

ESERCITAZIONI

Fisica Tecnica 088805 – CFU 5

Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione – Milano Leonardo

a.a. 2019-2020 – Prof. Gaël Raymond Guédon

Indicazioni per lo svolgimento degli esercizi

Le indicazioni che sono qui riportate hanno l'obiettivo di dare una linea guida per la soluzione dei problemi che saranno presentati all'interno del corso di Fisica Tecnica.

Impostazione del problema:

- Leggere bene il testo del problema.
- Effettuare una schematizzazione del problema: identificare il tipo di sistema, il suo contorno, la sostanza evolvente nel sistema, gli scambi di massa, calore e lavoro con l'ambiente e la loro direzione.
- Scrivere i dati forniti dal testo del problema, e le incognite da ricavare per risolverlo. Convertire i dati in unità di misura congruenti e conformi al Sistema Internazionale.
- Se avvengono trasformazioni termodinamiche, rappresentarle qualitativamente su un diagramma opportuno.

Soluzione del problema:

- Scrivere i bilanci di massa, energia ed entropia per il volume di controllo considerato. Elencare le ipotesi applicabili al sistema (riguardo la natura del contorno del sistema, delle trasformazioni che avvengono al suo interno, delle sostanze delle quali è composto), e semplificare i bilanci di conseguenza, ponendo attenzione alle convenzioni di segno.
- Scrivere la soluzione analitica del problema.
- Risolvere il problema numericamente. Si raccomanda di scrivere sempre le unità di misura delle grandezze calcolate e di fare l'analisi dimensionale delle equazioni scritte.
- Fare sempre caso alla ragionevolezza dei risultati.

Unità di misura

La nozione di grandezza fisica è primitiva: **lunghezza, velocità, massa e tempo** sono esempi di tali grandezza. Le grandezze fisiche sono definite dalle procedure adottate per la loro misura e solo grandezze misurate con identica procedura possono essere confrontate e sommate tra loro e sono dette omogenee.

L'operazione di misura consiste concettualmente nel confronto tra la grandezza in esame ed una grandezza, omogenea ad essa e perfettamente definita, detta campione. La misura del campione è l'unità di misura e la misura di una grandezza è rappresentata dal numero di volte che la misura del campione è contenuta in essa.

In linea di principio per ogni classe di grandezze omogenee può essere costruito un campione in maniera del tutto arbitraria. In realtà vengono costruiti i campioni di alcune grandezze soltanto. Le grandezze per le quali si costruisce il campione sono dette **fondamentali**. Le grandezze fondamentali definiscono un **sistema di unità di misura**.

Le grandezze non fondamentali sono dette **derivate**. Le unità derivate sono definite applicando il criterio di omogeneità a relazioni tra grandezze derivate e fondamentali. Tali relazioni sono espressione di leggi fisiche e definizioni.

Indicando con U_1, U_2, \dots le unità fondamentali, una qualunque unità derivata D nel sistema di unità u_i considerato è legata alle precedenti da una relazione del tipo $D = U_1^\alpha U_2^\beta \dots$ ove α, β sono numeri razionali, detti dimensioni della grandezza derivata D .

Appare evidente che a causa delle arbitrarietà nella scelta delle grandezze fondamentali, una stessa grandezza fisica ha generalmente dimensioni diverse se valutate in diversi sistemi di unità.

Sistema Internazionale di Unità (SI)

Questo sistema è stato adottato per la prima volta dalla XI Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure (Conférence Générale des Poids et Mesures) nel 1960 ed è stato reso obbligatorio in Italia nel 1982. Il sistema SI è stato ripetutamente aggiornato e la sua forma attuale è rappresentata dalla norma CNR – UNI – 10003 – 1984.

Tale sistema è basato sulla definizione di:

- un numero limitato di grandezze fondamentali le cui unità sono definite dalla loro stessa procedura di misura;
- grandezze derivate le cui unità di misura derivano dalle leggi fisiche che le definiscono.

Ad esempio, una volta definite le unità fondamentali di spazio (il metro, m) e tempo (il secondo, s) non è necessaria una ulteriore unità fondamentale per la velocità, essendo la velocità uguale allo spazio diviso il tempo e la sua unità m/s.

