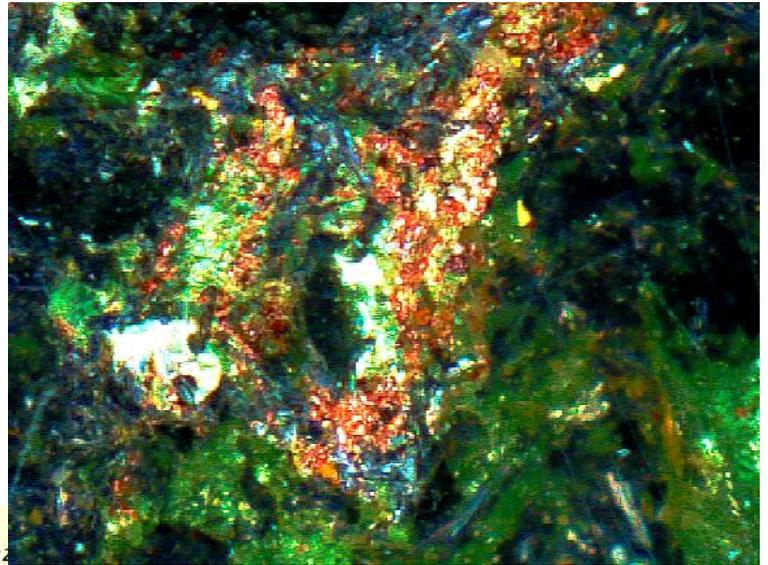


Museo del Liceo scientifico A. Avogadro **MINERALI** a cura del Gruppo Mineralogico Basso Canavese

Scheda anagrafica n°: 55
Reperto: 74
Nome: **Rutilo**
Etimologia: Dal latino *rutilus* = rossastro
(Werner, 1801)
Classe: Ossidi
Formula chimica: TiO_2
Peso specifico: Da 4,2 a 4,3
Durezza: Da 6 a 6,5 (fragile)
Striscia: Giallo-bruna
bruno-rossa

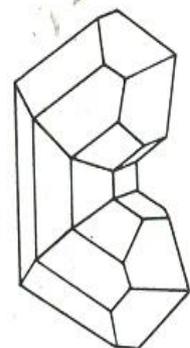
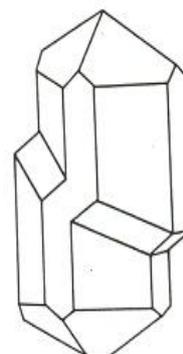
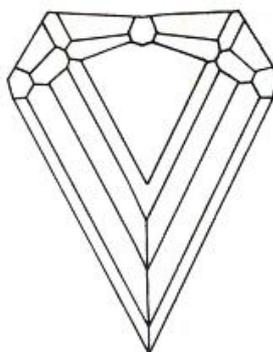
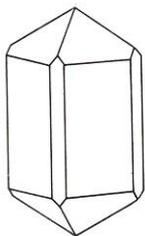
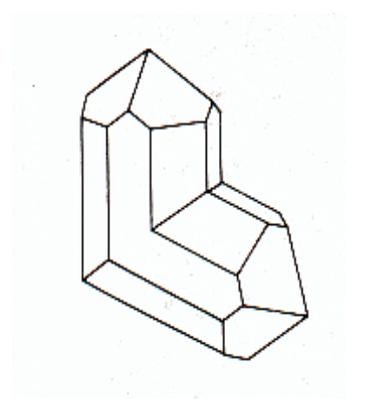
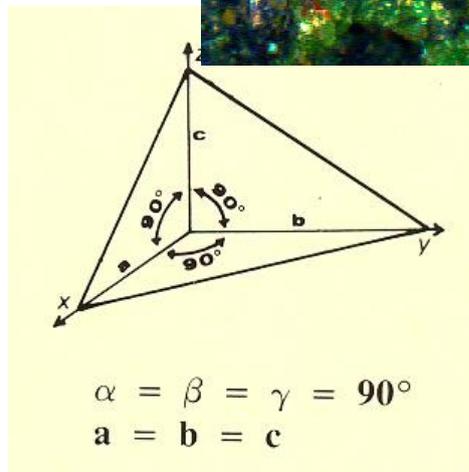


Sistema di cristallizzazione: **Tetragonale**

Due degli assi cristallografici sono di eguale lunghezza mentre il terzo è diverso perchè più lungo o più corto.

