

Proprietà dei materiali polimerici



A determinare il successo dei polimeri sono la leggerezza, la capacità di isolamento, l'inerzia chimica e ambientale e la facile processabilità.

La densità permette di quantificarne la leggerezza e i polimeri hanno una **densità di 1g/cm³**, significativamente inferiore rispetto ad altri materiali.

La **conducibilità termica ed elettrica** sono anch'esse molto **inferiori alla norma**, rispettivamente di 3 ordini di grandezza la prima e di 20 la seconda rispetto a quella dei metalli.

I polimeri sono anche **chimicamente inerti** alle corrosioni e sono resistenti ai solventi chimici e alle radiazioni solari.

Essi hanno inoltre **facilità di trasformazione** e versatilità nelle forme ottenibili.

Proprietà meccaniche



A parità di geometria posso applicare un peso 100 volte più grande su un metallo rispetto che su un polimero per ottenere la stessa deformazione.

I polimeri hanno infatti un **modulo elastico E molto basso** che si traduce in una **bassa resistenza**.

A fini pratici essi hanno però una **maggiore deformabilità**.

La **rigidità** di un materiale polimerico **dipende anche dalla temperatura**, anche per i polimeri è evidente un comportamento elastico e un successivo comportamento elastoplastico, tuttavia è più corretto parlare di *viscoelasticità*.

Lo snervamento può avvenire per crazing (microcavitazione) o per scorrimento:

- Il **crazing** comporta la formazione di piccole fessure che non sono vere e proprie cricche, aumentando lo sforzo di trazione otterremo un aumento della deformazione delle fibrille e in corrispondenza della rottura di esse otterremo anche l'**istantanea rottura del provino**.

- Lo **snervamento per scorrimento** avviene con la formazione di una strizione che con l'aumento della trazione si propaga fino ad arrivare a rottura.

Il crazing crea una rottura istantanea per bassi livelli di deformazione mentre lo scorrimento si registra al massimo della curva sforzo-deformazione e da luogo a più grandi deformazioni.

Il crazing è il preludio a un comportamento fragile a rottura mentre lo scorrimento a uno tenace.

I due comportamenti si possono registrare entrambi su un unico materiale al variare della temperatura: **a bassa temperatura crazing ad alta temperatura scorrimento**.

Proprietà ottiche

Le **radiazioni elettromagnetiche** sono caratterizzate dalla **lunghezza d'onda**, *più grande è la velocità di frequenza più piccola è la lunghezza d'onda*.

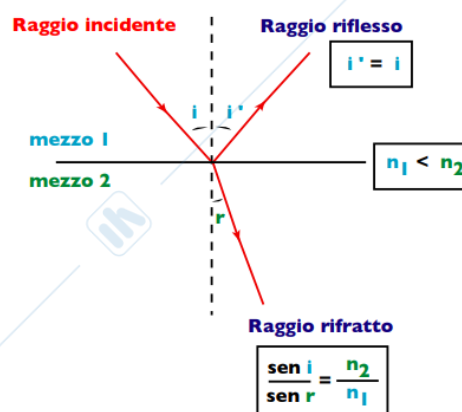


Il comportamento di un materiale dipende anche dalla sua reazione alle radiazioni: riflessione, assorbimento, diffusione e trasmissione.

Riflessione o rifrazione

La riflessione o rifrazione *non è mai totale* in quanto solo in **parte viene riflessa e parte viene rifratta** formando un angolo r diverso da quello di riflessione.

La radiazione incidente viene in parte riflessa e in parte rifratta (attraversa il materiale), i due raggi giacciono sullo stesso piano individuato dal raggio incidente.



