

vetro Materiale a struttura molecolare che presenta la costituzione di un polimero: la struttura è a catene di atomi di metallioidi (Si, B, P, ...) legati fra loro da atomi di ossigeno e da atomi di elementi metallici (Na, K, Ca, Pb, ...) tramite valenze di natura ionica.

I costituenti del vetro sono i più vari: fra essi vanno ricompresi: la silice (SiO_2) che ne è il maggior costituente, l'anidride boric (B_2O_3), l'anidride fosforosa (P_2O_5), l'ossido di alluminio (Al_2O_3), l'ossido di sodio (Na_2O), l'ossido di potassio (K_2O), l'ossido di calcio (CaO), l'ossido di bario (BaO), l'ossido di piombo (PbO). Dalla loro mescolanza chimica si ottengono i principali tipi di vetro: il sodico calcico (il vetro comune), il piombo-potassico o cristallo, il piombico, il potassico, il borosilicato, il potassico-calcico, l'alluminio calcico.

- *Il vetro nei telescopi*
- *Vetri per ottica*
- *Menischi a struttura composita*
- *Rapporto diametro/spessore*

■ *Il vetro nei telescopi.* → lavorazione superfici ottiche.

Il vetro è stato introdotto nella costruzione dei telescopi riflettori da L. Foucault, ed è generalmente chiamato «menisco» o «blank».

Le configurazioni ottiche astronomiche, che comprendono le classi dei rifrattori, dei riflettori e dei catadiottrici, ricorrono al vetro sia quando è necessario sfruttare le leggi della rifrazione, sia quando si tratta di strumenti che lavorano secondo le leggi della riflessione. A seconda della classe di appartenenza il vetro è però diversamente lavorato, configurato e preparato. Nei riflettori si lavora una sola faccia a geometria concava, nei rifrattori la lavorazione può essere a geometria concava, convessa, piano-convessa, ... a seconda della costituzione dell'obiettivo: doppietto, tripletto, ...

Nei telescopi riflettori il vetro non è utilizzato per una delle sue caratteristiche e proprietà essenziali: la trasparenza, bensì per la facilità alla lavorazione e soprattutto per il basso coefficiente di espansione termica che presenta, in rapporto alla coesione e alla durezza, rispetto ad altri materiali.

Esso quindi non assolve ad altra funzione che a quella di essere il supporto ideale per lo strato alluminato e quarzato che depositato in seguito gli darà la riflettività.

In passato, sino agli ultimi decenni del secolo scorso, sono stati costruiti anche specchi metallici di notevoli dimensioni, ma la produzione di questi è attualmente quasi del tutto abbandonata, presentando solo il vantaggio della maggiore economicità.

Mentre nella lavorazione di una superficie vetrosa si agisce per asporto di materiale, sino ad ottenere una superficie omogenea sferica prima e parabolica poi, nel caso degli specchi metallici all'asporto si congiunge lo schiacciamento di microparticelle che a seguito di dilatazioni termiche o stress possono notevolmente mutare nel tempo la geometria della parabola.

■ *Vetri per ottica.* A seconda delle composizioni chimiche e delle fusioni, il vetro è poi distinto nelle seguenti principali classi, che sono di largo uso e che comunemente indicano nella prassi, al di là delle sigle chimiche di composizione, i particolari tipi di vetro usati:

crown nome dato alle prime lastre di vetro per finestra che erano ottenute con il metodo della centrifugazione di un disco di vetro;

vetro di Boemia tipico vetro della vetreria scientifica;

Schott o vetro di Jena vetro per usi scientifici;

Wood vetro nero, assorbente per tutte le radiazioni nel visibile ma trasparente per $\lambda = 3650 \text{ \AA}$, la lunghezza d'onda del mercurio;

pyrex vetro dalle eccezionali qualità, a lungo usato nella costruzione di specchi per riflettori sino agli anni cinquanta per le tipiche caratteristiche di cui è dotato: grande resistenza meccanica, bassissimo coefficiente di dilatazione, inalterabilità agli agenti chimici, assenza di igroscopicità, grande resistività elettrica, trasparenza all'ultravioletto.