I tre assi formano tra loro angoli retti.

Al massimo un cristallo di detto sistema possiede un asse di simmetria quaternario, quattro assi binari, cinque piani ed un centro di simmetria, mentre il minimo grado è rappresentato da un asse di simmetria quaternario.



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:	Traslucida, non trasparente
Lucentezza:	Adamantina, submetallica, grassa
Sfaldatura:	Perfetta secondo (110), imperfetta secondo (100)
Frattura:	Irregolare, concoide
Morfologia:	Cristalli, aggregati granulari e fibrosi, impregnazioni, granuli isolati, pseudomorfofi, prismi, aghi, capelli detti di Venere, prismatici allungati, spesso striati, talora sottilissimi e in fasci anche inclusi in altri minerali (quelli nel quarzo sono detti "capelli di Venere"), o incrociati a 60° (<i>sagenite</i>), di colore giallo, rosso, bruno, nero caratteristici i geminati "a ginocchio" e "a cuore".
Colore:	Giallo, rosso, bruno-rosso, bruno-nero e nero (varietà nigrina)
Composizione chimica teorica:	Ti 59,95%, O 40,05%, presenza di Fe, Sn, V, Cr, Nb, Ta, ferro (v. <i>nigrina</i>) o niobio e tantalio (v. <i>ilmenorutilo</i>).
Struttura atomica:	Per quanto riguarda la struttura, nel rutilo l'atomo di <u>titanio</u> è posto ai vertici e al centro della cella tetragonale, coordinato ottaedricamente da ossigeni (quattro sulle diagonali delle basi, e due all'interno); l'impaccamento degli ossigeni è comunque di tipo esagonale compatto, anche se distorto.
Proprietà chimiche e fisiche :	Non fonde; insolubile negli acidi Molto duro, pesante, fragile e con sfaldature perfetta; normalmente opaco o traslucido, con lucentezza metallica, molto raramente trasparente con lucentezza adamantina; polvere marroncina.
Trattamenti:	Praticamente non risente dell'azione di qualsiasi acido ma se è sotto forma di polvere è attaccato molto leggermente dall'ac. solforico. I silicati che l'accompagnano possono essere tolti con l'ac. fluoridrico e le incrostazioni ferrose con l'ac. ossalico

Minerali simili:	Ilmenite, cassiterite, tormalina, zircono
Possibili confusioni:	Con gli zirconi colorati, che hanno però lucentezza più viva e birifrazione molto minore e con la cassiterite che ha maggiore peso specifico e birifrazione molto minore.
Differenze:	Durezza, densità, striscia, solubilità negli acidi.
Genesi:	Magmatica, pegmatitica, metamorfica (vene di tipo alpino), alluvionale Accessorio molto comune di rocce intrusive e metamorfiche o in filoni di quarzo che le attraversano; si concentra in sabbie da loro derivate con altri minerali pesanti.
Paragenesi:	Anatasio, brookite, apatite, titanite, quarzo
Località:	Splendidi cristalli nelle fessure alpine (Gottardo, Val di Tavetsch, Cavradi e Castione in Svizzera; Austria (Pfitsch). Abbondante in filoni ad apatite in Norvegia Stati Uniti inclusi nella pirofillite, nei monti Graves (Georgia, USA), in rocce a orneblenda in Virginia (USA) (Virginia - Ahmerst Co.; Arkansas - Magnet Cove), Messico (Oaxaca), Brasile, Australia.
In Italia:	Nelle Alpi del Piemonte si trova a: Noasca in Val dell'Orco; presso il lago di Verdassa a Frassinetto in Val Soana e a Traversella in Val Chiusella (Torino); a La Thuile, Pont Saint Martin e Iveri, in Val d'Aosta. Nell'Ossola (Novara) cristalli di <i>Rutilo</i> si trovano al Passo di Gries, al Pizzo dell'Arbola; all'Alpe Buscagna sopra Devero; cristalli piccoli, neri nella Dolomia cristallina di Crevoladossola. In Lombardia il <i>Rutilo</i> è segnalato in cristalli a Sondalo e all'Alpe Senevedo (Chiesa Val Malenco, Sondrio). Nel Vicentino, cristalli di <i>Rutilo</i> lunghi fino a 3 millimetri inclusi in cristalli di <i>Quarzo Ametista</i> sono stati trovati entro le Porfirite alterate dei Tretti (Schio). Nella Valle dell'Adige bei cristalli di <i>Rutilo</i> , anche plurigeminati "a ginocchio" si trovano

