CORSO ON LINE DI FISICA

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

Multipli e sottomultipli

Spesso quando il valore della misura di una grandezza rispetto a una prefissata unità di misura è molto grande o molto piccola si usano particolari prefissi (tabella seguente) per indicare multipli e sottomultipli in base 10 dell'unità di misura prescelta. Si noti che il sistema dei multipli e dei sottomultipli è di tipo decimale: ciò significa che i multipli e i sottomultipli dell'unità campione si ottengono gli uni dagli altri moltiplicando o dividendo per 10, 100, 1000 ecc. Per esempio, il kilometro (simbolo km) è il multiplo secondo il numero 1000 del metro, il nanosecondo (simbolo ns) è il sottomultiplo secondo il numero 1 000 000 000 del secondo, cioè un miliardesimo di secondo.

Sotto viene riportata una tabella con i principali prefissi da apporre alle unità di misura per formarne i multipli o sottomultipli:

MULTIPLI			SOTTOMULTIPLI		
Nome prefisso	Valore	Simbolo	Nome prefisso	Valore	Simbolo
Deca	10^1	da	Deci	10^{-1}	d
Etto	10^2	hm	Centi	10^{-2}	c
Kilo	10^3	k	Milli	10^{-3}	m
Mega	10^6	M	Micro	10^{-6}	μ
Giga	10^9	G	Nano	10^{-9}	n
Tera	10^{12}	T	Pico	10^{-12}	p
Peta	10^{15}	P	Femto	10^{-15}	f
Exa	10^{18}	E	Atto	10^{-18}	a
Zeta	10^{21}	Z	Zepto	10^{-21}	z
Yota	10^{24}	Y	Yocto	10^{-24}	y

Ad esempio potremmo descrivere la misura $l = 3{,}5 \cdot 10^{-9}\ m$ come $l = 3{,}5\ nm$ (leggi 3,5 *nanometri*); allo stesso modo potremmo scrivere $m = 3{,}5 \cdot 10^{-9}\ g$ come $m = 3{,}5\ ng$ (leggi 3,5 *nanogrammi*) oppure $V = 3{,}5 \cdot 10^{-11}\ L$ come *35 pL* (leggi 35 *picolitri*).

Regole di scrittura dei simboli delle unità di misura

I simboli delle unità di misura devono essere scritti nel seguente modo:

- Vanno scritti sempre dopo il valore numerico, mai prima (8 kg e non kg 8)
- Non devono essere mai seguiti da un punto (12 m e non 12 m.)
- Dopo il valore numerico si usa sempre il simbolo, mai il nome per esteso (4 s e non 4 secondi)
- Vanno scritti con la iniziale minuscola. Fanno eccezione i simboli di quelle unità che derivano da nomi propri. (esempio il volt : V, l'ampere: A, ecc.). Invece l'unità di misura deve essere scritta sempre in minuscolo, anche se deriva da un nome proprio (newton, volt, hertz, ampere, ecc)
- Davanti a una unità di misura non si può usare più di un prefisso per i multipli o i sottomultipli (3 nA e non 3 m□A)

MISURA DI LUNGHEZZE, AREE E VOLUMI E MASSA

<u>Lunghezza</u>

La lunghezza è una delle 7 grandezze fondamentali del S.I., ed è una grandezza estensiva. Il S.I. adotta come unità di misura per la lunghezza il metro. Oltre al metro ci sono poi i suoi multipli e sottomultipli decimali. Nel caso della lunghezza, come è ben noto, per convertire da un multiplo (o sottomultiplo) a un altro si procede di 10 in 10 perché ogni multiplo è 10 volte più grande di quello immediatamente più piccolo (vedi tabella seguente)

