

TEMA 4. ELS METALLS NO FERROSOS.

TEMA 4. ELS METALLS NO FERROSOS.



1. INTRODUCCIÓ.

Els [metalls no ferrosos](#) són importantíssims en la indústria metallúrgia per a la fabricació de molts productes.

Alguns dels metalls no ferrosos como el coure, el plom i l'estany, són coneguts des de l'antiguitat, les seues propietats mecàniques els feren interessants per l'esser humà, que va aprendre a obtenir-los i a emprar-los en la fabricació d'utensilis i armes que anteriorment havien estat de pedra, fusta i argila. Altres metalls també no ferrosos, com cinc, alumini, cobalt, níquel i manganés, ja foren descoberts i utilitzats més recentment.

Tots tenen actualment una gran importància a nivell tecnològic. Es calcula que el 16% de l'escorça terrestre està formada per combinacions de coure, cinc i plom. L'alumini participa amb un 8% en la seua composició.

Tenen aplicacions molt variades, entre les que destaquen: construcció, material de transport, material elèctric i electrodomèstics.

CLASSIFICACIÓ.

a) Metalls no ferrosos pesats.

Densitat igual o major a 5 kg/dm³. Tenim:

- Coure
- Estany
- Plom.

- Níquel
- Crom

b) **Metalls no ferrosos lleugers.**

Densitat entre 2 i 5 kg/m³. Els més utilitzats són:

- Alumini
- Titani.

c) **Metalls no ferrosos ultralleugers.**

- Magnesi
- Berili.

Algunes dades de densitats:

Metall	Densitat gr/cm ³	Metall	Densitat gr/cm ³	Metall	Densitat gr/cm ³
Coure	8.96	Alumini	2.70	Magnesi	1.74
Estany	7.30	Titani	4.51	Berili	1.85
Plom	11.4				
Níquel	8.90				
Crom	7.19				

Wolframi	19.3				
Cobalt	8.90				

2. COURE.



[Metall no ferrós](#) de molta aplicació. Aspecte metàl·lic de color marró vermell amb conductivitat elèctrica elevada, superada únicament per la plata. Conductivitat tèrmica també molt elevada. Metall pesat de 8.96 g/cm³. Resistent a agents atmosfèrics començant la seua oxidació a temperatures de 120°. Molt dúctil i malleable.

El [coure](#) està present en la natura de forma moderada, freqüentment agregat a altres metalls i en ocasions en estat pur. En forma de minerals tenim:

- Sulfurats: Calcopirita (CuFeS_2) i calcosina (Cu_2S)
- Oxidats: Cuprita (Cu_2O), malaquita ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) i atzurita ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$).

Densitat	8.96 gr/cm ³
Punt de fusió	1083 °C
Resistivitat	0.017 Ω mm ² /m

Conductivitat e.	$58,108 \times 106 \text{ s/m}$
Resistència a la tracció	18 kg/mm^2

El coure.

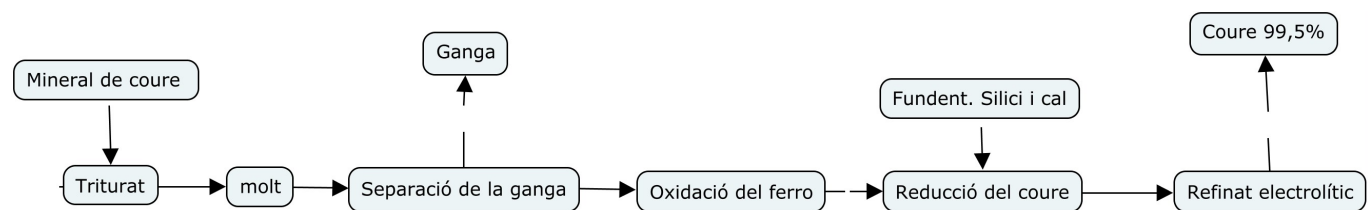
2.1. Metal·lúrgia.

Els minerals més utilitzats són els sulfurats que contenen coure en més quantitat junt altres impureses com bismut, or, plata, níquel i altres.