	<p>a Lutago ed alla Forcella del Picco in Valle Aurina; <i>Rutilo</i> comune (e della varietà nerissima, con lucentezza metallica chiamata <i>Nigrina</i>) al Passo di Vize (Vipiteno). In Liguria si rinviene al rio Conche presso Pianpaludo (Cogoleto, Savona). <i>Rutilo</i> in rari cristalli neri nel marmo è presente anche a Canalgrande, località in comune di Carrara, in Toscana.</p> <p>In Sardegna nelle miniere di SaDuchessa(Domusnovas) e Perda Niedda (Oridda) è anche presente a Monte Plebi presso Olbia e nel granito di Stintino (Golfo di dell' Asinara)</p>
Usi:	Per l'estrazione del Ti; talvolta come gemma.
Al microscopio:	Cristalli giallastri o bruno-rossastri, talora anche opachi, con pleocroismo da debole a distinto (dal bruno-rossastro, al giallo, al verde); birifrazione elevatissima; dispersione e rilievo forti. Nel nostro caso rosso, chiaro, vivo.
Aspetto:	<p>Il nome stesso, legato alle tradizioni mitologiche, e l'apparente scarso uso che se ne fa nelle applicazioni comuni, spesso inducono i profani a ritenere raro il titanio, anche se rappresenta uno degli elementi più diffusi non solo sulla crosta terrestre, ma nell'universo. In realtà, oltre a essere molto usato in leghe di particolare leggerezza e resistenza, utilizzate ormai non più solo in aeronautica, il titanio costituisce, sotto forma di ossido, un'importante materia prima nella tecnologia delle vernici: il cosiddetto "bianco di titanio" non è altro che una particolare modificazione cristallina del biossido di titanio (rutilo), dotata di ottimo potere ricoprente e brillantezza legati a elevati indici di rifrazione, superiori a quello del diamante.</p> <p>Per questo motivo, alcuni cristalli di rutilo prodotti sinteticamente vengono posti in commercio, tagliati come gemme (titania), che imitano alla perfezione il diamante, ma di costo e durezza decisamente inferiori.</p> <p>Il biossido di titanio (TiO₂) esiste in tre modificazioni cristalline distinte: il rutilo, che è la più comune, di simmetria tetragonale; l'anatasio, meno comune, pure tetragonale ma con diversa struttura cristallina; e la brookite, rombica, decisamente più rara.</p> <p>A volte, due o addirittura tutte e tre queste specie possono coesistere nel medesimo campione.</p>
L'aspetto del rutilo:	<p>Il rutilo si presenta in cristalli che per aspetto e colore possono essere molto diversi tra loro.</p> <p>Il colore comprende tutti i toni che vanno dal rossastro (da cui il nome del minerale) al giallo oro, con lucentezza adamantina, fino al bruno molto scuro; le varietà ferrifere e quelle che contengono niobio e tantalio sono decisamente nere, con lucentezza quasi metallica.</p> <p>L'abito dei cristalli è comunemente prismatico, spesso molto allungato fino ad aciculare, con le facce del prisma striate nella direzione di allungamento, molto meno frequentemente bipiramidale.</p> <p>Non raramente i cristalli sono geminati in modo caratteristico per contatto secondo una faccia di bipiramide, dando origine ai cosiddetti "geminati a ginocchio"; la geminazione può ripetersi più volte lungo lo stesso cristallo, con formazione di poligeminati dall'aspetto contorto, con caratteristiche striature a scaletta, o può coinvolgere un insieme di cristalli, spesso molto esili, in modo da dare origine a un intreccio a graticcio regolare (varietà sagenite, dal termine greco che, in italiano, significa rete).</p> <p>Molto ricercate dai collezionisti sono le epitassie di rutilo su ematite, cioè accrescimenti regolari di cristallini di rutilo di colore rosso vivo, (il caso del campione n° 74 nel Museo del Liceo Scientifico A. Avogadro, in questo su glaucofane, da guardare al microscopio) disposti secondo una simmetria esagonale sulle facce di pinacoide dei cristalli di ematite.</p> <p>Caratteristiche sono pure le inclusioni di cristalli aciculari di rutilo, di colore chiaro, nel quarzo, denominate "capelli di Venere".</p>
Le località del rutilo:	Essendo un minerale molto diffuso, non è il caso di elencare qui tutte le località in cui si può rinvenire. Splendidi esemplari provengono soprattutto dalle fessure alpine svizzere,

