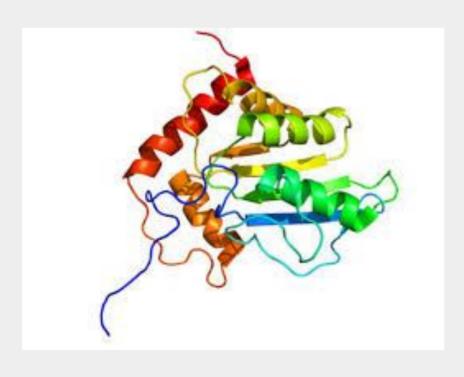
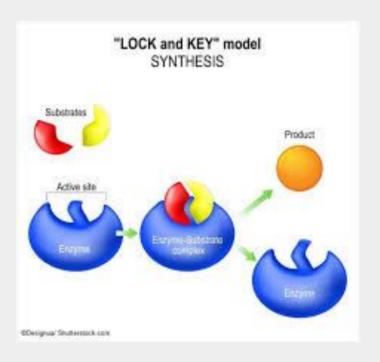


I polimeri

In natura troviamo numerosi polimeri usati come materiali da decenni: legno, lana , seta etc etc

Altri importanti polimeri nei processi biologici sono: proteine, enzimi





21

Naci

ZIVa+Cl2 -> 2 NaC

l polimeri

- Polimeri ⇒ macromolecole formate da "**meri**" ripetuti
- Sono lunghe catene, derivanti dagli idrocarburi, flessibili
- Ad esempio il **polietilene** si forma a partire dall'**etilene in reazione con una specie catalitica iniziatore (R ·)**, in pratica il singolo elettrone, sito attivo si trasferisce all'ultimo elemento e questo guida la polimerizzazione (**per addizione**)

21

Naci

ZNa+Cl2→2NaCl

I polimeri

La reazione di polimerizzazione si puo' fermare in due modalita'

• quando due catene di lunghezza diversa si uniscono

$$P_{n^{\bullet}} + P_{m^{\bullet}} \rightarrow P$$

oppure ad esempio si forma un doppio legame

$$R-CH_2-CH_2 \bullet + R'-CH_2-CH_2 \bullet \rightarrow R-CH_2-CH_3 + R'-CH=CH_2$$

25

Nacl

ZIVa+Cl2 -> 2 NaCl

§ Q

H.O

0 8

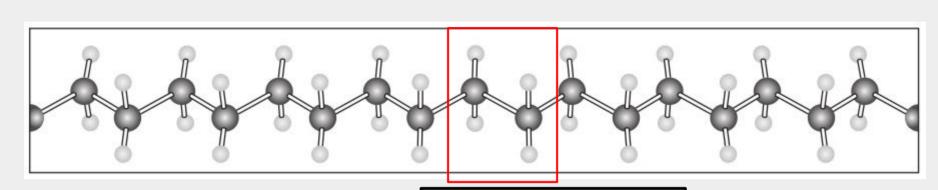
NH

I polimeri

Polimerizzazione per condensazione:

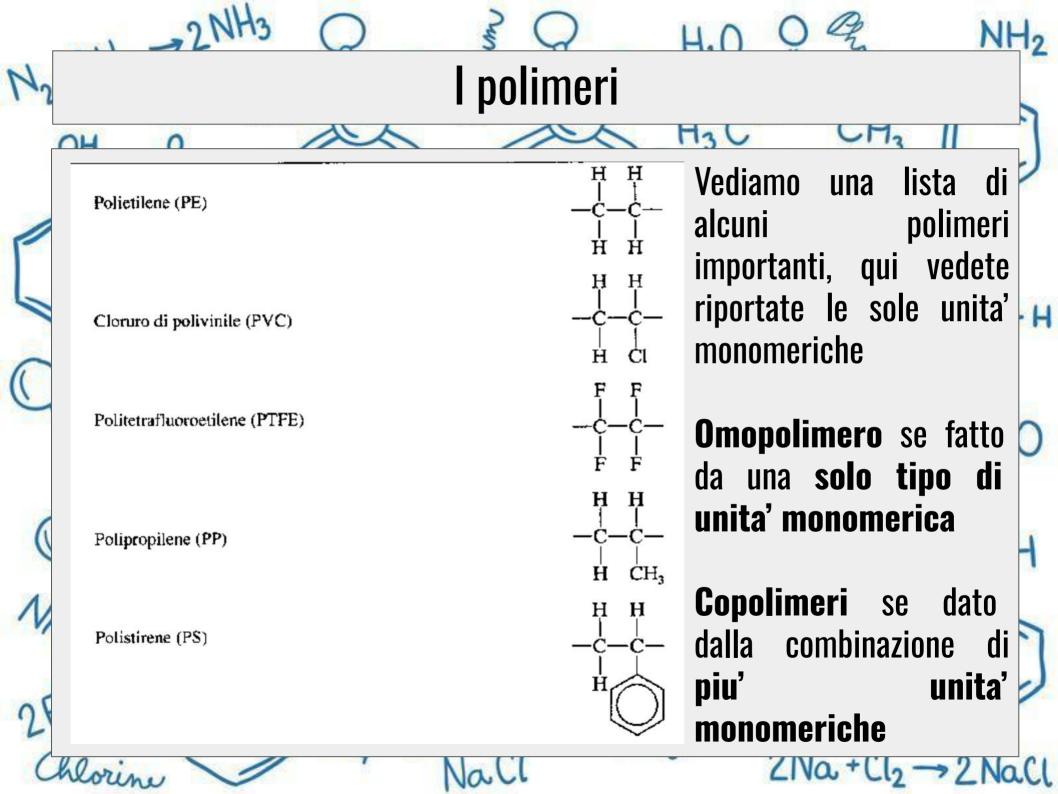
- si forma mediante reazioni chimiche intermolecolari
- in questo caso si ottengono **prodotti secondari come acqua che** devono essere eliminati (tempi richiesti piu' lunghi)
- Si possono ottenere in questo modo legami incrociati e reticolari
 - o ad esempio reazione fra glicol etilenico ed acido adipico a formare il **poliestere**:

2NH3 C) I polimeri



Monomero di **Polietilene**

Sostituzione degli idrogeni con alogeni porta ai fluorocarburi che abbiamo incontrato. In questo caso avremo : (a) politetrafluoroetilene noto come teflon dove tutti gli H sono sostituiti con F, (b) cloruro di polivinile (PVC) e poi (c) se sostituiamo tutto i Cl con gruppi metile avremo il popipropilene



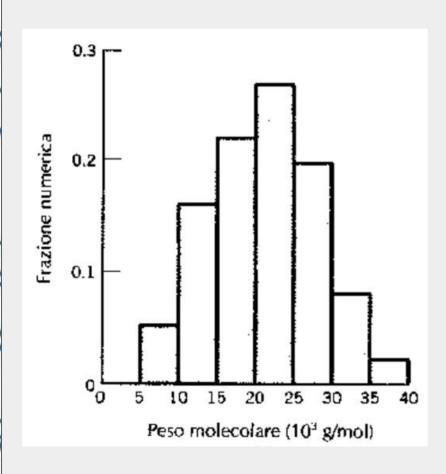
l polimeri

- Unita' monomeriche, come l'etilene, che possono formare due legami covalenti, e quindi catene lineari sono dette "bifunzionali"
- Ci sono unita' monomeriche che sono invece trifunzionali, quindi formano strutture polimeriche a rete tridimensionale

OH Fenolo-Formaldeide (Bakelite)

I polimeri: pesi molecolari

Ovviamente **non tutte le catene sono della stessa lunghezza**, e quindi avro' una **distribuzione di pesi molecolari** , misurabili ad esempio con la pressione osmotica



$$\overline{M}_n = \sum x_i M_i$$

x_i la frazione del numero totale di catene nell'intervallo dato ed M_i il peso molecolare medio nell'intervallo i-esimo

Grado di polimerizzazione n, rappresenta il numero medio di unita' monomeriche di una data catena.

