

MATERIALEN ZIENTZAREN DINTZARRIAK

1) HUSINA eta garrantzia

- Itxurpegi husinikoa.
- Materialen zientzia eta ingeneratzailea
- Salkapena
- Birziklatzea
- Hautaketaren prozesua

2) Egitura atomikoa eta loturak

- Egitura atomikoa
 - Dinamiko kontzeptuak.
 - Erreali atomikoak.
 - Tenbaki kuantikoak
 - Konfigurazio elektronikoa.
- Teoria periodikoa
- Lotura energia eta atomo arteko distantzia.
- Lotura atomikoak
 - Lehun mailakoak
 - Bigarren mailakoak
 - Husinak

3) Materialen egitura kristalinoa

- Dinamiko kontzeptuak
- Materialen egitura kristalinoa
- PV, ~~a~~ norabidea eta plano kristalografikoak
- Egitura kristalinoen tinkerak
- Material termitikoen egitura kristalinoa.
- Material polimerikoen egitura kristalinoa.
- Polimorfismoa eta alotropia.
- Portatzen izanpirtoa eta aussehptakoa.
- X irtipen difrakzioa (XRD)

4) Egitura eta kristalinoa

- Dinamiko kontzeptuak.
- Aspektu termodinamikoak.
- Pritimerak.
- Beira eta-organikoak.
- Beira metalikoak

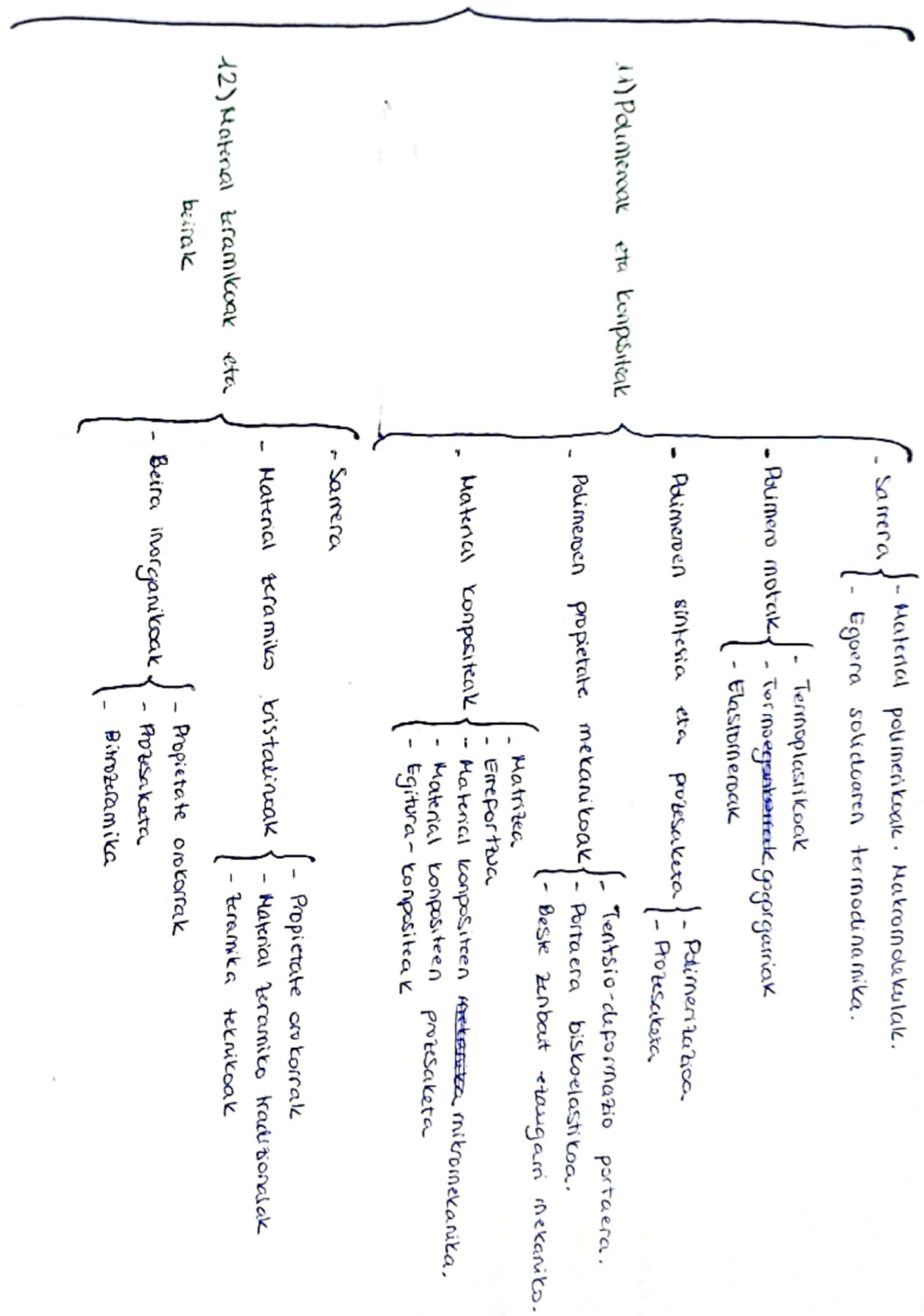
- Egitura solido errata
 - Sareta
 - Piv-akatsak
 - Leno-akatsak
 - Gaineraial-akatsak
 - Bulmen-akatsak
 - Akatsen garrantzia

5) Egitura solido errata Difusioa, egoera solidoan

- Difusioa egoera solidoan
 - Egoera geldikorako difusioa
 - Egoera et-geldikorako difusioa
 - Difusioan eragin duten eragileak.
 - Difusioak zertan laborrak
 - Adibideak