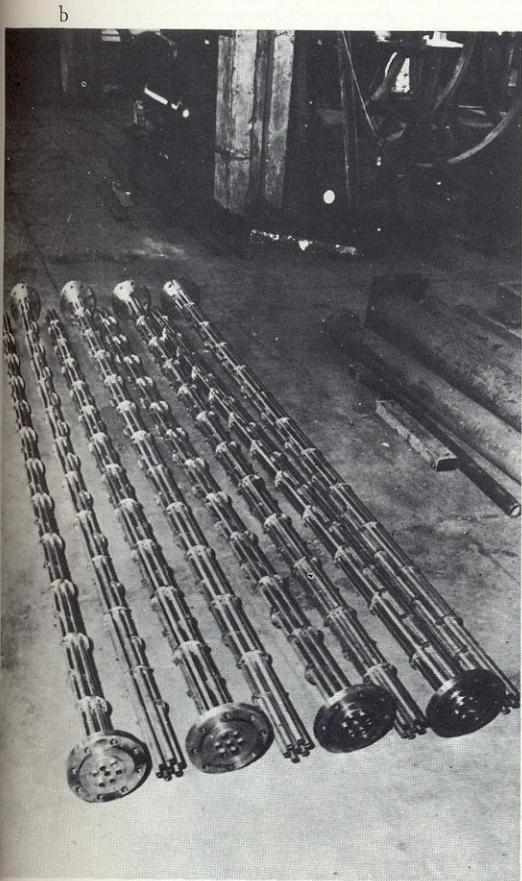
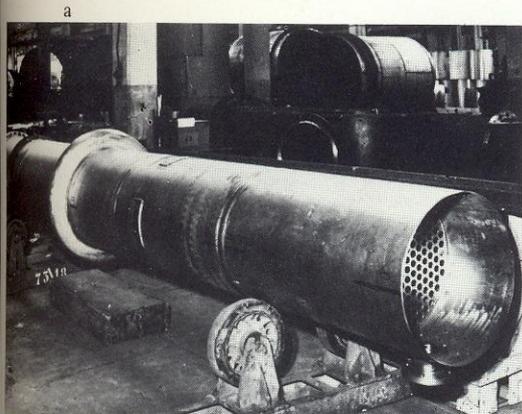
	<p>austriache e italiane.</p> <p>Le località più famose sono la Val Tremola nel San Gottardo e la gola del Lucomagno per i quarzi rutilati, la Valle del Binn, la gola di Cavradi presso il passo dell'Oberalp e le zone del Devero e del Cervandone per le epitassie su ematite; molto belli sono i campioni della varietà sagenite, provenienti dalla stretta di Cuggine presso Baceno e quelli che in passato provennero da un lavoro stradale presso Hospental (Andermatt).</p> <p>Campioni assai belli, spesso plurigeminati, provengono dal Tirolo (Zillertal, Virgental), dalle valli di Vizze e Aurina e dal Salisburghese (Rauris).</p> <p>Inclusi in vene di quarzo di rocce gneissiche o granitoidi, assai lucenti e splendidi esempi di simmetria tetragonale sono quelli provenienti dal lago Mucrone presso Oropa e dalle cave di Castione e Lodrino nel Canton Ticino.</p> <p>Tra i campioni di provenienza extraeuropea, degni di nota sono quelli dei monti Graves, nella Georgia (USA), con cristalli perfetti molto lucenti inclusi nella pirofillite, e i bellissimi cristalli aciculari, per lo più inclusi nel quarzo, provenienti dallo stato di Minas Gerais, in Brasile, e dal Madagascar.</p>
Le miniere di Brosso:	<p>Rutilo TiO_2 tetragonale Il rutilo è uno dei minerali che più recentemente sono entrati a far parte dell'elenco di quelli trovati a Brosso, sebbene la sua presenza sia nota in diverse località poste nelle vicinanze (Tavagnasco).</p> <p>Intrecci di caratteristici aghetti di rutilo, nella varietà sagenite, di colore grigio, sono stati infatti trovati nella sezione Salvere, associati ad anatasio, brookite, calcite, calcopirite, galena, sfalerite, pirite, quarzo e clorite.</p> <p>La segnalazione è avvenuta ad opera del GR. Min. GRUGLIASCHESE (1987).</p> <p>Un secondo ritrovamento di rutilo, sempre nella varietà sagenite, è stato effettuato in una galleria del livello 541 "Dey Superiore".</p> <p>Gli aghetti di rutilo, fittamente intrecciati e di colore giallo oro, poggiano su una matrice di dickite polverulenta e sono associati a siderite, ematite scagliosa e piccoli cristalli di anatasio di colore blu o verde olio.</p>
Al microscopio:	<p>Cristalli giallastri o bruno-rossastri, talora anche opachi, con pleocroismo da debole a distinto (dal bruno-rossastro, al giallo, al verde); birifrazione elevatissima; dispersione e rilievo forti.</p>
Possibili confusioni:	<p>Con gli zirconio colorati, che hanno però lucentezza più viva e birifrazione molto minore e con la cassiterite che ha maggiore peso specifico e birifrazione molto minore.</p>
Storia	<p>Il titanio, con lo zirconio e l'afnio, forma il quarto gruppo B del sistema periodico (secondo la classificazione di Werner).</p> <p>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.</p> <p>Più tardi questo elemento venne preso in esame da Berzelius (1825) e Wohler (1849) che ne studiarono le proprietà.</p>
Minerali e proprietà	<p>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.</p> <p>Esso è però molto disperso e perciò i giacimenti ricchi sono rari.</p> <p>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</p>

