
Museo del Liceo scientifico A. Avogadro **MINERALI**

a cura del Gruppo Mineralogico Basso Canavese

Scheda anagrafica n°: 86

Reperto: 118

Nome: **Brookite**

Etimologia: Dal nome del mineralogista inglese H.J. Brooke (1 771-1857) (Lévy, 1825)

Formula chimica: TiO_2

Durezza: Da 5,5 a 6,0

Striscia: Bianca, giallastra

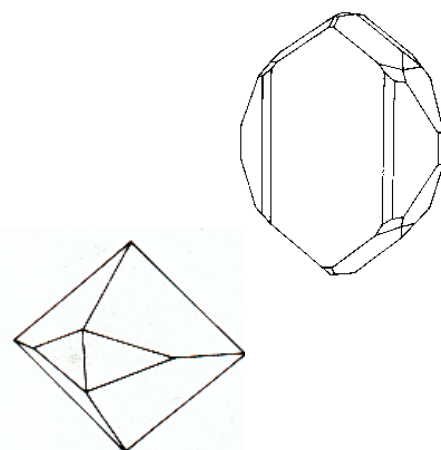
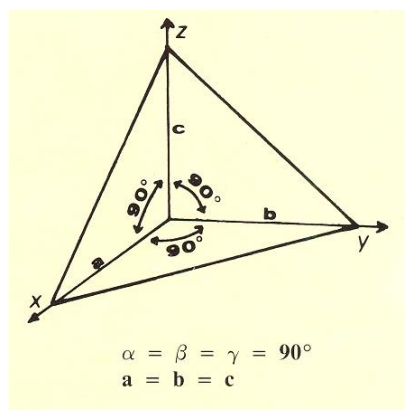
Sistema di cristallizzazione: **Ortombico**

I tre assi cristallografici sono tutti di lunghezza diversa.

Due giacciono su di un piano orizzontale, disposti ortogonalmente, il terzo è perpendicolare al piano dei primi due.

La massima simmetria di questo sistema si incontra in cristalli che presentano tre assi binari, tre piani e un centro di simmetria.

Il minimo si ha con la presenza di tre assi di simmetria binari.



Classe: Ossidi.

Gli ossidi sono dei composti dell'ossigeno con elementi metallici e non metallici. Vengono divisi in anidri (per esempio il quarzo, la cassiterite) e in idrati (l'opale, la goethite, ecc.).

Gli spinelli (cioè il gruppo spinello-magnetite), che in certi vecchi libri formano un gruppo indipendente, fanno parte degli ossidi.

I diversi minerali di questo gruppo sono spesso isomorfi.

Con i nuovi sistemi di classificazione, si colloca tra gli ossidi anche la wolframite.

La formazione e l'aspetto degli ossidi sono molto diversi.

Alcuni di essi hanno notevole interesse industriale e possono presentarsi splendidamente cristallizzati in gruppi assai vistosi.

Alcuni ossidi sono scuri, altri perfettamente chiari

Trasparenza: Trasparente, translucida

Lucentezza: Adamantina a submetallica

Sfaldatura: Imperfetta secondo (110)

Frattura: Subconcoide

Morfologia: Cristalli tabulari o lamellari, a volte striati verticalmente, di colore da bruno a nero, talora a zone o a clessidra.

