

L0 - Una introduzione allo studio dei fondamenti chimici delle tecnologie

Per realizzare le sue opere, l'ingegneria deve utilizzare materiali, che possono trovarsi allo stato solido, liquido o gassoso.

E' tale l'importanza che hanno i materiali che si dà il loro nome alle epoche della storia umana:








Età della pietra (da oltre 4 milioni di anni fa a circa il IV millennio a.C.) : capacità di costruire e usare utensili da pietre, legno, corno, ossa e conchiglie animali.

Età del bronzo (fino a circa 1300 a.C.) : capacità di fondere assieme rame e stagno (attorno a 950°C) per realizzare oggetti decorativi e armi (inizio della metallurgia).

Età del ferro, che inizia nel XII sec a.C. nel mondo mediterraneo, e prossegue fino ad ora, tecnologia dell'acciaio e le ricerche connesse sono ancora in pieno sviluppo. Anche se attualmente le diverse tecnologie utilizzano una grande varietà di materiali, tra cui spicca il silicio, elemento base delle tecnologie per l'elettronica.

Per poter utilizzare un materiale l'ingegnere ne deve conoscere l'origine, il metodo di reperimento, la composizione chimica, la sua struttura e le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche che ne determinano l'uso.

I materiali metallici vengono estratti da minerali che li contengono sotto forma di ossidi, che rappresentano la grande maggioranza delle rocce. Sono poi presenti cloruri, i solfuri e i fluoruri, in quantità < 1 %.

						
Quarzo (SiO ₂)	Corindone (Al ₂ O ₃)	Ematite (Fe ₂ O ₃)	Calcite (CaCO ₃)	Dolomia (CaMg(CO ₃) ₂)	Salgemma (NaCl)	Silicio (Si)

Minerali che contengono gli otto elementi più diffusi sulla crosta terrestre

SOLIDI: Importanti per l'ingegnere civile: oltre ai materiali metallici (soprattutto acciai e leghe), ai materiali ceramici, vetro e leganti, materiali polimerici sia artificiali (es. materie plastiche, vernici) che naturali (es. legno, lana, seta, bitumi).

LIQUIDI: acqua con tutti i trattamenti che ne consentono l'uso; di grande importanza tecnologica combustibili liquidi e oli lubrificanti.

GAS: ossigeno che consente la vita di tutti gli organismi aerobici, azoto utilizzato assieme ai gas nobili per tutte le lavorazioni che richiedono atmosfera inerte (priva di acqua e ossigeno).

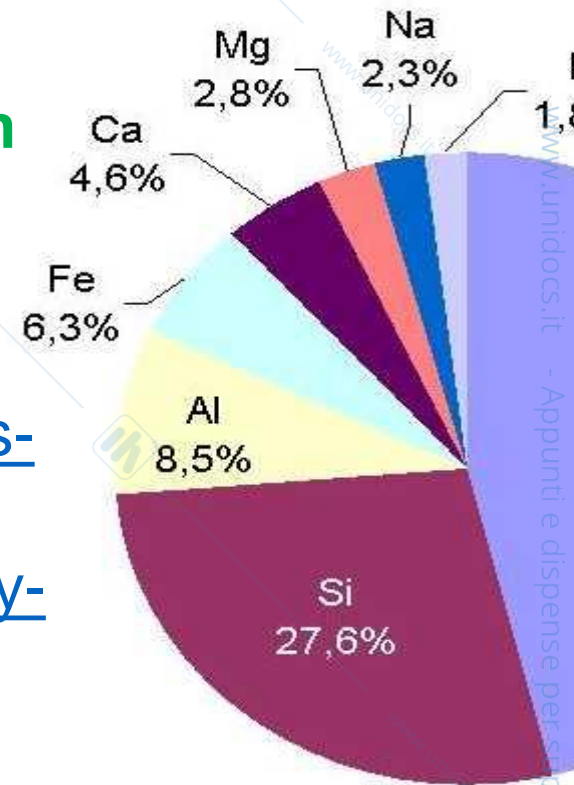
Importanti le **transizioni di fase** che i materiali subiscono in virtù della variazione di pressione e/o temperatura: descritte nei "diagrammi di fase", costruiti sulla base di dati sperimentali e disponibili per la maggior parte dei materiali di importanza tecnologica.