MATERIAUEN
ZENTZAREN
DINAMIAK

3.0



MATERIAUEN
HISTORIA ETA
GARRANTZIA

1. GAIA:

- SAILKAPENA
- Metalak
 - Zeramikak / berak
 - Polimerak
 - kompositak

- KONPARAETA OROKORRA
- ~~Metalak~~ Dentsitatea: metalak \geq zeramikak $>$ polimerak \geq kompositak.
 - Indarra / gogortasuna: metalak \geq kompositak \geq zeramikak $>$ polimerak.
 - Erankotasun elektrikoa: metalak $>$ kompositak \geq polimerak \geq zeramikak.
 - Hauskortasuna: zeramikak \geq polimerak $>$ kompositak \geq metalak

- MATERIAUEN HAUZALETAREN PROZESUA
- Ebaralpena \rightarrow Propietateak
 - mekanikak
 - Elektrikak
 - Optikak
 - Termikak
 - Materiala
 - konposizioa
 - Egitura
 - Prozesaketa \rightarrow Teknikak egokia
 - Tratamendu
 - Galdaketa
 - Sintetizazioa
 - Etab.

2. GAIA

EGITURAZ ATOMIKUA ETA LOTURAK

Oharriak

- Atomak
- Zenbati atomikoa (Z): protoi kopurua.
- Masa atomikoa (A): protoi + neutroi kopurua.
- Pisu atomikoa: (g/mol): $1 \text{ mol} = 6,023 \times 10^{23}$ atomo, $1 \text{ uma} = 1,67 \times 10^{-24}$ gr



Eredu atomikak

- Dalton (1808): atomoz.
- Thomson (1897): butin pasa.
- Rutherford (1911): nukleoa +, elektroiak inguruan.
- Bohr (1913): elektroiak orbitan, posizioa, energia kuantizatuta, energia maila alda.
- Schrödinger (1921)

Zenbati kuantikak

- n (nagusia): K, L, M... tamaina eta energia.
- l (bigarrena): atzemaile, orbitaren forma (s, p, d, f)
- m_l (magnetikoa): atziguztaren orbitala eta orientazioa (-l, ..., 0, ... l)
- m_s (spin): spinaren orientazioa (-1/2, 1/2)

Konfigurazio elektronikoa

- Energia maila eta atzemaile (elektroien antolamendua)
- Pauliren esklusio printzipioa
- Balantzi elektronikoa
- Hooellaren diagrama

Tamaina periodikoa

- 7 urte / periodo
- 18 zutabe / talde

Elektronegatibotasuna:

elektroiak erakartzeko arauak (CF) (\rightarrow)

- Erakartzen eta aldatzeko indarrak
- Lotura energia (E_o): lotura apurtzeko energia (F = dE/dα)
- Propietate kohesiboak (trakzio eta irte T, halapen termikoa, modulu elastikoa)

Lotura atomikoa

- 10 nukleok e. metal + e_z metal (zeramikak)
- Kobalenteak: e_z metal + e_z metal, elektronegatibotasun alferkoa (zeramikak, polimerak)
- Kolektibak: dipolo, polar-dipolo (dipolo-irratikor, induktib) (polimerak)
- Metalikoa: metal + metal (metalik)

3. GAIA

MATERIAREN EGITURA KRISTALINA

- Dinamizko konzeptuak
- Antzemandunak gabe (atomak eta ioiak)
 - Heimen laburreko antzemanduria
 - Heimen luzeko antzemanduria ($>100 \text{ nm}$) (polimerizetan, metalizetan, zeramiko zurbaitetan).

- Material metalak
- Amorfkoak (heimen laburrak)
 - Polimeren
 - zurbait zeramiko
 - Material kristalinoak
 - Monokristala
 - Polikristala (kristal txiki = atala, kristal mugak = atal mugak)

- Material kristalinoak
- Sare tridimentsionala, erregularrak, errepikatuta.
 - Gelaokta unitatea
 - Sare parametroak (gelaokta neurriak eta angelu interaxialak)

- Hetal egiturak kristalinoak
- BCC
 - $a = 4r/\sqrt{3}$, koord. zbk. = 8
 - APF = (atomo/gelaokta) \times V atomo / V gelaokta
 - $f = (\text{gelaokta atomo} \times \text{masa atamiko}) / (\text{V gelaokta} \times N_{\text{avogadro}})$
 - FCC $\Rightarrow a = 2\sqrt{2}r$, koord. zbk = 12
 - FCC
 - $a = 2r$, koord. zbk = 12
 - $V = \text{Carrera} \times 6 \cdot \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \leftarrow (\text{Chuzapenala})$
 - APF = V atomo / V gelaokta
 - HCP

- Dentsitatea
- Dentsitate lineala: ebakiteko atomo n baliurak / aukeraturako zirkularren L
 - Grounatako dentsitatea: ebakiteko atomo / aukeraturako A
- Zimiktu eta hutsuak \Rightarrow octaedriko eta tetraedrikoak

- Material durberturak egitura kristalinoak
- Material zeramikoak
 - Metal + ez metal: ordinarriak, gainjartze alomikoa sartan, eta zimikizetan.
 - Baldintatzen duten faktoreak: elektoneutralitatea.
 - Koord (Nkarai/Nama) Laua tamaina \Rightarrow karioia).
 - Material polimerizetan
 - Amorfkoak
 - Propietate azko.

- Varios
- Polimerizazioa eta aloptopia
 - Portara isotropikoa eta ausotropikoa
 - X-irradien difrakzioa (praktika): $n\lambda = 2d \sin \theta$; $d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$; $\sigma_2 = (2000)$
 - Eraikitzaileak eta ezabaitzaileak

4. GMA

EGITURA

EZ-KRISTAINDA

Onamizto kontzeptuak

- Solutio amorfosa \rightarrow ez dute X-en difrakzioirik sortzen \rightarrow Difrakzio-grafikak
- Likido bat alkar hoztean \rightarrow AMORFOA. haurr daitezke.
- Egitura konplexua dutenez eta duk antolamendu erregular eta ordenatu bat lotu,

Aspektu termodinamikak

- Urtze temperatura (T_m): Kristalinoek bakarik). Bolumen adierazten jautzi bat.
- Beira trantsizio temperatura (T_g): aipatutako materiala beira "solido" bihurtzen den T.

