

Il vetro: un liquido che ha smesso di scorrere

Capitolo 6 — Materiali!, Vol. 1 — Joule Ampere

DISCIPLINA

Tecnologia · Scienze

CLASSE

II° media

DURATA

45-60 min

OBIETTIVO

Solidi amorfi e cristallini

«Gli altri materiali, raffreddandosi, mettono i loro atomi in fila ordinata, come mattoncini in una parete: diventano cristalli. Il vetro no. Si raffredda così in fretta che gli atomi restano disordinati, bloccati a metà di un movimento, come in una fotografia di un liquido che scorre. Per questo i fisici dicono una cosa che fa girare la testa: il vetro non è davvero un solido come gli altri. È un liquido che ha smesso di scorrere. Un liquido fermato. È anche per questo che è trasparente: i suoi atomi disordinati lasciano passare la luce, invece di rimbalzarla come fa la struttura ordinata dei metalli.»

— Materiali!, Vol. 1, Cap. 6 · Joule Ampere

1 CRISTALLINO O AMORFO: LA DIFFERENZA CHE CONTA

Quando la maggior parte dei materiali solidifica raffreddandosi, i suoi atomi hanno il tempo di disporsi in una struttura ordinata e ripetuta: è la struttura cristallina, come nei metalli o nel sale da cucina. Il vetro nasce da un raffreddamento troppo rapido perché questo ordine si formi: gli atomi restano disordinati, congelati in una configurazione simile a quella di un liquido. Per questo si parla di solido amorfo (dal greco "senza forma"). Questa differenza strutturale, invisibile a occhio nudo, spiega da sola due proprietà fondamentali del vetro: la trasparenza (la luce attraversa più facilmente una struttura disordinata e continua, senza i confini tra granelli che la disperdono) e la fragilità (un solido amorfo non ha piani ordinati lungo cui deformarsi, quindi si rompe di netto invece di piegarsi).

2 LA RICETTA E IL CICLO PRODUTTIVO

LA RICETTA A TRE INGREDIENTI

Sabbia (silice, il cuore del vetro) + soda (abbassa la temperatura di fusione da 1.700°C a circa 1.500°C) + calce (rende il vetro stabile e insolubile in acqua). È la stessa ricetta di bottiglie e finestre.

IL PROCESSO FLOAT

Per il vetro piano, il vetro fuso galleggia su un bagno di stagno liquido: essendo più leggero, si distende da solo in una lastra perfettamente piana, senza bisogno che nessuno la lavori meccanicamente.

Governare la rottura, non eliminarla: nessuna tecnologia ha reso il vetro non fragile — quella proprietà resta legata alla sua struttura amorfa. Quello che si può fare è decidere come si rompe. Il vetro temprato, raffreddato bruscamente in superficie, si frantuma in piccoli pezzi smussati invece che in schegge lunghe (lunotti auto, porte). Il vetro stratificato ha un film plastico tra due lastre che trattiene i frammenti quando si rompe (parabrezza). Il vetro borosilicato (Pyrex) si dilata pochissimo col calore e resiste agli sbalzi termici che spaccherebbero il vetro comune.

3 CONNESSIONI CURRICOLARI

Tecnologia — Materiali da fusione; ciclo produttivo del vetro e processo float; proprietà tecnologiche (trasparenza, durezza, fragilità, dilatazione termica); vetri di sicurezza; riciclo.

Scienze — Stati della materia; solidi cristallini e amorfi; dilatazione termica; trasmissione della luce; densità e galleggiamento.

Storia — L'artigianato e i "segreti" di mestiere nelle Repubbliche marinare (Murano-Venezia).

Educazione civica — Economia circolare, raccolta differenziata, consumo delle risorse naturali (la sabbia adatta al vetro è limitata).

4 ATTIVITÀ IN CLASSE

Indovina prima di sapere 10 min • plenaria

- 1 Prima di spiegare nulla, chiedi alla classe: perché il vetro è trasparente e il ferro no, anche se sono entrambi "solidi"? Raccogli le ipotesi alla lavagna senza correggerle subito. Solo dopo aver raccolto diverse idee, introduci il concetto di struttura cristallina contro struttura amorfa.

Mattoncini in fila o disordinati 10 min • dimostrazione fisica

- 2 Attività fisica con la classe: metà degli studenti si dispone in fila ordinata, allineata e regolare (rappresenta un cristallo); l'altra metà si dispone in modo casuale nello spazio (rappresenta il vetro amorfo). Discutere insieme perché la luce "passa meglio" attraverso la disposizione disordinata.

Fragile non vuol dire debole 15 min • plenaria

- 3 Discussione guidata a partire da un esempio concreto: un bicchiere di vetro e una pallina di gomma, fatti cadere entrambi da poca altezza su una superficie morbida (non farli davvero cadere se non in sicurezza). Quale si rompe, quale rimbalza? Collegare alla differenza tra durezza, fragilità e resistenza agli urti.

La caccia al vetro giusto 20 min • gruppi

- 4 In piccoli gruppi, assegna situazioni diverse (un forno da cucina, un parabrezza d'auto, una finestra di casa, una provetta da laboratorio) e chiedi di indicare quale tipo di vetro tra quelli studiati (comune, temprato, stratificato, borosilicato) è più adatto, motivando la scelta con le proprietà studiate.

5 DOMANDA DI VERIFICA

Un pezzo di metallo e un pezzo di vetro vengono entrambi raffreddati da uno stato fuso. Il metallo diventa opaco e i suoi atomi si dispongono in modo ordinato; il vetro diventa trasparente e i suoi atomi restano disordinati. (1) Spiega perché si dice che il vetro è un "solido amorfo" e non un cristallo. (2) Perché questa differenza di struttura rende il vetro trasparente? (3) Perché il vetro è al tempo stesso duro e fragile: cosa significano, tecnicamente, queste due parole, e in cosa sono diverse?

(Parole chiave attese: solido amorfo, struttura cristallina, disordine atomico, trasparenza, fragilità, durezza.)