Peso specifico: 4,1

Colore: Giallo-bruno, rosso-bruno, nero

Composizione chimica teorica: Ti 59,95%, O 40,05%, presenza di Fe, Nb, Ta

Proprietà chimiche e fisiche :	Dura, pesante, fragile e imperfettamente sfaldabile; trasparente o traslucida con lucentezza adamantina o submetallica; polvere di color giallo chiaro o grigio bruno chiaro.
Trattamenti:	Pulire con acqua e con acidi diluiti, è attaccata molto lentamente dall'acido solforico.
Minerali simili:	Ilmenite
Differenze:	Densità, meglio i raggi X e reazioni chimiche.
Genesi:	Rocce magmatiche e metamorfiche, idrotermale. In vene e fessure di tipo alpino, attraversanti gneiss e graniti; talora anche in rocce di contatto; comune come minerale diagenetico in rocce sedimentarie.
Paragenesi:	Anatasio, rutilo, adularia, albite, quarzo
Località:	Svizzera (San Gottardo, Amsteg), Gran Bretagna (Galles - Tremadoc), Francia (Bourg d'Oisans), URSS (Miass), Stati Uniti (Arkansas - Magnet Cove). Splendidi cristalli a Bourg d'Oisans (Delfinato, Francia), nel cantone dei Grigioni e nel cantone di Uri (Svizzera), in Tirolo e nella Untersulzbachtal (Salisburgo, Austria); Grossi cristalli nello <i>skarn</i> di Magnet Cove (Arkansas, USA) e nella Virgental (Austria). Abbondante nei placers alluvionali degli Urali (URSS) e del Brasile.ecc. Nelle Alpi piemontesi si trova a Borgone in val di Susa e, in cristallini neri molto piccoli, nelle fessure dello <i>Gneiss</i> di Beura in Val d'Ossola. In provincia di Sondrio è nota in Val Malenco ed alla Piatta Grande in comune di Sondalo. In cristalli rossicci, assieme ad <i>Anatasio</i> , si trova al Passo di Vizze in comune di Vipiteno. La <i>Brookite</i> si trova in piccoli ma bei cristalli nelle, cosiddette arenarie di Casanova: a Favale di Malvaro (poco sotto il passo della Scogliana) ed a Borzonasca sulle pendici dei Monte Bregaceto, sempre in Liguria. In Toscana la <i>Brookite</i> è stata trovata, raramente, nelle arenarie di Calafuria, in comune di Livorno. Ma i cristalli italiani più belli si trovano in Val d'Aosta, in Val Venì . I campioni più significativi per dimensioni e qualità di <i>Brookite</i> provengono tuttavia dalla Svizzera, soprattutto dal cantone dei Grigioni.
Usi:	Rari i giacimenti di brookite di estensione sufficiente per consentirne l'impiego come minerale industriale di titanio, raramente come gemma.
Sempre ben cristallizzata:	Anche se eccezionalmente i cristalli superano il centimetro di lunghezza, è la brookite, la più rara delle tre modificazioni del biossido di titanio presenti in natura. I cristalli lucenti e di colore molto vario, con toni che vanno generalmente dal bruno chiaro al rosso sangue, presentano un abito nettamente tabulare, con le facce del pinacoide più sviluppate, spesso striate e bordate da numerose piccole faccette assai brillanti. Meno frequenti sono i colori giallo-verde e nero, che presenta una lucentezza quasi metallica.
Alpini i campioni più rappresentativi:	Anche per questa specie i campioni più rappresentativi provengono dalle fessure di rocce gneissiche o scistose delle Alpi, ricche di minerali tipicamente alpini quali l'anatasio, la titanite, il quarzo, l'ematite, ecc. Splendidi campioni, con cristalli fino a quattro centimetri, furono trovati in passato al Piz Ault in Val Vals, nei Grigioni, a Crapteig presso Thusis e nella Maderanertal. Tra le più grosse di tutto l'arco alpino (6-7 centimetri), sono le famose brookiti rinvenute in passato nell'Eichamwand, nella Virgental (Tirolo austriaco). Anche nella zona della Tête Noire, nel gruppo del Monte Bianco presso Trient (Vallese), sono segnalati ottimi ritrovamenti, come pure a Bourg d'Oisans nel Delfinato. Recentemente, nelle fratture di una arenaria oligocenica del Monte Bregaceto presso Borzonasca (Genova), sono stati rinvenuti splendidi cristalli di superba bellezza e dimensioni eccezionali (fino a 6-7 centimetri). I cristalli, quasi sempre ben eretti sulla matrice, di colore che varia dal rosso sangue al bruno rame, sono accompagnati da minuti ma lucenti cristalli di anatasio.