Polimeroak

- Lotura kobalente
- konplexutasun molekularra \rightarrow gutxi amorfo edo erdikristalinoak.
- Gutxi AMORFOAK: Beira portara $< T_g <$ erakutsu eta gona antzekoa.
- ERDIEKRISTAINDA: erregulartasuna, T_g eta T_f

Beira ez-organikoak

- Amorfosa
- Likidoak solidora \rightarrow kristalinoak ez.
- Et dute $T_m \rightarrow$ Likidoak solidora BISTOSITATEA \uparrow (malakotzia)

Beira metalikoak

- Amorfoak baina lotura metalikoa mantenduz.
- Amorfosa itateko hozte abiadurara aldua.
- Pop.
- Erakargarak

5 GAI

EGOERA SUIDO ERREKUA. DRUSIDA EGOERA SUIDOAN

Puntu akatsak

- Hutsunak
 - $Nv = Ne^{-Qv/RT}$ ($Nv =$ hutsun puak)
 - Normalean okupatuta dauden toki bat libre egotea.
 - Hutsunak mugitu daitezke (atomak mugitu?)
 - $p = (1 - \frac{Nv}{N})p_0$

hiltzagoa

- Interstzialak
 - Auto-interstzial
 - Egunerasun interstziala

- Ordutapenak
 - \langle Ordutapena \rangle Sarrika \rightarrow konprimatu
 - " " " \rightarrow sare PADAMETROA

antzeko tamaina

- Frenku = hutsune + interstziala

- Schottky = anioi / katioi hutsune akats pareak

atomoez konpresioa behar duen tratua

- Ertz dislokazioak
 - Burgers (\perp dislokazio larra

Misurak (angulu desberdinak $d_1 \Delta B$)

Lerro akatsak

- Heltutoidala eto tortiojotzea
 - Ebatidura espontanea
 - Tokiko kurbatzea
 - Burgers // dislokazio larra

- Mugimendua \Rightarrow 

- Schmid (plano batean kalkulatu)

$$\begin{cases} - \tau_r = F \cos \lambda \\ - A = A_0 / \cos \theta \\ - \tau_r = G \cos \theta \cos \lambda \\ - G = \frac{F}{A_n} \end{cases} \quad \tau_r = \frac{F}{A}$$

5. GHA 2.0
 EGGERA SULO ERZENA.
 DIFUSIOA EGGERA
 SULOAN!

GAINAZAL
 AKATSAK

- Ale-mugak (gainazal akatsak)
 - Marabide kristalografiko \neq , egitura kristalino =
 - Forma eta tamaina \rightarrow prop. mekaniko
 - Heterolografia
 - Tamaina zehurrak
 - Intersekzioaren murrak (urro zutunak) $\Rightarrow d = L/MN$
 - ASTM
 - N taula
 - x 100 kanakipona
 - $N = 2^{n-1}$

BOLUMEN
 AKATSAK

- Hala mugak \Rightarrow ALE MUGAK baina ISPILU. Arno mugimendueti eskar.
- Bolumen akatsak
 - Orainarteko bolumenak baino handiagoa.
 - Prozesatze edo fabrikazio garaian.
 - E2 DITUGU NAHI

Akatsen
 gainazala

- Propietate mekanikak zehatu.
- Disoluzio solido bideko sendotzea \rightarrow puru akatsak.
- Hotzeto dufamazioa \rightarrow lomo-akatsak.
- Ale-tamaina \rightarrow bideko sendotzea \rightarrow gainazal-akatsak

DIFUSIOA
 eggera
 suloan

- Dipusio mekanismoak
 - Hutsone difusioa.
 - Dipusio interstziala.
- Fick
 - 1) Eggera galdikorreko difusioa
 - $J = -D \frac{dc}{dx}$
 - $\frac{\Delta C}{\Delta x} = \frac{C_A - C_B}{x_A - x_B}$
 - 2) E2-galdikorreko
 - $\frac{D \partial^2 c}{\partial x^2} = \frac{\partial c}{\partial t}$
 - $\frac{C_s - C_x}{C_s - C_0} = \text{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right)$
- Eragiten duen faktoreak $\Rightarrow T \Rightarrow D = D_0 \exp(-Q/RT)$
- Zirkuitu laburrak
 - $D_{O1} > D_{O2} > D_S$
 - $D_{O1} > D_{O2} > D_S$
- Adubidetarak
 - Zementazioa eta naharazioa (C eta N)
 - Sinterizazioa (Chinakozen)
 - Saldadura (T \uparrow P \uparrow)
 - Dopatzeak (Si)
 - Keramika erortiak

6. GAIA

**SOLUBILIDAD
ETA FASE
DIAGRAMAK**

**Oinamtu
kontzina**

- Aluzioa
- Osagoria
- Sistema
- Soluzio solida
- Desbatazalea
- Solutua

**Soluzio
Solida**

- Interstiziala (Zimutitu)

- $P_1/P_2 \leq 0,59$
- Transizio elementua osagai nagusia (H, O, C, N, B)
- Octaedriko
 - BCC: eriz eta aurpegi erdian
 - FCC: eriz eta galaxta erdian
 - HCP: oinamarietiko //, FCC baliokideak
- ~~Tetra~~ Tetraedriko
 - BCC: Arpegiak, octaedriko baten erdian.
 - FCC: 8 kubo erregularen erdian.
 - HCP: Tetraedro erdian

- ordekapenak
 - Gabeak
 - Sare mota \ominus , \oplus (aldatu)
- Solutua tamaina \uparrow , $a \uparrow$
- Solutu tamaina \downarrow , $a \downarrow$

- Hurre-Rohing faktore
 - Solubilitate osoa
 - Egitura kristalino berdina
 - Tamaina diferentzia %15 max.
 - Elektonegaitasun antzekoa.
 - Balantzia berdina.

