Part 6: Electromagnetism*

ISO 80000-7:2006, *Quantities and units — Part 7: Light*

ISO 80000-9:2006, *Quantities and units — Part 9: Physical chemistry and molecular physics*

3 Benennungen, Formelzeichen und Definitionen

Die Tabellen auf den folgenden Seiten enthalten Benennungen, Formelzeichen und Definitionen für die Atom- und Kernphysik.

Atom- und Kernphysik				Größen
Nr.	Benennung	Formelzeichen	Definition	Bemerkungen
10-1.1 (9-1)	Kernladungszahl Protonenzahl	Z	Anzahl der Protonen in einem Atomkern	Ein Nuklid ist eine Atomart, die durch die Anzahl ihrer Protonen und die Anzahl ihrer Neutronen gekennzeichnet ist. Nuklide mit dem gleichen Wert von Z , aber unterschiedlichem Wert von N , werden als Isotope eines chemischen Elements bezeichnet. Die Ordnungszahl eines chemischen Elements im Periodensystem entspricht der Kernladungszahl. Die Kernladungszahl entspricht der Ladung des Atomkerns als Vielfaches der Elementarladung (Nr. 10-5.1)
10-1.2 (9-2)	Neutronenzahl	N	Anzahl der Neutronen in einem Atomkern	Nuklide mit dem gleichen Wert von N , aber unterschiedlichem Wert von Z werden als Isotone bezeichnet. $N - Z$ wird als Neutronenüberschuss bezeichnet.
10-1.3 (9-3)	Nukleonenzahl, Massenzahl	A	Anzahl der Nukleonen in einem Atomkern	$A = Z + N$ Nuklide mit dem gleichen Wert von A werden als Isobare bezeichnet.
10-2 (9-5.1) (9-5.2) (9-5.3)	Ruhemasse, träge Masse	$m(X),$ m_X	für eine Teilchenart X die Masse des Teilchens (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-1) in Ruhe	Insbesondere, für das Elektron: $m_e = 9,109\,382\,15(45) \cdot 10^{-31} \text{ kg};$ für das Proton: $m_p = 1,672\,621\,637(83) \cdot 10^{-27} \text{ kg};$ für das Neutron: $m_n = 1,674\,927\,211(84) \cdot 10^{-27} \text{ kg};$ [2006 CODATA recommended values]. N2) Die Ruhemasse wird häufig mit m_0 bezeichnet.
10-3 (—)	Ruheenergie	E_0	für ein Teilchen gilt $E_0 = m_0 c_0^2$ dabei bezeichnet m_0 die Ruhemasse (Nr. 10-2) des Teilchens und c_0 die Vakuumlichtgeschwindigkeit (ISO 80000-7:2008, Nr. 7-4.1)	

N2) Nationale Fußnote: Die in diesem Dokument angegebenen CODATA-Werte von 2006 sind veraltet. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

Einheiten				Atom- und Kernphysik
Nr.	Name	Einheiten- zeichen	Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
10-1.a	eins	1		Siehe Einleitung, 0.3.2.
10-2.a	Kilogramm	kg		
10-2.b	Dalton, atomare Masseneinheit	Da u	1 Dalton ist gleich 1/12 der Ruhemasse eines Atoms des Kohlenstoff- Isotops ^{12}C im Grundzustand	$1 \text{ Da} = 1 \text{ u}$ $= 1,660\,538\,782(83) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N3)}
10-3.a	Joule	J		

(wird fortgesetzt)

^{N3)} Nationale Fußnote: Die in diesem Dokument angegebenen CODATA-Werte von 2006 sind veraltet. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