	Qualche discreto cristallo brunoverde o nerastro, di non oltre un centimetro è stato pure trovato nella cava Maddalena a Beura e in un recente lavoro stradale presso Baceno, in Val d'Ossola.
Le altre località:	Al di fuori della zona alpina, degni di nota sono i ritrovamento effettuati nella regione di Miask, negli Urali, e nel singolare giacimento di Magnet Cove, nell'Arkansas; in quest'ultima località i cristalli, di colore nero, presentano un insolito abito prismatico oppure bipiramidale (varietà arkansite) e risultano più o meno completamente trasformati in rutilo.
Nelle miniere di Brosso:	Abbastanza recente è la segnalazione della presenza della brookite nella miniera di Brosso (GR. MIN. GRUGLIASCHESE, 1987). Precedentemente l'unico ritrovamento nella zona di cui siamo a conoscenza fu quello effettuato presso il Monte Cavallaria da RAMBALDELLI, (1979). Il minerale è stato trovato in alcuni massi franati in una galleria della sezione Salvere e costituiti da quarzo con concentrazioni di solfuri, clorite e abbondante calcite. La brookite si presenta in piccoli cristalli con abito tabulare e striati verticalmente; talvolta, però i cristalli non presentano alcuna striatura. Il colore è assai variabile, presentando tonalità che vanno da rosso intenso a bruno, a marrone scuro, a grigio acciaio, fino a nero, arancione, giallo verdastro. Le dimensioni possono raggiungere eccezionalmente i 3 mm. La paragenesi tipica è data da quarzo in cristalli anche ialini, pirite in individui cubici o pentagonododecaedrici, clorite in estese masse polverulente o in piccoli cristalli, calcite in cristalli di qualche millimetro, bianchi o verdastri per inclusioni di clorite, anatasio in minuti cristalli azzurri, rutilo nella varietà sagenite in individui di colore grigio, sfalerite in cristalli di colore rosso scuro o nero, galena e calcopirite.
Descrizione:	Minerale assai bello. Si presenta sotto forma di cristalli nitidi, molto appiattiti (tabulari) che spesso sono infilati nella roccia come delle piccole lamine l'estremità delle quali è appuntata. I cristalli sono trasparenti e di colore variante dal giallo bruno al rosso, fino al rosso scurissimo quasi nero. La <i>Brookite</i> è un minerale che può essere ottenuto anche artificialmente: se ne sono ottenuti dei bei cristalli color rosso sottoponendo del cloruro di <i>Titanio</i> all'azione del vapore dell'acqua.
Storia	Il titanio, con lo zirconio e l'afnio, forma il quarto gruppo B del sistema periodico (secondo la classificazione di Werner). Nel 1791 W. Gregor studiando le sabbie scure di Menacan trovò alcuni granuli neri attaccati a un minerale magnetico. Egli trattò 100 granuli con HCl e ottenne una polvere verde insolubile e una soluzione contenente ferro. L'analisi della polvere gli rivelò la presenza di manganese, di silicio e inoltre di un altro elemento o composto di cui non riuscì a capire la natura. Circa quattro anni dopo Klaproth, tornando sui minerali trovati a Menacan scoprì di trovarsi di fronte a un nuovo metallo che chiamò titanio dal nome mitologico del primo figlio della Terra. Più tardi questo elemento venne preso in esame da Berzelius (1825) e Wohler (1849) che ne studiarono le proprietà.
Minerali e proprietà	Il titanio occupa il decimo posto per abbondanza nella crosta terrestre (0,6% in peso) ed è più abbondante del cloro, del carbonio e dello zolfo.