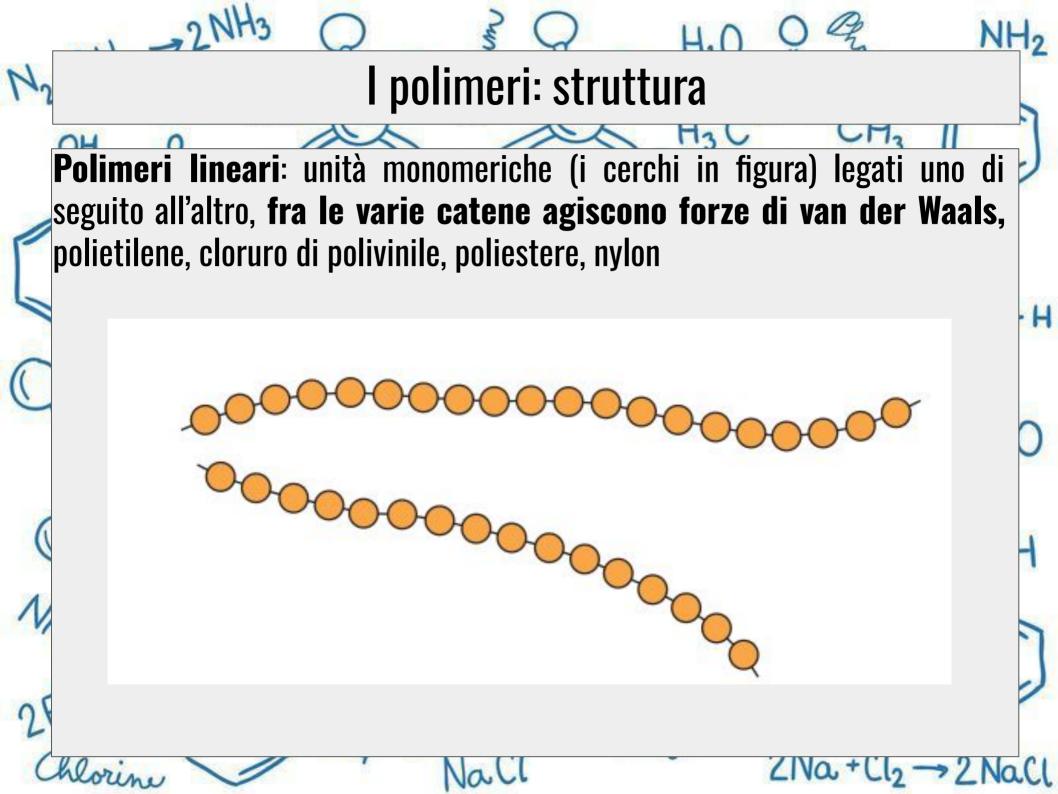
Ovviamente lo stato (solido, liquido) dipende dalla dimensione dei polimeri. > 10000 g/mol sono solidi

Chloria

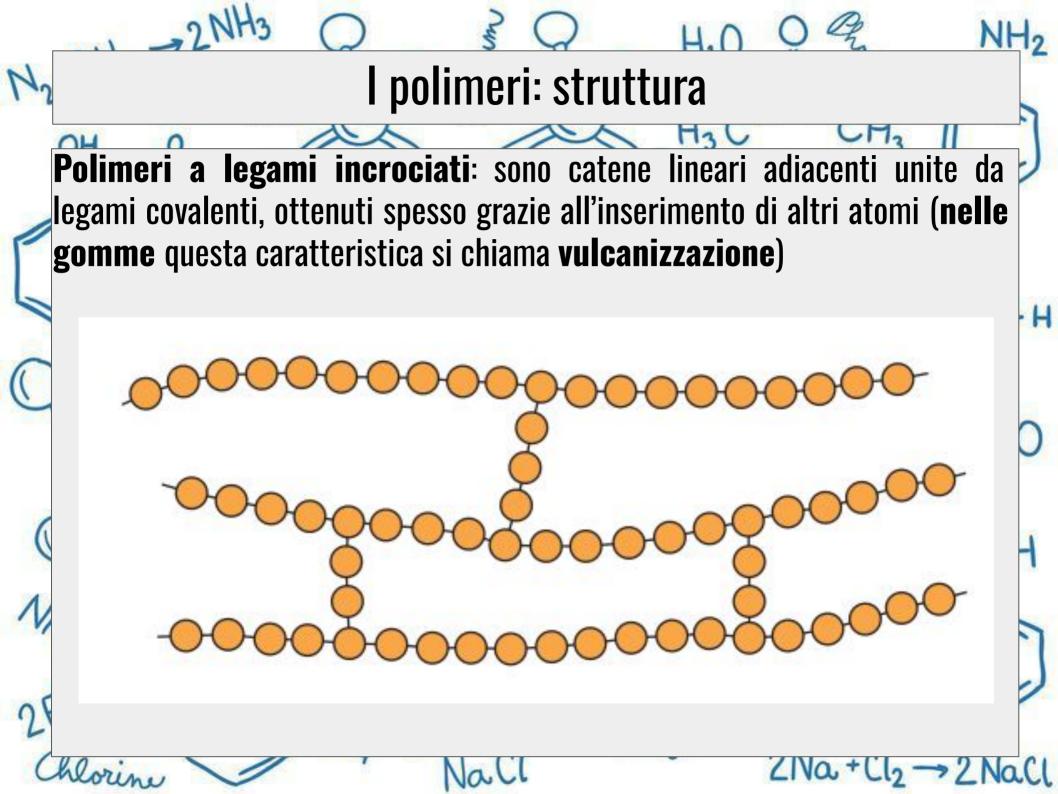
Naci

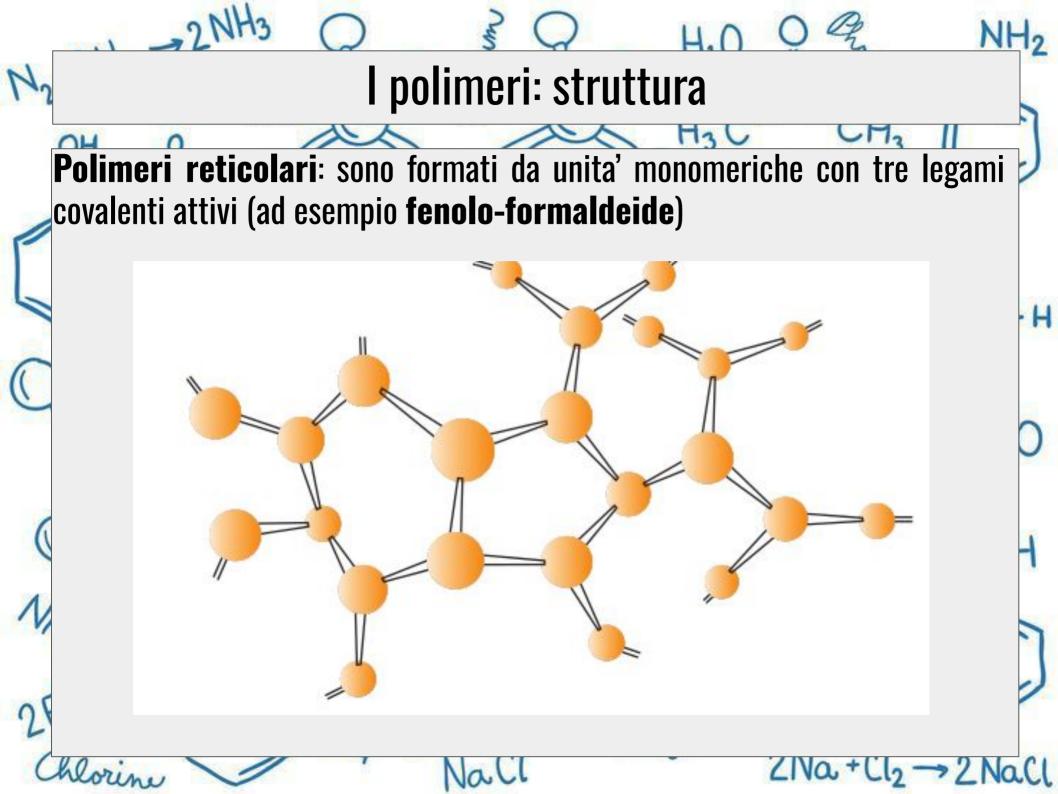
ZIVa+Cl2 -> 2 NaCl

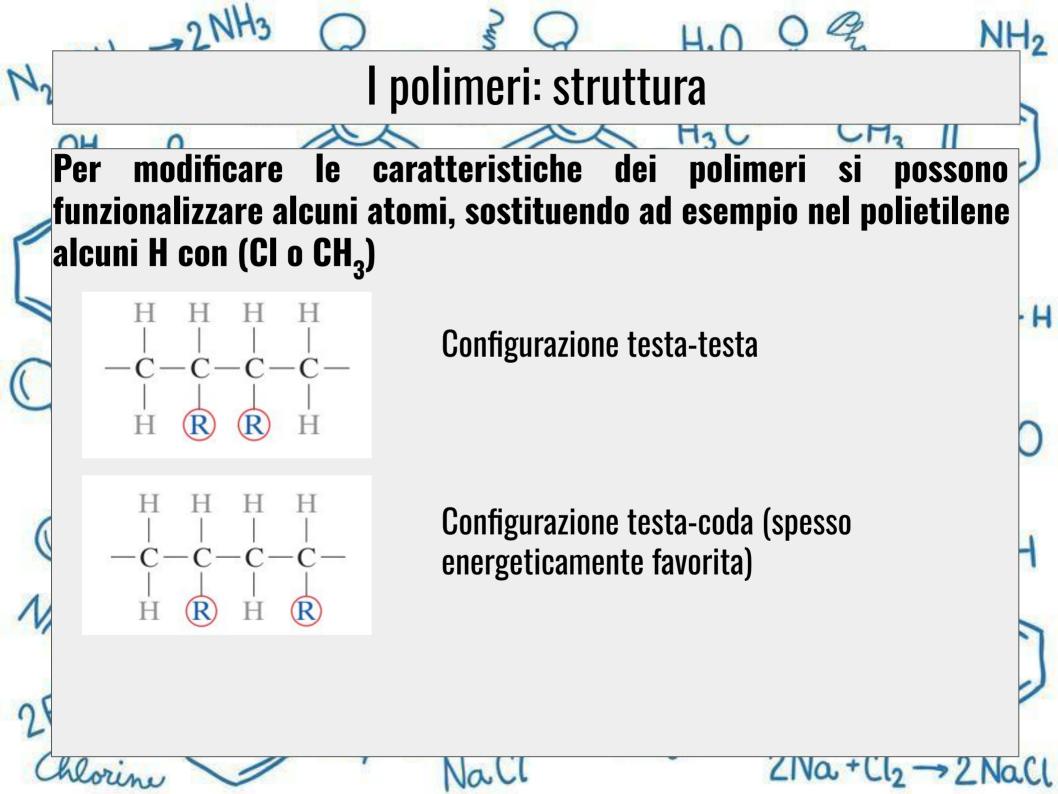
I polimeri: struttura Le proprietà fisiche e meccaniche dei polimeri dipendono ovviamente dalla possibilità che hanno di, ad esempio allungarsi, quando vengono applicate forze Allo stesso modo la possibilità di rotazione intorno ai legami singoli, che può essere modulata introducendo legami doppi

