

Model Engineer's Handbook

„Original English Language Edition

This edition published by S.1 Model Books 2003.

© 2003, 2017 Tubal Cain

SIMB and Fox Chapel Publishers International Ltd. All rights reserved"

© Editura M.A.S.T: 2025, București, România

Lucrarea și întregul ei conținut sunt protejate prin Legea dreptului de autor.

Se interzice și se penalizează utilizarea lucrării în afara limitelor drepturilor

de autor și fără aprobarea editurii M.A.S.T. . Interdicția se referă la copierea,

traducerea, microfilmarea, stocarea și prelucrarea în sisteme electronice.

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**

**CAIN, TUBAL**

**Manualul inginerului : unități de măsură, formule și constante fizice**

**și matematice : esențialul în matematică, fizică, mecanică, rezistență,**

**electricitate, electronică, chimie / Tubal Cain. - București : Editura**

**M.A.S.T., 2025**

**ISBN 978-606-649-181-5**

62

# MANUALUL INGINERULUI

**Tubal Cain**

Traducator: Ligia Șendrea

PREFAȚĂ .....	8
<b>SECȚIUNEA UNU</b>	<b>UNITĂȚI DE MĂSURĂ ÎN SISTEMUL INTERNAȚIONAL</b>
	Unități SI.....11
	Unități în Sistemul ISO.....13
	Factori de conversie.....17
	Tabele de conversie inci/milimetri.....14
	Factori de conversie.....18
	Fostele unități de măsură imperiale.....23
<b>SECȚIUNEA DOI</b>	<b>CALCULE DE LUCRU</b>
	Folosirea logaritmilor.....27
	Rigla de calcul.....27
	Funcțiile unghiurilor.....36
	Grafice logaritmice.....38
	Tabele matematice.....34
	Arii ale cercurilor.....48
	Numere preferate.....50
	Trigonometrie.....51
	Volumul sferelor și bilelor.....54
	Constante utile.....55
	Formule utile.....56
<b>SECȚIUNEA TREI</b>	<b>CONURI STANDARD ȘI MANȘOANE ÎN FORMĂ DE CON</b>
	Tabele cu conuri și unghiuri.....61
	Mânere conice – Morse, B & S, R8 și I.T.....62
	Axuri conice Jacobs Chuck.....63
	Manșoane conice despicate.....65
	Dimensiunile frezelor cu mânere înșurubate Clarkson.....67
	Dimensiunile nasului strungului Myford seria 7.....68
<b>SECȚIUNEA 4</b>	<b>FILETE DE ȘURUBURI</b>
	Filete de șuruburi și debitare.....69
	Tabele cu burghie de filetare pentru filete BSW, BSE, Model Engineer, Unified, Whitworth, BA și metric.....73
	Piulițe hexagonale și dimensiuni ale capetelor de bolțuri.....79
<b>SECȚIUNEA CINCI</b>	<b>PRACTICĂ DE LUCRU</b>
	Scule de tăiere.....83
	Viteze de tăiere.....87
	Grupe de prelucrabilitate.....88
	Viteze de tăiere ale strungurilor centrale.....89
	Burghie.....89
	Vârfuri de burghie.....90
	Micro-burghie.....92
	Dimensiunile burghiilor centrale combinate.....93
	Frezare.....94

Fluide de tăiere.....	97
Discuri pentru polizarea sculelor.....	99
Ajustaje și finisarea suprafețelor.....	100

## SECȚIUNEA ȘASE

### ÎMBINĂRI METALICE

Lipire și sudură moale.....	101
Date generale despre aliajele de lipire și sudură.....	103
Adezivi tehnologici.....	106

## SECȚIUNEA ȘAPTE

### PROPRIETĂȚI ALE MATERIALELOR

Note despre numerele specificațiilor oțelului.....	111
Ghid rapid de selectare a oțelurilor.....	112
Identificarea materialelor în atelier.....	113
Testul scântei.....	113
Rezistența materialelor tehnologice.....	115
Proprietăți medii ale materialelor tehnologice.....	118
Tabele de conversie, unități de stres mecanic metrice, imperiale și SI.....	120
Călirea oțelului de scule.....	120
Culoarea și temperatura.....	123
Greutatea specifică și densitatea materialelor.....	124
Greutatea foilor metalice.....	125
Greutatea barelor laminate.....	126
Sărmă și tablă - dimensiuni imperiale (SWG).....	128
Dimensiuni metrice pentru materiale tehnologice.....	129

## SECȚIUNEA OPT

### ABURUL ȘI MOTORUL CU ABUR

Proprietăți ale aburului.....	131
Tabele pentru abur.....	132
Aburul din motorul cu abur.....	137
Diagrama valvei alunecătoare.....	138
Diagrame indicatoare.....	140

## SECȚIUNEA NOUĂ

### AERUL ȘI GAZELE

Rezumat al legilor gazului.....	147
Ecuțiile gazelor.....	148
Încălzirea, compresiunea și expansiunea.....	150
Lucrul mecanic.....	153