	Esso è però molto disperso e perciò i giacimenti ricchi sono rari. I suoi minerali principali sono il rutilo, una varietà tetragonale 'del biossido (TiO_2) che esiste anche in altre forme più rare, l'anatasio, ugualmente tetragonale, e la brookite romboedrica. Un minerale molto diffuso è l'ilmenite o titanato di ferro (FeTiO_3). L'elemento si trova anche nei minerali di ferro. La titanite $\text{CaTi}(\text{O/Si O}_4)$ monoclinico, la sagenite TiO_2 tetragonale Non è possibile ottenere il metallo con il comune metodo di riduzione con carbone perché si forma un carburo molto stabile. Inoltre si combina facilmente con ossigeno, azoto e idrogeno e quindi deve essere preparato in assenza di questi elementi la cui presenza peggiora le sue proprietà meccaniche. Il titanio si può preparare secondo il processo Kroll. Il minerale, per esempio rutilo, è trattato al calor rosso con carbone e cloro per dare il tetracloruro TiCl_4 secondo la reazione $\text{TiO}_2 + \text{C} + 2\text{Cl}_2 \sim \text{TiCl}_4 + \text{CO}_2$ Il tetracloruro, che è un liquido di odore pungente (fonde a -23° e bolle a 137°), viene purificato per distillazione frazionata e quindi ridotto a metallo mediante magnesio fuso alla temperatura di 800° e in atmosfera di argo. Il metallo si ottiene sotto forma di massa spugnosa; questa può essere fusa all'arco elettrico e in atmosferainerte e quindi formata in lingotti. Il metallo estremamente puro viene preparato in scala di laboratorio con il metodo di van Arkel de Boer che consiste nell'ottenere sotto vuoto il tetraioduro (TiI_4) che vaporizzato va a decomporsi su un filamento di tungsteno incandescente depositandovi il metallo
Proprietà fisiche e meccaniche:	Il titanio elementare ha un reticolo esagonale compatto a temperature basse, ma a 882° si trasforma in una forma cubica a corpo centrato. Sotto molti aspetti è simile ad altri metalli di transizione come ferro e nichel; è infatti duro, refrattario (fonde a 1725° e bolle a 3272°) ed è un buon conduttore di calore e di elettricità. Il titanio è piuttosto leggero rispetto agli altri metalli che gli rassomigliano per proprietà meccaniche e termiche. E' inoltre particolarmente resistente a certi tipi di corrosione e perciò ha trovato speciali applicazioni in turbine di motori, nell'industria chimica e negli equipaggiamenti marini. Sebbene poco reattivo a temperatura ordinaria, a temperature elevate il titanio si combina direttamente con parecchi non metalli come l'idrogeno, gli alogeni, l'ossigeno e l'azoto, il carbonio, il boro, il silicio e lo zolfo. I composti che si ottengono come il nitrato (TiN), il carburo (TiC) e i boruri (TiB e TiB_2) sono composti interstiziali molto stabili, duri e refrattari. La formazione di questi composti sulla superficie del metallo rende passivo il metallo e ne migliora le proprietà. La presenza di idrogeno è molto nociva al titanio perché lo rende fragile. Infatti l'idrogeno, a causa del suo piccolo raggio atomico, si introduce nel reticolo del metallo e va a inserirsi a caso nei suoi vuoti. Le conseguenze sono un' espansione del reticolo stesso e una diminuzione delle forze reticolari: di qui la fragilità. Il titanio non è attaccato dagli acidi minerali a freddo e dagli alcali acquosi neanche a