Atom- und Kernphysik				Größen
Nr.	Benennung	Formelzeichen	Definition	Bemerkungen
10-4.1 (9-4.1)	Atommasse	$m(X),$ m_a	Ruhemasse (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-1) eines neutralen Atoms oder Nuklids X im Grundzustand	$\frac{m_a}{m_u}$ wird relative Atommasse genannt.
10-4.2 (9-4.2)	vereinheitlichte Massen- konstante ^{N4)}	m_u	1/12 der Ruhemasse (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-1) eines neutralen Atoms des Kohlenstoff-Isotops ^{12}C im Grundzustand	$m_u = 1,660\,538\,782(83) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N5)}
10-5.1 (9-6)	Elementarladung	e	Betrag der elektrischen Ladung (IEC 80000-6:2008, Nr. 6-2) des Elektrons ^{N6)}	$e = 1,602\,176\,487(40) \cdot 10^{-19} \text{ C}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N5)}
10-5.2 (—)	Ladungszahl	c	für ein Teilchen, Quotient elektrische Ladung (IEC 80000-6:2008, Nr. 6-2) durch Elementarladung (Nr. 10-5.1)	Ein Teilchen wird als elektrisch neutral bezeichnet, wenn seine Ladung gleich null ist. Die Ladungszahl eines Teilchens kann positiv, negativ oder null sein. Der Ladungszustand eines Teil- chens kann durch ein hochge- stelltes Zeichen am Symbol dieses Teilchens angegeben werden, z. B. $\text{H}^+, \text{He}^{++}, \text{Al}^{3+}, \text{Cl}^-, \text{S}^=, \text{N}^{3-}$.
10-6.1 (9-7)	Planck- Konstante	h	elementares Wirkungsquantum (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-37)	$h = 6,626\,068\,96(33) \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N5)} Die Energie E eines harmonischen Oszillators mit der Frequenz f kann sich nur um ganzzahlige Vielfache von $\Delta E = hf = \hbar\omega$ ändern.
10-6.2 (—)	reduzierte Planck- Konstante	$\hbar$	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$ dabei bezeichnet h die Planck-Konstante (Nr. 10-6.1)	$\hbar = 1,054\,571\,628(53) \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N5)} $\hbar$ ist auch als h-quer oder als Dirac-Konstante bekannt.

^{N4)} Nationale Fußnote: Wird auch als atomare Masseneinheit bezeichnet.

^{N5)} Nationale Fußnote: Die in diesem Dokument angegebenen CODATA-Werte von 2006 sind veraltet. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

^{N6)} Nationale Fußnote: Die elektrische Ladung des Elektrons ist $-e$.

Einheiten			Atom- und Kernphysik	
Nr.	Name	Einheiten- zeichen	Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
10-4.a	Kilogramm	kg		
10-4.b	Dalton, atomare Masseneinheit	Da, u	1 Dalton ist gleich 1/12 der Ruhemasse eines Atoms des Kohlenstoff-Isotops ^{12}C im Grundzustand	1 Da = 1 u = $1,660\,538\,782(83) \cdot 10^{-27}$ kg [2006 CODATA recommended values]. ^{N7)}
10-5.a	Coulomb	C		
10-6.a	Joule mal Sekunde	J·s		

(wird fortgesetzt)

^{N7)} Nationale Fußnote: Die in diesem Dokument angegebenen CODATA-Werte von 2006 sind veraltet. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

Atom- und Kernphysik				Größen
Nr.	Benennung	Formelzeichen	Definition	Bemerkungen
10-7 (9-8)	Bohrscher Radius	a_0	$a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{m_e e^2}$ <p>dabei bezeichnet ϵ_0 die elektrische Feldkonstante (IEC 80000-6:2008, Nr. 6-14.1), $\hbar$ die reduzierte Planck-Konstante (Nr. 10-6.2); m_e die Ruhemasse des Elektrons (Nr. 10-2), und e die Elementarladung (Nr. 10-5.1)</p>	$a_0 = 0,529\,177\,208\,59(36) \cdot 10^{-10} \text{ m}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N8)} Im Rahmen des Bohrschen Atommodells bezeichnet a_0 den Radius der Elektronenbahn im Wasserstoffatom im Grundzustand.
10-8 (9-9)	Rydberg-Konstante	R_∞	$R_\infty = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 a_0 h c_0}$ <p>dabei bezeichnet e die Elementarladung (Nr. 10-5.1), ϵ_0 die elektrische Feldkonstante (IEC 80000-6:2008, Nr. 6-14.1), a_0 den Bohrschen Radius (Nr. 10-7), h die Planck-Konstante (Nr. 10-6.1) und c_0 die Vakuumlichtgeschwindigkeit (ISO 80000-7:2008, Nr. 7-4.1)</p>	$R_\infty = 10\,973\,731,568\,527(73) \text{ m}^{-1}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N8)} Die Größe $R_y = R_\infty \cdot h c_0$ wird Rydberg-Energie genannt.
10-9 (9-10)	Hartree-Energie	E_H, E_h	$E_H = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_0}$ <p>dabei bezeichnet e die Elementarladung (Nr. 10-5.1), ϵ_0 die elektrische Feldkonstante (IEC 80000-6:2008, Nr. 6-14.1) und a_0 den Bohrschen Radius (Nr. 10-7)</p>	$E_H = 4,359\,743\,94(22) \cdot 10^{-18} \text{ J}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N8)} Die Energie des Elektrons im Wasserstoffatom im Grundzustand ist $-E_H$. $E_H = 2 R_\infty \cdot h c_0$.