Els [mètodes](#) per obtenir el coure són:

- Per via seca.

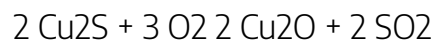
Utilitza minerals amb continguts de coure del 15 %, és el més utilitzat.



1. Trituració del material. El material després de triturat es passa per una garbelladora tornant triturar els trossos més grans i obtenir un gra homogeni.
2. Després de triturat cal polvoritzar-lo en molins de boles d'acer.

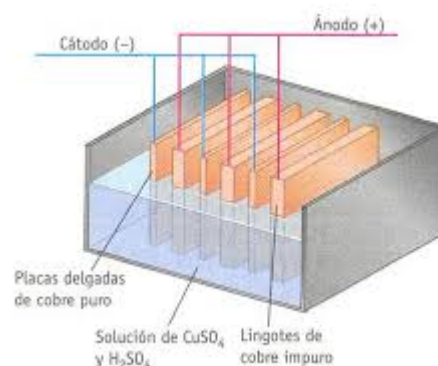
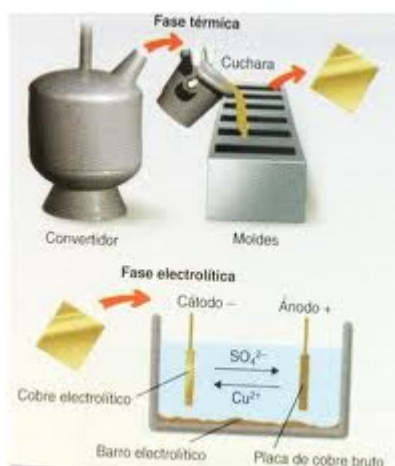
3. Eliminació de la ganga. El material anterior es barreja amb aigua agitant-lo per eliminar la terra i pedres.
4. Tustat parcial. Al tenir el ferro major afinitat per l'oxigen al fer un tustat amb poca quantitat d'aire s'oxida pràcticament el ferro i no el coure. S'obté un producte a base d'òxid de ferro, sulfurs de coure i ferro, òxid de coure i ganga.
5. Formació de la mata. Es fon la massa calfant-la per dalt dels 1.100°C. El ferro no oxidat anteriorment s'oxida. Junt a l'òxid ja existent es combina amb el silici i la cal de la ganga per formar escòria (Silicats de ferro i calci), que sura sobre la massa de sulfur de coure i ferro que s'anomena mata (entre el 25 i 45 % de coure).
6. Oxidació de la mata. La mata fosa s'aboca amb silici en un convertidor. S'insufla una corrent d'aire que oxida el sofre i el ferro. Es separen els òxids volàtils i l'òxid de ferro s'uneix amb el silici per formar escòria que s'elimina inclinant el convertidor.

El procés acaba quan comença a oxidar-se el coure, s'extrau del convertidor i es deixa solidificar obtenint el **coure blister** amb les reaccions:



El coure blister conté al voltant de un 93 % de coure pur i impureses de ferro, sofre, plom, cinc, níquel i altres metalls.

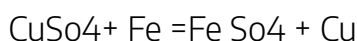
7. Refinat del coure. Per obtenir coure al 99.95 % s'utilitza un for de reverber o electrolíticament
- **Forn de reverber.** És fonen els lingots de coure obtinguts en el procés anterior en atmosfera oxidant a 1150 °C. Les impureses s'oxiden i eliminen en forma d'escòria (ferro, plom i cinc) i vapors (sofre). En el bany s'introdueixen troncs de fusta verda, que desprèn gasos que redueixen l'òxid de cu. El coure resultant s'aboca en motles en forma de ànodes per a refinar-los després per electròlisi.
 - **Electrolític.** Els ànodes de Cu es col·loquen en una caba electrolítica amb una dissolució de sulfat de Cu i àcid sulfúric. Intercalades entre els ànodes es col·loquen els càtodes, que són làmines fines de coure pur recobertes de grafit. Aplicant una tensió adequada en els elèctrodes el cu dels ànodes es dissol i es diposita en forma pura sobre els càtodes.