**Fase
diagramak
(sareak)**

- Oietan dauden egural deitzen dituzte
- Homogeneo, pop. kimiko sinplea
- Hakenal pun \Rightarrow fase
- Egitura polimorfiko ezberdinak.
- Desbatazatasun ugua.
- Urregitura
- Hiru parametro: T, P eta konposizio \rightarrow 2 konbinatu
- Punak
 - konp. keta
 - Limite eta pun limitazioa.
- Bitarrak
 - P keta
 - Erlozioa
 - Hozke kurbak
 - Transizioa, fase berrak agerri / desagertu

- Inprimazioa**
- T eta konposizio jakin batetako faseak.
 - Konposizioa.
 - Frakzio eta %.
 - Disolbagarritasuna
 - Solidoaren hasiera eta amaiera T.
 - Fusioren hasiera eta amaiera T.

- Guztira disolb 2 osagai. (Lurido / solido homogeneoa)

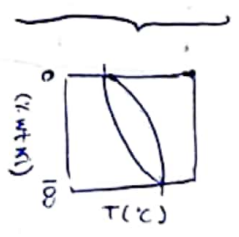
- Hume-Bohery.

- Konposizioa (fase batetik bestera mugetuz intersektioa: C_1, C_2)

- Portzentaiak: $P = \frac{C_1 - C_0}{C_1 - C_2}$

$$- W_L = \frac{S}{D+S} = \frac{C_1 - C_0}{C_1 - C_2}$$

$$- W_S = \frac{R}{R+S} = \frac{C_0 - C_2}{C_1 - C_2}$$



- Dielatik**
- Orekarazko iustekoa: hozte v motelak. → indusman atzeratzea → maila baxukera eta uniforna → SEGREGAZIOA
 - Ale erduan fusio T ↑ → abaratsagoa.
 - Urte T ↓ → konzentrazioa ↑ mugarantz.

- Lurido disolbagarri, solido 0 eta mugara.
- Likidus: aliazioa ez duen lurra.
- Solido: aliazioa solido homogeneoa duen lurra.
- PU EUTETIKO: bi luridus larreak bat inparantea.
- T EUTETIKO: isoterma. Igortzean → erreakzio eutetiko.
- ALERAZIO EUTETIKO:

- Lurido guztea → bi solido (α+β)
- Laminarrak gertatzen.
- FASE EUTETIKO: egitura eutetikoak.
- FASE PERITETIKO: peritretiko.
- MIKROSEGATIA: mikrograinak beriz daitezke elementu.
- Bi-primarioa eta egitura eutetikoaren (mikrosegai baxera, egitura bereizgarria erakotzen).

- Aliazio eutetiko berterren mikrograinen garapena**
- Mikrosegaien %:
 - $W_E = \frac{C_0 - C_2}{C_1 - C_2}$
 - $W_S = \frac{C_0 - C_2}{C_1 - C_2}$

- Formula**
- X eutetiko: $W_S = W_L + W_E$
 - F = azkartasun graduak
 - C = osagai kop
 - P = fase kop.

GBPS → $- F = P - C + 2 \rightarrow F + P = C + 1$

- Hozte kurba → grafiko azaldu (T, t)
- Bitarteko faseak eta konposizioak → C_E, T, \dots et daturu multzoan, konposizio INTERMETALIKO = ura bertikal

6. GAIA 2.0

SOLUBILITATEAREN DIAGRAMAK

6. GMA 3.0
SOLUZO SOLIDO
ETA FASE DERRAMAK

Errakzio inbarantakak
(F=0)

- Eutektikoa $\Rightarrow L \xrightleftharpoons[\text{heating}]{\text{cooling}} \alpha + \beta$
- Eutektikoa $\Rightarrow \gamma \xrightleftharpoons[\text{heating}]{\text{cooling}} \alpha + \beta$
- Peritektikoa $\Rightarrow \alpha + L \xrightleftharpoons[\text{heating}]{\text{cooling}} \beta$
- Monotektikoa $\Rightarrow L_1 \rightarrow L_2 + \beta$
- Eutektikoa $\Rightarrow \delta \rightarrow \alpha + \beta$; tratamendu termikoen aurrerak.
- Peritektikoa $\Rightarrow \alpha + \beta \rightarrow \gamma$; oso motelak eta nahiz E_2 dute egitza sakon.

Fe-C (Fe-Fe₃C) sistema

- $e \Rightarrow$ Soluzio solido intermetaliko
- Inbarantak
- Austenita \Rightarrow C-ren sol. solido intermetaliko
 - eutektikoa (0.8% C)
 - hipereutektikoa (< 0.8% C)
 - hipereutektikoa (> 0.8% C)
- Altsain

Korrosio mekanismoak
 - beramikoaok => erresistentzia
 - Polimeroaok => degradatu
 - Metalak => material gaurera => korrosioa edo oxidazioa.

1. GARA
KORROSIADUNDA
PROPIETATEAK

Korrosio
 materialen

Ekarokimikoa

- Dinamikak

- Elektroi-trasferentzia.
- Altituna sentikorra.
- Oxidazio-ERREAKZIOA: elektroioak ematen (anodoan)
- ERREDUKAZIO-ERREAKZIOA: elektroioak kontsumitu (katodoan)
- Aldi berean eta abaradura berran (karga eta metalak)
- Elektroiho iturria: oien mugimendua, zeharbidatzeak.