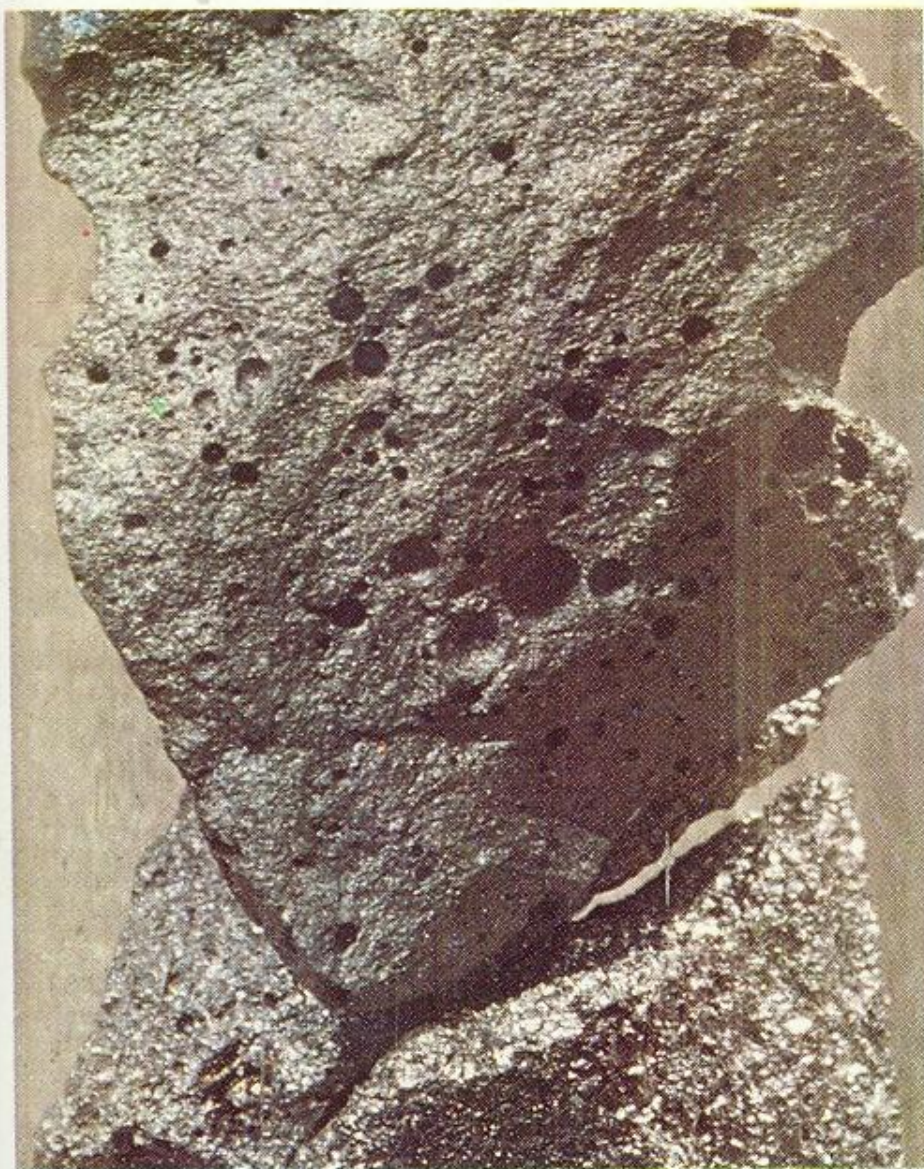
	caldo. Si scioglie bene solo in acido fluoridrico (HF) perché forma dei fluorocomplessi. Come si è già accennato il titanio è diventato di recente un elemento di grande importanza tecnologica. Il suo uso tradizionale è come componente di acciai speciali. Attualmente viene impiegato essenzialmente in aeronautica e in missilistica, anche se il suo costo è molto elevato. I maggiori produttori sono l'Unione Sovietica e gli Stati Uniti. Il metallo non viene usato purissimo, ma in lega con alluminio, vanadio, cromo, manganese, molibdeno, zirconio e altri elementi. Le leghe hanno proprietà superiori al metallo puro. I vantaggi dell'uso del titanio nell'industria aeronautica sono molteplici. Si possono costruire strutture e motori che a parità di resistenza meccanica e chimica pesano molto meno, anche se costano 10 o 20 volte di più delle corrispondenti strutture in acciaio; ci sono però usi in cui il titanio è insostituibile. Per esempio i serbatoi di ossigeno liquido dei missili spaziali devono operare a temperature dell'ordine di -190°; a questa temperatura quasi tutti i metalli sono molto fragili: alcune leghe di titanio con alluminio e vanadio resistono invece assai bene in tali condizioni.
Chimica del Titanio:	Il titanio può avere tre stati di ossidazione $+2$, $+3$ e $+4$. Lo stato più stabile è il $+4$. I composti del titanio bivalente sono pochi e non esistono in ambiente acquoso perché vengono ossidati dall'acqua. Il titanio trivalente ha una chimica più estesa. I suoi composti si ottengono per riduzione elettrolitica o chimica (con zinco e acidi) di soluzioni di sali di titanio tetravalente. Lo ione Ti^{+++} è presente in acqua come ione complesso $Ti(H_2O)_6^{+3}$, di colore violetto. I sali più importanti sono gli alogenuri (TiX_3). Il titanio tetravalente dà molti composti. Abbiamo già trovato l'ossido (TiO_2) sotto varie forme minerali. Esso si può preparare dall'ilmenite per attacco con acido solforico e parziale neutralizzazione. L'idrogele di idrossido di titanio che così si ottiene viene separato e quindi seccato e calcinato. Nelle forme cristalline anatase e rutilo viene usato come pigmento bianco ed è dotato di un elevato potere coprente. Fra gli alogenuri è importante tecnicamente il tetracloruro ($TiCl_4$) perché serve alla preparazione del metallo. Il tetracloruro si idrolizza in acqua dando acido cloridrico e biossido ($TiCl_4 + 2H_2O \sim 4HCl + TiO_2$). La reazione avviene in aria umida con formazione di una gran quantità di fumo bianco composto da acido cloridrico e biossido finemente suddiviso. Questa proprietà viene sfruttata per produrre cortine fumogene. Il titanio tetravalente forma con cationi metallici una serie di composti detti titanati, che si possono dividere in due famiglie isomorfe: quella della ilmenite ($FeTiO_3$) cui appartengono i titanati di Mg, Mn, Co e Ni, e quella della perovskite ($CaTiO_3$) cui appartengono i titanati di Sr e Ba. Esistono anche titanati con struttura di spinelli come Mg_2TiO_4 e Co_2TiO_4. L'acido titanico non esiste, esiste invece una forma idrata del TiO_2 cui si può attribuire la formula $Ti(OH)_4$.