Es produeixen dos tipus d'impureses, els metalls menys nobles es dissolen i queden en la dissolució en forma iònica, els més nobles no es dissolen, es depositen en el fons de la cuba formant els fangs anòdics.

- Per via humida.

Utilitza minerals més pobres en coure (al voltant del 3%). Consisteix en dissoldre el mineral triturat amb àcid sulfúric diluït i sulfat de ferro. El sulfat de ferro oxida el sulfur de coure que passa a sulfat. El ferro existent passa a sulfat de ferro. Afegint ferro a la solució anterior precipita el coure amb una puresa del 80 %.



El coure pot precipitar-se de forma electrolítica utilitzant un ànode de Pb insoluble i un càtode de Cu. S'obté un metall pur permetent la precipitació del àcid.

Procés

2.2. Aliatges de coure.

El coure té moltes aplicacions industrials. La addició d'altres elements al coure disminueixen la seua conductivitat elèctrica i tèrmica però, milloren les seues característiques mecàniques i a la corrosió. Per tant s'utilitza en molts casos aliat.

La norma UNE 37-103-78 designa els aliatges de coure.

Destaquen els següents aliatges:

- Bronze



[Coure i estany](#). Si porten altres elements s'anomenen bronzes especials. Mantenen la resistència a la corrosió dels dos però, resulten molt més resistents i durs que qualsevol dels dos.

Bronze comercial

Bronze	Composició	Aplicacions
Ordinari	90% Cu 10 % Sn	Timbres, campanes, peces mecàniques, engranatges i coixinets.
Al fòsfor	0.4 – 0.8 % P	Vàlvules, coixinets, engranatges i corredors.
Al plom	1 – 5 % de Pb	Coixinets
Al silici	1 – 3 % Si // 1 % Mn	Fils elèctrics.
Al cinc	9 % Zn	Artesania

• Llautó.

Aliatges de coure i zinc. Si a més hi ha alts elements s'anomenen especials.



Tipus	% de Zn	Aplicacions

Metall de daurar (tombak)	5 % Zn	Imitació or
Bronze comercial	10 % Zn	Bijuteria, Forjats, ferreteria
Llautó roig	15 % Zn	Estampats, radiadors, tubs resistents a la corrosió
Llautó baix	20 % Zn	Tubs flexibles, Articles estampats
Llautó alt	34 % Zn	Agulles, Reblons, instruments musicals, Baines per cartutxos
Metall Muntz	40 % Zn	Millors propietats a la tracció.

Especials:

- Al manganés. Peces modelades i forjades.
- Al plom. Peces xicotetes. Facilita la maquinabilitat.
- Al ferro manganés. Tenacitat i resistència a la corrosió.
- Per a soldadures fortes.

2.3. Aplicacions del coure.

La principal aplicació del coure radica en la seua utilització com a conductor elèctric. La seua ductilitat permet transformar-lo en cables de qualsevol diàmetre, des de 0,025 mm. Pot usar-se tant en cables i línies d'alta tensió exteriors com en el cablejat elèctric de vivendes i interiors, per a cables de làmpades i maquinaria elèctrica en general: generadors, motors, reguladors, equips de senyalització, aparells electromagnètics i sistemes de comunicacions.

Per la seua resistència a l'oxidació, el coure també es pot utilitzar en instal·lacions de fontaneria, canonades de desaigües i canonades de caldereria.

També per la seua resistència front a les dissolucions emprades en l'indústria (encara que els àcids sulfúric, nítric i clorhídric li afecten). S'utilitza en plantes químiques, serpentins, calderes i equips de refrigeració.

3. ESTANY



[Vídeo.](#)

[L'estany](#) és un metall de color blanc platejat. La seua duresa és més baixa que el cinc i més alta que la del plom. A la temperatura de 100° C és molt dútil i malleable, poden obtenir-se fulls de paper de algunes dècimes de mil·límetre d'espessor. En calent és trencadís podent-se polvoritzar. L'ataquen àcids forts.