^{N8)} Nationale Fußnote: Die in diesem Dokument angegebenen CODATA-Werte von 2006 sind veraltet. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

Einheiten				Atom- und Kernphysik
Nr.	Name	Einheiten- zeichen	Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
10-7.a	Meter	m		Ångström (Å), $1 \text{ Å} := 10^{-10} \text{ m}$
10-8.a	Meter hoch minus eins	m^{-1}		
10-9.a	Joule	J		

(wird fortgesetzt)

Atom- und Kernphysik				Größen
Nr.	Benennung	Formelzeichen	Definition	Bemerkungen
10-10.1 (9-11.1)	magnetisches Dipolmoment	μ	für ein Teilchen oder für einen Atomkern eine Vektorgroße, die in einem äußeren Magnetfeld mit einer magnetischen Flussdichte B (IEC 80000-6:2008, Nr. 6-21) eine Energieänderung (ISO 80000-5:2007, Nr. 5-20.1) $\Delta W = -\mu \cdot B$ bewirkt.	Die Energie W ist bei einem Atom oder Atomkern quantisiert und kann dargestellt werden durch $W = g\mu_X M B$ dabei bezeichnet g den entsprechenden g -Faktor (Nr. 10-15.1 oder Nr. 10-15.2), μ_X meist das Bohrsche Magneton oder Kernmagneton (Nr. 10-10.2 oder Nr. 10-10.3), M die Magnetquantenzahl (Nr. 10-14.4) und B den Betrag der magnetischen Flussdichte. Siehe auch IEC 80000-6:2008, Nr. 6-23.
10-10.2 (9-11.2)	Bohrsches Magneton	μ_B	$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}$ dabei bezeichnet e die Elementarladung (Nr. 10-5.1) und m_e die Ruhemasse des Elektrons (Nr. 10-2) ^{N9)}	$\mu_B = 927,400\,915(23) \cdot 10^{-26} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N10)} μ_B ist der Betrag des magnetischen Dipolmomentes eines Elektrons in einem Zustand mit einer Bahndrehimpulsquantenzahl $l = 1$ (Nr. 10-14.3) aufgrund seiner Orbitalbewegung.
10-10.3 (9-11.3)	Kernmagneton	μ_N	$\mu_N = \frac{e\hbar}{2m_p}$ dabei bezeichnet e die Elementarladung (Nr. 10-5.1) und m_p die Ruhemasse des Protons (Nr. 10-2) ^{N9)}	$\mu_N = 5,050\,783\,24(13) \cdot 10^{-27} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N10)} Der Index N bedeutet Atomkern (Nukleus). Für das magnetische Moment eines Neutrons wird der Index n verwendet. Die magnetischen Momente der Protonen oder Neutronen weichen um ihre spezifischen g -Faktoren (Nr. 10-15.2) von diesem Wert ab.
10-11 (—)	Spin	s	Eigendrehimpuls (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-12) eines Teilchens oder eines Teilchensystems	Der Spin ist eine additive Vektorgroße.

^{N9)} Nationale Fußnote: Dabei bezeichnet $\hbar$ die reduzierte Planck-Konstante (10-6.2).

^{N10)} Nationale Fußnote: Die in diesem Dokument angegebenen CODATA-Werte von 2006 sind veraltet. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

Einheiten			Atom- und Kernphysik	
Nr.	Name	Einheiten- zeichen	Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
10-10.a	Ampere mal Quadratmeter	$A \cdot m^2$		
10-11.a	Kilogramm mal Quadratmeter durch Sekunde	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$		

(wird fortgesetzt)