- Pila elektrokimikoa: elektrolito bi.
 - Fe purua, Fe²⁺n mugituta
 - Cu " , Cu²⁺n
 - Banatzen dituen munitza
 - Elektroiak korronte elektrikoa
 - Fe oxidatu (galdu)
 - Cu erredukatu (erregeneratzen)

- Tentsioak potentzial-eremuaren arteko eberridintasuna => ERREDEFERENTZIA PIVAREN BEHARRA.
- Erref. pila: Pt-elektrolito bat H⁺ JM disoluzioan mugituta
- Sene elektrokimikoa
 - Goian nobilitate / inertzia
 - Behar korrosioa jasateko jarrera handia.

- Elektrokimikoa => baldintza idealak => erabilpen mugatua.
- korrosioa zein ingurutan korrosioa hartu.
- Sene galbanitiko eberridintza inguraren arabera => itxaso zura, jarama...

- Sene galbanitikoak

- Eraso Uniformea

- Intentsitate berrainantza osan
- onikoa
- Likroskapilazioa => gainazalaren oxid. eta erreduk.

Korrosio galbanitiko / bimetaliko

- komposizio aldatuak bi metal, elektrolito baten eraginean.
- Murriztu edo elikatuta
 - Sene galbanitikoan gertu
 - Alkali eta azido gainazal handiena (raho egotia).
 - Metal eberridintza elektrokimikoki isolatu.
 - Hingartzen metal anodoa bat => korrosioa katalitiko.

iragazke
 - suaitikoa

- fukoskopioak => korrosio galbanitiko.
- Potentzial elektrokimikoa eberridintza.
- Anodizentzua => korrosioa => prop. mekanikoa kalteko.

Korrosio motak

- Aile arteko korrosioa

- lokalizatua.
- 500-800 °C => sentikorra => jaulkipen tritiko ala mugatua => Cr eta C ale-mugatuak perzitatibak eratzeko
- KRAMO-DEBEKO azidoak
- Babesteak
 - C < %0,03
 - Cr berridintza jarrera ↑ karbonoak dituzten metal bat aukeratu => egonkortasuneko aliatuak.
 - T ↑ -ko frohmentuak.

konposio
 materialak

Zehituraketa
 konposioa

- Eliktrikitan absoluturako kontzentrazio aberatzen ordenioz.
- Kontzentrazio baxuko eskuadulutan.
- ~~omig~~ Aireazio diferentziala.
- Euzulizetako \Rightarrow erremakentz X
- Inerzia estaltzaile gabea dabilenak.

Kostaketa
 konposioa

- Azalera txikietan \rightarrow Zulo txikiak.
- Antzemateko zailak.
- V \uparrow , kalitateko material \downarrow \rightarrow haustura katastrofikoa.
- Eragina: gaurerako atasetz edo konposizio aldatzetik.

konposio
 materialak

errosio
 konposioa

- Eraso kimiko + higadura mekaniko.
- Itikidaren mugimendu larriak edo turbulentziaren ondorioz ($\mathbb{M} \rightarrow$)
- V \rightarrow konposizioa eta elikatzearen vren inpepe.
- Edozein aldatutan, konposizioa pasatzen denean, haustura txikiak eta burdilatzeak...
- Euzul \Rightarrow pluru turbulenta euzulak (berdiztando), pluru partikulak eta burdilatzeak euzulak.
- Irakzio-tentsio + korrosio-ingurune.
- Anisotropia eta korrosioak zailak \rightarrow elikatzearen mugak baino \downarrow apurtu.
- Amortatze txikiak \downarrow espartan.
- Kanpo edo barne tentsio bat.

Tentsiopeko
 konposioa

- Karga zirkulu + ingurugiro erasotzeak \rightarrow haustura akeleratu.
- Edozein ingurugiro eta material.
- Euzulizetako \rightarrow netareetako erresistentziak eta diseinu on bat.

konposio
 materialak

Diseinua

- Zeldak gaitzak X \rightarrow potentzial elektrikoak \downarrow / isolatu.
- Anodo/katodo erazio egotia (Azalera anodo \gg)
- Ur estrukturalak oxigenatze baxuko eskuadulak / zirkuluak X
- Ingurugiroa
- Etena
- Tratamendu termiko egokiak.

Aurre
 hartzeak

Inhibitzioak

- Kontzentrazio baxua, \rightarrow kimiko arloak diren espezializatutako eraberrak edo gaurerako pasiberrak.
- Bero txikiak edo sistema inietan.
- Mugak pasitakoak.
- Euzulak eta erreakzioak behar.
- Murgilketak, elurmodulazioak, metalizazioak.

Estadurak
 konposioak

- Eragin korrosioak.
- Kanpo gisa jokatzen.
- Materialen sakifikazio anodo bat korrosioak.
- Kanpo energia iturri bat erabiltzeak.

Kabes
 kaltetak

Korosiya metallan

Aiwe hartara

Pisibada

- Inerte bihurtu
- Fenomena: gainazalean kanto eragilekiko babera duen gurea itasos eta meha sartu.
- Gurea kaitu → atar beritu.
- Cr, Mn, Ti, ...
- Pasibada ≠ immunitate. Immunitate → meka nobreak (Cu, Pt)

- Oxigeno aberria den ingurua → metalak oxidatu. (Krimodunakoki atalean)

- Metal-oxido interfasean: OXIDAZIO

- Oxido-atmosfera: ERREDUKZIO

- Oxido gurea elektroito gisa. Zabalera korosiya prozesa gelditu.

Oxidazio metalan (korosiya lehorra)

Uger metal

$$- PB \text{ nahoa} = \frac{A_0 f_m}{A_m f_0} \quad \left. \begin{array}{l} \text{ } \\ \text{ } \end{array} \right\} A = \text{pisu molekularra.}$$

- <1: oxido gurea porosa et. babesia.

- ~1: " " babesia.

- >1: oxido geluegi → pifurak.

- Estrengaratasunaren arabera.

- Esperimentalki pisuaz nartzen da.

- Porosua → oxigenaren eragileko eskurengaratasuna metalan → $y = k \cdot t$

- Et. porosua eta hartumua diposio ioniko baten bidez kontrolatuta → $y^2 = k \cdot t$

- Et. porosua eta oso babesia → $y = k \cdot \ln(1 + a \cdot t)$

- Oso erresistenteak.