Densitat	7.365 gr/cm ³
Punt de fusió	505.08 °C
Resistivitat	0.11 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	10,17 × 10 ⁶ S/m

Resistència a la tracció	4-5 kg/mm ²
--------------------------	------------------------

L'estany existeix en tres formes al·lotròpiques:

- Blanc Ròmbic.
- Blanc tetragonal.
- Gris cúbic.

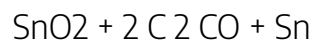
Les dos primeres formes són cristallines, La última estable per baix de 18 °C és presenta en forma de pols. Per baix d'aquesta temperatura l'estany blanc és converteix en gris (pols). Quan més baixa és la temperatura més ràpid és converteix en pols.

És un element prou escàs en l'escorça terrestre, al voltant del 0,001 %, encara que es presenta concentrat en forma de minerals el més important dels quals, és la [Cassiterita](#) o pedra d'estany.

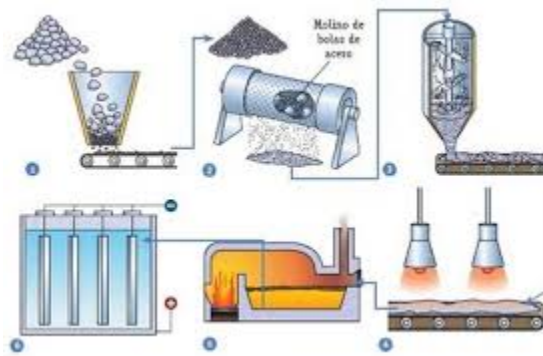
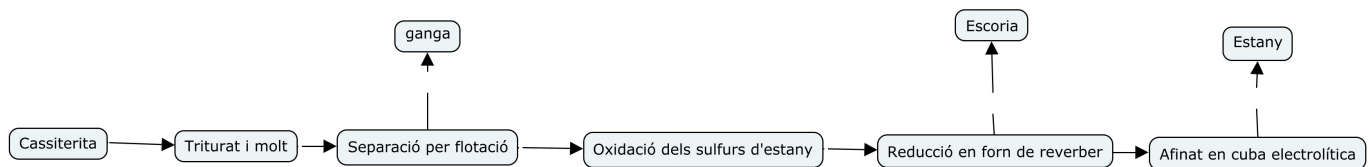
3.1. Metal·lúrgia de l'estany.

- Reducció pirometal·lúrgia de la cassiterita.

Prèviament cal separar-la de les impureses, després es redueix mitjançant carbó de coc en un forn de reverber a temperatures de 1200 a 1300°C obtenint l'estany brut:



Posteriorment es refina per a separar-lo de la resta d'impureses de ferro i coure principalment obtenint una puresa del 99.8 %.



- Recuperació electrolítica de la llauna

La llauna és acer recobert d'una capa d'estany molt utilitzada en l'indústria conservera. S'utilitzen distints [mètodes](#) per recuperar-la. El més utilitzat consisteix en introduir la llauna en una dissolució d'hidròxid de sodi que dissol l'estany, sotmetent-lo després a una [electròlisi](#).

3.2. Aplicacions de l'estany.

Metall molt utilitzat en processos industrials s'utilitza sobre tot en la fabricació de llaunes recobrint l'acer i en molts aliatges:

- Bronze. Coure i estany ja vist en el coure.
- Metall per soldadures blanques. Aliat amb el plom.
- Metall d'impremta. Aliatge d'estany plom i antimoni.
- Aliatges antifricció. Amb coure, antimoni, i quantitats reduïdes de plom per a fabricar coixinet.
- Aliatges amb baix punt de fusió. Afegint bismut, cadmi, i plom a l'estany per a fabricar fusibles elèctrics.

També té algunes aplicacions en l'indústria aeroespacial aliat amb titani i com ingredient d'alguns insecticides.

4. PLOM

82	207,19 2,4
1725 327,4 11,4	Pb
(Xe)4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²	
Plomo	



[Metall gris blavós](#), pesat i bla. Acabat de tallar presenta superfície brillant que s'entela ràpidament a l'oxidar-se. Am la humitat és recobreix d'una capa de carbonat bàsic de plom que li confereixen residència als agents atmosfèrics.