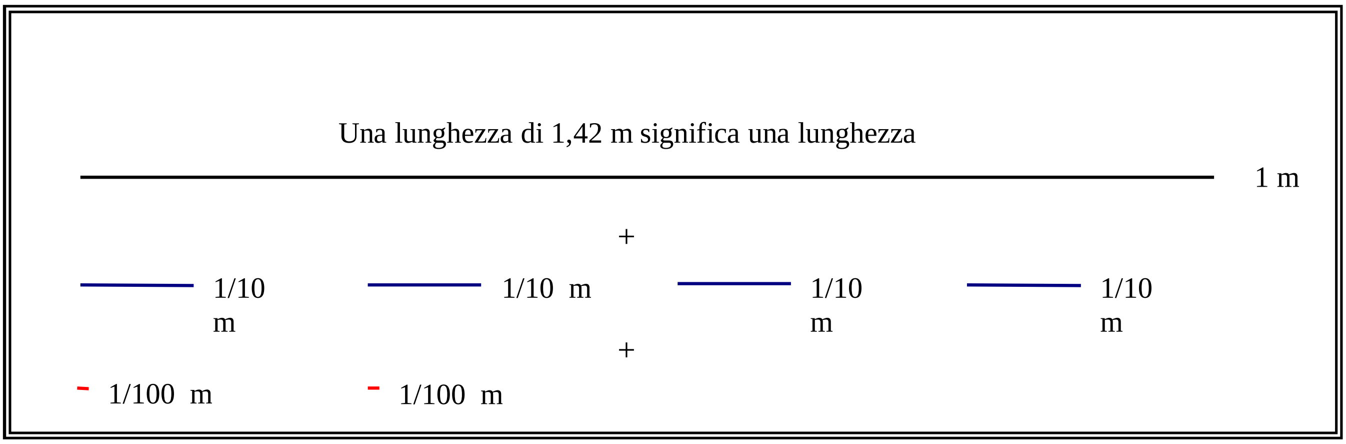
Quindi, nel caso di dover effettuare delle equivalenze dovremmo procedere:

$\times 10^1$ $\times 10^1$ $\times 10^1$ $\times 10^1$ $\times 10^1$ $\times 10^1$

km	hm	dam	m	dm	cm	mm

$\times 10^{-1}$ $\times 10^{-1}$ $\times 10^{-1}$ $\times 10^{-1}$ $\times 10^{-1}$ $\times 10^{-1}$

Quindi, quando per esempio si dice che un oggetto ha una lunghezza di 1,42 m, significa che l'oggetto ha una lunghezza equivalente a 1 metro, più 4 parti 10 volte più piccole del metro (cioè 4 dm) più ancora 2 parti 100 volte più piccole del metro (e quindi 10 volte più piccole del decimetro), ossia 2 cm. Questo esempio è schematizzato nella figura seguente:



Per determinare la misura della lunghezza incognita di un certo oggetto, per esempio la lunghezza di una stanza
occorre procedere nel seguente modo: si parte utilizzando una certa unità di misura adeguata al nostro scopo; nel nostro caso usiamo il metro. Riportiamo il metro lungo lo spigolo della stanza fino a quando non capita che l'estremità della nostra asta lunga un metro cade oltre la fine dello spigolo della stanza. Se abbiamo riportato il metro 4 volte possiamo dire che la stanza è lunga 4 metri e "un po`". Questo "un po`" non sappiamo ancora quanto vale e quindi la misura finora effettuata è approssimata. Per avere una misura più precisa dobbiamo procurarci un'asta di legno lunga un decimo di quella che abbiamo usato finora. Quello che dobbiamo fare adesso è vedere quante volte questo nuova asta ci sta nella parte di spigolo della stanza che era rimasta. Supponiamo che ci stia 2 volte e rimanga però ancora una parte di spigolo della stanza. Prendiamo allora una terza asta lunga un decimo della precedente, cioè un centesimo di metro e contiamo quante volte quest'asta è contenuta nella parte di spigolo rimasta dalla precedente misura. Se, per esempio, contiamo che ci sta 5 volte, possiamo dire che la lunghezza della stanza è 4,25 m. A questo punto capite che, se vogliamo andare avanti e

