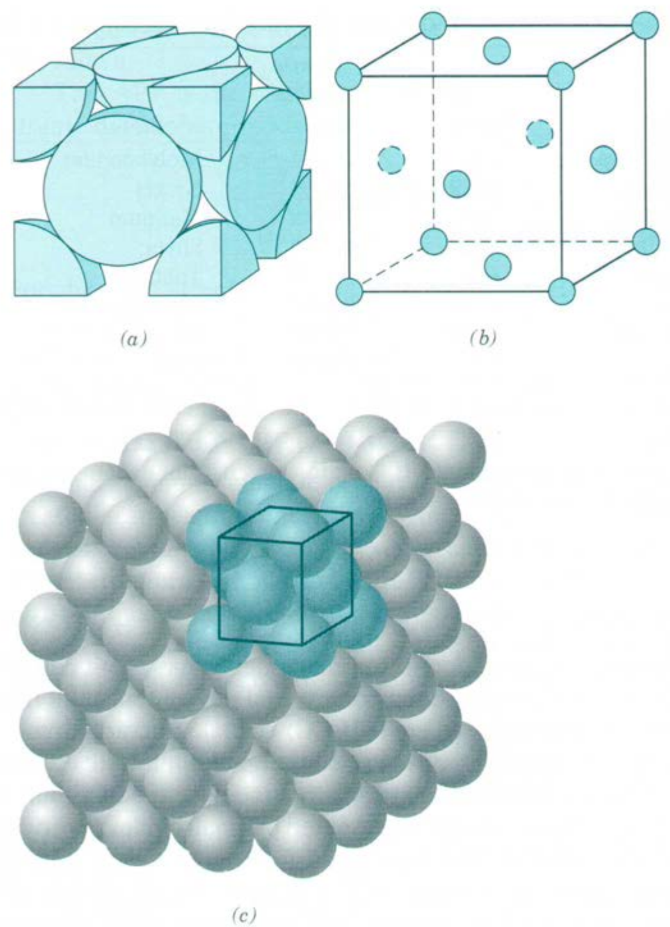
OHIKO DEIALDIAREN AZTERKETAKO EMAITZAK

(2018/12/21)

A EREDUA

1.

a) Aurpegietan zentraturiko sare kubikoa



Dentsitatearen kalkulua:

$$\rho = \frac{\frac{atomo\ zb}{gelaxka} \cdot masa\ atomikoa}{V_{gelaxka} \cdot Avogadro\ Zb}$$

Atomo zb/gelaxka = $8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 4$

Masa atomikoa = 63,55 g/mol

$$V_{gelaxka} = a^3 = (0{,}36147\ nm \cdot \frac{1m}{10^9 nm} \cdot \frac{100\ cm}{1\ m})^3 = 4{,}723 \cdot 10^{-23} cm^3$$

Avogadro Zb= $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomo/mol

Ordezkatuz:

$$\rho = \frac{4\ atomo \cdot 63{,}55\ g/mol}{4{,}723 \cdot 10^{-23} cm^3 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23} atomo/mol} = 8{,}94\ g/cm^3$$

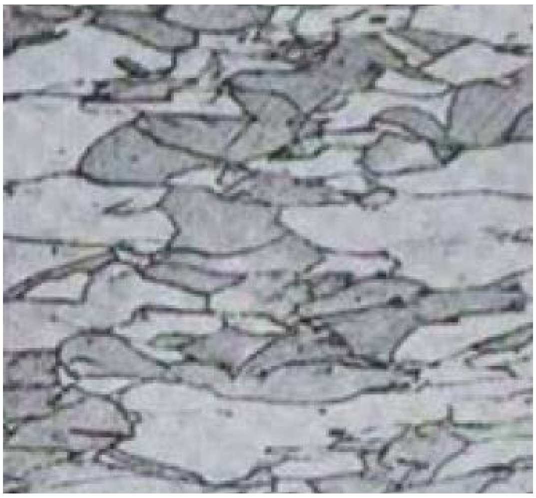
Erradio atomikoaren kalkulua:

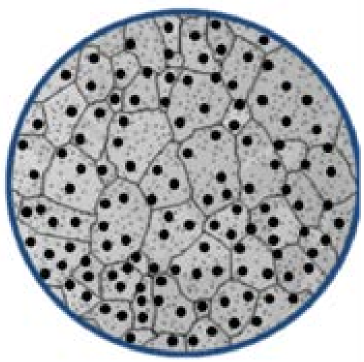
$(4R)^2 = a^2 + a^2$; $16\ R^2 = 2\ a^2$; $R = \sqrt{\frac{1}{8}} \cdot a = \sqrt{\frac{1}{8}} \cdot 0{,}36147\ nm = 0{,}1278\ nm$

b)

Hotzean burutzen den deformazioaren bidezko gogordurak, garraztasuna bezala ezagutzen denak, materialean erresistentzia hazkuntza eragiten du baina baita ere hauskortasunaren hazkuntza. Egitura materiala mugitzen den norabidearen zentzuan deformatuta gelditukо da (Ikus irudia).