Prima della sua diffusione era molto usato anche lo Iuviol, un vetro molto duro e trasparente all'ultravioletto sino a $\lambda = 300 \text{ nm}$;

flint vetro con alto indice di rifrazione;

neutro quale il vetro di Turingia ed il pyrex caratterizzati da assenza assoluta di solubilità in acqua, caratteristica presente invece sia pure in minima parte negli altri vetri.

Il vetro per ottica può essere quindi, almeno in teoria, uno qualunque di quelli elencati. L'essenziale è che il vetro presenti caratteristiche di omogeneità, isotropia, trasparenza (specie se dedicato a un rifrattore), inalterabilità e stabilità, cosicché possa essere lavorato almeno a $\lambda/8$, il minimo di accuratezza richiesto in ottica perché una superficie possa considerarsi soddisfacente.

Il perfezionarsi della tecnica e la tecnologia dei nuovi forni ha portato via via alla fabbricazione di vetri per ottica che si avvicinano allo standard ideale. Dopo la produzione del pyrex, si è passati alla produzione del duran, un vetro con migliori caratteristiche di stabilità ed omogeneità.

A cominciare dagli anni sessanta si è andata sempre più sviluppando la produzione di vetri ceramici a bassa espansione, ed oggi i più usati, a livello mondiale, sono lo zerodur della tedesca Schott di Magonza, un vetro dal basso coefficiente di espansione, ed il Corning Ule 7971, un silicato al titanio anch'esso con coefficiente d'espansione prossimo allo zero, il Corning 7940 silice fusa sempre della Corning, ed il cervit.

Di pari passo si è andata modificando la tecnica di fusione, di composizione, di costruzione. Oggi si tende, a fianco alla costruzione di monoliti giganteschi (8 - 9 metri di diametro), a frazionare la struttura vetrosa, sia per renderla più resistente ed elastica, sia per alleggerire il tubo ottico.

■ *Menischi a struttura composita.* Il problema della leggerezza è stato affrontato all'inizio attendendo alla costruzione dei dischi di vetro monolitici a struttura cosiddetta cellulare. Per dimensioni superiori ai sei metri, una struttura monolitica sarebbe assai poco elastica, specie per via del peso non indifferente, e si presterebbe facilmente a rotture.

Pioniere in questo campo fu l'ottico americano G. Ritchey, il quale descrisse tale metodo per primo sulla rivista francese *l'astronomie*, 1926, pagg. 57/62, in un articolo dal titolo: *Nouveau mode de construction des grands miroirs de télescope*, al tempo in cui lo stesso lavorava al laboratorio Dina.

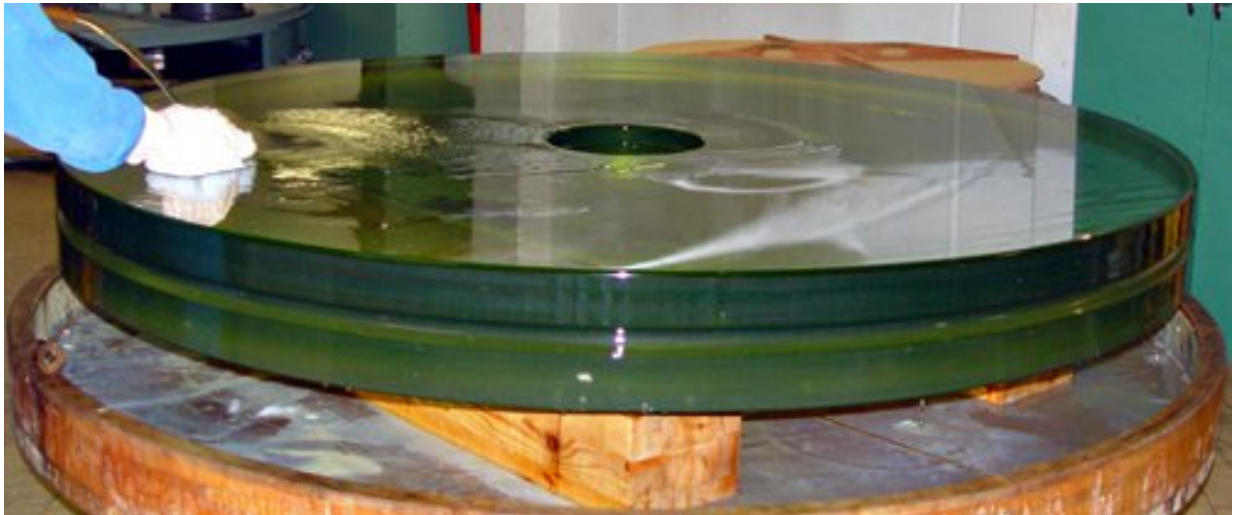
Il frazionamento dei carichi e delle tensioni soccorre appunto a questo pericolo.