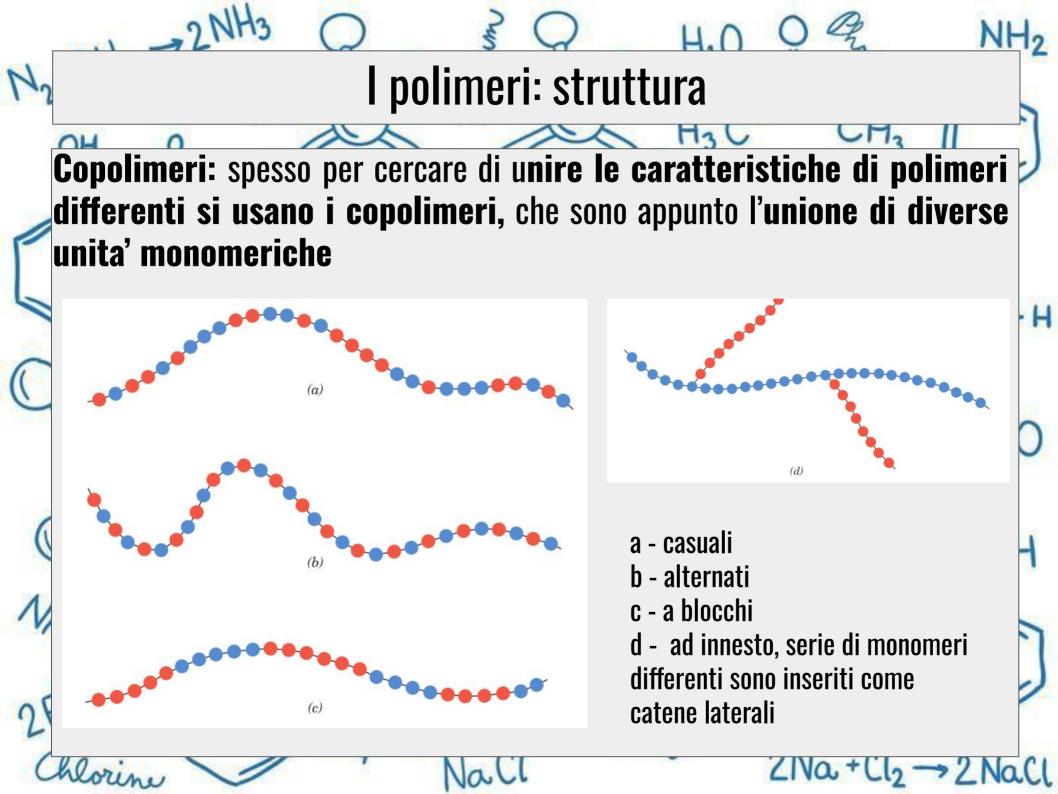


I polimeri: struttura **Polimeri ramificati**: dalla catena si dipanano ramificazioni laterali, A causa della ramificazione si riduce la possibilità di impaccamento e quindi diminuisce la densità (si puo' partire dagli stessi polimeri lineari per poi ramificarli) (b)



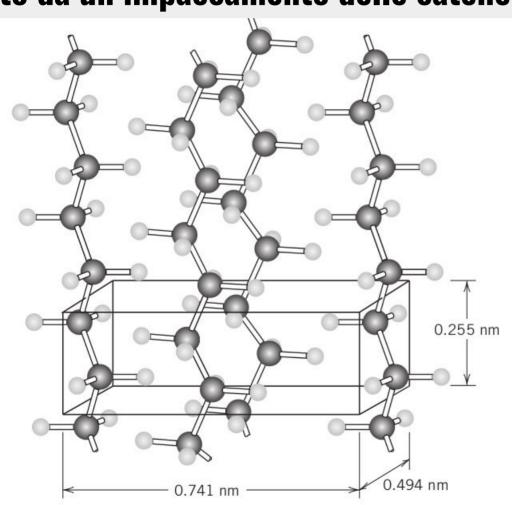






I polimeri: cristallinita'

l polimeri possono esistere anche allo stato cristallino, in pratica e' dato da un impaccamento delle catene



Polietilene geometrica cella ortorombica

In generale presentano configurazioni miste, con regioni cristalline disperse all'interno di una massa amorfa.

In generale il grado di cristallinita' di un polimero puo' variare da zero fino a frazioni dell'ordine di oltre il 95% (ovviamente la densita' e' una misura del suddetto grado, la parte cristallina e' piu' compatta)

Naci

ZNa+Cl2 -> 2 NaCl

l polimeri: cristallinita'

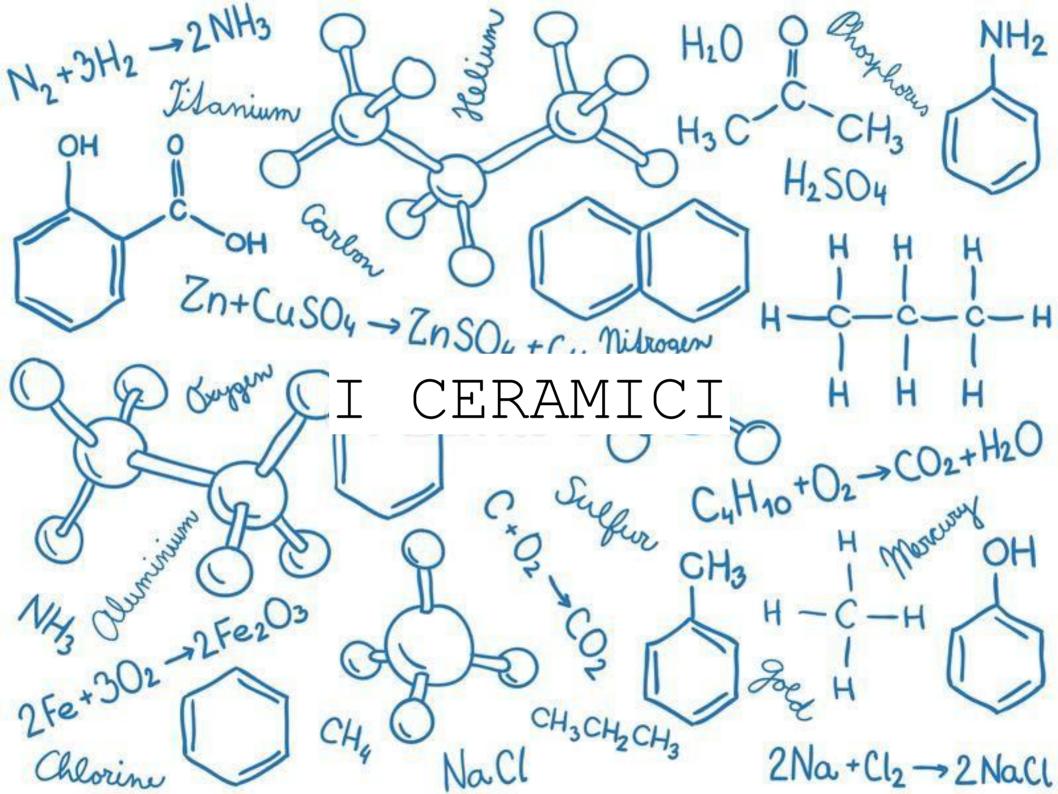
In generale la tendanz o meno a dare strutture cristalline e' funzione, ancora una volta, delle caratteristiche strutturali:

- Polimeri lineari hanno una tendenza maggiore a dare alti gradi di cristallinita'
- Polimeri ramificati hanno invece generalmente un basso grado di cristallinita'
- Copolimeri tanto sono più irregolari e casuali e tanto meno hanno tendenza a cristallizzare
- I polimeri cristallini sono generalmente piu' forti e resistenti alla temperatura
- Generalmente si può evitare la cristallizzazione raffreddando velocemente, al contrario un lento raffreddamento la favorisce

21

Nacl

ZIVa+Cl2 -> 2 Nac



I Ceramici

- I materiali ceramici sono composti fra elementi metallici e non metallici
- Sono tipicamente isolanti rispetto al passaggio di elettricita' e calore
- Resistenti piu' dei polimeri ad elevate temperature ed ambienti severi
- Meccanicamente sono duri ma molto fragili
- Composti generalmente da almeno due elementi quindi hanno strutture piu' complesse dei metalli, ed un legame che passa dal puramente ionico al completamente covalente $(X_A \in X_B \text{ sono le elettronegatività})$

CaF ₂	89
MgO	73
NaCl	67
Al_2O_3	63
SiO ₂	51
Si_3N_4	30
ZnS	18
SiC	12

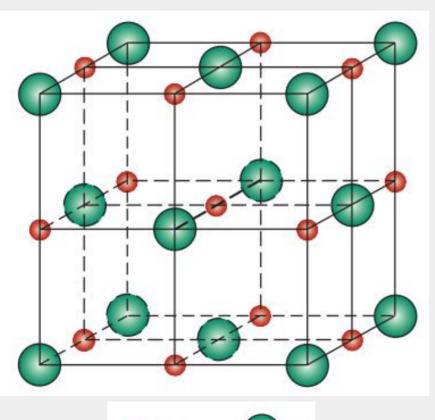


 $\%\ legame\ ionico\ =\ \left\{1-\exp\left[-(0.25)(X_A-X_B)^2
ight]
ight\}X\ 100$

I Ceramici: strutture cristalline AX

Molti materiali ceramici hanno stesso numero di cationi ed anioni (A= catione X = anione)

NaCl (anche altri MgO, MnS, LiF, FeO)



- Numero di coordinazione 6, quindi rapporto fra i raggi fra 0.414 e 0.732
- cella unitaria CFC (attenzione separatamente per Catione ed Anione, due CFC compenetrate l'una nell'altra)

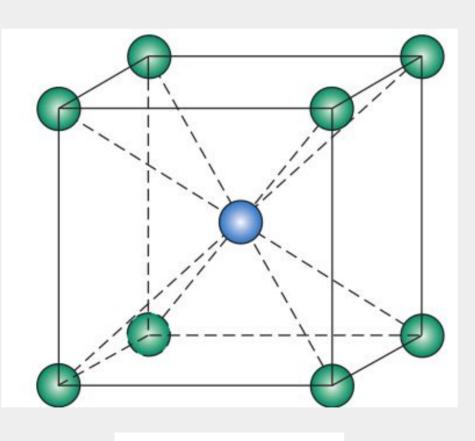
75

Naci

ZIVa+Cl2 -> 2 Nac

I Ceramici: strutture cristalline AX

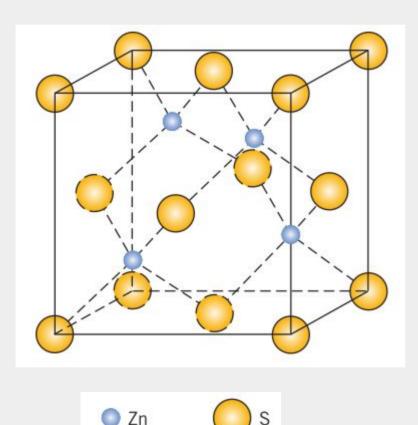
Vediamo altre possibilita' di strutture per ceramici di tipo AX: Cloruro di Cesio (CsCl)



- Numero di coordinazione 8
- Scambiando gli anioni con i cationi otteniamo la stessa cella elementare
- Attenzione <u>non</u> e' una cella CCC, sono infatti vedete presenti anioni e cationi in figura (Cubica semplice quindi)

I Ceramici: strutture cristalline AX

Solfuro di Zinco (ZnS) o Blenda (anche Carburo di Silicio SiC)



- Numero di coordinazione 4
- Scambiando gli anioni con i cationi otteniamo la stessa cella elementare
- facce e vertici della cella sono occupato dagli anioni solfuro , mentre lo zinco e' posizionato all'interno secondo una disposizione tetraedrica
- spesso composti che hanno strutture simili hanno un legame prevalentemente covalente (struttura CFC)

I Ceramici: strutture cristalline A_mX_r Esempio la fluorite (CaF₂) Numero di coordinazione 8 Struttura simile a ZnS ma avremo un rapporto fra anioni e cationi diverso, quindi solo meta' delle posizioni centrali dei cubi sara' occupato da ioni Calcio ○ Ca²⁺

21

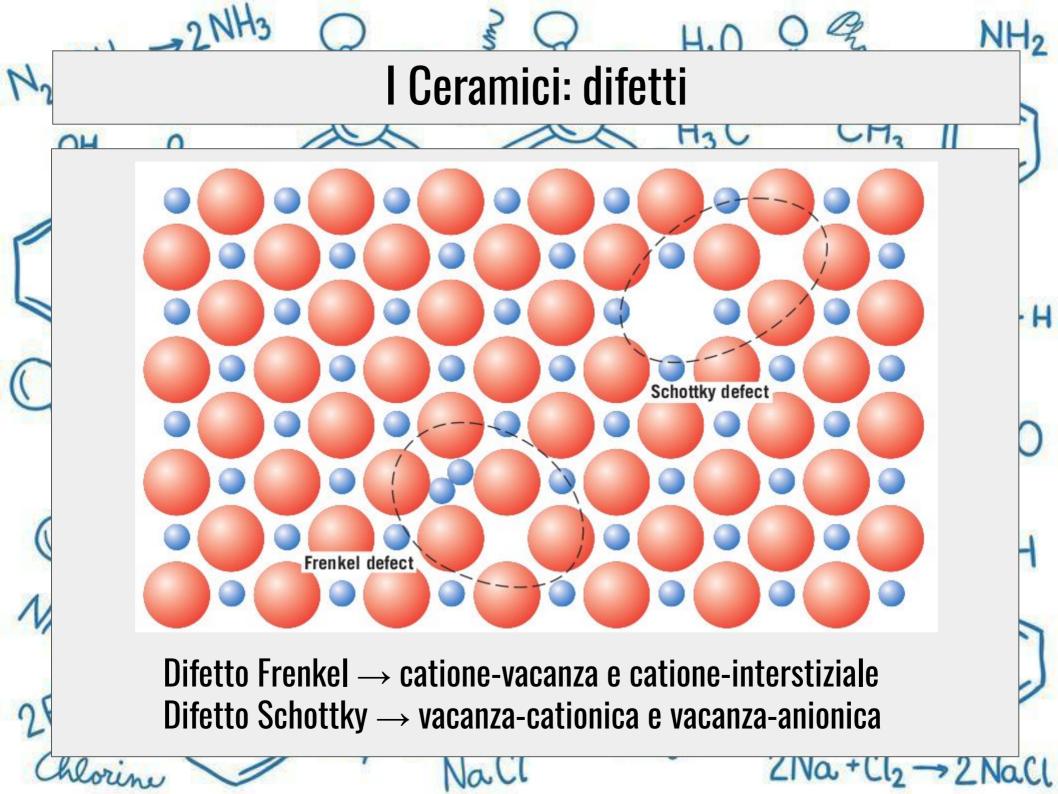
Naci

 $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

I Ceramici: strutture cristalline A_mB_nX_p Esempio titanato di Bario (BaTiO₃) Struttura cristallina perovskitica, tipica di molti ossidi ABO_3 in cui A e' un metallo alcalino terroso e B un metallo di transizione Struttura cubica

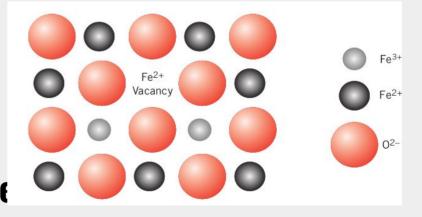
I Ceramici: difetti

- Cosi' come nei metalli abbiamo difetti interstiziali e vacanze
- Tuttavia in questo caso ho almeno due atomi di tipo diverso quindi le due classi di difetto sono per ogni elemento della copia anione-catione
 - Anione e catione sono diversi anche dimensionalmente quindi ad esempio in NaCl essendo il Cloruro grande difficilmente riuscirà a posizionarsi negli interstizi
- Essendo in questo caso coinvolte specie cariche avro' un vincolo ulteriore cioe' il mantenimento dell'elettroneutralità
 - Avrò difetti che coinvolgono sempre la coppia anione-catione
 - Difetto Frenkel \rightarrow catione-vacanza e catione-interstiziale
 - Difetto Schottky \rightarrow vacanza-cationica e vacanza-anionica



I Ceramici: difetti

- 1. Ovviamente abbiamo visto che dai due difetti di Frenkel e Schottky la stechiometria non e' variata, quindi il materiale e' sempre stechiometrico (rapporto 1:1 per NaCl ad esempio)
- 2. Ma alcuni materiali, in cui abbiamo anioni e cationi che possono assumere due diversi numeri di ossidazione puo' variare
 - a. esempio FeO posso avere Fe^{2+} e Fe^{3+} dipendentemente dalla T e dalla pressione di O_2 a cui lavoro
 - b. La formazione di Ferro (III) deve essere compensata da difetti che coinvolgono Ferro (II)
 - c. due Fe³⁺ portano ad una vacanza di Fe²⁺ si indica con **Fe_{1-v}O, quindi non piu' stechiom**?