calcolare con una precisione ancora maggiore la misura della lunghezza della stanza dobbiamo procurarci un’asta di legno che sia lunga un decimo di quella che abbiamo appena usato, e dunque 0,001 metri , cioè 1 mm (osserviamo che in commercio ci sono degli assi di legno lunghi che hanno già le divisioni in millimetri. Questi strumenti ci permettono di avere subito la misura precisa al millimetro quindi non occorre ogni volta procurarsi pezzetti di legno via via più corti ma concettualmente il discorso è lo stesso, anche perché qualcun altro prima avrà comunque dovuto segnare i millimetri sullo strumento). La cosa non è per niente facile, e questo ci porta ad alcune importanti considerazioni di carattere generale che valgono per qualunque misura di qualsiasi grandezza fisica.

Primo: quante più cifre ha la nostra misura, tanto più è precisa ossia si avvicina di più all’esatto valore della grandezza che sto misurando.

Secondo: ogni cifra che aggiungiamo ci costa sempre più fatica. Per aggiungere più cifre al risultato dobbiamo procurarci pezzi di legno via via sempre più piccoli, e questo diventa sempre più difficile.

Terzo: come conseguenza del punto precedente risulta che non possiamo andare avanti all’infinito con la precisione della misura: prima o poi dobbiamo fermarci. Questa è la considerazione più importante di tutte. Noi non riusciremo mai a misurare con esattezza il valore di una certa grandezza fisica; la nostra misura sarà sempre approssimata, mai esatta. Ma questo lo approfondiremo meglio più avanti quando parleremo dell’incertezza della misura.

Esercizi:

$1{,}2 \cdot 10^{-3}$ km = …….. dm

1,2 dam = ………□m

$1{,}2 \cdot 10^{5}$ dm = ……….km

510 cm = ……….m

5 µm = ………cm

$43 \cdot 10^{20}$ nm = ……..mm

$8 \cdot 10^{-4}$ mm =………..m

56 m =……………km

9 mm = …………cm

$32 \cdot 10^{12}$ cm = ………..nm

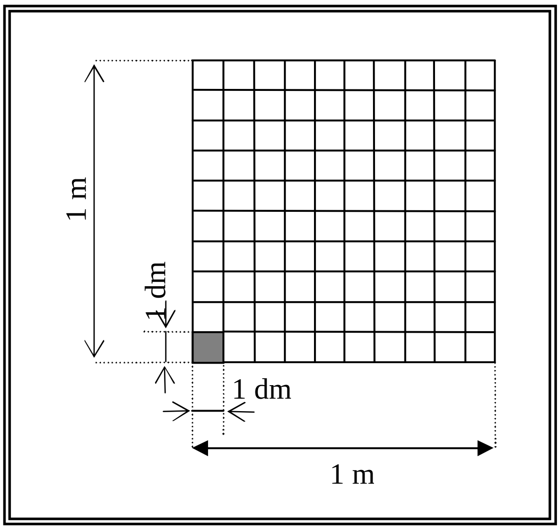
3 m = ……….hm

$87 \cdot 10^{-7}$ mm = ……….dam

<u>Area</u>

L'area è una grandezza fisica derivata perché la sua unità di misura è costruita a partire dal metro sfruttando il fatto che l'area si calcola sempre dal prodotto tra due lunghezze. Per esempio, se abbiamo un quadrato $A = l^2$ dove l è la lunghezza del lato, se abbiamo un cerchio A = ☐ · r · r , dove r sarà il raggio del cerchio (☐ non ha unità di misura, è un numero, si dice, puro). Di conseguenza, l'unità di misura nel S.I. per l'area sarà $[A] = [l]^2 \rightarrow [A] = m^2$ ossia l'area contenuta in un quadrato di lato 1 m.