Le grandezze fondamentali di cui abbiamo bisogno sono solo 7:

Unità fondamentali del Sistema Internazionale (SI)			
Grandezza	Nome	Simbolo	Definizione
lunghezza	metro	m	Lunghezza del tragitto compiuto dalla luce nel vuoto in un'intervallo di tempo di $1/1299\,792\,458$ di secondo. In Italia il metro è attuato mediante i campioni dell'istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti del CNR, a Torino.
massa	chilogrammo	kg	Massa del prototipo internazionale conservato al Pavilion de Breteuil (Sèvres). In Italia il campione del chilogrammo è conservato presso il Ministero dell' industria, del Commercio e dello Artigianato (Servizio Metrico), a Roma. Un altro campione primario è conservato presso l'istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti del CNR, a Torino.
tempo	secondo	s	Intervallo di tempo che contiene $9\,192\,631\,770$ periodi della radiazione corrispondente alla transizione fra i due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di cesio 133. In Italia il secondo è attuato mediante il campione dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, a Torino.
temperatura termodinamica	kelvin	K	Frazione $1/273,16$ della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua. In Italia la scala termodinamica della temperatura è attuata mediante i campioni dell'istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti del CNR, a Torino.
quantità di sostanza	mole	mol	Quantità di sostanza di un sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in $0,012$ kg di carbonio 12. Le entità elementari devono essere specificate e possono essere atomi, molecole, ioni, elettroni, ecc. ovvero gruppi specificati di tali particelle.
corrente elettrica	ampere	A	Intensità di corrente elettrica che, mantenuta costante in due conduttori paralleli rettilinei, di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile e posti alla distanza di 1 m l'uno dall'altro nel vuoto, produrrebbe tra i due conduttori la forza di 2×10^{-7} N su ogni metro di lunghezza. In Italia l' ampere è attuato mediante il campione dell'istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, a Torino.
intensità luminosa	candela	cd	Intensità luminosa in una data direzione di una sorgente che emette una radiazione monocromatica di frequenza 540×10^{12} hertz e la cui intensità energetica in quella direzione è 11683 W/sr. In Italia la candela è attuata mediante il campione dell'istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, a Torino.

Tra le numerose grandezze derivate quelle che ci interessano maggiormente sono la forza, la pressione, il lavoro e la potenza.

Unità derivate del Sistema Internazionale (SI) di interesse			
Grandezza	Nome	Simbolo	Equivalenza in termini di unità fondamentali SI
forza	newton	N	kg m s^{-2}
pressione	pascal	Pa	N m^{-2} $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$
energia, lavoro, calore, entalpia	joule	J	N m $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
potenza	watt	W	J s^{-1} $\text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$
frequenza	hertz	Hz	s^{-1}

Esistono anche altre grandezze di interesse molto usate, come l'area, il volume, la velocità, ecc.

Altre unità del Sistema Internazionale (SI) di interesse			
Grandezza	Nome	Simbolo	Equivalenza in termini di unità fondamentali SI
area	metro quadro	m^2	m^2
volume	metro cubo	m^3	m^3
velocità	metro al secondo	m/s	m s^{-1}
accelerazione		m/s^2	m s^{-2}
densità o massa volumica		kg/m^3 o kg/mc	kg m^{-3}
entropia		J/K	J K^{-1}
viscosità dinamica	poiseuille	Pl	Pa s $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$
conduttività termica		W/mK	$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ $\text{kg m s}^{-3} \text{K}^{-1}$
calore specifico		J/kgK	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ $\text{m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$

Le unità definite con questa procedura hanno il pregio della razionalità, in quanto non richiedono l'introduzione di fattori di conversione all'interno delle formule; per contro, talvolta esse sono troppo grandi o troppo piccole rispetto alle grandezze con cui si ha a che fare in pratica, per cui è necessario usare i loro multipli o sottomultipli. Essi si ottengono aggiungendo un prefisso alla grandezza. I prefissi definiti variano da 10^{-18} a 10^{18} .

Fattore di moltiplicazione	Prefisso	
	Nome	Simbolo
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	etto	h
10^1	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

Tipiche conversioni:

Grandezza	Conversione	
Pressione	bar \rightarrow Pa	1 bar = 10^5 Pa
	atm \rightarrow Pa	1 atm = 101325 Pa
Temperatura	$^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{K}$	$T[\text{K}] = T[^{\circ}\text{C}] + 273.15$
	$^{\circ}\text{F} \rightarrow ^{\circ}\text{C}$	$T[^{\circ}\text{C}] = (T[^{\circ}\text{F}] - 32) / 1.8$
Energia, lavoro, calore	kcal \rightarrow J	1 kcal = 4186 J <i>calore specifico dell'acqua liquida</i>
	kWh \rightarrow J	1 kWh = 3600 kJ = 3600000 J

E' importante notare come una differenza di temperatura ($\Delta T = T_2 - T_1$) abbia lo **stesso valore** sia in **gradi Centigradi** che in **gradi Kelvin** essendo la conversione a meno di una costante.