21

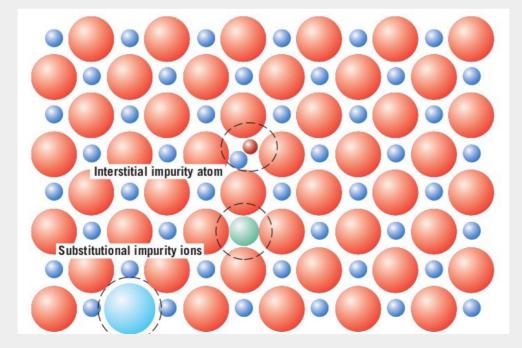
Naci

ZIVa+Cl2 -> 2 NaCl

I Ceramici: impurezze

Atomi di impurezza possono formare soluzioni molto piu' facilmente nei ceramici che nei metalli:

- In generale gli ioni di impurezza dovranno essere ragionevolmente simili ai cationi ed anioni che costituiscono il materiale ceramico (cariche a raggi simili)
 - o esempio NaCl impurezze di Ca²⁺ ed O²⁻



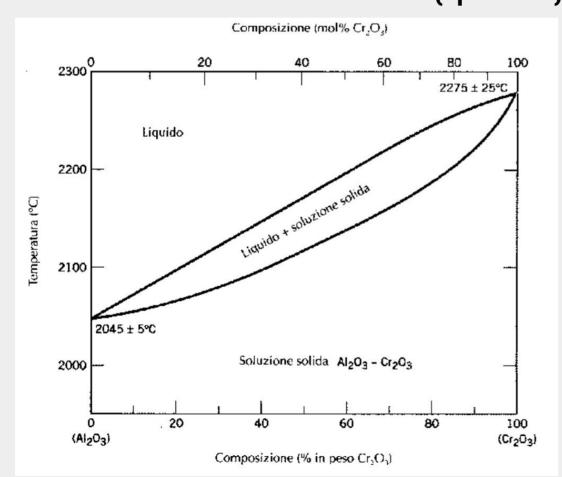
Chloria

Naci

ZIVa+Cl2 -> 2 Nac

I Ceramici: diagrammi di fase

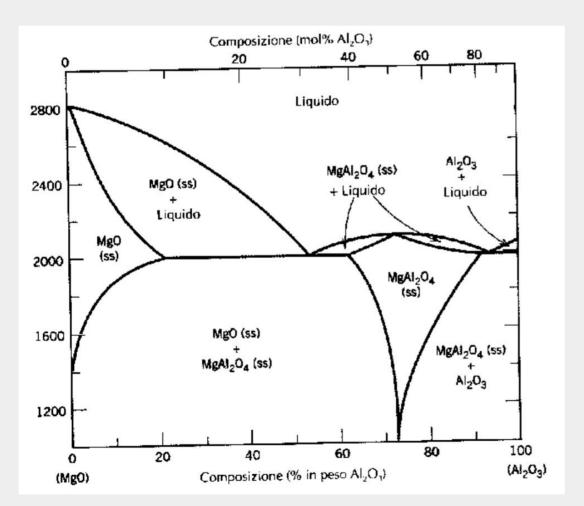
I diagrammi di fase sono interpretati in tutto e per tutto allo stesso modo di quelli delle leghe che abbiamo visto. Spesso le soluzioni sono fra ceramici che hanno in comune un elemento (spesso O)



La soluzione solida e' di sostituzione in cui Al³⁺ sostituisce Cr³⁺ e viceversa, come si vede infatti (essendo i due ioni simili, carica e raggio) la soluzione solida esiste per tutte le composizioni

I Ceramici: diagrammi di fase

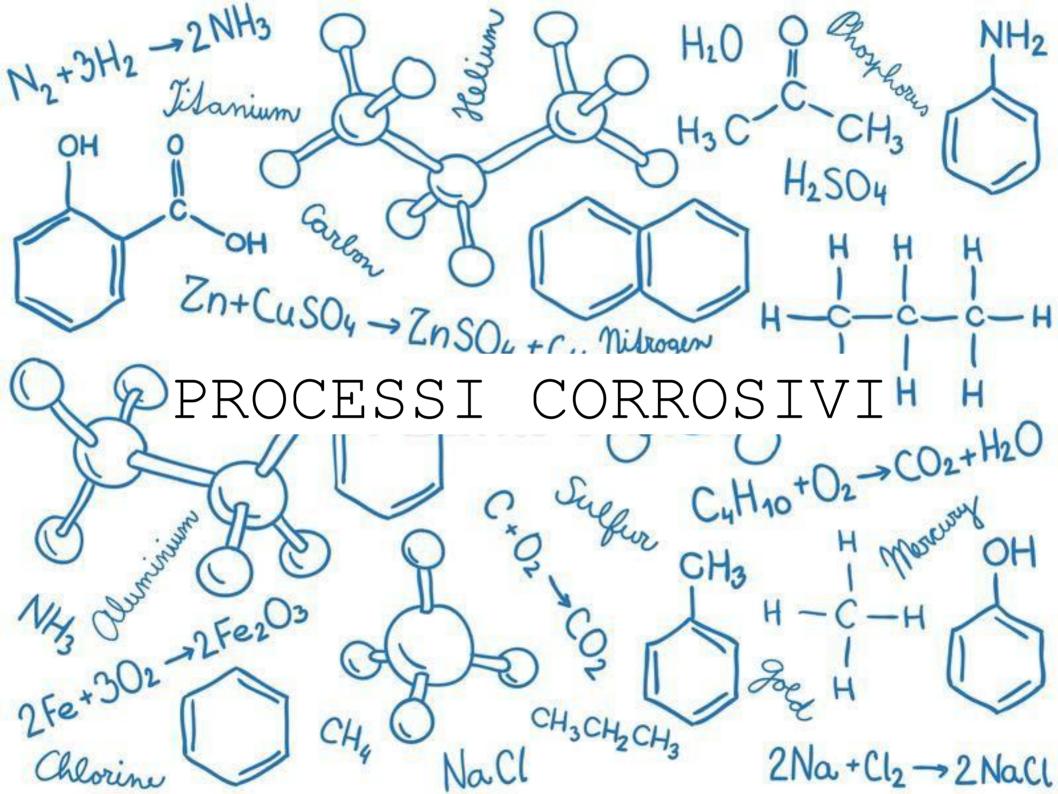
Essendo invece Mg²⁺ ed Al³⁺ diversi (carica e raggio) i range di solubilita' sono decisamente piu' limitati, come si vede dal diagramma di fase



Per lo stesso motivo sottolineato sopra MgO e' sostanzialmente insolubile nell'ossido di alluminio, infatti si noti non e' presenta una soluzione solida terminale nella parte destra del diagramma

Canicamente sono duri ma molto fragili a causa di microcricche

- Meccanicamente sono duri ma molto fragili a causa di microcricche imperfezioni e porosità a dispetto delle forze di legame generalmente grandi
- Per i ceramici cristallini la durezza e la fragilita' e bassa elasticita' e'
 dovuta alla difficoltà nello scorrimento dei piani a causa delle
 cariche degli ioni (ioni di uguale carica a seguito dello scorrimento possono
 trovarsi vicini cosa che non avviene nei metalli)
 - o cercamici covalenti ho legami forti
- Ceramici vetrosi in questo caso deformazione plastica non avviene per scorrimento ma per scorrimento viscoso (stesso meccanismo dei liquidi)
 - o lo scorrimento non avviene lungo direzioni precise ovviamente