Come sono legati fra loro i multipli e i sottomultipli dell'area? Prendiamo in considerazione un quadrato di lato 1 m avente perciò l'area di 1 m^2. Ogni lato di tale quadrato lo si può dividere in 10 parti (ciascuna corrispondente a 1 dm) e quindi si può "quadrettare" il nostro quadrato da 1 m^2 in quadrati più piccoli. Innanzitutto ognuno di questi quadrati più piccoli ha un'area di 1 dm^2, avendo il lato lungo 1 dm. Si capisce facilmente che il quadrato più grande da 1 m^2 contiene 100 quadrati più piccoli da 1 dm^2. Quindi 1 m^2 = 100 dm^2 = 10^2 dm^2. E questo discorso vale in generale: ogni multiplo contiene 100 quadrati del multiplo immediatamente più piccolo (a sua volta in 1 dm^2 ci saranno 100 cm^2, ecc.). Il tutto è schematizzato nella figura seguente:



Utilizzando le proprietà delle potenze in base 10 si giunge alla stessa conclusione:

$1\ m^2 = (1\ m) \cdot (1\ m) = (10^1\ dm) \cdot (10^1\ dm) = 10^2\ dm^2$

Quindi, quando si vuol passare da un’unità di misura all’altra per le misure di aree si deve procedere di 10^2 in 10^2:

$\times 10^2$ $\times 10^2$ $\times 10^2$ $\times 10^2$ $\times 10^2$ $\times 10^2$

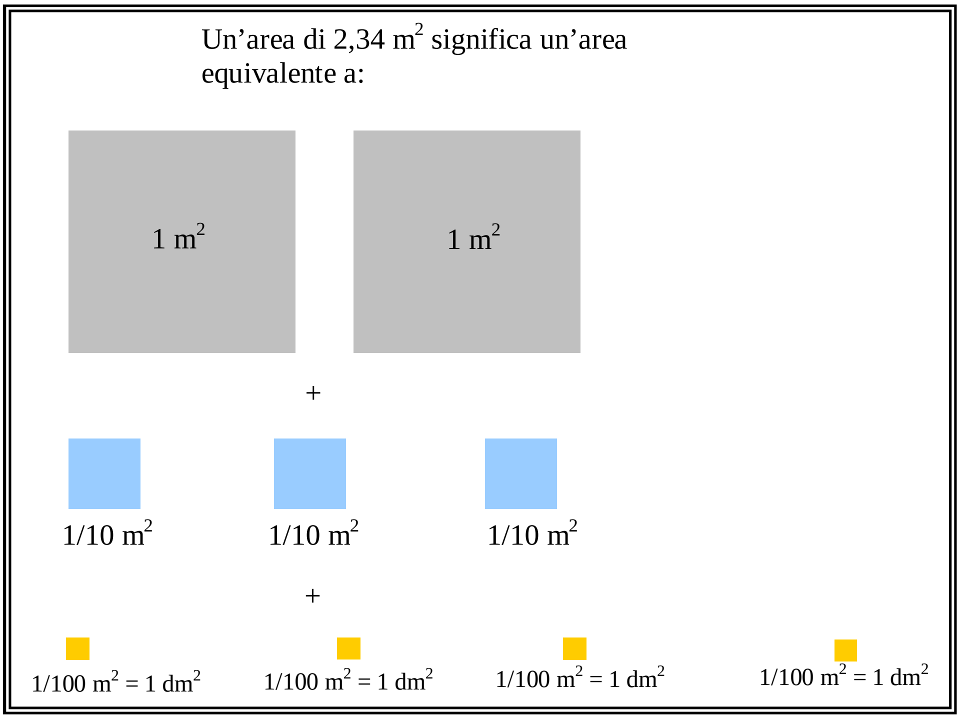
km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2

$\times 10^{-2}$ $\times 10^{-2}$ $\times 10^{-2}$ $\times 10^{-2}$ $\times 10^{-2}$ $\times 10^{-2}$