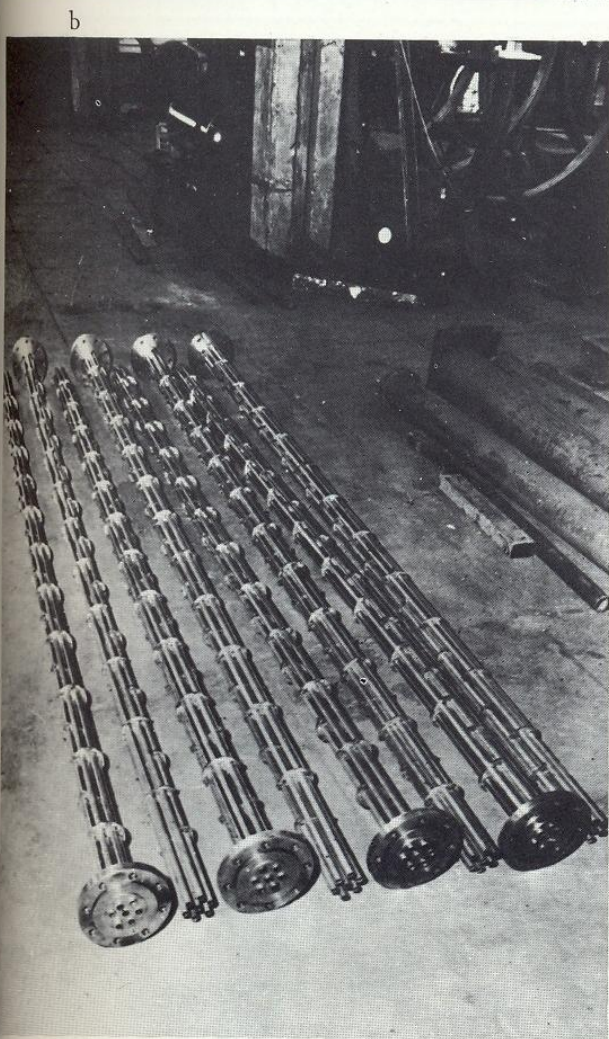
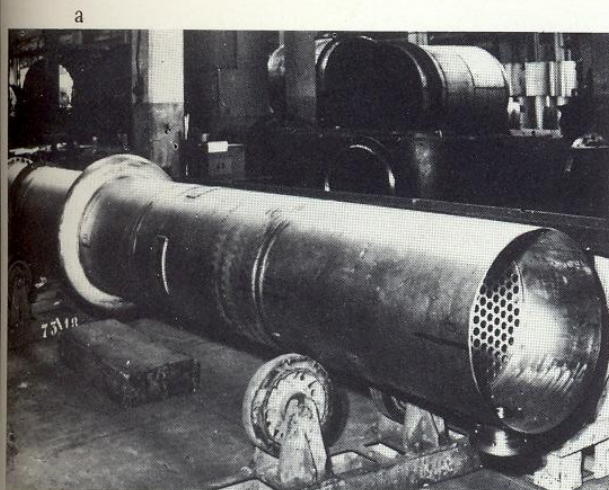
Trattando un sale di titanio tetravalente con acqua ossigenata o altri perossidi si ottiene una colorazione gialla dovuta alla formazione di un complesso perossido del titanio. Questa reazione viene usata per svelare la presenza di quantità anche molto piccole di perossidi o viceversa di titanio.