Angolo di riflessione = angolo incidente mentre quello **rifratto forma un angolo diverso** ma correlato con la seguente relazione:

$$\frac{\sin(i)}{\sin(r)} = \frac{n_2}{n_1}$$

L'**indice di rifrazione (n)** è una proprietà del mezzo in cui la radiazione si propaga, rappresenta il rapporto tra velocità nel vuoto e nel mezzo (polimeri n è circa 1.5)

$$n = \frac{c}{v}$$

con $c > v$

Quando la radiazione passa dal vuoto a un materiale viene rallentata, i fenomeni principali sono riflessione e rifrazione ma essa può essere a sua volta assorbita, diffusa o trasmessa.

In presenza di **rugosità** maggiori della lunghezza d'onda, ciascuno dei fasci di luce che costituisce il fascio incidente ha diverso orientamento: **riflessione diffusa**.

La riflettanza o riflessione R è definita come:

$$R = \frac{I_{riflessa}}{I_{incidente}}$$

che nel caso di *luce ortogonale* alla superficie ($i=0^\circ$) è pari a:

$$R = \frac{(n_1 - n_2)^2}{(n_1 + n_2)^2}$$

Se la **luce attraversa due mezzi diversi** ci sarà sempre una riflessione e se $n_1 = n_2$ allora $R = 0$ e la luce trasmessa attraverso i due materiali risulta:

$$I_{trasmessa} = I_{incidente} - I_{riflessa} = I_{incidente}(1 - R)$$

Assorbimento

Il calcolo è effettuato nell'ipotesi che il materiale non sia assorbente, tuttavia l'assorbimento è un fenomeno frequente e a seconda delle sue proprietà ottiche si individuano diversi materiali:

- **trasparente** = nessun assorbimento

- **colorato** = assorbimento parziale
- **opaco** = assorbimento totale

I **polimeri non assorbono** le radiazioni elettromagnetiche nella lunghezza d'onda a noi visibile, perciò un comportamento che non è trasparente comporta la **presenza** all'interno del materiale di **particelle che assorbono** la luce o che la rifrangono provocandone la diffusione.

Diffusione

La diffusione è correlata al **ripetersi di riflessione e rifrazione** tra le diverse fasi del materiale e ha come effetto la deviazione dei raggi in diverse direzioni.

Un **materiale eterogeneo** può comunque essere trasparente se si presentano due casi:

1. ha indici di rifrazione uguali $n_1 = n_2$
2. le **dimensioni** della fase dispersa sono **inferiori a quelle della lunghezza d'onda** delle radiazioni incidenti

Nel primo caso abbiamo una trasparenza in quanto **non hanno luogo i fenomeni di riflessione e rifrazione** tra le due fasi.

Nel secondo abbiamo una trasparenza in quanto il materiale si comporta **come un materiale omogeneo**. (il PET è semicristallino ma ha cristalli di dimensioni piccolissime)



Un polimero amorfo puro sarà sempre trasparente mentre un polimero semicristallino sarà tendenzialmente opaco a causa della presenza di due fasi con indice di rifrazione diversi.

Principali proprietà ottiche

Le definizioni delle principali proprietà ottiche riportate sui bollettini tecnici dei materiali

- **Indice di rifrazione (n)** è il rapporto tra velocità della luce nel vuoto (c) e velocità nel mezzo (v)

$$n = \frac{c}{v}$$

- **Riflessanza (R)** è il rapporto tra intensità luce riflessa e intensità luce incidente perpendicolarmente su una superficie $i=0^\circ$

$$R = \frac{I_{riflessa}}{I_{incidente}} = \frac{(n_1 - n_2)^2}{(n_1 + n_2)^2}$$

- **Gloss** è la riflettanza misurata per angoli diversi da 0° (solitamente 20° , 60° e 85°)
- **Trasmissione luminosa o trasmittanza** è il rapporto tra intensità dei luce trasmessa e intensità incidente perpendicolare, dipende dallo spessore della lastra e dalla lunghezza d'onda della luce incidente.
- **Torbidità o haze** è la frazione di luce trasmessa al di fuori di un angolo di $2,5^\circ$ rispetto al fascio di luce incidente perpendicolare.