## SECȚIUNEA ZECE

### CAZANUL

Rata de producere a aburului.....	155
Construirea cazanelor.....	156
Supape de siguranță.....	160
Testarea cazanului.....	161
Materiale de construcție pentru cazan.....	164

## SECȚIUNEA UNSPREZECE

### ETAȘAREA PISTOANELOR ȘI PRESETUPELOR

Inele în O.....	167
Inelele pistoanelor.....	171

## SECȚIUNEA DOISPREZECE

### MEMORANDUMURI ELECTRICE

Coduri de culoare.....	177
------------------------	-----

Siguranțe.....	178
Dimensiunile cablurilor.....	179
Caracteristicile motoarelor electrice mici.....	180
Conexiunile motorului FHP.....	182
Protecția motorului.....	185
Puncte generale privind instalarea motorului.....	187
Restaurarea acumulatorilor sulfatați.....	188

## SECȚIUNEA TREISPREZECE

### GENERALITĂȚI

Proiectarea arcurilor.....	189
Arcuri lamelare.....	192
Dinții roților dințate.....	194
Sunetul.....	195
Sarcină de siguranță în șuruburi și bolțuri.....	196
Rezistența șuruburilor cu cap frontal de înaltă rezistență la tracțiune.....	197
Date metalurgice.....	199
Frezarea excentricului în mandrina cu trei fălci.....	200
Acționări prin curea.....	200
Valori calorice ale combustibililor medii.....	202
Machete de roți feroviare și standarde de calibrare.....	203
Coefficienți de dilatare termică și puncte de topire.....	206
Dimensiunile Holz-șuruburilor.....	207
Șuruburi cu cap pătrat.....	207
Chei și canale.....	208
Termocupluri.....	209
Proporțiile mânerelor sferice tradiționale.....	211
Șuruburi cu ureche standard de ridicare.....	211
Flașe de țevi.....	213
Dimensiunile cheilor de ceas.....	214

ale motorului și a funcționării supapelor. Sunt acoperite cercetări recente privind supapele de siguranță, precum și cele mai recente reguli privind testarea cazanelor. Secțiunea asociată despre garniturile pistonului și presetupeii include acum date despre segmentii pistonului, iar tabelele cu inele „O” au fost actualizate. Notele electrice au fost verificate cu datele curente ale producătorilor, iar paginile finale care tratează chestiuni generale au fost revizuite și extinse, unele subiecte fiind transferate în secțiunile anterioare pentru o mai mare comoditate.

O astfel de revizuire majoră nu poate fi efectuată fără ajutor. Sunt foarte recunoscător acelor cititori care au făcut sugestii, precum și numeroasele firme care mi-au trimis informații, adesea în detaliu. Soția mea și-a lăsat deseori deoparte munca pentru ca eu să-i pot folosi banca (masa din bucătărie!) atunci când hârtiile nu mai încăpeau pe biroul meu. Nu m-aș fi descurcat fără cooperarea ei. În cele din urmă, toate cărțile trebuie să fie procesate prin tipărire. Lyn Corson și Beverly Laughlin au fost nevoite să facă față sutelor de note marginale mâzgălite în cartea originală, precum și celor aproximativ 70 de pagini A4 de material suplimentar. Răbdarea și înțelegerea lor sunt foarte apreciate!

Tubal Cain  
Westmorland, 1996

**Nota editurii:** deși este o ediție relativ recentă, originalul cărții folosește măsurători exprimate în toate sistemele de măsură, mai vechi sau mai noi. Expune însă, riguros, și toate tabelele de echivalare. Din motive întemeiate, dintre care unul ar fi că mulți specialiști români la care traducerea în română poate să ajungă, lucrează și în afara spațiului comunitar, am decis să lăsăm totul ca în original!

## SECȚIUNEA UNU SISTEMUL INTERNAȚIONAL ȘI TRECEREA LA SISTEMUL METRIC

### UNITĂȚI INTERNAȚIONALE

Este regretabil că introducerea unităților „SI” („Systeme Internationale”) în această țară a fost mediatizată ca „metricare”, pentru că țările „metriche” au fost afectate de schimbare aproape la fel de mult ca și cele care folosesc sistemul „imperial” sau sistemul „picior/pfund/secundă”. Atât sistemul „metru/kilogram/secundă” cât și cel „centimetru/gram/secundă” au fost abandonate în favoarea SI. Trecerea de la picioare și inci la metri și milimetri este doar o parte foarte mică, deși importantă, a introducerii unui sistem care este atât rațional, cât și consecvent în întreaga știință, inginerie și tehnologie.

Această consistență a fost obținută în principal prin adoptarea unei noi unități de forță, care este destul de independentă de „gravitație”. Acest lucru nu numai că a eliminat confuzia dintre „masă” și „greutate” („lbf” și „lb”, sau „kgf” și „kg”, precum și „w/g” folosit în dinamică), dar a și eliminat, de asemenea, toți factorii de conversie necesari atunci când se ocupă de lucru mecanic și energie (de exemplu, „echivalentul mecanic al căldurii” este unitatea și 1 unitate de căldură/sec = 1 watt de putere).