Processi Corrosivi

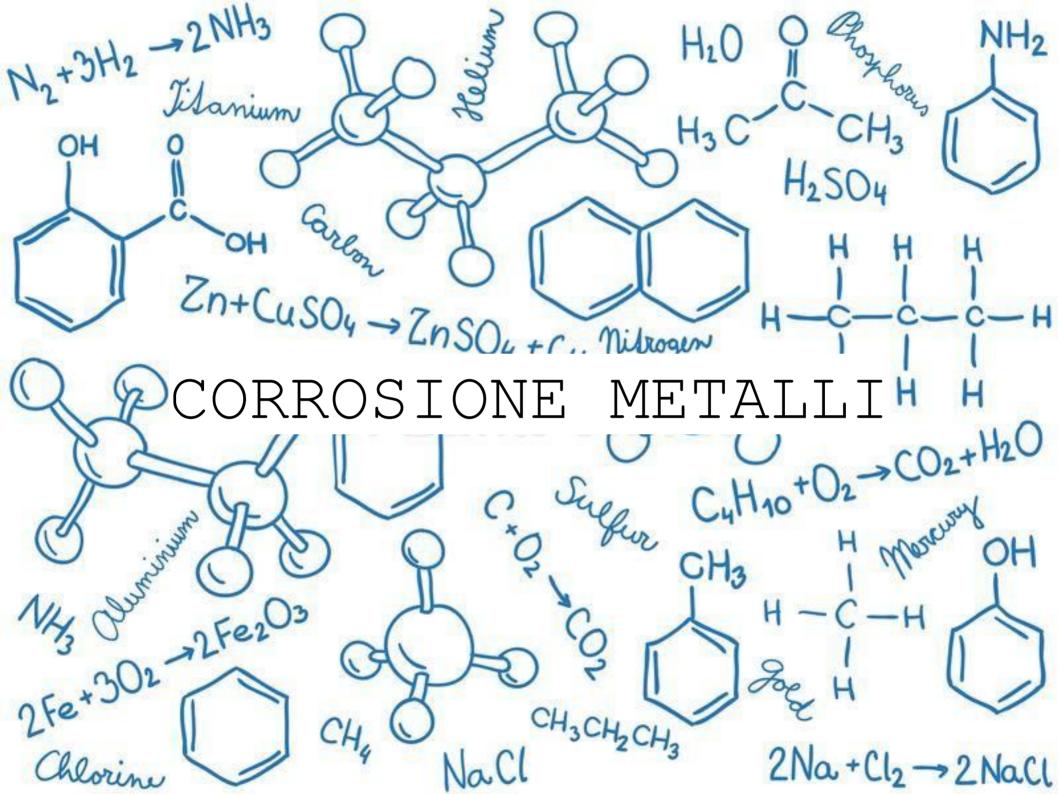
meccanismi di degrado dei materiali possiamo classificarli come segue:

- Metalli
 - perdita delle caratteristiche meccaniche del materiale per dissoluzione (corrosione)
 - o oppure a causa della formazione di un film non metallico (ossidazione)
- Ceramici
 - o sono decisamente resistenti tranne che in **ambienti estremi**, in questo caso si ha perdita delle proprieta' per corrosione
- Polimeri
 - Nel caso dei polimeri si parla in generale di degrado per dissoluzione in liquidi o assorbimento di solventi che porta al rigonfiamento
 - Oppure radiazioni elettromagnetiche o calore possono modificare la struttura molecolare

2

Naci

ZIVa+Cl2 -> 2 NaC



Processi Corrosivi

Corrosione Metalli

La corrosione dei metalli e' un processo solitamente elettrochimico in cui il metallo viene appunto ossidato (chiamata anche appunto reazione anodica)

$$M \longrightarrow M^{n+} + ne^-$$

Come abbiamo visto ovviamente dovremmo avere una specie che si riduce, molti metalli vengono corrosi da acidi in questo caso la reazione di riduzione e' quella che porta alla formazione di idrogeno gassoso:

$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

25

Nacl

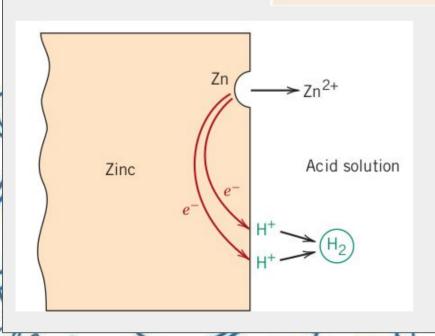
Processi Corrosivi

Nel caso sia presente Ossigeno in ambiente acido avremo la seguente semireazione di riduzione:

$$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$$

Se siamo invece in ambiente basico, o neutro in presenza di acqua::

$$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4(OH^-)$$



Ovviamente, essendo i metalli dei conduttori, le due semireazioni possono avvenire in zone diverso del metallo stesso

Processi Corrosivi

Esempio, nel caso di l'arrugginimento del Ferro (la ruggine ha una composizione diversa a seconda dell'ambiente nel quale avviene il processo), ad esempio nel caso di acqua che contiene ossigeno avremo due stadi successivi:

• Formazione di Ferro (II)

$$Fe + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \longrightarrow Fe^{2+} + 2OH^- \longrightarrow Fe(OH)_2$$

• E poi formazione di Ferro (III)

$$2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$$

In generale nella reazione di corrosione i metalli possono rimanere in soluzione come ioni , oppure formare composti insolubili come nel caso appena visto

Chlorine

Naci

NH3 () § (

Processi Corrosivi

-2.924

Reazione di elettrodo	Potenziale di elettrodo standard, V ⁰ (V)
$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$	+1,420
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.229
$Pt^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Pt$	~+1.2
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	+0.800
$Fe^{3+} + e^{-} \longrightarrow Fe^{2+}$	+0.771
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4(OH^-)$	+0.401
$Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$	+0.340
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$	0.000
$Pb^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Pb$	-0.126
$\operatorname{Sn}^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow \operatorname{Sn}$	-0.136
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	-0.250
$Co^{2-} + 2e^{-} \longrightarrow Co$	-0.277
$Cd^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cd$	-0.403
$Fe^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Fe$	-0.440
$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$	-0.744
$Zn^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Zn$	-0.763
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	-1.662
$Mg^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Mg$	-2.363
$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$	-2.714

Ovviamente i vari metalli hanno tendenze piu' o meno spinte ad essere ossidati (metalli preziosi)

Ovviamente questi sono i valori in condizioni standard, a seconda della T e della concentrazione i valori saranno molto diversi (metalli puri piuttosto che leghe)

Processi Corrosivi Platino Oro Grafite Titanio Argento Acciaio inossidabile 316 (passivo) Acciaio inossidabile 304 (passivo) Inconel (80Ni-13Cr-7Fe) (passivo) Nichel (passivo) Qui sono invece Monel (70Ni-30Cu) Leghe rame-nichel Sempre più inerte (catodico) riportate le reattivita' Bronzi (leghe Cu-Sn) Rame relative di diversi Ottoni (leghe Cu-Zn) metalli e leghe in Inconel (attivo) Nichel (attivo) acqua di mare (seria Stagno Piombo galvanica) Sempre più attivo (anodico) Acciaio inossidabile 316 (attivo) Acciaio inossidabile 304 (attivo) Ghisa Ferro ed acciaio Leghe di alluminio Cadmio Alluminio commercialmente puro Zinco Magnesio e leghe di magnesio

VPC = 2NH3

Processi Corrosivi: Velocità

Di fatto in natura, fatta eccezione per platino ed oro , tutti i metalli si trovano sottoforma di ossido, idrossidi, solfati o carbonati etc etc

Le fem standard sappiamo sono correlate all'energia libera della semireazione, ma non ci dice molto sulla velocita' con cui avviene la reazione (termodinamica e cinetica) in ingegneria si usa la velocita' di penetrazione di corrosione VPC

$$VPC = \frac{KW}{\rho At}$$

Dove K = costante, W = peso perso dopo un tempo t, A = area del campione sposto e ρ la densita

Si esprime in , ad esempio , millimetri per anno (mm/anno)

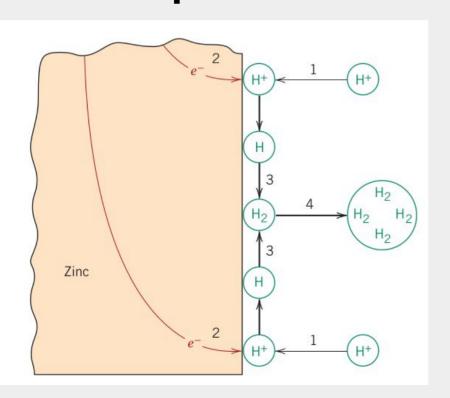
25

Nacl

VPC = 2NH3 Q H.O Q NH2

Processi Corrosivi: Velocità

Una misura della velocita di una reazione la possiamo impostarla introducendo il concetto di polarizzazione ⇒ lo spostamento del potenziale rispetto a quello atteso di equilibrio Polarizzazione di attivazione: la velocita e limitata dallo stadio piu lento nella sequenza delle reazioni che avvengono



- Adsorbimento di ioni H⁺ sulla superficie di Zn
- 2. Trasferimento di elettroni dallo Zn ad H⁺
- 3. Combinazione atomi idrogeno a formare la molecola di H₂
- 4. Formazione delle bolle di idrogeno

25

Naci

VPC =Processi Corrosivi: Velocità Polarizzazione di concentrazione : si manifesta quando la velocita' di **una reazione e' limitata dalla diffusione.** Ad esempio, pensando sempre al caso appena visto Zn con H⁺, man mano che gli ioni H⁺ vengono ridotti si puo' formare una zona di esaurimento vicino all'interfaccia Depletion zone Cathode Cathode