	<p>romboedrica. Un minerale molto diffuso è l'ilmenite o titanato di ferro (FeTiO_3). L'elemento si trova anche nei minerali di ferro.</p> <p>La titanite $\text{CaTi}(\text{O/SiO}_4)$ monoclinico, la sagenite TiO_2 tetragonale</p> <p>Non è possibile ottenere il metallo con il comune metodo di riduzione con carbone perché si forma un carburo molto stabile.</p> <p>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.</p> <p>Il titanio si può preparare secondo il processo Kroll.</p> <p>Il minerale, per esempio rutilo, è trattato al calor rosso con carbone e cloro per dare il tetracloruro TiCl_4 secondo la reazione $\text{TiO}_2 + \text{C} + 2\text{Cl}_2 \sim \text{TiCl}_4 + \text{CO}_2$</p> <p>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.</p> <p>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</p>
<p>Proprietà fisiche e meccaniche:</p>	<p>Il titanio elementare ha un reticolo esagonale compatto a temperature basse, ma a 882° si trasforma in una forma cubica a corpo centrato.</p> <p>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.</p> <p>Il titanio è piuttosto leggero rispetto agli altri metalli che gli rassomigliano per proprietà meccaniche e termiche.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>La formazione di questi composti sulla superficie del metallo rende passivo il metallo e ne migliora le proprietà.</p> <p>La presenza di idrogeno è molto nociva al titanio perché lo rende fragile.</p> <p>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.</p> <p>Le conseguenze sono un' espansione del reticolo stesso e una diminuzione delle forze reticolari: di qui la fragilità.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>