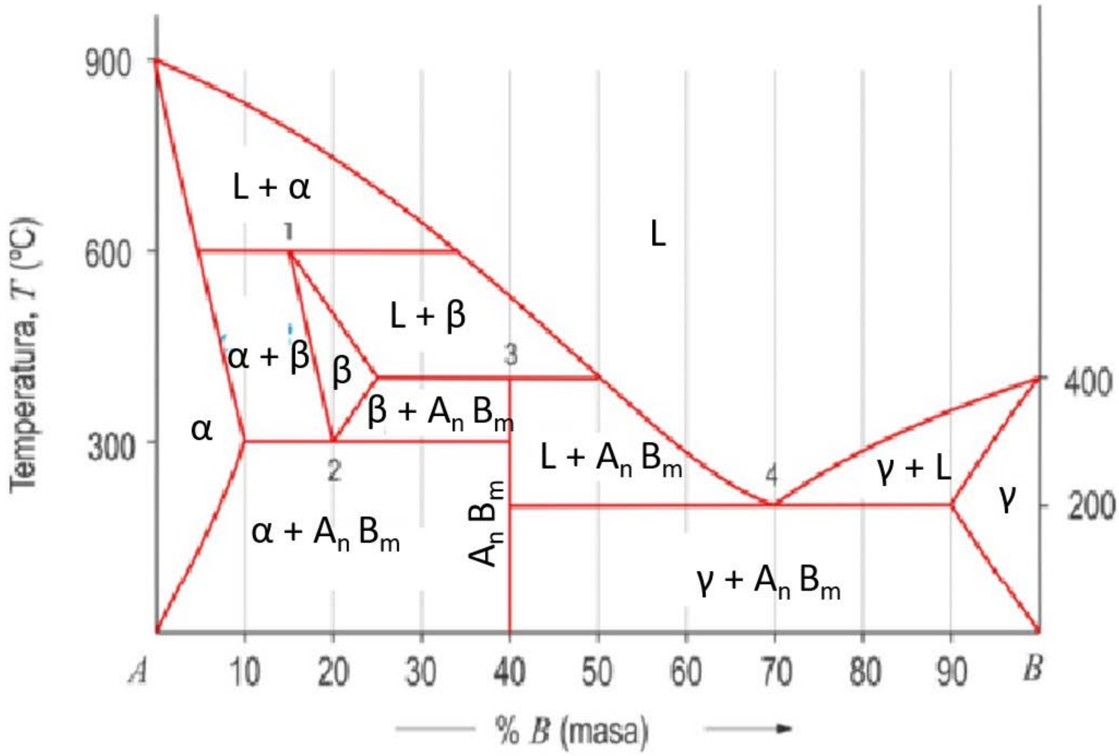
Prezipitazioaren bidezko gogordura egoera solidoan solubilitate partziala azaltzen duten aleazioetan agertzen da, behintzat bi fase ezberdin azaldu behar dituzte fenomeno hau gerta dadin (ikus irudia). Fase bakar bat azaltzen duten aleazioen propietate mekanikoekin konparatzean ikusten da erresistentzia mekanikoa eta gogortasun handiagoa dutela baina hauskorragoak direla ere. Bigarren fasearen prezipitazioa lortzeko tratamendu termikoak aplikatuko dira.





2.

a)



Puntu inbarianteak:

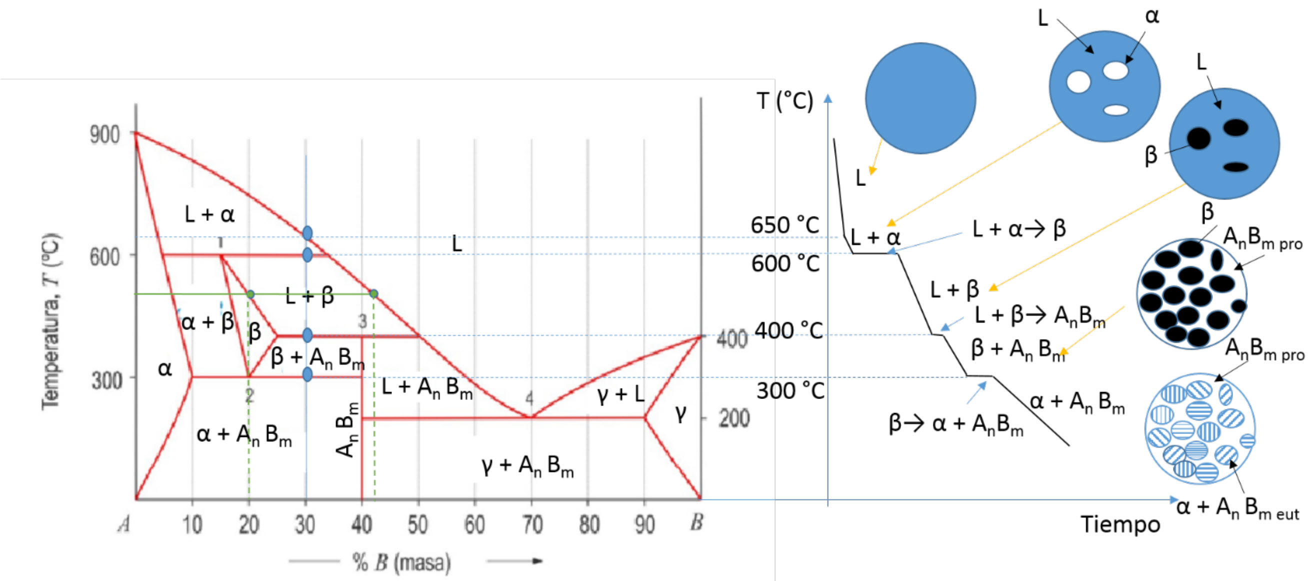
1. Puntua: Peritektikoa L + α → β

2. Puntua: Eutektoidea β → α + A_nB_m

3. Puntua: Konposatu intermetalikoaren sorkuntza

4. Puntua: Eutektikoa: L → γ + A_nB_m

b)



c)

Faseak: L eta β

Konposizioa:

L: 42 % B – 58 % A

β: 20 % B – 80 % A

Kantitateak:

$$\%L = \frac{30-20}{42-20} \times 100 = 45,4\ \%$$

% β = 100 – 45,4 % = 54,6 %

3.