Rezultatul a fost o simplificare fenomenală a calculelor (și a conceptelor) în toate ramurile științei, de la microbiologie la astrofizică și în inginerie de la microelectronică la călătoriile în spațiu. Sistemul SI este acum universal adoptat în știință și aproape așa este în inginerie; cam singura țară care nu a făcut schimbarea formală este Statele Unite, deși chiar și acolo majoritatea domeniilor științei și o secțiune apreciabilă a ingineriei au adoptat sistemul.

Poate că ar fi înțelept să corectăm o înțelegere greșită. Nici SI, nici ISO (International Standards Organisation) nu au nimic de-a face cu uniunea europeană sau cu armonizarea. Sistemul a fost conceput (în 1960) de ISO (în care este puternic reprezentată Instituția Britanică de Standarde) după mulți ani de deliberare. Decizia britanică de a adopta unități SI (adică „go metric”) a precedat intrarea noastră în Uniunea Europeană cu aproape zece ani.

### Ordine de mărime

În loc să schimbăm numele de bază al unității așa cum suntem obișnuiți (inch, foot, yard, furlong, milă etc.) pe măsură ce cantitatea se schimbă, numele unității este precedat de un prefix care indică multiplicatorul care trebuie utilizat. Aceasta este o practică foarte veche - timp de 70 de ani sau mai mult inginerii structuriști au folosit kilopounds și proiectanții radio megaohmi și microfarad. Se adaugă pur și simplu numărul necesar de zerouri după, sau un punct zecimal și zerouri înaintea unității, pentru a corespunde multiplicatorului.

Prefixele „preferate” sunt cele care urcă sau coboară cu 1000 la un moment dat, acesta fiind aproximativ cea mai mare ordine de creștere care poate fi vizualizată în mod convenabil sau marcată pe o scară. Prin urmare, în lungime, centimetrul (1/100 de metru) nu este folosit în practica inginerescă și, deși poate fi păstrat în uz casnic (de exemplu, în confecții de îmbrăcăminte), este cel mai bine evitat chiar și aici. Singura altă mărime „nepreferată” care poate fi întâlnită este hectarul (10000 metri pătrați) pentru măsurarea vânzărilor de terenuri.

Prefixele de mărime preferate sunt date în tabelul de mai jos.

Factor de multiplicare		Prefix	Simbol
1000 000 000 000	= 10 <sup>12</sup>	Tera-	T
1000 000 000	= 10 <sup>9</sup>	Giga-	G
1000 000	= 10 <sup>6</sup>	Mega-	M
1000	= 10 <sup>3</sup>	kilo-	k
1	= 10 <sup>0</sup>	none	none
0 001	= 10 <sup>-3</sup>	milli-	m
0 000 001	= 10 <sup>-6</sup>	micro- <sup>**</sup>	μ (Greek — 'mu')
0-000 000 001	= 10 <sup>-9</sup>	nano-	n
0-000 000 000 001	= 10 <sup>-12</sup>	pico-	p

<sup>\*\*</sup>Pentru a se evita confuziile în privința instrumentului de măsurare, „micro-metrul” este numit „micron” (=0,001 mm).

Factorii ne-preferați, reminiscențe ale vechiului sistem metric care sunt folosite rareori (cu excepția centimetrului) chiar și atunci când se lucrează în acest sistem, sunt:

x 100	hecto-	Aceste prefixe ar trebui evitate de toți inginerii de machete
x 10	deca-	
$\frac{1}{10}$	deci-	
$\frac{1}{100}$	centi-	

## UNITĂȚILE SISTEMULUI ISO

(Pentru o analiză mai detaliată a acestei chestiuni, a se vedea The I.S.O. System of Units, T. D. Walshaw. Interese speciale Nexus. ISBN 1-85486-063-1.)

### Unitățile de bază

**Lungimea:** *metrul*, abrevierea „m”.

Acesta este un standard absolut, determinat din lungimea de undă a radiației de la krypton-86. (Yardul este acum definit în mod similar, astfel încât un inch devine exact 25-400 mm.)

**Masa** *Kilogramul*, abrevierea „kg”.

Acesta este un standard arbitrar, care nu este derivat din nicio cantitate fizică, așa că trebuie făcută referire la masa prototipului deținută la Biroul Internațional de Standarde. Cu toate acestea, este foarte aproape de masa de 0,001 m<sup>3</sup> de apă pură la densitatea maximă.

**1 kg = 2-204622622 lb masa exact.**

**Timpul** *Secunda*, abrevierea „s” sau „sec”. Acesta este un standard absolut, fiind derivat din frecvența radiațiilor de la cesiu-133.