Successivamente si è adottata una tecnica il cui precursore, a lungo incompreso, fu l'astronomo ed ottico G. Horn-d'Arturo, che va sotto il nome di specchio a tasselli tasselli multipli, ove questi tasselli sono di forma esagonali.

In questo modo è possibile realizzare superfici riflettenti di dimensioni notevolissime ovviando ai problemi di disomogeneità ed instabilità di tensioni in un'unica superficie vetrosa dal diametro generoso, ed anche a problemi di peso.

I due telescopi interferometrici Keck delle Hawaii, con i loro dieci metri ciascuno di diametro sono una dimostrazione dell'applicazione di questa recente tecnologia costruttiva di cui ha rappresentato un precedente simile nel passato il telescopio a specchi multipli MMT di cui un'efficace variante è costituita dal recente telescopio italo-americano LBT, composto secondo un sistema binoculare di due specchi.

▼ Menisco di 193 cm del telescopio dell'osservatorio d'Alta Provenza. Si notano i due dischi di vetro sovrapposti: vedi testo



■ *Rapporto diametro/spessore.* Per quanto sia indubbiamente assai utile e conveniente lavorare un monolita di qualità con adeguati coefficienti di stabilità ed omogeneità, e le cui dimensioni siano ragionevolmente proporzionate allo spessore, eccellenti risultati si possono ottenere anche con un vetro comune, quale può essere un calcio sodico, purché questo sia di adeguato spessore se si supera un certo (ma sempre contenuto) diametro, e ben stabilizzato, esente cioè da tensioni interne.

Il progredire della tecnica con il predominio dell'elettronica sulla fotografia, ha fatto sì che non si debba più far ricorso a pose di ore o addirittura giorni, come avveniva in passato riprendendo lo stesso oggetto più notti.

L'avvento del CCD ha ridotto in maniera drastica i tempi di posa: una stellina della 16^a magnitudine è alla portata di un telescopio da 400 mm di diametro con circa 240 secondi di posa. Per la fotografia il triplo del tempo non è genericamente sufficiente per lo stesso oggetto ed, in rapporto, con uno strumento di maggiore apertura.

Questo comporta che se la superficie riflettente è stata egregiamente lavorata in condizioni di temperatura ideale, se la parabolizzazione è stata effettuata a vetro non stressato ed anche questa a temperatura ideale, anche se si sta usando un calcio sodico e non una lastra di Schott, la deformabilità, per escursione termica nel tempo di posa, a seguito del cambiamento di temperatura durante la notte, è molto bassa.

Si può quindi ritenere che si possano raggiungere eccellenti risultati con lastre di vetro cosiddetto comune ed adeguatamente stabilizzate, senza ricorrere a lastre della Saint Gobin, della Schott o della Corning.

Tuttavia esiste il reale problema della reperibilità di queste lastre, che difficilmente superano i 25 mm di spessore, e con tale misura limite difficilmente si può arrivare a diametri generosi anche frazionando in più punti d'appoggio il peso della lastra sulla cella del telescopio.

In passato una regola più empirica che scientifica ha fissato per decenni in 1/6 il rapporto fra lo spessore della lastra e il suo diametro. Oggi si scende abbondantemente al di sotto di tale rapporto, in quanto si provvede a frazionare la superficie d'appoggio dello specchio su più punti al posto dei soliti tre o nove. Le ottiche adattive e quelle attive hanno fatto il resto.

Allo scarso spessore delle lastre si supplisce talvolta unendone due fra loro, magari distanziate da apposite costole che irrobustiscano la struttura, oppure incollandole, tramite ammolamento del vetro o con la tecnica degli ultravioletti, ed in questo mo-

do si origina un rapporto spessore diametro che può ritenersi accettabile.

Bibliografia