Il titanio è ora di grande utilità anche ai chimici organici i quali poco più di dieci anni fa scoprirono che miscele di TiCl_4 e di derivati alchilici dell'alluminio sono catalizzatori estremamente efficaci nella polimerizzazione delle olefine (sono stati chiamati, dal nome dello scopritore, catalizzatori Ziegler).

TITANIO - Questo elemento presenta due forme allotropiche, la α , esagonale e stabile fino a 882°C , e la β , cubica a corpo centrato instabile a temperatura ambiente e stabile al disopra di 882°C .

1



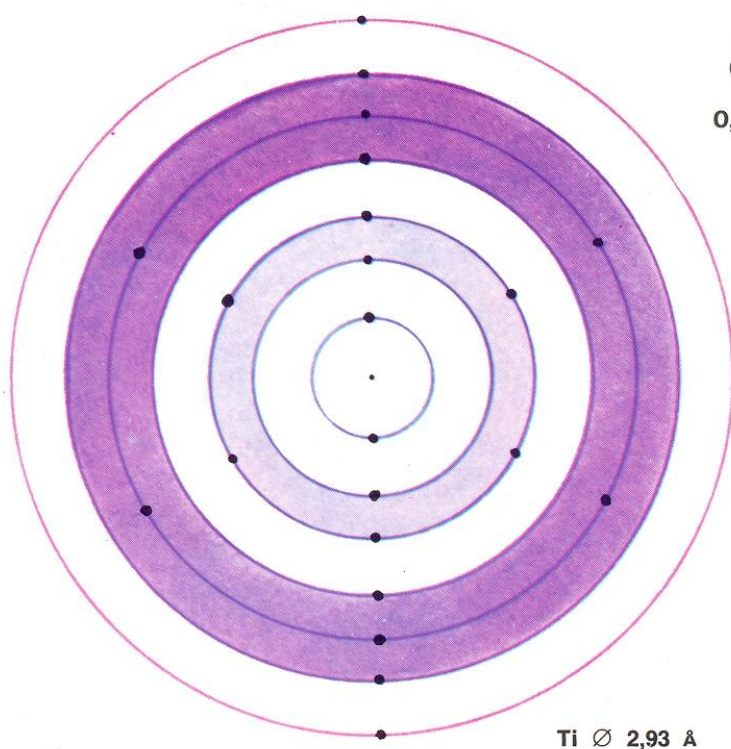


UTILIZZAZIONI DEL TITANIO - È un metallo le cui applicazioni si stanno facendo sempre più ampie.