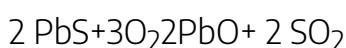
Densitat	11.4 gr/cm ³
Punt de fusió	324.4 °C
Resistivitat	0.22 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	4,81 × 10 ⁶ s/m
Resistència a la tracció	1 kg/mm ²

[Vídeo](#)

4.1. Metal·lúrgia del plom.

El plom s'obté a partir de la **galena** (sulfur de plom II PbS), **cerussita** (Carbonat de plom II Pb CO₃) i **anglesita**, que cal enriquir prèviament en processos de triturat i molt, separant la ganga i altres elements.

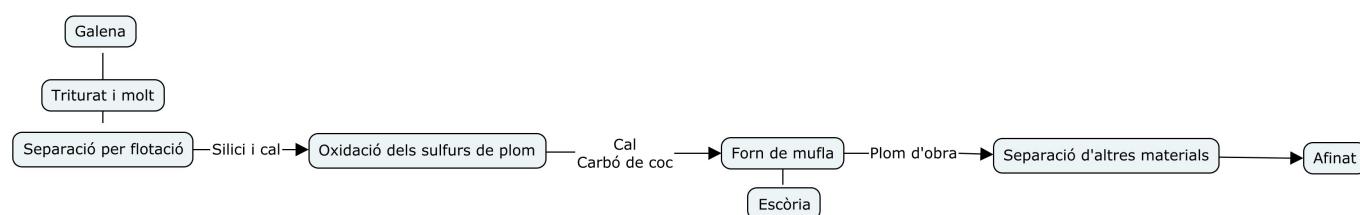
A la galena enriquida i dividida en partícules molt fines se li afegeixen fundents de silici i bàsics, es sotmet a tustat a temperatures superiors a 800°C convertint el monòxid en plom.



La reducció posterior del PbO a plom metàl·lic es realitza en un alt forn (mufla), en el que s'introdueix carbó de coc que actua com combustible i com reductor. L'aire insuflat converteix el coc en monòxid de carboni que redueix l'òxid de plom a metall:



El metall fos i l'escòria cauen en el cresol, on es separen per diferència de densitats traient-los per les Piqueras corresponents. El plom que s'obté s'anomena plom d'obra. Conté impureses de coure, estany, arsènic, antimoni, bismut i plata per tant, cal refinar-lo elèctricament igual que el coure.



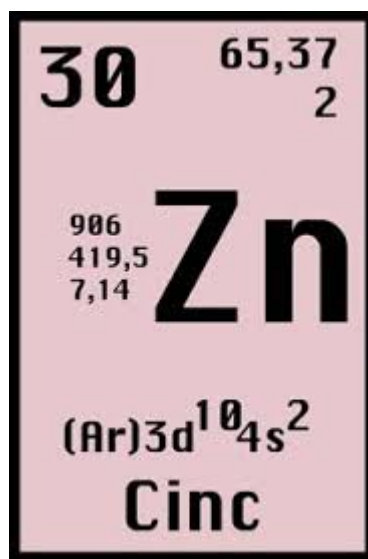
4.2. Aplicacions del plom.

S'utilitza en la fabricació de bateries i revestit de cables elèctrics. Amb la humitat es recobreix d'una capa de carbonat bàsic que li donen residència als agents atmosfèrics, s'utilitza en canonades sanitàries, tancs i com revestiment de cables soterranis. Fa alguns anys s'utilitzava com a component de les gasolines per controlar els octans fent-les més contaminants.

S'utilitza com a protector front a radiacions nuclears i raig X. En quan a els aliatges tenim el metall de soldadura blana (aliat amb estany) i confereix a altres metalls maquinabilitat i resistència a l'abrasió, utilitzant-los com a bieles, arbres de lleves, coixinets etc.

S'utilitza formant compostos en pintures i pigments (minio) protectors sobretot de metalls estructurals. Ha deixat d'utilitzar-se en espais utilitzats per les persones per la seua toxicitat.