Processi Corrosivi: Passivazione

Alcune leghe o metalli, generalmente soggetti a corrosione, grazie alla passivazione posso proteggersi

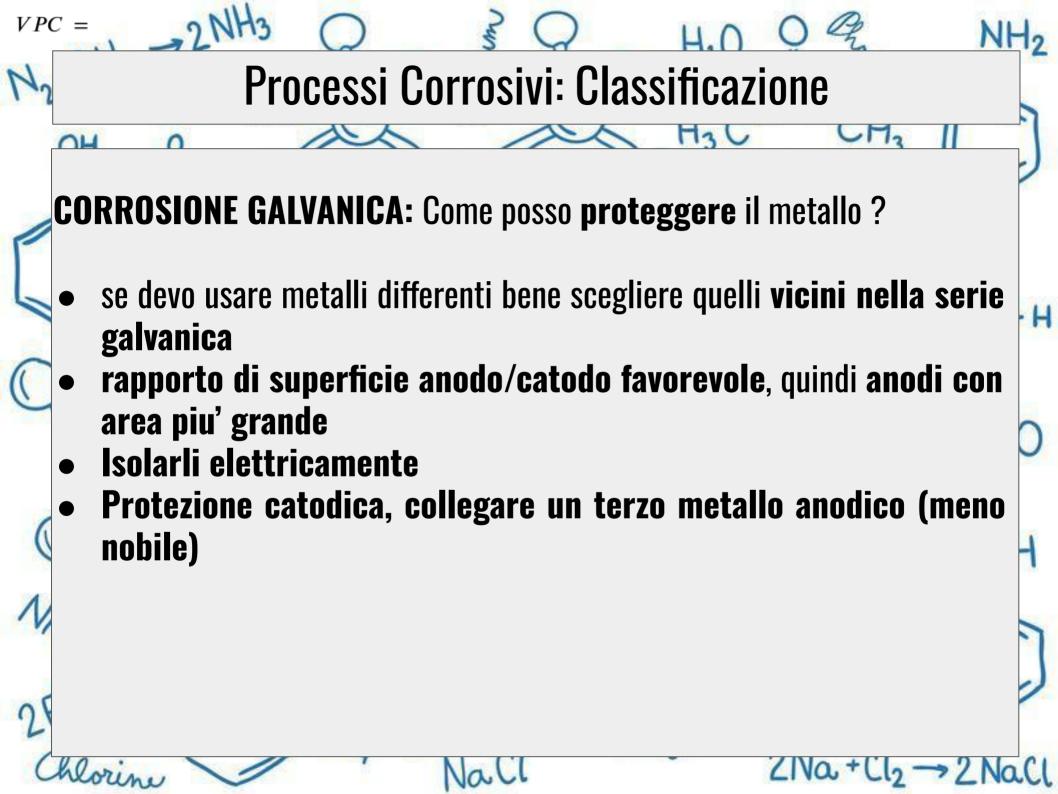
- ad esempio nichel, cromo, titanio, ferro, e quindi molte delle loro leghe (acciaio inossidabile contiene cromo) danno luogo a questo fenomeno
- si ritiene sia principalmente dovuto alla formazione di uno strato superficiale di ossido
- L'alluminio infatti e' molto resistente alla corrosione grazie alla passivazione

Al contrario altri meccanismi, si pensi alla temperatura o le concentrazioni, possono incidere sulla velocita' della reazione di ossidazione (aumento della T aumento della velocita' ma anche minor solubilita' di ossigeno ad esempio)

Chlorine

Naci

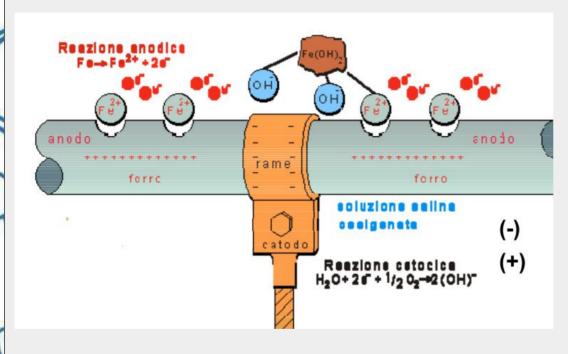
VPC =Processi Corrosivi: Classificazione Possono essere distinte diverse forme di corrosione, vedremo solo alcune. **CORROSIONE GALVANICA:** si verifica quando due metalli o leghe diverse sono collegati elettricamente mentre sono esposti ad un elettrolita. ovviamente il meno nobile dei due metalli si corroderà le viti di acciaio ad esempio si corrodono se sono a contatto con l'ottone in ambiente marino acciaio contatto con il rame: tubatura acciaio a contatto con il rame in una caldaia domestica, in presenza di acqua, l'acciaio si corrodera' in prossimità della giunzione la **velocità** della corrosione **dipende dal rapporto di area** catodo/anodo (a parita di catodo l'anodo piu piccolo si corrode piu' rapidamente a causa di una maggiore densita' di corrente, cioe' corrente per unita' di superficie)



VPC = 2NH3

Processi Corrosivi: Classificazione

CORROSIONE GALVANICA: esempio Ferro e Rame



(-) $2Fe_{(s)}$ Fe²⁺ + $4e^{-}$ (Ca)

(+) $O_2 + 2H_2O_{(aq)} + 4e^ O_2 + 2H_2O_{(aq)} \longrightarrow 2Fe(OH)_2$

Se il Fe è a contatto con il Cu
(E°_{rid}(Cu) > E°_{rid}(Fe)), il Fe
diventa l'anodo di una pila
cortocircuitata (-) mentre il Cu
(catodo) richiama su di sè
gli e⁻ (+) che vanno a ridurre O₂
disciolto nell'acqua (Cu non può
ridursi)

Cu è un elettrodo inerte (fa da CATALIZZATORE): aumenta la velocità della corrosione ma non altera la termodinamica

21

Naci

 $VPC = 2NH_3$

Processi Corrosivi: Classificazione

CORROSIONE PER AERAZIONE DIFFERENZIALE: zone a differente concentrazione di ossigeno (pila a concentrazione)

Ad esempio il Fe purissimo si corrode se sulla sua superficie (umida) si creano zone a diversa concentrazione di O_2 . L'azione ossidante di O_2 + H_2 O risiede nella reazione:

$$O_2 + 2H_2O_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$$

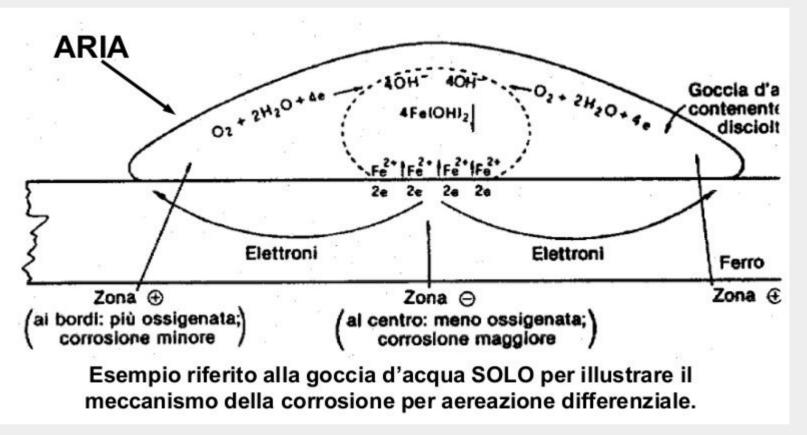
A parità di pH questa semireazione sarà tanto più spostata a destra (E più positivo) quanto maggiore è la concentrazione di O_2 in H_2O . La zona a > $[O_2]$ diventa positiva (+) e richiama elettroni dalla zona a < $[O_2]$ (-) \Rightarrow Fe si ossida.