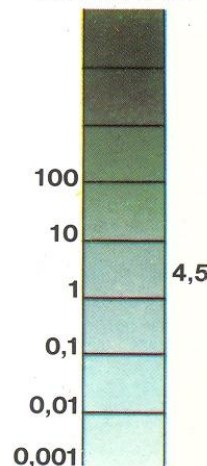
Abbiamo riportato nelle fotografie due semplici esempi: in a vediamo un mantello per fascio tubiero completamente in titanio (avente uno spessore di 5 mm), completo di giunto dilatatore in fase di montaggio; esso viene utilizzato nell'industria chimica e petrolchimica.

In b possiamo vedere rappresentato un gruppo di fasci scambiatori di calore completi di piastra tubiera e diaframmi, in fase di montaggio; tali dispositivi vengono utilizzati nell'industria chimica.

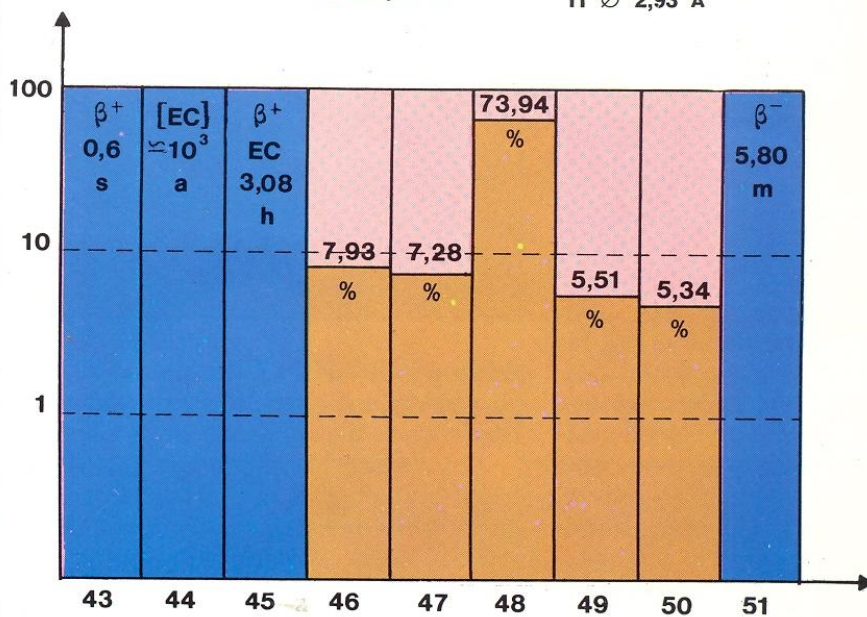
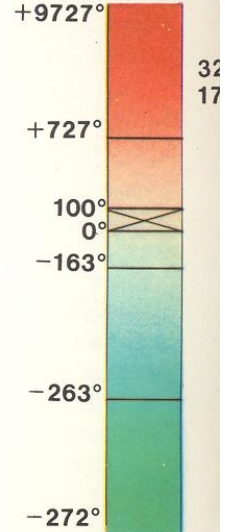
PROPRIETÀ FISICHE, CONFIGURAZIONE ELETTRONICA, ISOTOPI STABILI E INSTABILI DEL TITANIO.



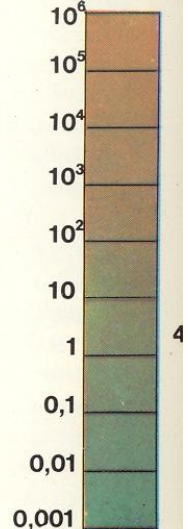
Densità a 20°



Punti di fusione e di ebollizione



Abbondanza in litosfera



Provenienza:	Gruppo Mineralogico Basso Canadese
Data:	03/06/02---09/12/06