Facciamo alcuni esempi:

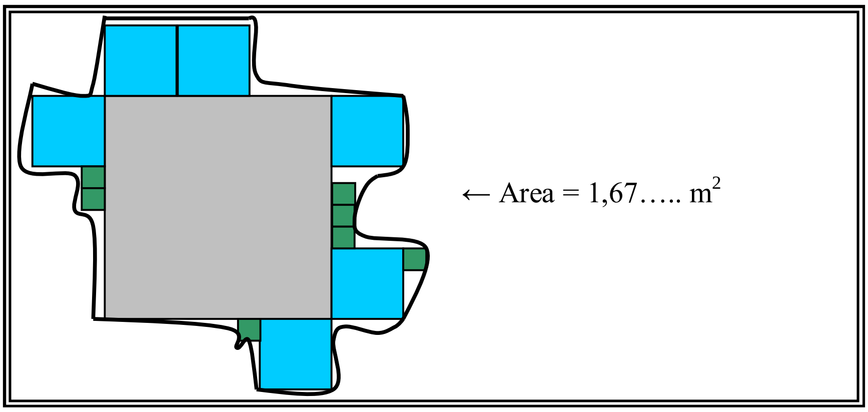
- Da Km^2 a m^2 □ come si vede dalla tabella, da km^2 a m^2 ci sono 3 “salti”, e poiché per ogni salto bisogna moltiplicare per 10^2, dovremmo moltiplicare per $10^2 \cdot 10^2 \cdot 10^2 = 10^6$, quindi 1 $km^2 = 10^6$ m^2 (cioè 1 milione di m^2). Alla stessa conclusione possiamo arrivare utilizzando le potenze in base 10: $(1\ km)^2 = (10^3\ m)^2 = 10^6\ m^2$
- Da mm^2 a dm^2 □ come si vede dalla tabella, da mm^2 a dm^2 ci sono 2 “salti”, e poiché per ogni salto bisogna moltiplicare per 10^{-2}, dovremmo moltiplicare per $10^{-2} \cdot 10^{-2} = 10^{-4}$, quindi 1 $mm^2 = 10^{-4}$ dm^2 (cioè 1 decimillesimo di dm^2)
  Alla stessa conclusione possiamo arrivare utilizzando le potenze in base 10: $1mm^2 = (1mm)^2 = (\ 10^{-2}\ dm)^2 = 10^{-4}\ dm^2$

Chiariamo infine una cosa che potrebbe generare confusione: la scrittura, per esempio, dm^2, non va interpretata come $d(m)^2$, cioè non è un decimo di m^2. va letta invece come $(dm)^2$, cioè come l’area di un quadrato di lato 1 dm. Perciò quando per esempio si dice che un certa figura piana, anche irregolare, ha un’area, per esempio, di 2,34 m^2, significa che ha un’area equivalente a 2 quadrati da 1 m^2 più 3 quadrati aventi un’area 10 volte più piccola di quella di 1 m^2 (state attenti, questi 3 quadrati non hanno un’area di 1 dm^2! Cercate di capire perché!) e 4 quadrati aventi un’area 10 volte più piccola di quella dei precedenti (quindi complessivamente 100 volte più piccola del m^2, questi quadrati stavolta sì che corrispondono a 1 dm^2!). Il tutto è schematizzato nella figura seguente:



Per determinare la misura dell’area di una figura piana costituita da più figure piane regolari, ovviamente è sufficiente utilizzare per ogni figura piana regolare le formule della geometria e poi sommare assieme le singole aree. Ad esempio, per un rettangolo, si misurano base e altezza: il loro prodotto darà l’area cercata.