$\frac{C_s - C_x}{C_s - C_0} = \text{erf}(\frac{x}{2 \cdot \sqrt{D \cdot t}})$ aplikatuz:

Prozesua berdina denez kontzentrazio-parametro eta geruzaren lodiera berdinak lortu nahi direlako, hauxe beteko da: $(D \cdot t)_{900°C} = (D \cdot t)_{1000°C}$

Difusio-koefizienteen kalkulua prozesua giro tenperaturan hasten dela suposatuz:

$$D = D_0 \cdot e^{-\frac{Q}{R \cdot T}} = 1{,}1 \cdot \frac{10^{-6} m^2}{s} \cdot e^{-\frac{\frac{87400 J}{mol}}{\left(\frac{8{,}314 J}{mol K} \cdot (900+273) K\right)}} = 1{,}413 \cdot 10^{-10} m^2/s$$

$$D = D_0 \cdot e^{-\frac{Q}{R \cdot T}} = 1{,}1 \cdot \frac{10^{-6} m^2}{s} \cdot e^{-\frac{\frac{87400 J}{mol}}{\left(\frac{8{,}314 J}{mol K} \cdot (1000+273) K\right)}} = 2{,}85 \cdot 10^{-10} m^2/s$$

1000 °C-ra piezak zementatzeko behar den denbora:

$$t_{1000°C} = \frac{(D \cdot t)_{900°C}}{D_{1000°C}} = \frac{1{,}413 \cdot \frac{10^{-10} m^2}{s} \cdot 10\ h}{2{,}85 \cdot 10^{-10}\ m^2/s} = 4{,}95\ h$$

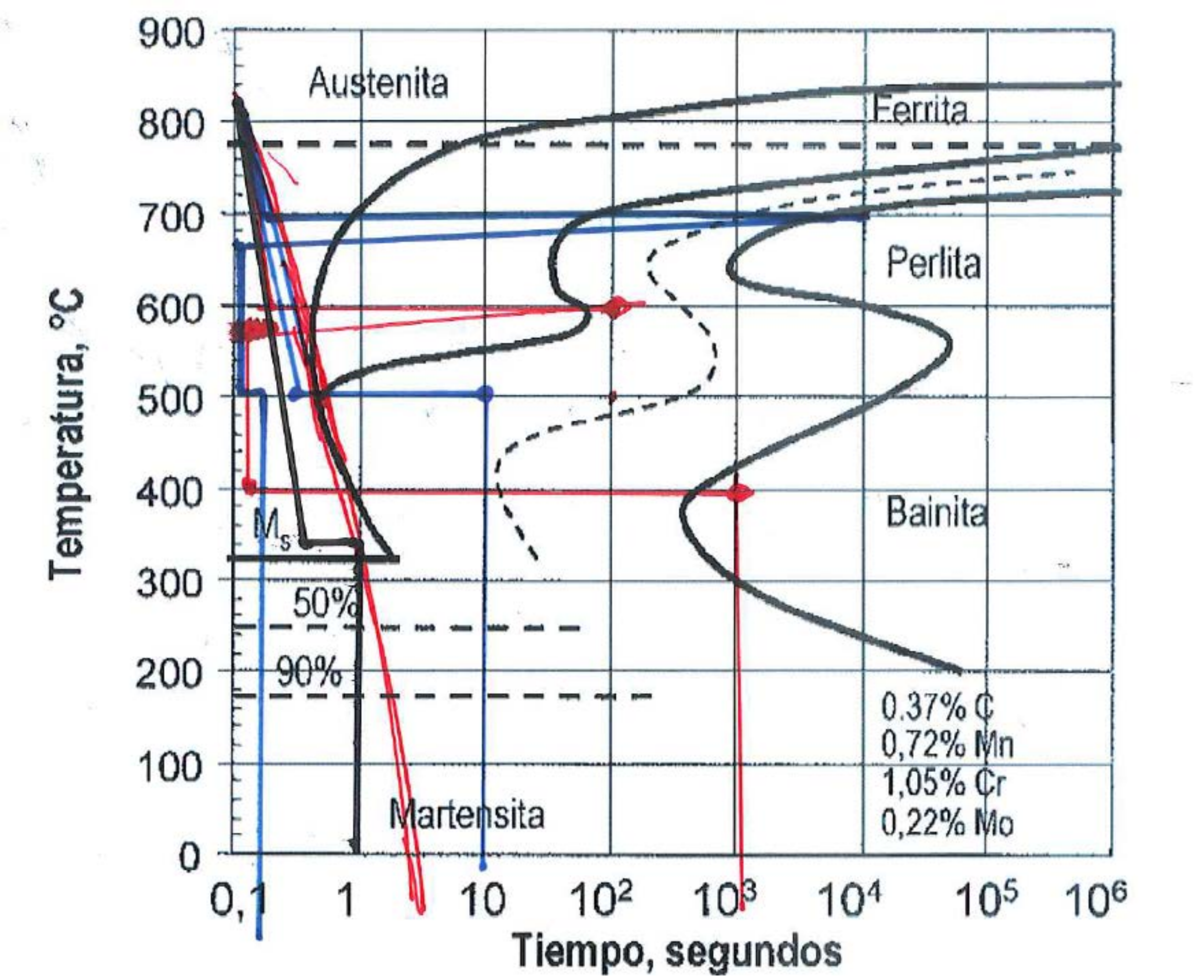
Kostuaren kalkulua:

T = 900 °C: 10 h × 1000 €/h = 10000 €

T = 1000 °C: 4,95 h × 1500 €/h = 7425 €

Prozesua 1000 °C-tara eginez merkeagoa izango da.