**Temperatura** *Gradul Kelvin*. Acesta este în corelație cu gradul Celsius. Abrevieri °K și °C. (Numele Celsius înlocuiește fostul centigrad, schimbat deoarece unghiurile sunt măsurate în grade în câteva țări.) **0°C = 273-15°K**. Acest standard depinde de un fenomen fizic cunoscut.

**Unghiurile** *Radianul* (abreviat „rad”) este folosit în calcule, dar pentru măsurare sunt folosite gradele (°). 1 radian este unghiul subîntins de un arc egal cu raza cercului, astfel încât 1 rad = 2Pi grade (57-296°). Există 60 de minute de arc în 1° și 60 de secunde de arc într-un minut.

### Curentul electric

*Amperul*, abreviat „A” sau „amp”. Aceasta este într-adevăr o unitate derivată, deoarece depinde de unitățile de masă și lungime, dar este considerată de bază, deoarece toate celelalte unități electrice sunt derivate din ea.

### Unități derivate

Majoritatea sunt destul de simple, dar câteva note pot ajuta la evitarea confuziei.

**Suprafața** Se folosesc *metrul pătrat* și multiplii/sub-multiplii săi, dar rețineți că mm<sup>2</sup> înseamnă milimetri pătrați și nu mili-metru pătrat. Unitatea de măsură acceptată pentru măsurarea terenului este hectarul - 0-01 km<sup>2</sup> sau 10000 m<sup>2</sup>.

**Volumul** *Metrul cub* și multiplii/sub multiplii săi sunt regula, dar litrul (abreviat L) a fost adoptat pentru măsurarea lichidelor și gazelor. Litrul este acum **exact 0-001 m<sup>3</sup>**, iar termenul mililitru (mL) este acum utilizat în locul cm<sup>3</sup> sau cc pentru măsurarea fluidului.

**Forța** Acesta este un concept nou. Până acum unitatea de forță, metrică sau imperială, implica accelerația datorată gravitației; neconvenabil în spațiu! Deși inginerii erau obișnuiți cu ea, nu există nicio îndoială că a fost o pacoste și a provocat adesea confuzie. La fel de confuz, aceleași denumiri - kilogram sau funți - au fost folosite pentru forță și masă.

**În sistemul SI** este folosită o unitate de măsură nouă, newtonul (N), care este „*Acea forță necesară pentru a accelera o masă de 1 kg cu o viteză de un metru/secundă/secundă*”. Avantajul acestui nou concept este imediat. Vechiul w/g găsit în atât de multe formule de inginerie dispăre, iar calculele dinamice sunt mult simplificate.

Pentru a da o idee despre scară, 1 newton este aproximativ 0-225 lbf sau 9-81 kgf. (Valoarea standard SI a g este de **9-806650 m/sec<sup>2</sup>**.) Va dura puțin până să vă obișnuiți cu această idee, dar odată stăpânită, vă va face viața mult mai ușoară.

**1 newton = 0-224 808 94 lb forță exact.**

### Greutatea

Greutatea este într-adevăr o forță, respectiv cea exercitată asupra oricărei mase prin accelerația gravitațională. Prin urmare, ar trebui citat în newtoni. Cu toate acestea, British Weights & Measures Act permite utilizarea kilogramului ca greutate numai în scopuri comerciale. Deoarece toate aparatele de cântărire comerciale și casnice sunt cu adevărat comparatoare de masă, nu va exista nicio eroare, dar inginerii de machete ar trebui să realizeze că o masă de 100 kg va exercita o **forță** asupra suporturilor de 100 **kgf** sau 981 de newtoni. Este indicat să evitați folosirea „greutății”, cu excepția cazului în care cumpărați cărbune sau alimente!

**Presiunea și efortul** Ambele sunt exprimate ca „forță pe unitate de suprafață”, iar unitatea SI este *newton/metru pătrat* (N/m<sup>2</sup>), care a primit numele de pascal (Pa). Cu toate acestea, această unitate este într-adevăr prea mică pentru a fi utilizată în inginerie (1 Pa = 0-00014 lbf/in<sup>2</sup> aprox.) astfel încât în schimb se folosește adesea megapascalul (MPa). Dar 1 MPa = 1 newton/mm<sup>2</sup> (aproximativ 145 lbf/sq. in.) și acum se obișnuiește să se precizeze atât presiunea, cât și tensiunea în N/mm<sup>2</sup>, KN/mm<sup>2</sup> etc.

O unitate non-SI este barul, care este 0,1 N/mm<sup>2</sup>. Acesta este foarte vechi și este acum utilizat în mod obișnuit pentru presiunea gazului și a aburului, dar nu și pentru efort. 1 bar este aproape

presiunea atmosferică. Se recomandă ca inginerii de machete să folosească N/mm<sup>2</sup> (care spune ce este) în loc de MPa în toate calculele, dar barul este destul de acceptabil când descrie o presiune a fluidului.