Atom- und Kernphysik				Größen
Nr.	Benennung	Formelzeichen	Definition	Bemerkungen
10-12 (—)	Gesamtdrehimpuls	$\mathbf{J}$	Vektorgröße in einem Quantenmikrosystem, die aus dem Drehimpuls $\mathbf{L}$ (ISO 80000-4:2006, Nr. 4-12) und dem Spin s (Nr. 10-11) gebildet wird	In der Atom- und Kernphysik wird der Bahndrehimpuls meistens mit $\mathbf{L}$ oder $\mathbf{L}$ anstelle von $\mathbf{L}$ bezeichnet. Der Betrag von $\mathbf{J}$ ist quantisiert, so dass $J^2 = \hbar^2 j(j+1)$, dabei bezeichnet j die Gesamtdrehimpulsquantenzahl (Nr. 10-14.6). Der Gesamtdrehimpuls und das magnetische Dipolmoment haben die gleiche Richtung. j ist nicht der Betrag des Gesamtdrehimpulses $\mathbf{J}$ dividiert durch $\hbar$ sondern dessen Projektion auf die Quantisierungsachse,.
10-13.1 (9-12)	gyromagnetisches Verhältnis des Elektrons, magnetogyrisches Verhältnis des Elektrons	γ_e	$\boldsymbol{\mu} = \gamma_e \mathbf{J}$ dabei bezeichnet $\boldsymbol{\mu}$ das magnetische Dipolmoment (Nr. 10-10.1) und $\mathbf{J}$ den Gesamtdrehimpuls (Nr. 10-12)	
10-13.2 (9-12)	gyromagnetisches Verhältnis, magnetogyrisches Verhältnis, gyromagnetischer Koeffizient	γ	$\boldsymbol{\mu} = \gamma \mathbf{J}$ dabei bezeichnet $\boldsymbol{\mu}$ das magnetische Dipolmoment (Nr. 10-10.1) und $\mathbf{J}$ den Gesamtdrehimpuls (Nr. 10-12)	Der systematische Name lautet „gyromagnetischer Koeffizient“, üblicher ist jedoch „gyromagnetisches Verhältnis“. Das gyromagnetische Verhältnis des Protons wird mit γ_p bezeichnet. $\gamma_p = 2,675\,222\,099(70) \cdot 10^8 \text{ s}^{-1} \text{ T}^{-1}$ [2006 CODATA recommended values]. ^{N11)}

^{N11)} Nationale Fußnote: Die in diesem Dokument angegebenen CODATA-Werte von 2006 sind veraltet. Die aktuellen CODATA-Werte sind zu verwenden.

Einheiten			Atom- und Kernphysik	
Nr.	Name	Einheiten- zeichen	Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
10-12.a	Joule mal Sekunde	J·s		
10-13.a	Ampere mal Quadratmeter durch Joule und Sekunde	$A \cdot m^2 / (J \cdot s)$		$1 A \cdot m^2 / (J \cdot s) =$ $1 A \cdot s / kg =$ $1 T^{-1} \cdot s^{-1}$

(wird fortgesetzt)

Atom- und Kernphysik				Größen
Nr.	Benennung	Formelzeichen	Definition	Bemerkungen
10-14.1 (—)	Quantenzahl	n, l, m, j, s, F	Zahl, die den jeweiligen Zustand eines Quantenmikrosystems kennzeichnet	<p>In einem Atom bestimmen die Elektronenzustände die Bindungsenergie $E = E(n, m, j, s)$. Die Großbuchstaben L, M, J und S werden im Allgemeinen für das gesamte System verwendet.</p> <p>Die räumliche Wahrscheinlichkeitsverteilung eines Elektrons ist gegeben durch $\Psi ^2$, dabei ist Ψ die Wellenfunktion des Elektrons. Für ein Elektron in einem Wasserstoffatom kann sie in einer nicht-relativistischen Näherung dargestellt werden durch</p> <p>$\Psi(r, \vartheta, \varphi) = R_{nl}(r) \cdot Y_l^m(\vartheta, \varphi)$, dabei sind r, ϑ, φ sphärische Koordinaten (ISO 80000-2:2009, Nr. 2-16.3) bezogen auf den Atomkern und eine gegebene (Quantisierungs-) Achse, $R_{nl}(r)$ die radiale Verteilungsfunktion und $Y_l^m(\vartheta, \varphi)$ die Kugelflächenfunktionen.</p> <p>Im Bohrschen Modell von Ein-Elektron-Atomen definieren n, l und m die möglichen Orbitale des Elektrons um den Atomkern.</p>
10-14.2 (9-23)	Hauptquantenzahl	n	atomare Quantenzahl zur Angabe der Anzahl der $n - 1$ radialen Knoten der Ein-Elektron-Wellenfunktionen	<p>Im Bohrschen Atommodell bezieht sich $n = 1, 2, \dots, \infty$ auf die Bindungsenergie eines Elektrons und den Radius des kugelförmigen Orbitals (Hauptachse der elliptischen Orbitale).</p> <p>Für ein Elektron in einem Wasserstoffatom beträgt der halb-klassische Radius seines Orbitals $r_n = a_0 n^2$ und seine Bindungsenergie beträgt $E_n = E_H / n^2$.</p>
10-14.3 (9-18)	Nebenquantenzahl	l, l_i, L	atomare Quantenzahl zur Angabe des Bahndrehimpulses l ^{N12)} eines Ein-Elektron-Zustandes	<p>$l^2 = \hbar^2 l(l+1), l = 0, 1, \dots, n-1$.</p> <p>$l_i$ bezieht sich auf ein bestimmtes Teilchen i; L wird für das gesamte System verwendet.</p> <p>In einem Wasserstoffatom erscheint ein Elektron mit $l = 0$ als eine kugelförmige Wolke. Im Bohrschen Modell ist es auf die Form des Orbitals bezogen.</p>