4.



a) [sudurrarekin kurba tangentea]
b) % 70 ferrita + % 30 perlita
c) % 55 ferrita + % 5 perlita + % 40 bainita
d) % 100 martensita
e) % 25 bainita + % 75 martensita

5.

a)

Metalikoak: C, G
Zeramikoak: A, I
Polimeroak: B, D, E, F, H

b) Material zurrunena Young-en modulu handiena azaltzen duena izango da, kasu honetan I materiala.

c) Goma apurketan deformazio handiena azalduko duena izango da, muga elastikoa eta erresistentzia-balioak berdinak izango ditu eta Young-en modulu txikia. Bere gogortasuna txikia izango da, beira-trantsizio tenperatura azalduko du eta isolatzailea izango da. Kasu honetan, beraz, D materiala.

d) Hauxe bete behar da: $\sigma = \frac{F}{A} < \sigma_{max}$, $\sigma = \frac{10 \cdot 10^3 N}{15\ mm^2} = 667\ MPa$

A Materiala: σ_{max} = 8 MPa < σ, apurtuko da
B Materiala: σ_{max} = 293 MPa < σ, apurtuko da
C Materiala: σ_{max} = 600 MPa < σ, apurtuko da
D Materiala: σ_{max} = 5,3 MPa < σ, apurtuko da
E Materiala: σ_{max} = 68 MPa < σ, apurtuko da
F Materiala: σ_{max} = 60 MPa < σ, apurtuko da
G Materiala: σ_{max} = 226 MPa < σ, apurtuko da
H Materiala: σ_{max} = 150 MPa < σ, apurtuko da
I Materiala: σ_{max} = 310 MPa < σ, apurtuko da

e) Deformazio elastikoaren eremuan hauxe betetzen da:

$\sigma = \frac{F}{A}\ eta\ \sigma = E \cdot \varepsilon$ jakinik $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$ dela, orduan: $E \cdot \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{F}{A}$; $A = \frac{L_0 \cdot F}{E \cdot \Delta L}$

Adierazpen hau erabili baino lehen aplikaturiko karga eta baimendutako deformazio horrekin materialek tarte elastikoan lan egingo dutela ziurtatu beharra dago. Honetarako material bakoitzaren deformazioa bere muga elastikoan kalkulatuko da: $L.E = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta L}{L_0}$; $\Delta L = \frac{L.E \cdot L_0}{E}$

A Materiala: $\Delta L = \frac{7 \cdot 10^6 Pa \cdot 1000 mm}{32{,}4 \cdot 10^9 Pa}$= 0,216 mm < ΔL obra, beraz ezingo da erabili baldintza horietan tarte plastikoan egingo duelako lan

C Materiala: $\Delta L = \frac{235 \cdot 10^6 Pa \cdot 1000 mm}{195 \cdot 10^9 Pa} =$ 1,2 mm < ΔL obra, beraz ezingo da erabili baldintza horietan tarte plastikoan egingo duelako lan

E Materiala: $\Delta L = \frac{65{,}5 \cdot 10^6 Pa \cdot 1000 mm}{3{,}1 \cdot 10^9 Pa} = 21{,}1$ mm > ΔL obra, beraz erabil daiteke

Sekzioaren kalkulua balio duen materialarekin:

E Materiala: $A = \frac{1000\ mm \cdot 5 \cdot 10^3 N}{3{,}1 \cdot 10^9 Pa \cdot 1{,}5\ mm} = 1{,}07 \cdot 10^{-3}$ m² = 1075 mm²

f) Apurketan: $\varepsilon_{apurketa} = \frac{\Delta L}{L_0}$; $\Delta L = \varepsilon_{apurketa} \cdot L_0 = L_{Amaiera} - L_0$; $L_{Amaiera} = \varepsilon_{apurketa} \cdot L_0 + L_0$

C materialaren datuekin ordezkatuz: $L_{Amaiera} = 0{,}35 \cdot 100\ mm + 100\ mm = 135$ mm

g) Zeramika bat delako. Teorikoki euren egituran azaltzen diren lotura kimiko gogorrek erresistentzia handia eman behar zien, baina praktikan fabrikazioan sortzen diren poro, arrakal eta inklusioek eragiten dute erresistentzia balio hori askoz ere txikiagoa izatea.

h) Ez. D materialak giro tenperatura baino askoz ere txikiagoa den T_g dauka, beraz egoera malgu batean aurkituko da, ez da izango material zurrun bat. Gainera bere Young-en modulua oso txikia da eta bere deformazioa apurketan oso handia, hau da, elastomero baten aurrean gaude.

i) Dilatazio termikoaren koefizientea erabiliz material bakoitzak jasango duen dilatazioa kalkulatuko da:

Aplikatuz: $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$

Materiala	ΔL (mm)
A	0,61
B	1,92
C	1,57
D	27,56
E	11,81
F	6,56
G	2,21
H	0,04
I	0,31

Barra C materialezkoa da.

j) Jakinik eroankortasun elektrikoa erresistibitatearen aurkakoa dela:

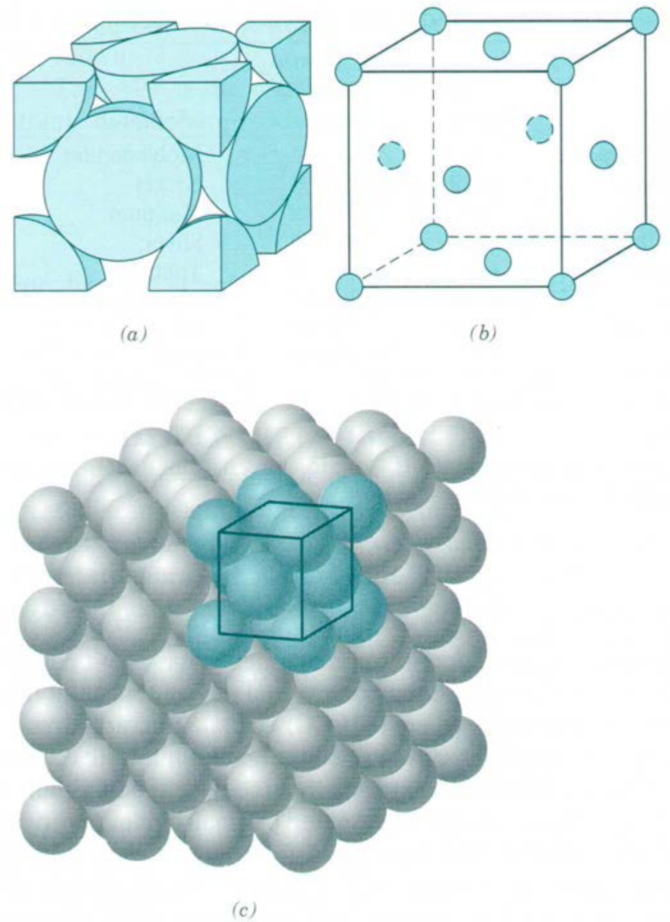
Materiala	$\sigma\ (\Omega\cdot cm)^{-1}$
A	66,67
B	$1\cdot10^{-9}$
C	$14{,}3\cdot10^{3}$
D	$8{,}3\cdot10^{-19}$
E	$1{,}4\cdot10^{-18}$
F	$5\cdot10^{-16}$
G	$66{,}7\cdot10^{3}$
H	$1{,}2\cdot10^{-8}$
I	$5\cdot10^{-5}$

Beraz, $1 \cdot 10^4 (\Omega \cdot cm)^{-1}$ –ko eroankortasuna gainditzen duten materialak C eta G dira.

B EREDUA

1.

a) Aurpegietan zentraturiko sare kubikoa



Dentsitatearen kalkulua:

$$\rho = \frac{Atomo\ Zb/gelax \cdot masa\ atomikoa}{V_{gelaxka} \cdot Avogadro\ Zb}$$

Atomo Zb/gelaxka = $8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 4$

Masa atomikoa = 26,97 g/mol

$$V_{gelaxka} = a^3 = (4{,}049A \cdot \frac{10^{-8}cm}{1\ A})^3 = 6{,}638 \cdot 10^{-23}cm^3$$

Avogadro Zb = $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomo/mol

Ordezkatuz:

$$\rho = \frac{4\ atomo \cdot 26{,}97\ g/mol}{6{,}638 \cdot 10^{-23}cm^3 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23}atomo/mol} = 2{,}7\ g/cm^3$$

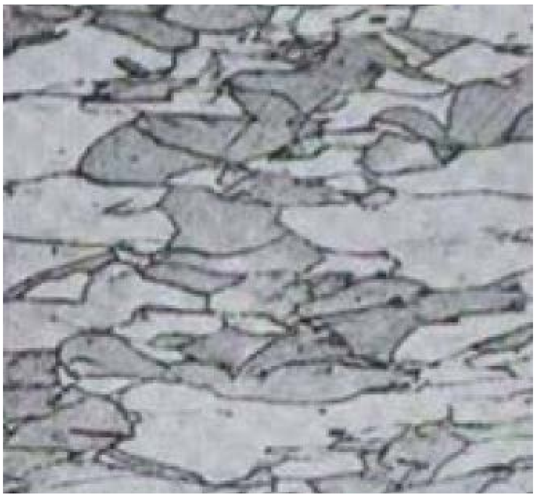
Erradio atomikoaren kalkulua:

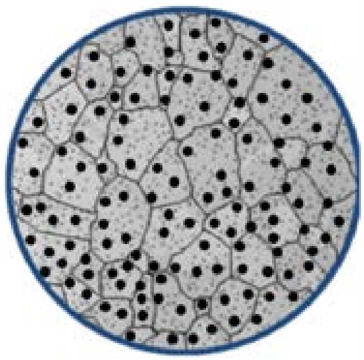
$(4R)^2 = a^2 + a^2$; $16\ R^2 = 2\ a^2$; $R = \sqrt{\frac{1}{8}} \cdot a = \sqrt{\frac{1}{8}} \cdot 4{,}049\ A = 1{,}43\ A$

b)

Hotzean burutzen den deformazioaren bidezko gogordurak, garraztasuna bezala ezagutzen denak, materialean erresistentzia hazkuntza eragiten du baina baita ere hauskortasunaren hazkuntza. Egitura materiala mugitzen den norabidearen zentzuan deformatuta geldituko da (Ikus irudia).