Se si ha invece una figura piana irregolare, occorre invece procedere nel seguente modo: si parte ricoprendola con quadrati aventi un’area ben definita e il più grande possibile. Nell’esempio riportato nella figura sottostante abbiamo posizionato al centro della figura un quadrato di area 1 m^2 (quello colorato in grigio). A questo punto la parte della figura restante si cerca di ricoprirla con quadrati aventi un’area dieci volte più piccola, cioè pari a 0,1 m^2 (quelli colorati in azzurro). Di nuovo la parte che resta della figura si cerca di ricoprirla con quadrati aventi un’area dieci volte più piccola di quella dei quadrati precedenti, quindi di 0,01 m^2 (quelli colorati in verde). Se vogliamo andare avanti con la precisione dovremo usare quadrati sempre più piccoli.



Esercizi:

$10\ m^2$ = ... mm^2 $5 \cdot 10^{-2}\ dm^2$ = ... m^2

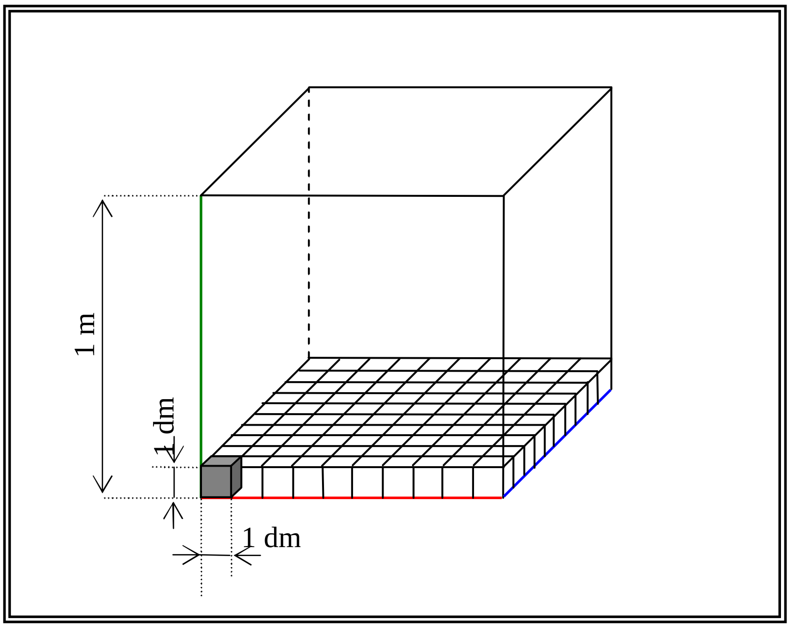
$1000 \cdot 10^3\ mm^2$ = ... dm^2

$100000\ cm^2$ = ... m^2 $3 \cdot 10^{-3}\ m^2$ = ... cm^2

$2\ km^2$ = ... mm^2

Volume

Il volume si può pensare come alla quantità di spazio occupato da un corpo. È una grandezza fisica derivata perché la sua unità di misura è costruita a partire dal metro sfruttando il fatto che il volume si calcola sempre dal prodotto tra tre lunghezze, come abbiamo già detto precedentemente. Di conseguenza, l'unità di misura nel S.I. per il volume sarà $[V] = [l]^3 \rightarrow [V] = m^3$ ossia il volume racchiuso dentro un cubo di lato 1 m. Il volume è ovviamente una grandezza estensiva. Come sono legati fra loro i multipli e i sottomultipli del volume? Prendiamo in considerazione un cubo di lato 1 m avente perciò il volume di 1 m^3. Innanzitutto dividiamo il lato verticale (quello verde) in 10 parti uguali da 1 dm ciascuna. Avremo suddiviso quindi il cubo in 10 "strati" orizzontali uguali alti ciascuno 1 dm. Tra questi strati prendiamo in considerazione quello più in basso, come mostrato in figura. Se ora dividiamo anche i lati rosso e blu ciascuno in dieci parti uguali da 1 dm, lo strato verrà diviso in 100 cubi da 1 dm^3 ciascuno. Poiché nel cubo iniziale da 1 m^3 di tali strati ce ne sono in totale 10, ci saranno complessivamente 100 x 10 dm^3 cioè 1000 dm^3, quindi 1 m^3 = $10^3\ dm^3$. E questo discorso vale in generale: ogni multiplo del volume contiene 1000 cubi del multiplo immediatamente più piccolo (cioè a sua volta in 1 dm^3 ci saranno 1000 cm^3, ecc.).