N12) Nationale Fußnote: Der Bahndrehimpuls ist eine Vektorgroße und wird daher in Fettschrift angegeben.

Einheiten			Atom- und Kernphysik	
Nr.	Name	Einheiten- zeichen	Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
10-14.a	Eins	1		Siehe Einleitung, 0.3.2.

(wird fortgesetzt)

Atom- und Kernphysik				Größen
Nr.	Benennung	Formelzeichen	Definition	Bemerkungen
10-14.4 (9-24)	Magnetquantenzahl	m, m_i, M	atomare Quantenzahl zur Angabe der z -Komponente l_z , j_z oder s_z des Bahn-, Gesamt- oder Eigendrehimpulses (Spin)	$l_z = m_l \hbar$, $j_z = m_j \hbar$, $s_z = m_s \hbar$ mit Bereichen von $-l$ bis l , von $-j$ bis j bzw. $\pm 1/2$. m_i bezieht sich auf ein bestimmtes Teilchen i ; M wird für das gesamte System verwendet. Die Indizes l, s, j usw., geben die jeweilige Art des betreffenden Drehimpuls an.
10-14.5 (9-19)	Spinquantenzahl	s	charakteristische Quantenzahl eines Teilchens, zur Angabe seines Eigendrehimpulses $s^2 = \hbar^2 s(s+1)$	Bei Fermionen gilt $s = 1/2$ oder $s = 3/2$. Bei bisher beobachteten Bosonen beträgt $s = 0$ oder $s = 1$. Die Gesamtspinquantenzahl S eines Atoms bezieht sich auf den Gesamtspin (Drehimpuls), der aus der Summe aller Spins der Elektronen gebildet wird. Sie kann folgende Werte annehmen $S = 0, 1, 2, \dots$ für gerade Z und $S = 1/2, 3/2, \dots$ für ungerade Z .
10-14.6 (9-20)	Gesamtdrehimpulsquantenzahl	j, j_i, J	Quantenzahl in einem Atom, zur Angabe des Gesamtdrehimpulses J (Nr. 10-12)	j_i bezieht sich auf ein bestimmtes Teilchen i ; J wird für das gesamte System verwendet. Es ist zu berücksichtigen, dass die Quantenzahl J und der Betrag des Gesamtdrehimpulses J (Nr. 10-12) nicht identisch sind. Die beiden Werte von j sind $l \pm 1/2$. (Siehe Nr. 10-14.3.) In diesem Zusammenhang bedeutet „gesamt“ nicht „vollständig“.
10-14.7 (9-20)	Kernspinquantenzahl	I	Quantenzahl zur Angabe des Gesamtdrehimpulses J ^{N13)} eines Atomkerns in einem festgelegten Zustand, üblicherweise Kernspin genannt $I^2 = \hbar^2 I(I+1)$	Der Kernspin wird aus den Spins der Nukleonen (Protonen und Neutronen) und ihren Bahndrehimpulsen gebildet. Im Prinzip gibt es keine obere Grenze für die Kernspinquantenzahl. Für sie gibt es die möglichen Werte $I = 0, 1, 2, \dots$ für gerade A und $I = 1/2, 3/2, 5/2, \dots$ für ungerade A . In der Kern- und Teilchenphysik wird auch J verwendet.

N13) Nationale Fußnote: Der Gesamtdrehimpuls eines Atomkerns wird mit I bezeichnet und ist eine Vektorgroße.

Einheiten			Atom- und Kernphysik	
Nr.	Name	Einheiten- zeichen	Definition	Umrechnungsfaktoren und Bemerkungen
10-14.a	Eins	1		Siehe Einleitung, 0.3.2.

(wird fortgesetzt)