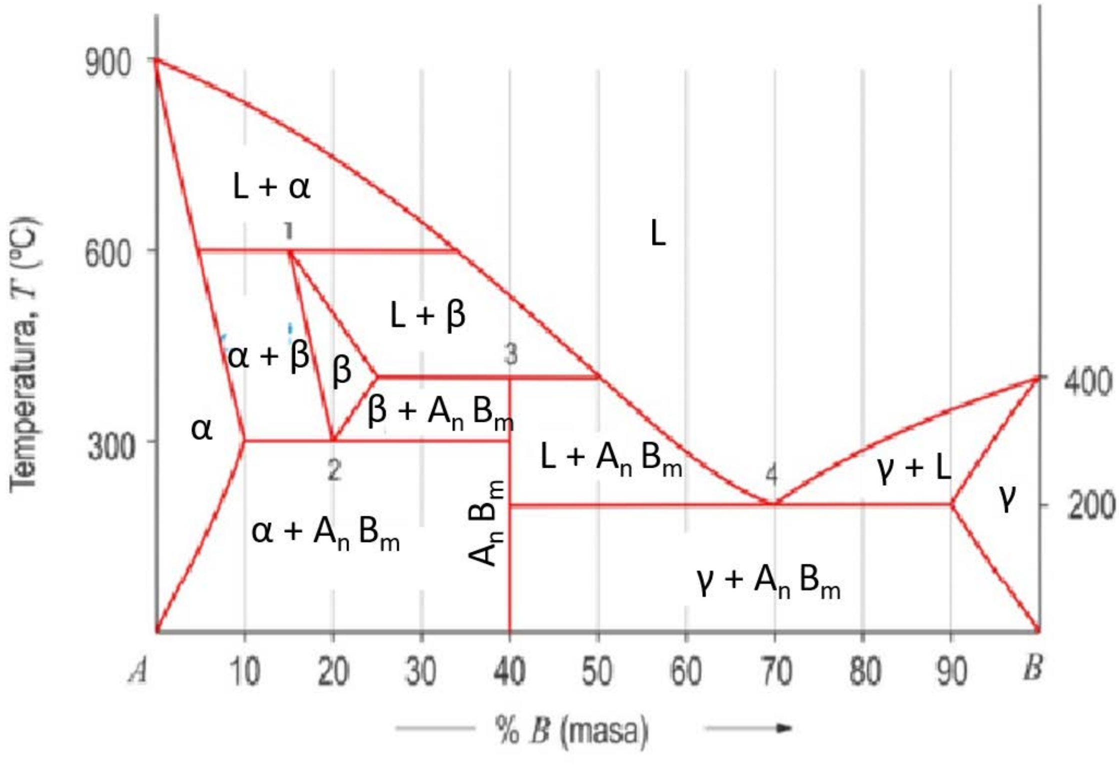
Prezipitazioaren bidezko gogordura egoera solidoan solubilitate partziala azaltzen duten aleazioetan agertzen da, behintzat bi fase ezberdin azaldu behar dituzte fenomeno hau gerta dadin (Ikus irudia). Fase bakar bat azaltzen duten aleazioen propietate mekanikoekin konparatzean ikusten da erresistentzia mekanikoa eta gogortasun handiagoa dutela baina hauskorragoak direla ere. Bigarren fasearen prezipitazioa lortzeko tratamendu termikoak aplikatuko dira.





2.

a)



Puntu inbarianteak:

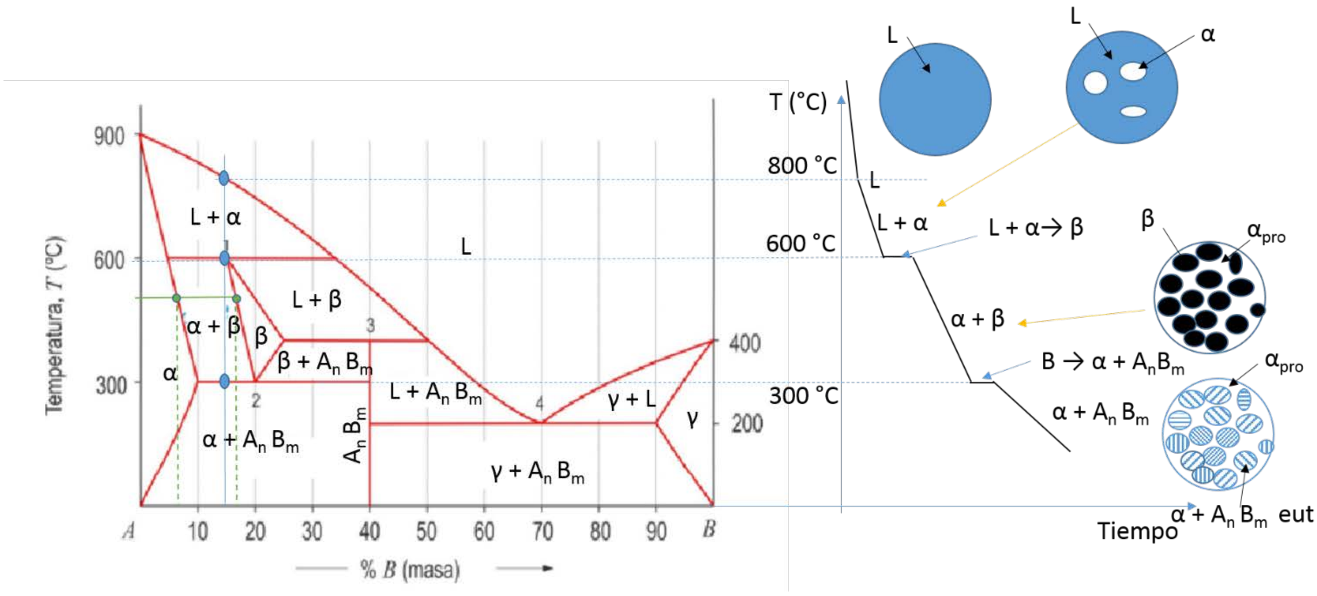
1. Puntua: Peritektikoa L + α → β

2. Puntua: Eutektoidea β → α + A_nB_m

3. Puntua: Konposatu intermetalikoaren sorrera

4. Puntua: Eutektikoa: L → γ + A_nB_m

b)



c)

Faseak: α y β

Konposizioa:

α: 7 % B – 93 % A

β: 17 % B – 83 % A

Kantitateak:

$$\% \alpha = \frac{17-15}{17-7} \times 100 = 20\ \%$$

% β = 100 – 20 % = 80 %

3.