5. ZINC



Metall de color Blanc Blavós, amb moltes aplicacions industrials. Fràgil a temperatura ordinària, malleable entre els 12 i 150°C i trencadís entre 200 i 300 °C. S'oxida en presència d'aire humit formant una capa d'òxid o carbonat que el protegeix de oxidació posterior per tant, té una bona resistència a la corrosió. La resistència mecànica és baixa.

Densitat	7,14 gr/cm ³
Punt de fusió	419,5 °C
Resistivitat	0.0590 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	16,6 $\times 10^6$ <u>s/m</u>
Resistència a la tracció	14 kg/mm ²

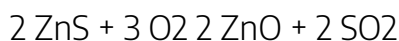
[Vídeo](#)

5.1. Metal·lúrgia del Zinc.

S'obté principalment a partir de sulfur, òxid i carbonat. El primer pas en el procés consisteix en transformar els minerals en òxids. Els carbonats es calfen a temperatures elevades en absència d'oxigen(calcinació).

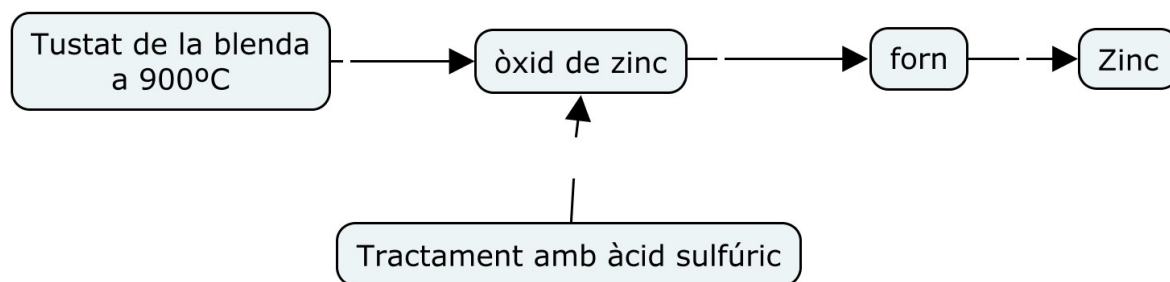
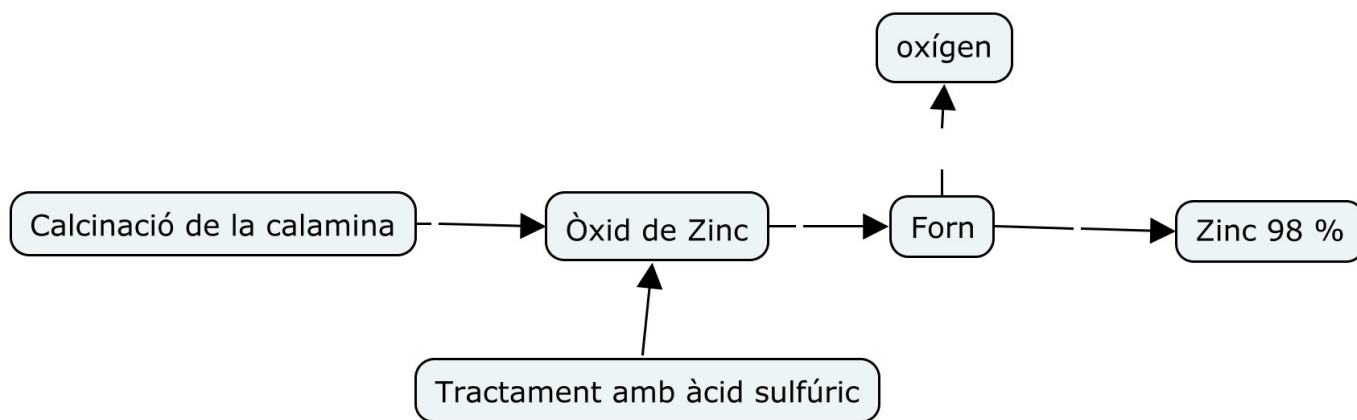


Els sulfurs es tusten:



L'òxid es redueix amb carboni en un forn elèctric. El zinc resultant, conté impureses de ferro, arsènic, cadmi, i plom, anomenat “**Spelter**” es pot purificar amb redestil·lació.