25

Naci

Processi Corrosivi: Classificazione

CORROSIONE PER AERAZIONE DIFFERENZIALE: laqua cheta rovina i ponti



Interessa solo grosse STRUTTURE DI FERRO E ACCIAIO IMMERSE IN ACQUA. Oppure zone del ferro verniciate e non verniciate, si creano incavi non visibili

Processi Corrosivi: Protezione

PROTEZIONE PER RIVESTIMENTO

- Con vernici, smalti o materiale plastico. questi proteggono il metallo proteggono il metallo, ma nei punti di rottura del film si accentua il processo di corrosione per AERAZIONE DIFFERENZIALE.
- Rivestimento con altro metallo
 - \circ Metalli con $E^{\circ}_{rid} > E^{\circ}_{rid}$ (Fe²⁺/Fe) = 0.44 V. Esempio ramatura, stagnatura, doratura, ma in caso di scalfiture si puo' ovviamente avere LA CORROSIONE GALVANICA
 - O Metalli con E_{rid}° < E_{rid}° (Fe²⁺/Fe) = 0.44 V) Es: **zincatura**, **cromatura** Questi metalli (Zn, Cr...) **ossidandosi SI PASSIVANO**, e se rimarginando la scalfittura ricoprendola con uno strato molto aderente di ossido non reattivo (ZnO, Cr_2O_3). ed esempio immergo il Ferro in un bagno di zinco fuso e nel caso di rotture avro' protezione galvanica con area dello Zn molto piu' grande

2

Naci

VPC = 2NH3

Processi Corrosivi: Protezione

PROTEZIONE CATODICA

• Si realizza in tal modo **una CELLA in cui il metallo meno nobile (Zn, Mg, Ti...) del Ferro si ossida (ANODO SACRIFICALE)** riducendo gli eventuali ioni Fe²⁺ prodottisi nell'ossidazione della struttura, ad esempio:

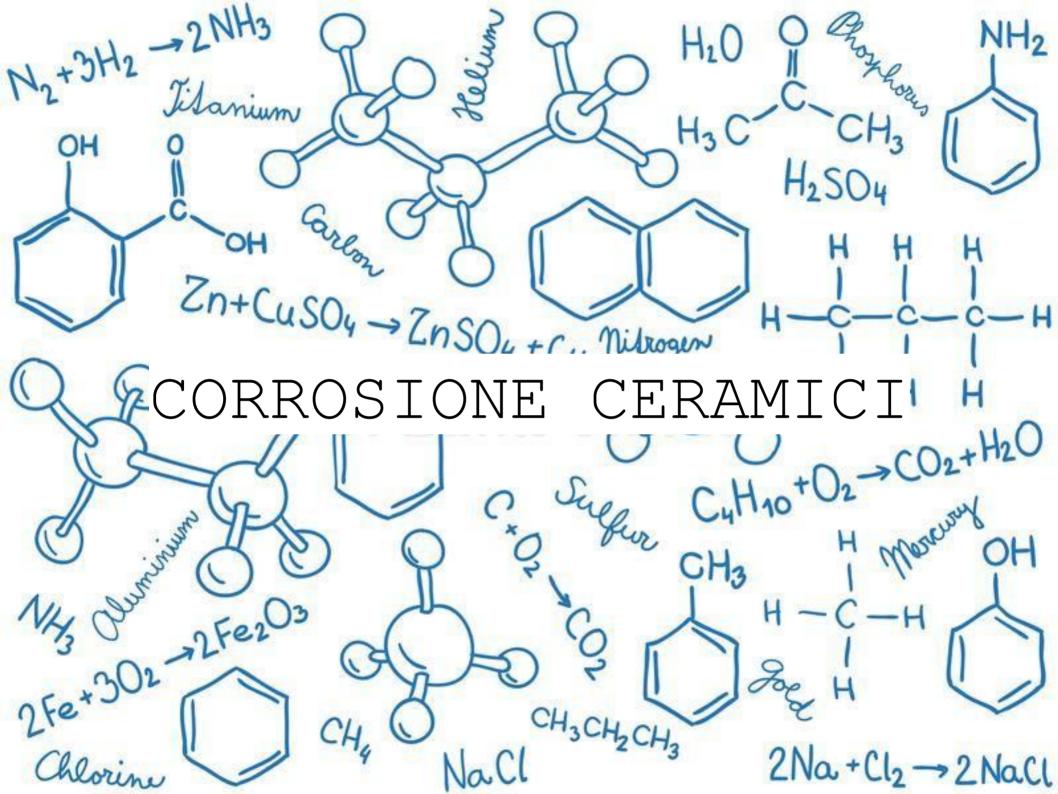
(-) Mg
$$\longrightarrow$$
 Mg²⁺ + 2e⁻ $E_{ox}^{\circ} = -E_{rid}^{\circ} = - (-2.38 \text{ V})$
(+) Fe²⁺ + 2e⁻ \longrightarrow Fe $E_{rid}^{\circ} = -0.44 \text{ V}$

Una volta consumato l'anodo sacrificale viene sostituito \Rightarrow è meno costoso sostituire periodicamente l'anodo sacrificale che l'intera struttura arrugginita.

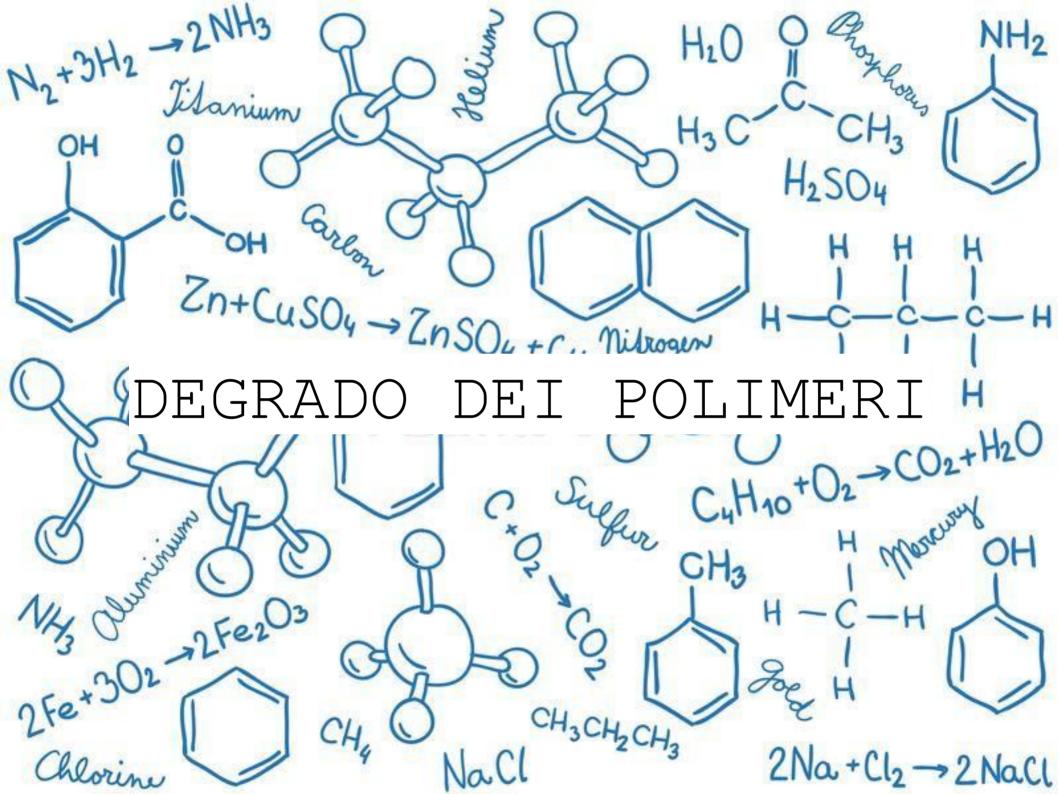
Ad esempio le auto spesso hanno la massa del veicolo collegata con l'anodo della batteria. La degradazione dell'anodo protegge l'integrita' dell'auto

25

Naci



VPC =Processi Corrosivi Possiamo immaginare che i materiali ceramici, essendo costituiti da metalli e non metalli , siano materiali che abbiamo gia' subito la corrosione gli elementi costituenti sono chimicamente nel loro stato di ossidazione ottimale di fatto i materiali ceramici si usano spesso come rivestimenti protettivi o si pensi ad esempio al vetro per contenere liquidi di vario genere



NPC = 2NH3 O R NH2

Degrado dei polimeri

Il degrado dei polimeri e' di natura fisico-chimica diverso da quanto visto per i metalli. **Rispetto ai metalli sono generalmente piu' resistenti ad attacchi acidi ed alcalini**

- RIGONFIAMENTO E DISSOLUZIONE: se vengono a contatti con liquidi le piccole molecole possono diffondersi all'interno della struttura dei polimeri
 - questo altera ovviamente l'interazione fra le macromolecole del polimero
 - o il risultato e' il **rigonfiamento e quindi la perdita delle proprieta' meccaniche originali**
 - o i processi di base sono gli stessi visti nel caso delle soluzioni, quindi in generale maggiore e' la somiglianza fra molecola polimeriche e solvente e maggiore sara' il degrado

21

Naci

VPC = 2NH3 O 3 O HO O 2 NH

Degrado dei polimeri

ROTTURA DEI LEGAMI: degrado dovuto alla scissione dei legami e quindi alla riduzione del peso molecolare

- RADIAZIONI: ad esempio raggi x, β e γ e ultraviolette hanno sufficiente energia per ionizzare questo puo' portare a rotture di legami o reticolazioni (quindi conseguenze non tutte necessariamente negative)
- REAZIONI CHIMICHE: ad esempio ossigeno ed ozono possono , prevalentemente in gomme vulcanizzate in cui ho doppi legami , dar luogo a reazioni chimiche:

• EFFETTI TERMICI: rottura legami ad alte T, quindi sono piu' resistenti i polimeri con legami forti (C-F piu' forte di C-H ed infatti i fluorocarburi sono i polimeri termicamente piu' resistenti), effetto formazione gas e perdita di peso