$\frac{C_s - C_x}{C_s - C_0} = \mathrm{erf}(\frac{x}{2\cdot\sqrt{D\cdot t}})$ aplikatuz:

Prozesua berdina denez kontzentrazio-parametro eta geruzaren lodiera berdinak lortu nahi direlako, hauxe beteko da: $(D\cdot t)_{900°C} = (D \cdot t)_{1000°C}$

Difusio-koefizienteen kalkulua:

$$D = D_0 \cdot e^{-\frac{Q}{R\cdot T}} = 1{,}1 \cdot \frac{10^{-6}m^2}{s} \cdot e^{-\frac{\frac{87400J}{mol}}{\left(\frac{8{,}314J}{molK}\cdot(900+273)K\right)}} = 1{,}413 \cdot 10^{-10} m^2/s$$

$$D = D_0 \cdot e^{-\frac{Q}{R\cdot T}} = 1{,}1 \cdot \frac{10^{-6}m^2}{s} \cdot e^{-\frac{\frac{87400J}{mol}}{\left(\frac{8{,}314J}{molK}\cdot(1000+273)K\right)}} = 2{,}85 \cdot 10^{-10} m^2/s$$

1000 °C-tara zementatzeko beharko den denbora:

$$t_{1000°C} = \frac{(D \cdot t)_{900°C}}{D_{1000°C}} = \frac{1{,}413 \cdot \frac{10^{-10} m^2}{s} \cdot 10\ h}{2{,}85 \cdot 10^{-10}\ m^2/s} = 4{,}95\ h$$

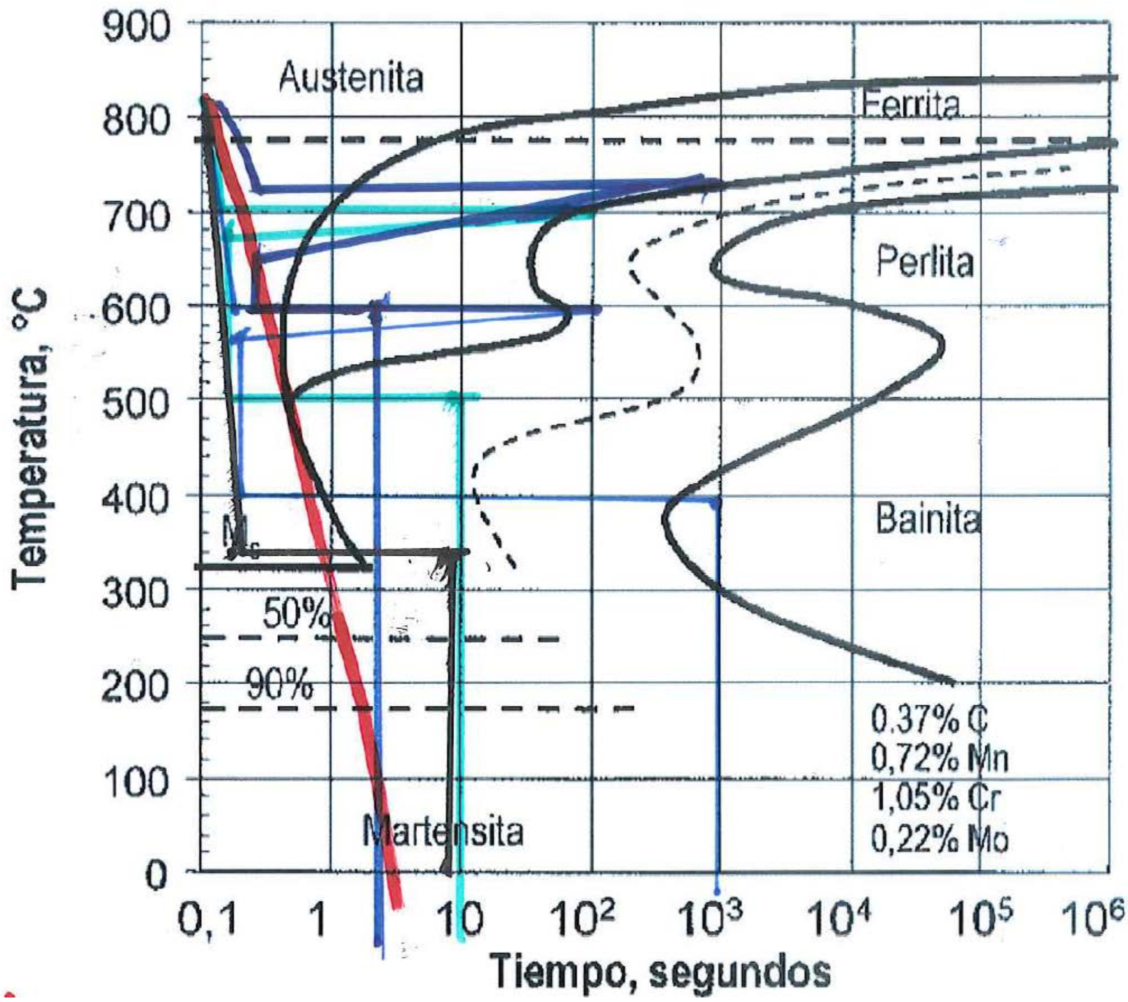
Kostuaren kalkulua:

T = 900 °C: 10 h × 1000 €/h = 10000 €

T = 1000 °C: 4,95 h × 1250 €/h = 6187,5 €

Prozesua 1000 °C-tan burutuz merkeagoa izango da.