Utilizzando le proprietà delle potenze in base 10 si giunge alla stessa conclusione:

1 m^3 = (1 m) · (1 m) · (1 m) = (10^{-1} dm) · (10^{-1} dm) · (10^{-1} dm)= 10^{-3} dm^3

Quindi, nel caso di dover effettuare delle equivalenze per misure di volumi,
$\times 10^3$
dovremmo procedere di 10^3 in 10^3:

$\times 10^3$ $\times 10^3$ $\times 10^3$ $\times 10^3$ $\times 10^3$

km^3	hm^3	dam^3	m^3	dm^3	cm^3	mm^3

$\times 10^{-3}$ $\times 10^{-3}$ $\times 10^{-3}$ $\times 10^{-3}$ $\times 10^{-3}$ $\times 10^{-3}$

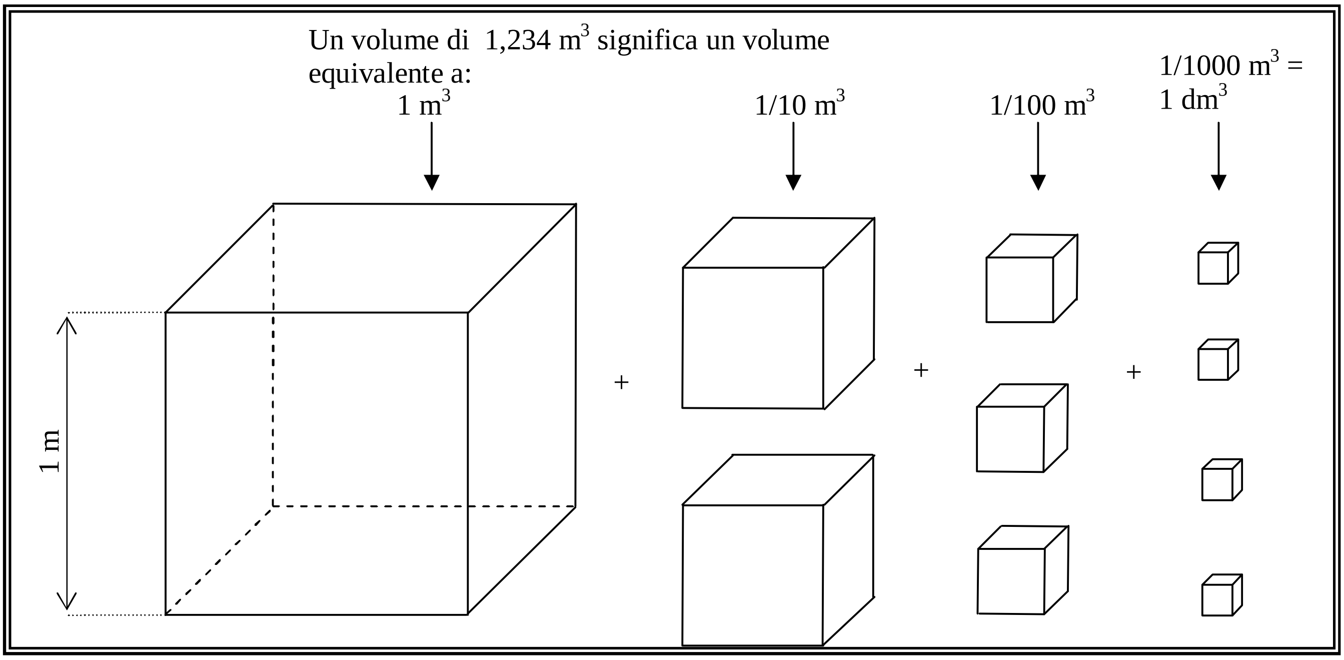
Facciamo alcuni esempi:

- Da Km^3 a m^3 □ come si vede dalla tabella, da km^3 a m^3 ci sono 3 “salti”, e poiché per ogni salto bisogna moltiplicare per 10^3, dovremmo moltiplicare per $10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^3 = 10^9$, quindi 1 km^3 = 10^9 m^2 (cioè 1 miliardo di m^3)

Alla stessa conclusione possiamo arrivare utilizzando le potenze in base 10: $(1\ km)^3 = (10^3\ m)^3 = 10^9\ m^2$

- Da mm^3 a dm^3 □ come si vede dalla tabella, da mm^3 a dm^3 ci sono 2 “salti”, e poiché per ogni salto bisogna moltiplicare per 10^{-3}, dovremmo moltiplicare per $10^{-3} \cdot 10^{-3} = 10^{-6}$, quindi $1\ mm^3 = 10^{-6}\ dm^3$ (cioè 1 milionesimo di dm^3)
  Alla stessa conclusione possiamo arrivare utilizzando le potenze in base 10: $1mm^3 = (1mm)^3 = (\ 10^{-2}\ dm)^3 = 10^{-6}\ dm^3$

Quando si dice che un oggetto, anche di forma irregolare, ha un volume, per esempio, di 1,234 m^3 significa che ha un volume equivalente a 1 cubo da 1 m^3 più 2 cubi aventi un volume 10 volte più piccolo di quello di 1 m^3 (state attenti, questi 2 cubi non hanno un volume di 1 dm^3! Cercate di capire perché!), più 3 cubi aventi un volume a sua volta 10 volte più piccolo di quello dei precedenti (quindi complessivamente 100 volte più piccolo del m^3, ancora questi cubi non hanno un volume di 1 dm^3!) più, infine, 4 cubi aventi un volume a sua volta 10 volte più piccolo di quello dei precedenti (quindi complessivamente 1000 volte più piccolo del m^3, questi cubi stavolta sì che corrispondono a 1 dm^3!). Il tutto è schematizzato nella figura seguente:



Se si ha un corpo solido composto da più pezzi ciascuno dei quali è un solido regolare, è ovvio che per calcolare il volume basta calcolare il volume di ogni singolo pezzo utilizzando le formule della geometria e poi sommarli insieme.
Se invece si ha un corpo solido di forma irregolare, idealmente si dovrebbe procedere in maniera analoga a quanto eseguito nel caso dell'area di figure piane irregolari, cioè riempire il corpo in questione con cubi di lato sempre più piccolo. È chiaro che ciò non è quasi mai materialmente possibile e si ricorre pertanto ad altri metodi, perché occorrerebbe una serie di cubetti in grado di penetrare nei corpi. Un metodo simile è però usato per misurare il bagagliaio delle automobili: si riempie il bagagliaio non di cubetti ma di sfere tutte uguali, di volume noto, si conta il numero delle sfere inserite, e, in base a una formula matematica, si ricava il suo volume.

Il litro

Un'ultima considerazione riguarda una particolarità del volume; questa grandezza, che come abbiamo visto viene misurata nel S.I. in m^3 con i suoi multipli e sottomultipli, ha anche un'altra serie di unità di misura che non fanno parte del S.I. ma che tuttavia si usano spesso: il litro (l) con i suoi multipli e sottomultipli.

Per effettuare le conversioni fra queste due serie parallele di unità di misura è essenziale ricordare che:
1 l = 1 dm^3
Di conseguenza, siccome 1 $cm^3 = 10^{-3}$ $dm^3 = 10^{-3}$ l = 1 ml → 1 ml = 1 cm^3