Materiali funzionali: che a seguito di uno stimolo esterno (es. cambiamento di temperatura, irraggiamento, variazione di pH, sollecitazione meccanica) subiscono una modificazione strutturale, dimensionale o esibiscono, ad esempio, una modificata conducibilità elettrica, come i materiali piezoelettrici o i cristalli liquidi.

Sostenibilità di materiali e tecnologie, nell'ambito di un approccio complessivo alla risoluzione dei problemi ingegneristici che si può definire "green".

In proposito si vedano ad esempio i siti

<https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/what-is-green-chemistry/principles/12-principles-of-green-engineering.html> e <http://www.peer.eu/projects/bioeconomy-and-green-engineering-as-foundations-for-future-circular-green-economy-peer-ge/>.



Gli elementi presenti sotto forma di ossidi nella crosta terrestre (% in peso). Tutti gli altri non raggiungono assieme l'1 %.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	FeO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	H ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
59.71	15.41	4.90	4.36	3.55	3.52	2.80	2.63	1.52	0.60	0.22

Li	Be	B	N	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
18·10 ⁴	0.21	4.5·10 ⁶	0.5·10 ⁶	1.3·10 ⁶	10.78·10 ⁹	1.28·10 ⁹	30	2.8·10 ⁶	62·10 ³	8·10 ⁸	19.35
Li ⁺		borate	NO ₃ ⁻	F ⁻	Na ⁺	Mg ²⁺		SiO ₂	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻

Elementi presenti nell'acqua di mare (ng/kg)

N ₂	O ₂	Ar	CO ₂	Ne	He	CH ₄	Kr	H ₂
78.084	20.946	0.934	0.0391	0.0018	0.000524	0.00017	0.000114	0.00005

A parte il vapore acqueo *Composizione chimica dell'atmosfera (% in peso)*

Il metodo scientifico



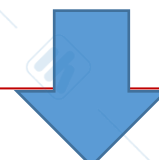
Alcune definizioni:

Sostanza pura (**elemento o composto chimico** in cui elementi sono presenti in rapporti fissi e definiti)

Miscela di più sostanze; **soluzione** se omogenea; **miscuglio** se disomogenea

Fase: una porzione di materia isolata dal suo intorno mediante una superficie

Es. un cubetto di ghiaccio in acqua liquida è un sistema costituito da due fasi, una solida e l'acqua liquida.



Proprietà fisiche e chimiche (intensive o estensive) misurabili



**Unità di misura
(SI)
(fondamentali)**

Ogni misura è affetta da **errore**:

precisione (quanto singole misure in accordo tra loro)

accuratezza (quanto ogni misura è vicina al valore reale)



**Misure precise e
Taratura metodi**

Da ricordare

**Cifre significative: notazione scientifica o esponenziale
Analisi dimensionale**

FORZA PESO : $p = m \times g$

1) Determinare il peso di un uomo di massa pari a 80 kg sulla superficie terrestre ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) e sulla lunare ($g = 1,62 \text{ m/s}^2$).