4.



a) [sudurrarekiko kurba tangentea]
b) % 65 ferrita + % 8 bainita + % 32 martensita
c) % 50 ferrita + % 5 perlita + % 45 bainita
d) % 40 bainita + % 60 martensita
e) % 90 ferrita + % 10 martensita

5.

a)

Metalikoak: 2, 3, 5, 7

Zeramikoak: 1, 8, 9

Polimeroak: 4, 6

b)

Zurruntasun txikiena azaltzen duen materiala Young-en modulu txikiena azaltzen duen materiala izango da, kasu honetan 4.

c)

Beira portaera hauskorra azaltzen duen materiala izango da, hau da, bere muga elastikoa erresistentzia maximoarekiko oso hurbil egongo da, bere Young-en modulua ertaina edo handia izango da eta elongazioa apurketan oso txikia. Amorfoa izateagatik T_g azalduko du baina ez T_m. Bere dentsitatea normalean 2 eta 4 g/cm^3 artean egongo da zeramika bat delako. Eroankortasun elektriko eta termikoa txikia izango du. Beraz, 8 materiala.

d)

Hauxe bete behar da: $\sigma = \frac{F}{A} < \sigma_{max}$, $\sigma = \frac{25 \cdot 10^3 N}{50\ mm^2} = 500\ MPa$

1 Materiala: σ_{max} = 8 MPa < σ, apurtu egingo da

2 Materiala: σ_{max} = 360 MPa < σ, apurtu egingo da

3 Materiala: σ_{max} = 12 MPa < σ, apurtu egingo da

4 Materiala: σ_{max} = 4,9 MPa < σ, apurtu egingo da

5 Materiala σ_{max} = 625 MPa > σ, ez da apurtuko

6 Materiala: σ_{max} = 52 MPa < σ, apurtu egingo da

7 Materiala: σ_{max} = 900 MPa > σ, ez da apurtuko

8 Materiala: σ_{max} = 42 MPa < σ, apurtu egingo da

9 Materiala: σ_{max} = 345 MPa < σ, apurtu egingo da

e) Deformazio elastikoen eremuan hauxe beteko da:

$\sigma = \frac{F}{A}$ eta $\sigma = E \cdot \varepsilon$, jakinik $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$ dela, orduan: $E \cdot \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{F}{A}$; $A = \frac{L_0 \cdot F}{E \cdot \Delta L}$

Adierazpen hau erabili baino lehen aplikaturiko kargarekin eta deformazio máximo horrekin materialek tarte elastikoan lan egiten dutela ziurtatu beharra dago. Honetarako muga elastikoari dagokion deformazio unitarioaren balioa kalkulatuko da: $L.E = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\Delta L}{L_0}$; $\Delta L = \frac{L.E \cdot L_0}{E}$

1 materiala: $\Delta L = \frac{7 \cdot 10^6 Pa \cdot 1000 mm}{32{,}4 \cdot 10^9 Pa}$= 0,216 mm < ΔL obra, beraz ezin da erabili tarte plastikoan egingo duelako lan baldintza horietan

Material 5: $\Delta L = \frac{235 \cdot 10^6 Pa \cdot 1000 mm}{200 \cdot 10^9 Pa} =$ 1,17 mm > ΔL obra, beraz erabilgarria da

Material 6: $\Delta L = \frac{37{,}3 \cdot 10^6 Pa \cdot 1000 mm}{1{,}2 \cdot 10^9 Pa} =$ 31,08 mm > ΔL obra, beraz erabilgarria da

Baimendutako materialen sekzioen kalkulua:

5 materiala: $A = \frac{1000\ mm \cdot 10 \cdot 10^3 N}{200 \cdot 10^9 Pa \cdot 0{,}5\ mm} = 1 \cdot 10^{-4}$ m^2 = 100 mm^2

6 materiala: $A = \frac{1000\ mm \cdot 10 \cdot 10^3 N}{1{,}2 \cdot 10^9 Pa \cdot 0{,}5\ mm} =$ 0,017m^2 = 16667 mm^2

f) Apurketan hauxe betetzen da: $\varepsilon_{apurketa} = \frac{\Delta L}{L_0}$; $\Delta L = \varepsilon_{apurketa} \cdot L_0 = L_{Amaiera} - L_0$; $L_{Amaiera} = \varepsilon_{Apurketa} \cdot L_0 + L_0$

7 materialaren datuak ordezkatuz: $L_{Amaiera} = 0{,}32 \cdot 1{,}2\ m + 1{,}2\ m = 1{,}58$ m

g) Zeramika bat delako. Teorikoki euren egituran azaltzen diren lotura kimiko gogorrek erresistentzia handia eman behar zien, baina praktikan fabrikazioan sortzen diren poro, arrakal eta inklusioek eragiten dute erresistentzia balio hori askoz ere txikiagoa izatea.

h) Ez. 4 materialaren T_g-a giro tenperaturarekiko askoz ere txikiagoa da horregatik materiala egoera oso malguan egongo da, ez zen material zurruna izango. Gainera Young-en modulua oso txikia dauka eta apurketan oso deformazio handia, hau da, elastomero bat da.

i) Dilatazio termikoaren koefizientea erabiliz material bakoitzak jasango duen dilatazioa kalkulatuko da.

$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$ aplikatuz:

Materiala	ΔL (mm)
1	1,57
2	4,27
3	5,06
4	72
5	3,82
6	33,75
7	2,92
8	0,93
9	0,79

Barra 3 materialarekin fabrikatu da.

j) Jakinik eroankortasuna erresistibitatearen alderantzizkoa dela:

Materiala	$\sigma\ (\Omega\cdot cm)^{-1}$
1	66,7
2	$5{,}26\cdot10^{4}$
3	$9{,}09\cdot10^{4}$
4	$8{,}33\cdot10^{-19}$
5	$1{,}43\cdot10^{4}$
6	$1{,}0\cdot10^{-14}$
7	$7{,}69\cdot10^{3}$
8	$1{,}0\cdot10^{-18}$
9	$5{,}0\cdot10^{-5}$

Beraz, $1 \cdot 10^4 (\Omega \cdot cm)^{-1} -$ ko eroankortasuna gainditzen duten materialak 2, 3 eta 5 dira.