Căldura se exprimă în MJ/Kg, MJ/m<sup>3</sup>, MJ/l etc, iar căldura specifică în KJ/Kg°K

**Energia** Aceasta cuprinde energia mecanică, electrică, termică și de presiune și toate pot fi exprimate, dacă este necesar, în aceeași unitate unică (care este foarte veche) *joule* (J) astfel încât:

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ watt} \cdot \text{secundă} = 1 \text{ newton} \cdot \text{metru} = 1 \text{ pascal} \cdot \text{metru}^3.$$

Rețineți că energia și munca sunt exprimate în aceleași unități, la fel ca și torsiunea.

$$1 \text{ BTU} = 1055 \cdot 056044 \text{ J exact}$$

**Puterea** Puterea este „randamentul lucrului mecanic”, iar unitatea SI este watul. Din cele de mai sus se vede că 1 N.m/sec = 1 J/sec = 1 watt și 1 kJ/sec = 1 kW. Puterea nu este o unitate SI, dar poate fi folosită totuși de cei pregătiți să aplice factorul de conversie  $0 \cdot 746 \text{ kW} = 1 \text{ CP}$ !

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ J/sec exact.}$$

**Vitezele** În sistemul SI toate vitezele sau ratele sunt legate de *secundă* - metri/sec, turație/sec, rad/sec etc. în calcule, dar km/h, m/min etc. sunt permise atunci când este necesar, pentru comoditate. Alimentarea cu apă, de exemplu, se măsoară în Ml (mega-litri)/zi.

**Unități electrice** Acestea rămân neschimbate atât ca nume, cât și ca mărime și, deoarece toate sunt derivate din unitățile SI de bază, au aceeași universalitate - și precizia îmbunătățită care decurge din cifrele actuale de 1 parte din 10<sup>9</sup> pentru metru și 1 parte din 10<sup>12</sup> pentru secundă.

### Concluzie

Există o neînțelegere comună cu privire la schimbarea unităților SI, atât în rândul profesioniștilor, cât și în rândul inginerilor de machete. Nimeni nu susține că SI este mai științific decât sistemul imperial - ambele se bazează pe unități create de om. Obiectivul schimbării a fost de a face sistemul nostru de măsurători mai rațional - și, bineînțeles, de a trece de la un aranjament fracționar la unul zecimal. Faptul că sistemul SI este metric, este aproape întâmplător - ar fi fost foarte dificil să zecimalizezi un sistem a cărui unitate de lungime a crescut cu multipli de 12 (picioare) 3 (yarzi) 5½ (prăjini) 4 (lanțuri) 10 (furlongi) și în cele din urmă 8 (mile) și ale cărui unități de masă au avut o serie de creșteri la fel de absurde. Probabil că abandonarea unităților care au fost folosite sute de ani va stârni exasperare, dar ar fi bine să ne amintim că în trecutul apropiat (la momentul scrierii acestei cărți) existau nu mai puțin de 28 de versiuni legale diferite ale piciorului în Europa, variind de la puțin peste 9 inci până la aproape de două ori mai mari. (Ca să nu mai vorbim despre faptul că pinta americană este considerabil mai mică decât cea britanică - este, de fapt, ¼ din „galonul de vin” din secolul al XVI-lea!) Schimbarea față de acea stare de fapt, evident esențială pe măsură ce s-a dezvoltat ingineria, trebuie să fi fost chiar mai dificilă decât trecerea noastră la SI.

Există o serie de dificultăți. Unele unități - în special pascalul sau newtonul/m<sup>2</sup> - sunt ridicol de mici. Dar majoritatea provin mai mult din nefamiliarizarea cu ele decât din orice altceva; în legătură cu aceasta, merită să ne amintim că există milioane de tineri cărora le este imposibil să vizualizeze un inch sau o pintă! Au fost crescuți de la vârsta de 5 ani pe sistemul SI și, mai important, l-au găsit mult mai ușor de utilizat decât vechiul sistem imperial, doar pentru că este rațional. Încercați să convertiți inch.uncii/oră în CP - și apoi vedeți că pentru a obține kW de la newton.mm este nevoie doar de o schimbare a punctului zecimal!

Inginerii proiectanți sunt preocupați în principal de dimensiunile liniare, iar cel mai bun sfat care poate fi oferit este:

(a) Ori de câte ori este posibil, lucrați în milimetri și zecimale.

(b) Dacă lucrul în inci este inevitabil, abandonați fracțiile și folosiți zecimale pe tot parcursul, adică obișnuiți-vă cu un sistem complet zecimal. (Folosiți zecimale de funți, nu și uncii.)

(c) Pentru a vă obișnui cu „vizualizarea” amintiți-vă că 100 mm înseamnă aproape 4 inci, că 1 mm înseamnă aproximativ a 40 parte dintr-un inch și că 10 microni (0,01 mm) reprezintă aproximativ „patru zecimi”.

(d) În cele din urmă, încercați să evitați convertirea unităților SI în inci; lucrați cu ei și obișnuiți-vă cu sistemul cât de repede puteți.