- Desaturio kimiko sinpleen bidez.

- Ingerentzia okidagok → T ↑ erabili.

- Tratua esportatu menpe + urekin inkrustatzen → gurrakal eta haustura.

- Fisiko-kimikoa

- Puztu eta disolbatu.

- Termodegradazioa: marmelakulua zattu eta haragok bihurtu → pop. kaituak.

- Puztu = termogonkorrak // disolbatu = termoplasmatuak.

- Hidroxisia: putrea etidea sartu → soltura inkrustatu → makromolekulak bereizi →

→ puztu → bigarren-mutako lurrea-indarrek munitu → zuntzatura galduta.

- Desaturio porosa partziala.

- Disolubilia → polimeroa erabat disolbagarria → putzaren jarraitzea.

- Eradatu mota batzuk atomo/elektroien elkarrekintza anitzo behar bezako energia.

- IONIZAZIOA: orotat bat kendu atomoik → pisibobi, lurrea katalunke bat hausti → gurraketa.

- ENFERGA ALTUKO ERADIAZIOAREN DEGRADAZIOA: polimeru gurea. Gurraketa medikuntza.

- FOTODEGRADAZIOA: UV eradiazioa absorbitu → lurrea katalunke, talde estetik... duen puztuaren.

Puztuen degradazioa

Degradazio metal

Lurrea katalunke haustura

Eradiazioa eta eragileak

Puzten eta disolbatu

1. GMA H10
RAZURRUSUA
PROJEKTUAK

Polimeroen degradazioa

Degradazio motak

lotura kovalenteen haustura

Degradazio mekanikoa

- T aldetan
- Edoakidura espartzen eraginez

Degradazio termikoa

- T ↑ -ko esasiak → Pisu molekularra ↓
- lotura-energia ↑ → material egonkorragoak (EGONKORTASUN TERMIKO)

- Sautakuntza termograbimetikoa → degradazio Tenperaturan.
- Origenak, oinarriak... kateen zirketa atzeratu.
- Bultzari baturako kaurketan → lotura bikoitzak eta oinarriko itusgai → espartzurak H arakatzen hedapena.

Erreakzio kimikoak

Degradazio hidrolitikoa

- Urateiko sarkulorak: poliesterak (PLA), poliamidak (Nylon)
- Hidrolisia
- Hianaisa garrantzitsua → BIODEGRADAGARRIA

- kontsumo
- medikuntza

Elementu atmosferikoak eragindako degradazioa.

- Hainbat material polimero kanpoko baldintzen eraginean aplikatzen dira.
- Elementu atmosferikoak eragindako degradazioa.
- Prozesu kabinazioa itan daitezke.
- Namaitza eraldatzen ultramozte eragindako oxidazioaren ondorioz.
- Erresistentziak:
 - fluoro karbonoak ia geldoak.
 - polimero kimikoak eta poliesterak degradatzen joera.

- Tentsio eta esportan baten aurrean erantzuna.
- Sautakuntza aritko puntua bermatzeko \rightarrow ASTM, UNE, ISO arauak.

Tentsioa & deformazioa.

Tentsioa

- A_0 -re puntu batetik F karga \Rightarrow TENTSIOA.
- psi (libra/k/halbert²), MPa (N/mm²)
- Normala
 - Trakzio $\left\{ \begin{array}{l} S = \frac{F}{A_0} \end{array} \right.$
 - Kompresio
- Puntuarekiko tangential \rightarrow tangentiala eta ebakitura $\rightarrow T = \frac{F}{A_p}$
- Urtara aldatuak.

Deformazioa

- ELASTIKOA: deformazio iraultakorik ez.
- PLASTIKOA: deformazio iraunkorra.

5. GAIA

PROPIETATE MEKANIKOAK

Tentsio-deformazio kurbak

TRAKZIO SAUTAKUNTZA

- Ardatzaren norabide beran karga \rightarrow hausnira (erdi-direktan)
 - Karga-zeutela: F erregistratu.
 - Estentsiometro: ΔL "
 - Barailak: probeta tinla.
 - Probeta: normalizatutako geometria (zinturiko / leun)
- Makinaren Osagaiak
- 1) L_0 luztu, luze luztu, da ebakira neurtu ($L_0 = S_d$)
 - 2) A_0 "
 - 3) Barailak finlatu. Estentsiometroa probetaren tati zuzentzen.
 - 4) Kargaren apurkako progresioa. Hausnira hartzea edo hauskortzea.
 - 5) $\Delta L = L_f - L_0$
- $A_n (\%) = \frac{L_f - L_0}{L_0} \cdot 100$
 $A_f (\%) = \frac{L_f - L_0}{L_0} \cdot 100$
 $A_f \Rightarrow R_A (\%) = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \cdot 100$

Efernu-elastikoa

- Tentsioaren eta deformazioaren ~~erlazioa~~ erlazioa \rightarrow lineala.
- % 0,1 \rightarrow Hooke-ren legea \rightarrow jartzerik igarotzen den zuzenaren maldada $\Rightarrow E$ (modulu elastikoa)
- Tentsio $\sigma \rightarrow \left[\begin{array}{l} S = E \cdot \epsilon \\ T = G \cdot \gamma \end{array} \right.$ E: Youngen modulu.
- $E \uparrow$, zuzenagoa. Zeramikoak $>$ metalak $>$ polimerak.
- Lineala ez diren \rightarrow ebakiturak: jartzerik puzurako maldada. Urtarua: puntuarekiko urtaruaren maldada.
- Elastikotasun moduluak: ondut ondoko bi atomo banatuko indar mola \approx lotura energia.
- Urtar T_{lim} , $E \uparrow$
- E aldatzeko mikrograinen aldatzeak ez, (ahandak). $T \uparrow$, $E \downarrow$
- Poissonen ratioa $\left\{ \begin{array}{l} -V = - \frac{E_{lateral}}{E_{longitudinal}} = - \frac{\epsilon_x}{\epsilon_z} = - \frac{\epsilon_y}{\epsilon_z} > 0 \\ - \text{Wapen 2, urtaruak } \epsilon_x, y \end{array} \right.$