Massa (proprietà intrinseca di un corpo) \neq forza peso (dipende dal campo gravitazionale in cui è il corpo)

$$\text{Peso}_{\text{terra}} = 80 \times 9,81 = 784,8 \text{ N} \quad \text{Peso}_{\text{luna}} = 80 \times 1,62 = 129,6 \text{ N}$$

2) Determinare la massa di una moneta di nichel del diametro di 2 cm e con spessore di 1 mm ($d_{\text{nichel}} = 8,91 \text{ g/cm}^3$)

$$\text{Volume} = 3,14 \times 1^2 \times 0,1 = 0,314 \text{ cm}^3 \quad \text{massa} = d \times V = 0,314 \times 8,91 = 2,80 \text{ g}$$

(1 litro = 1 kg = 1 dm³ di acqua a 4 °C; 1 mL = 1 g = 1 cm³)

3) Valutare se occupano un volume maggiore 500 g di H₂O ($d = 0,995 \text{ g/cm}^3$) oppure 500 g di zinco ($d = 11,35 \text{ g/cm}^3$)

$$V = m/d : V_{\text{acqua}} = 500/0,995 = 502,51 \text{ cm}^3 \quad V_{\text{zinco}} = 500/11,35 = 44,05 \text{ cm}^3$$

4) Determinare la massa di 1 m di foglio di alluminio ($d = 11,35 \text{ g/cm}^3$) da cucina che è largo cm 30 e ha 10 micron ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m} = 10^{-4} \text{ cm}$)

$$V = 100 \times 30 \times 10^{-4} = 0,30 \text{ cm}^3 \quad \text{massa} = 0,30 \times 11,35 = 3,405 \text{ g}$$

ENERGIA ($E_{\text{cinetica}} = \frac{1}{2} mv^2$; $E_{\text{potenziale}} = mgh$; $E_{\text{radiante}} = hv$ ($h = 6.6260 \cdot 10^{-34}$); E_{termica} (1cal=4.184J))

1) Quante calorie vanno fornite per portare la temperatura di 400 mL di acqua da 40°C a 60°C? Quanti joule?

ENERGIA ($E_{\text{cinetica}} = \frac{1}{2} mv^2$; $E_{\text{potenziale}} = mgh$; $E_{\text{radiante}} = hv$ ($h = 6.6260 \cdot 10^{-34}$); E_{termica} ($1\text{cal} = 4.184\text{J}$)

1) Quante calorie vanno fornite per portare la temperatura di 400 mL di acqua da 40°C a 60°C? Quanti joule?

$$Q = m \times C_s \times \Delta T = 400 \times 1 \times 20 = 8000 \text{ calorie} = 33472 \text{ J}$$

$$C_s = 1 \text{ cal/g}$$

2) Calcolare l'energia associata ad una radiazione di frequenza pari a 10^4Hz (nell'intervallo delle onde radio) e ad una radiazione di frequenza pari a 10^{16}Hz , (nell'intervallo delle radiazioni UV B).

$$\text{Energia onde radio} = 6,626 \times 10^{-34} \times 10^4 = 6,626 \times 10^{-30} \text{ J}$$

$$\text{Energia UVB} = 6,626 \times 10^{-34} \times 10^{16} = 6,626 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$h = \text{costante di Planck} = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \times \text{sec} = 4,136 \times 10^{-15} \text{ eV} \times \text{sec}$$

TEMPERATURA:

scala Celsius o scala centigrada (da 0°C della miscela acqua/ghiaccio a 100°C dell'acqua bollente; la scala viene suddivisa in 100 divisioni);

scala Fahrenheit (da 32°F della miscela acqua/ghiaccio a 212°F dell'acqua bollente; la scala viene suddivisa in 180 per cui $1^\circ\text{C} = 9/5^\circ\text{F}$ e $T(^{\circ}\text{F}) = 32 + 9/5t(^{\circ}\text{C})$);

scala Kelvin ($T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15^{\circ}\text{C}$).

Determinare in K e in °F i valori delle seguenti temperature date in °C

$$0^{\circ}\text{C} = 273,15 \text{ K} = 32 \text{ F};$$

$$25^{\circ}\text{C} = 298,15 \text{ K} = (45 + 32) \text{ F} = 77 \text{ F};$$

$$100^{\circ}\text{C} = 373,15 \text{ K} = (180 + 32) \text{ F} = 212 \text{ F}$$