### FACTORI DE CONVERSIE

În tabelele care urmează, factorii au fost dați unui număr mult mai mare de cifre semnificative decât este necesar pentru lucrările normale de inginerie. Acest lucru permite atingerea oricărui grad de precizie dorit în cazuri speciale, dar pentru utilizarea în atelier, factorii trebuie rotunjiți. Două zecimale atunci când lucrați în milimetri și trei când lucrați în inci ar trebui să fie suficiente pentru majoritatea lucrărilor de machete. Cu toate acestea, atunci când se efectuează calcule care implică utilizarea factorilor de conversie, este o bună practică să se folosească o cifră mai semnificativă în factori decât este necesară în răspunsul final și să se rotunjească după cum este necesar la sfârșitul calculului. Principii similare ar trebui aplicate la conversia altor măsurători decât cele ale lungimii. (Cei care necesită tabele mai detaliate ar trebui să consulte *The I.S.O. Systems and Units, Nexus Special Interests*, ISBN 1-85486-063-1.)

Când se compară factorii indicați mai sus pentru *volume* cu cei indicați în manualele anterioare, ar trebui să se țină seama de faptul că *litru*, definit anterior ca volumul unui kilogram de apă în condiții specificate, este acum definit ca exact 0,001 metri cubi. Diferența (aproximativ 28 de părți per milion) este neglijabilă în majoritatea calculelor făcute de inginerii proiectanți. Rețineți că, în câteva cazuri, valoarea exactă a fost citată (cu caractere aldine) pentru referință, dacă este necesar.

#### (A) Inch zecimal în mm

$\times \frac{1}{1000}$	$\times \frac{1}{100}$	$\times \frac{1}{10}$		Inchi	+ 10"	+20"
			0		254·0	508·0
·0254	·254	2·54	1	25·400	279·4	533·4
·0508	·508	5·08	2	50·8	304·8	558·8
·0762	·762	7·62	3	76·2	330·2	584·2
·1016	1·016	10·16	4	101·6	355·6	609·6
·1270	1·270	12·70	5	127·0	381·0	635·0
·1524	1·524	15·24	6	152·4	406·4	660·4
·1778	1·778	17·78	7	177·8	431·8	685·8
·2032	2·032	20·32	8	203·2	457·2	711·2
·2286	2·286	22·86	9	228·6	482·6	736·6

În comerțul cu cherestea unitatea de lungime (a unei scânduri) este 300 mm = 11·81 inci. Un picior = 304·8 mm. Un yard = 914·4 mm. O milă = 1·6093 km.

## TABELE DE CONVERSIE INCH/MILIMETRI

(B) Inch fracționar la zecimală și la milimetri (Baza - 1 inch = 25·400 milimetri=2.54cm)

Inci		mm		Inci		mm	
$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{64}$	·01563"	0·3969	$\frac{33}{64}$	·51563"	13·0969	
	$\frac{1}{32}$	·03125	0·7937	$\frac{17}{32}$	·53125	13·4937	
	$\frac{3}{64}$	·04688	1·1906	$\frac{35}{64}$	·54688	13·8906	
$\frac{1}{8}$		·06250	1·5875	$\frac{9}{16}$	·56250	14·2875	
	$\frac{5}{64}$	·07813	1·9844	$\frac{37}{64}$	·57813	14·6844	
	$\frac{3}{32}$	·09375	2·3812	$\frac{19}{32}$	·59375	15·0812	
$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{64}$	·10938	2·7781	$\frac{39}{64}$	·60938	15·4781	
		·1250	3·1750	$\frac{5}{8}$	·6250	15·875	
	$\frac{9}{64}$	·14063	3·5719	$\frac{41}{64}$	·64063	16·2719	
$\frac{3}{16}$	$\frac{5}{32}$	·15625	3·9687	$\frac{21}{32}$	·65625	16·6687	
	$\frac{11}{64}$	·17188	4·3656	$\frac{43}{64}$	·67188	17·0656	
		·18750	4·7625	$\frac{11}{16}$	·68750	17·4625	
$\frac{1}{2}$	$\frac{13}{64}$	·20313	5·1594	$\frac{45}{64}$	·70313	17·8594	
	$\frac{7}{32}$	·21875	5·5562	$\frac{23}{32}$	·71875	18·2562	
	$\frac{15}{64}$	·23438	5·9531	$\frac{47}{64}$	·73438	18·6531	
$\frac{5}{16}$		·250	6·3499	$\frac{3}{4}$	·750	19·0497	
	$\frac{17}{64}$	·26563	6·7469	$\frac{49}{64}$	·76563	19·4469	
	$\frac{9}{32}$	·28125	7·1437	$\frac{25}{32}$	·78125	19·8437	
$\frac{3}{8}$	$\frac{19}{64}$	·29688	7·5406	$\frac{51}{64}$	·79688	20·2406	
		·31250	7·9375	$\frac{13}{16}$	·81250	20·6375	
	$\frac{21}{64}$	·32813	8·3344	$\frac{53}{64}$	·82813	21·0344	
$\frac{7}{16}$	$\frac{11}{32}$	·34375	8·7312	$\frac{27}{32}$	·84375	21·4312	
	$\frac{23}{64}$	·35938	9·1281	$\frac{55}{64}$	·85938	21·8281	
		·3750	9·5250	$\frac{7}{8}$	·8750	22·225	
$\frac{1}{2}$	$\frac{25}{64}$	·39063	9·9219	$\frac{57}{64}$	·89063	22·6219	
	$\frac{27}{64}$	·40625	10·3187	$\frac{29}{32}$	·90625	23·0187	
		·42188	10·7156	$\frac{59}{64}$	·92188	23·4156	
$\frac{1}{2}$		·43750	11·1125	$\frac{15}{16}$	·93750	23·8125	
	$\frac{29}{64}$	·45313	11·5094	$\frac{61}{64}$	·95313	24·2094	
	$\frac{31}{64}$	·46875	11·9062	$\frac{31}{32}$	·96875	24·6062	
	·48438	12·3031	$\frac{63}{64}$	·98438	25·0031		
	·500	12·6999					