18. GAIA
2.0
PREPETATE
MECANIKOAK

Tentsio-deformazio lurra

Erenu-
elastikoa

Modulu
elastiko
bolumenikoa
(K)

- Bolumen aldatuta elauzgarritzen du \rightarrow norabide guztietan presio eraginpean.
- $G_v = -K \frac{\Delta V}{V_0}$ (G_v : tentsio hidrostatikoa)
- $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$; $K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$

Elastikotasin
muga

- Deformazio iraultzaile gabe pairatu daturik tentsio maximoa.
- Plastikoa \rightarrow elastikotasun muga \rightarrow elastikoa.
- Teramika edo berri hauskor behar izan behar \rightarrow apurtu.
- Propozionaltasun-muga (P) -tik aurrera linealtasuna galdu.
- Muga-praktikoa (σ_{pl})/0,2 ko deformazio plastikoa. Hasi eratorritako // \rightarrow zirkulu piboa.
- Dislokazioen inestrapa \rightarrow lotura atomikoen apurtze eta birsortzea.
- Isurpen-muga edo puntua.

Eresistentzia
mekanikoa
edo iraultza-
eresistentzia

- Erresistentzia-muga igaro ondoren \rightarrow T gailuago behar \rightarrow MAX = erresistentzia mekanikoa (σ_m).
- Sekzioan deformazio uniforna MAX-ra iritsi arte.
- $M \rightarrow$ eskuinez hiki bat \rightarrow ESTIRAZIOA; Mtik aurrera \rightarrow deformazio hor.
- $A_e(C/\%) = \frac{L_f - L_0}{L_0} \cdot 100$
- $DAC(\%) = Z(C/\%) = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \cdot 100$
- Apurtu aurretik zehar deformatu

Erenu-
plastikoa

Hartortasuna

- Apurtu aurretik zehar deformatu

Plastikoki
deformatu \rightarrow

- Karga kentzean \rightarrow deformazio parte bat errekuperatu.
- labildako denaren maldak e-ren maldak bera.
- $e_T = e_p + e_e = e_p + s_1/E$

Zauntasuna

- Hautsi bitartean energia xurgatuko ahalmena \rightarrow tentsio-deformazio kurbaren azalera A.
- Talika-saiakuntzak, edo haustura-tauntasuna neuritako saiakuntzak.

- Talika-karga baiduntza dinamikoetan.

Talika-
tauntasuna /
eresistentzia

- Talika-eresistentzia \rightarrow talika bideko hausturan xurgatutako energia (Charpy saiakuntza)
- Talika-karga saiakuntza.
- 1) Logika dinamiar \rightarrow pendulara V handia \rightarrow penultimuan uortzetan kargatze jo \rightarrow pobretaren lotzak tentsio-kontzentratutako gisa.
- 2) Talika-energiaren neurria h eta ho-ren arteko aldaketa da.

- Eresistentzia kurbak

- T puntuan talika erresistentzia.
- Hantok eta hauskor trantsizio gunea.
- $T \uparrow \rightarrow$ hauskor kurbak; $T \downarrow$ hauskor

↳ Deformasi elastis

- Trakho sarakuntatik → Tentsio (s), deformazio (e) balio nominalak eta $A = k \cdot e$

- A → aldatetarik → aldagai erreala edo benetakoa →

→ Benetako S: $G = \frac{F}{A}$ A: aldiune aldiura,

→ Benetako deformazioa: $\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$

- Ingeruntirik: $\epsilon = \ln(1 + e)$

- Deformazio erreala: $\epsilon \leq \epsilon_e$

- Tentsio erreala (σ): $G > S \rightarrow$ elaskotasun $S_y = G_y$

- Portatera plastikotik ϕ_{maximora} (erabat aldatuta) → $G = k \cdot \epsilon \cdot n$

- $n \Rightarrow 0 \leq n \leq 1$; deformazio gogorduraren kta.

- $k = -1$ deformazio erreala plastikoa lotzeko apurketa baten tensio erreala.

- $\ln G = \ln k + n \ln \epsilon$

Aldagai erreala vs inguruntirik

Portatera plastikotik meduliboka

} material eta kutsioaren murrizketa

10. MATERIAL METALIKOK

1- BURDIN ALIZIOK

1.1 - FABRIKAZIOA

- ALIZIARUTEGI GERMAROKA : PATARRA → ALIZAIRU
- LA BE GARANK : MINERALA → ARGA BIO → ALIZAIRU

1.2 - TRATAMENDU TERMIKOKAK



ALIZAIRUAK

ALIZARIO MIKIKO ALIZAIRUAK

- KARBONO EDUKI MIKIA | - ERALIKUNTZA (FERRITA + PERLITA)
- HSLA (PRESSIO ↑)

- KARBONO EDUKI ERATINA | - PIEZA METAMIKOKAK (MARTENSITA)

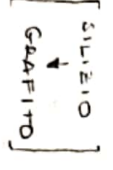
- KARBONO EDUKI HANDIA | - ERAGUNTAK

HERDOLGAIZAK

- MARTENSITIKOK | - HERKETA, MAGNETIKO, 1/12 Cn 0,1% C (KIDURGIA)
- FERRITIKOK | - MAGNETIKO, 17% Cn 0,1% C (MATAI-TRISNAK)
- AUSTENITIKOK | - EZ MAGNETIKO, GARESTIA 1/18 Cn 1/8 N, (KIMIKIA)