	<p>Attualmente viene impiegato essenzialmente in aeronautica e in missilistica, anche se il suo costo è molto elevato.</p> <p>I maggiori produttori sono l'Unione Sovietica e gli Stati Uniti.</p> <p>Il metallo non viene usato purissimo, ma in lega con alluminio, vanadio, cromo, manganese, molibdeno, zirconio e altri elementi.</p> <p>Le leghe hanno proprietà superiori al metallo puro. I vantaggi dell'uso del titanio nell'industria aeronautica sono molteplici.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<p>Chimica del Titanio:</p>	<p>Il titanio può avere tre stati di ossidazione + 2, + 3 e + 4.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>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.</p> <p>L'idrogel di idrossido di titanio che così si ottiene viene separato e quindi seccato e calcinato.</p> <p>Nelle forme cristalline anatasio e rutilo viene usato come pigmento bianco ed è dotato di un elevato potere coprente.</p> <p>Fra gli alogenuri è importante tecnicamente il tetracloruro ($TiCl_4$) perché serve alla preparazione del metallo.</p> <p>Il tetracloruro si idrolizza in acqua dando acido cloridrico e biossido ($TiCl_4 + 2H_2O \sim 4HCl + TiO_2$).</p> <p>La reazione avviene in aria umida con formazione di una gran quantità di fumo bianco composto da acido cloridrico e biossido finemente suddiviso.</p> <p>Questa proprietà viene sfruttata per produrre cortine fumogene.</p> <p>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 perowskite ($CaTiO_3$) cui appartengono i titanati di Sr e Ba.</p> <p>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 $Ti(OH)_4$.</p> <p>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.</p> <p>Questa reazione viene usata per svelare la presenza di quantità anche molto piccole di</p>

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).

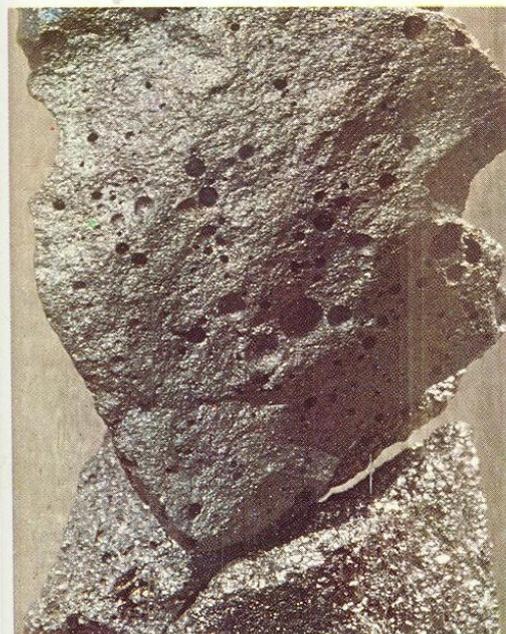


UTILIZZAZIONI DEL TITANIO - È un metallo le cui applicazioni si stanno facendo sempre più ampie.

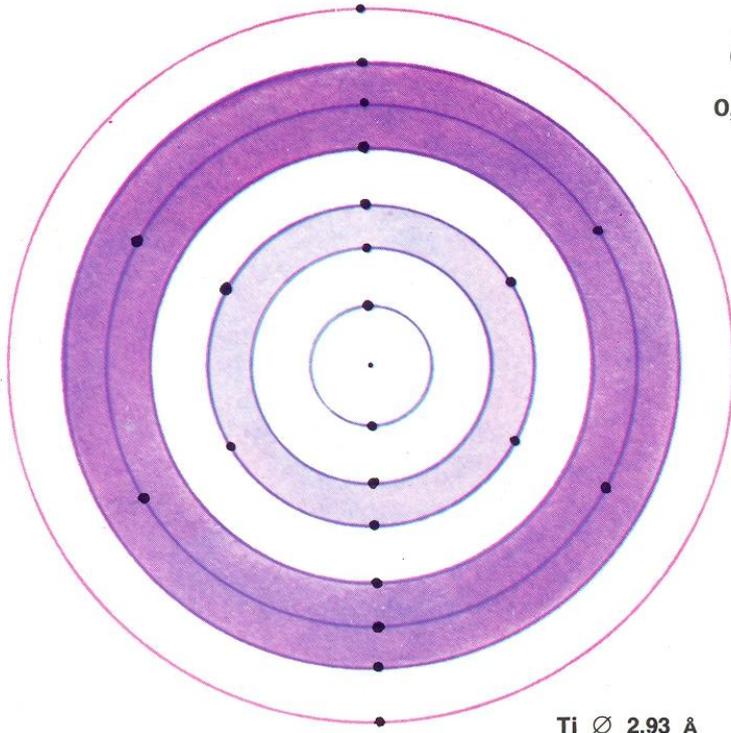
Abbiamo riportato nelle fotografie due semplici esempi: in a vediamo un mantello per fascio tubiero completamente in titanio (avente uno spessore di 5 mm), completo di giunto dilatatore in fase di montaggio; esso viene utilizzato nell'industria chimica e petrolchimica.