Coloana „Rotunjire” mm la 2 zecimală, pentru o precizie la 0·0004", de ex.  $\frac{5}{16}$ " = 7·94 mm (= 0·31259") pentru operațiuni normale de prelucrare.

### (C) Milimetri în inci

$\frac{1}{100}$ mm	$\frac{1}{10}$ mm	millimetri	+ 10 mm	+ 20 mm	+ 30 mm	+ 40 mm	+ 50 mm	+ 60 mm	+ 70 mm	+ 80 mm	+ 90 mm
·00039"	·00394"	0	·39370	·78740	1·1811	1·5748	1·9685	2·3622	2·7559	3·1496	3·5433
·00079	·00787	1	·44307	·82667	1·2205	1·6142	2·0079	2·4016	2·7953	3·1890	3·5827
·00118	·01181	2	·47244	·86614	1·2598	1·6535	2·0473	2·4410	2·8347	3·2284	3·6621
·00158	·01595	3	·51181	·90551	1·2992	1·6929	2·0866	2·4803	2·8740	3·2677	3·6614
·00197	·01969	4	·55118	·94488	1·3386	1·7323	2·1260	2·5197	2·9134	3·3071	3·7008
·00236	·02362	5	·59055	·98425	1·3780	1·7717	2·1654	2·5591	2·9528	3·3465	3·7402
·00276	·02756	6	·62992	1·0236	1·4173	1·8110	2·2047	2·5984	2·9921	3·3858	3·7795
·00315	·03150	7	·66929	1·0630	1·4567	1·8504	2·2441	2·6378	3·0315	3·4252	3·8189
·00354	·03543	8	·70866	1·1024	1·4961	1·8898	2·2835	2·6772	3·0709	3·4646	3·8583
		9	·74803	1·1417	1·5354	1·9291	2·3228	2·7165	3·1102	3·5039	3·8976

100 mm = 3·93701 inci. 1000 mm = 1 metru = 39·3700797 inci exact. 1 km = 0·6214 mile = 1093·61 yarzi. Pentru operațiuni normale de prelucrare, rotunjiți la cel mai apropiat „thou” (a mia parte dintr-un inch) - de ex. 24 mm = 0·945”.

	newton	kg forță	poundal	lb forță	forță tonă
1 N =	1	0.101 971 62	7.233 01	0.224 808 94	1.003 61 × 10 <sup>-4</sup>
1 kgf =	9.806 65	1	70.931 444	2.204 62	9.842 07 × 10 <sup>-4</sup>
1 pdl =	0.138 255 17	0.014 098	1	0.031 081 0	1.387 54 × 10 <sup>-5</sup>
1 lbf =	4.448 221 62	0.453 592 37	32.1740	1	4.464 29 × 10 <sup>-4</sup>
1 tonf =	9964.02	1016.047	72 069.76	2240.0	1

1 dină = 10<sup>-5</sup> newton. 1 newton = 0.1 megadyne.

Notă: Dina este forța necesară pentru a accelera 1 gram la 1 cm/sec<sup>2</sup>. Poundalul este forța necesară pentru a accelera 1 lb.masă la 1 picior/sec<sup>2</sup>

Kg.-forță este forța necesară pentru a accelera 1 kg la „gravitație standard”, 9.80 665 m/sec<sup>2</sup>  
lb.-forță este forța necesară pentru a accelera 1 kg la „gravitație standard”, 32.1740 ft/sec<sup>2</sup>