BURDIN ALIZIOK

BURDINURTUAK



- GRISAK - Si (2,5-4%), MA PERLITIKO/FERRITIKO, BIBAZIOAK (AUTOMAZIO, ERALIKUNTZA)
- NODULARAK - GRISA + Mg/Ce, GRAFITO ⊕, HARIKATASUNA (ZUBULAK, BONBAK, ...)
- ZURIA - Si (CnD), GRAFITO ORDUZ → ZEMENTUTTA, GOGORRA (METZERRITZA)
- XAFLAKORRA - ZURIA + T₀, ZEMENTUTA → GRAFITORRA

2. ALUZEIO E2 - BURDINAZTEKOA

ALUZEIO
E2 - BURDINAZTEKOA

- ALUMINIOA - (FCC, GOGOITASUN BAXUA, HARIKORRA) 660°C
 - BAUXITA-HIK
 - ZAKARTEA
- KOBREA
 - FCC, HAZIKORRA, BROKORITASUNA)
 - ELEKTRIKO, ITUGINTZA (1023°C)
 - LEIOIAK - CU-EN STANTON, MUSIKA (...)
 - BRONZEA - CU-SN (GONDAK, ELEKTRONIKA)
- TITANIOA
 - HCP, BC, 1668°C, ERRESISTENTZIA)
 - ODB. BIOMEDIKO, AUTO, AERONAUTIKA, ...)
- NIKELA - (FCC, 1453°C, HARIKOR, XAFLEKOR, HERDOLGAILTZ)
- MAGNESIOA - (CC50°C, ULTRA ARINA, IRI. MOK. ZAKUAK)
 - C INDUST. AEROSPAZIALA)

11. POLIMERO ETA KONPOSITE

POLIMEROAK : - EZAUGARRIAK :

- HOMOPOLIMERO / KOPOLIMERO
- LINEAL / ADARKATU / GURUZATU / SARETA
- AMORFOA / ERDIKRISTALINDA (T_g / T_m)
- TERMOPLASTIKO :
 - UATU / DISOLBATU
 - LINEAL / GURUZATU
 - BIRELIKLATZEKO ERRAZAK (PE, PP, PS, PET)

- TERMOEGONKOR :

- EZ UATU / DISOLBATU → DEGADATU
- ADARKATU / GURUZATU
- EZIN BIRELIKLATU
- TERPOLI, POLIESTER)

- ELASTO METROAK :

- TERMOPLASTIKO, TERMOEGONKOR
- GURUZATUA → BULKANIZATU / FISIKOKI (SUFRE ZUBIAK)
- CAUTXUA, NEOPRENO)

- POLIMERIZAZIOA :

- 1) ADEIO POLIMERIZAZIOA (AZKARRA)
- 2) KONDENSAZIOA (MOTELA)
- GENIGARRIAK

· METODOA : - TERMOPLASTIKO : URTU → MOLDEATU

- TERMOEGONKOR : AURREPOLM. → ONDU

· TEKNIKAK : KOMPRESIO, INTJEZIO, ESTRUSIO, PUZTE, ...

- PROPIETA TE MEKANIKOAK :
 - $T_g \uparrow$ HAUSKOR / $T_g \downarrow$ HARIKOR
 - TERMOEGONKOR HAUSKOR
 - ELASTIKO EL-LINEAL ELASTOMERO

KONPOSITAK :

- MATRIEZA :
 - [HARIKOR]
 - [ZAILA]
 - METALIKO : ALUMINIO, MAGNESIO (AUTOMOBIL)
 - ZERAMIKO : ALUMINA (ETAZKIN)
 - POLIMERO : EDOZEIN (KASKO, GURPIL)
- ERREFORTZUA :
 - [ERRESISTENTE]
 - WHISKERS / ZUNTAK / HARIAK
 - BETIRA ZUNTAK / KARBONO
- METANIKIA :
 - FILL ZUNTE ✓ / F^o D ZUNTE X
- PROZESA KETA :
 - ESQUE
 - FILAMENTU - HARILKATzea ~~ODIEN~~
 - FULTRUSIA
 - ERRETXINA TRANSFERENTZIA (INTEREDIA)
 - PREPREG
- EGITURAK :
 - - LAMINAR
 - - SANDWICH

12. MATERIAL ZERAMIKOK ETA BEIRAK

MATERIAL ZERAMIKO KRISTALINOK

- PROPIETATEK :

- LOTURAK GAINJARRI $\rightarrow E_0 \uparrow T_m \uparrow$
- MERAMIKOK: $ZUR \uparrow GOG \uparrow$ ERAM. $\nu \rightarrow V \rightarrow$
- TERM / ELER: \rightarrow ISOLAZIATZEAK

- TRADIZIONALAK :

- PROZESAKETA:
 - PASTAREN PASTAKUNTZA \rightarrow HIDROPLASTIFIKAZIOA
 - MOLDEKATzea: - ESKUE / MERAMIKOKI
 - LEHOKETA GI AERAKETA \rightarrow BITRUFIKAZIOA
- ADB:
 - ADREILU, TEILA, ZEMENTU, HORMIGOI, ...

- TEKNIKOK :

- PROPIETATEK: OSAGAIA SINTETIKAZ:
- PROZESAKETA:
 - HAVESA + PLASTIFIKAZIOA
 - PRENTZA
 - SINTERIRAZIOA
 - MERKANTZAZIOA
- ADB:
 - ALUMINA, ZIRKONIO, SILIZIO NITRURO

BEIRA INORGANIKOK (AMORFOAK)

- PROPIETATEK :

- AMORFOA: GARDEN TASUNA, GOGORTASUNA, KORROSIORIKO ERRE.
- $T_g \vee T_m \times$

- PROZESAKETA :

- URTEA
- KONFORMAKETA BEROAN
- SUBERAKETA
- PRENTZA / FUZTE

- MATERIAL BITROTERAMIKO: BEIRA DESERTRUFIKAZIOA \rightarrow MATERIAL POLIKRISTALINOK