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.

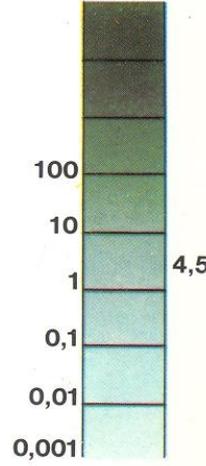
TITANIO - Questo elemento presenta due forme allotropiche, la α , esagonale e stabile fino a 882°C , e la β , cubica a corpo centrato instabile a temperatura ambiente e stabile al di sopra di 882°C .



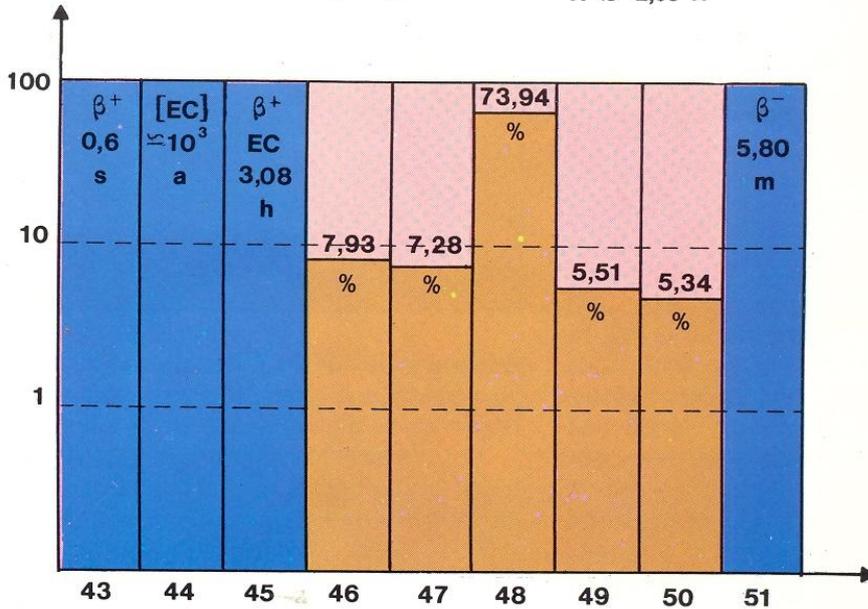
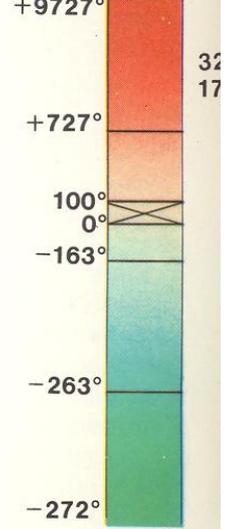
PROPRIETÀ FISICHE, CONFIGURAZIONE ELETTRONICA, ISOTOPHI STABILI E INSTABILI DEL TITANIO.



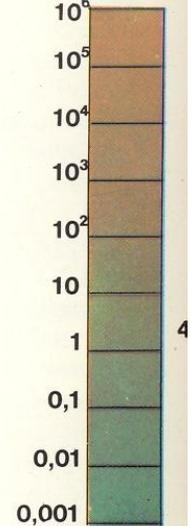
Densità a 20°



Punti di fusione e di ebollizione



Abbondanza in litosfera



Provenienza:	Gruppo Mineralogico Basso Canadese
Data:	18/01/02--_09/12/06--10/12/2007