(8) Presiunea

	lbf/sq. in.	kgf/sq. cm	bar	newton/sq. mm	in. kg	mm. Hg	lbf/sq. ft
lbf/sq. in. =	1.0	0.0703	0.069	0.0069	2.0367	51.73	144.0
kgf/sq. cm =	14.233	1.0	0.981	0.0981	28.958	750.098	2048
bar =	14.504	1.0197	1.0	0.100	29.53	750.067	2088.5
newton/sq. mm =	145.038	10.197	10.0	1.0	295.3	7500.67	20885.5
in. kg =	0.4910	0.03452	0.0339	0.00339	1.0	25.4	70.71
mm. hg =	0.0193	0.00136	0.00133	0.00013	0.0394	1.0	2.784
lbf/sq. ft =	0.00694	0.00049	0.00048	0.000048	0.0141	0.3592	1.0

1 Pascal = 1 N/m<sup>2</sup>. 1 N/sq. mm = 1 000 000 pascal = 1 MPa.

1 „atmosfera standard” este de 760 mm Hg, 14.695 lbf/mp. in sau 0.0988 N/mm<sup>2</sup>. „Cădere de apă” de un picior = 0.4335 lbf/ in<sup>2</sup>; 1 m cădere = 0,0088 N/mm<sup>2</sup>.

(9) Efortul

	tonf/sq. in.	lbf/sq. in.	kg/sq. cm	newton/sq. mm
1 tonf/sq. in.	1.0	2240	157.5	15.444
1 lbf/sq. in.	0.000446	1.0	0.0703	0.0069
1 kg/sq. cm	0.00635	14.233	1.0	0.0981
1 N/sq. mm	0.06475	145.038	10.197	1.0

Unitatea SI pentru presiune și stres este pascal = 1 newton/m<sup>2</sup>, abreviat Pa. Acesta este foarte mic, iar în practică este necesar megapascalul (MPa). Este mult mai bine să folosiți newton/mm<sup>2</sup> sau kN/mm<sup>2</sup>.

(10) Căldură, lucru mecanic și energie

**Definiții.** O unitate de căldură în grade Celsius (CHU) este cantitatea de căldură necesară pentru a ridica temperatura unei LIVRE masă de apă cu 1 grad Celsius. (Imperial)

O unitate termică britanică (BTU) este cantitatea de căldură necesară pentru a ridica temperatura unei LIVRE masă de apă până la 1 grad Fahrenheit. (Imperial)

O calorie kilogram (KgCal) este cantitatea de căldură necesară pentru a ridica temperatura unei mase de apă de un kilogram cu 1 grad Celsius. (Fostă măsură metrică)

THERM este 100000 BTU = 29.31 kWh. (Imperial)

JOULE este un newton metru sau un watt-secundă. (SI)

Rețineți că căldura, lucrul mecanic și energia pot fi exprimate în unități termice, mecanice sau electrice după cum se potrivește cel mai bine calculelor efectuate.

	kg/cal (IT)	CHU	BTU	ft/lbf	metru/kgf	joule, sau newton metru
1 kg/cal	1.0	2.2046	3.96832	3087	426.8	4186.8
1 CHU	0.4536	1.0	1.800	1400.4	193.6	1899
1 BTU	0.252	0.55556	1.0	778	107.6	1055.056
1 ft/lbf	0.0003239	0.00071	0.00129	1.0	0.13825	1.355818
1 m/kgf	0.002343	0.00517	0.009296	7.233	1.0	9.81
1 joule sau newton metru	0.0002389	0.000527	0.000948	0.73756	0.10197	1.0

Un cal putere = 33.000 ft lb/min = 550 ft lb/sec = 0.746 kW.

Un kW = 1 kilonewton.metru/secundă = 1J/sec = 1.34 CP.

2545 BTU = 1414 CHU = 642 kg/cal = 2.685 megajoule vor produce 1 CP pentru 1 oră.

(11) Temperatura

Scările Fahrenheit și centigrade (Celsius) sunt destul de arbitrare, iar atât oamenii de știință, cât și inginerii folosesc temperatura „absolută”, folosind fie grade Fahrenheit, fie grade Celsius. Zero absolut al temperaturii este punctul în care, conform teoriei atomice actuale, toată mișcarea atomică și moleculară încetează. Aceasta este considerată la minus 459.69 Fahrenheit sau minus 273.16 Celsius. Temperatura absolută este astfel citirea obișnuită a termometrului plus constantele de mai sus. Temperatura absolută Celsius este menționată ca „grade Kelvin” (°K) și Fahrenheit în „grade rankine” (°R). Cu toate acestea, pentru a evita confuzia între acestea și scara învechită Reaumur, cât și constanta universală de gaz R, gradele rankine sunt mai bine scrise ca „Fabs” (= „Fahrenheit absolut” prescurtat.)

Din cele de mai sus se va observa că:  
60°F devine 60 + 459.59 = 519.59°Fabs

15°C devine 15 + 273.09 = 288.09°K.

Cantitățile zecimale sunt de obicei rotunjite pentru a da 519,6°Fabs și, respectiv, 288,1°K.

Pentru a converti scările, Grade K x 1.8 = Grade Fabs

Grade Fabs x  $\frac{5}{9}$  = Grade K.

Intervalul de „un grad” de schimbare a temperaturii este identic atât pe scara absolută, cât și pe