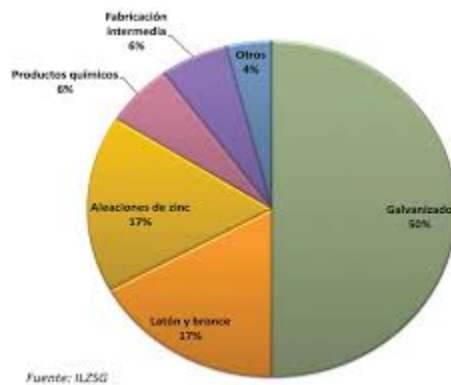
Altres procediments consisteixen en tustar el mineral i dissoldre l'òxid format amb àcid sulfúric, convertint-lo en sulfat. La dissolució resultant es tracta amb cal i pols de zinc per eliminar les impureses i, a continuació, es sotmet a electròlisi amb càtodes d'alumini sobre els quals és diposita el zinc amb una puresa del 99,95 %. L'àcid sulfúric és recuperat i torna a utilitzar-se en el procés.



[Procés.](#)

5.2. Aplicacions.

[S'utilitza](#) per a fabricar xapes per teulades, canalons, tubs de baixades d'aigua poals i dipòsits. Capes protectores, i processos de galvanitzat de ferros i acers. S'utilitza també com a component de diferents aliatges, sobre tot de llautó. Les piles seques també el contenen.



[El zinc.](#)

[Zinc en l'alimentació:](#)

5.3. Aliatges.

Llautó. Vist en coure.

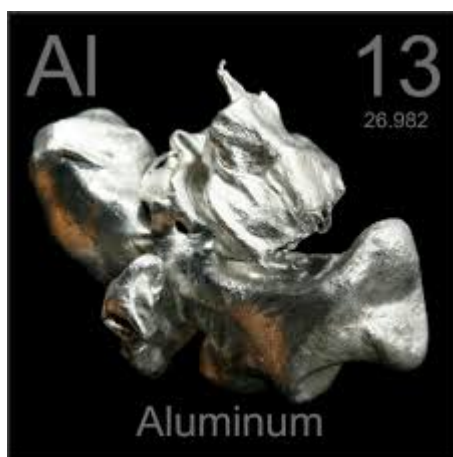
Bronzes amb zinc.

Alpaques.

[Zamak](#). Anomenades calamines en España. Estan constituïdes per zinc, alumini, magnesi, i coure. Utilitzades per a la fabricació de peces de modelat com manovelles decoratives.



6. ALUMINI.



13	26,9815	3
2450	660	2,70
Al		
(Ne)3s ² 3p ¹		
Aluminio		

[Un dels principals components de l'escorça terrestre](#) amb un 8%. No el trobem lliure si no, en forma d'òxid (alúmina Al_2O_3) en minerals com la bauxita, cianita, sillimanita, diàspor i corindó. El més important en la metallúrgia és [la bauxita](#).

[Metall](#) de color blanc, polit sembla a la plata. Densitat de 2.7 g/cm^3 (1/3 del ferro) únicament és més lleuger de del punt de vista industrial el magnesi. Punt de fusió de 660°C i 2450°C d'ebullició. Fàcil de conformar per fosa i modelatge.

La conductivitat elèctrica és del 60% de la del coure i té una conductivitat alta superada únicament per la plata l'or i coure.

Densitat	$2,7 \text{ gr/cm}^3$
Punt de fusió	660°C

Resistivitat	0.0282 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	3.78×10^7 S/m
Resistència a la tracció	9.3 kg/mm ²

Com a propietat química destaca l'afinitat per l'oxigen, amb el que combina formant òxid (Al₂O₃). S'utilitza per obtenir altres metalls per reducció dels òxids corresponents (aluminotèrmia). A l'oxidar-se es recobreix d'una capa fina d'òxid que el protegeix. És per tant resistent al vapor d'aigua, àcid nítric concentrat i altres reactius químics. Si que l'ataquen els àcids nítric diluït, sulfúric, clorhídric i solucions salines.

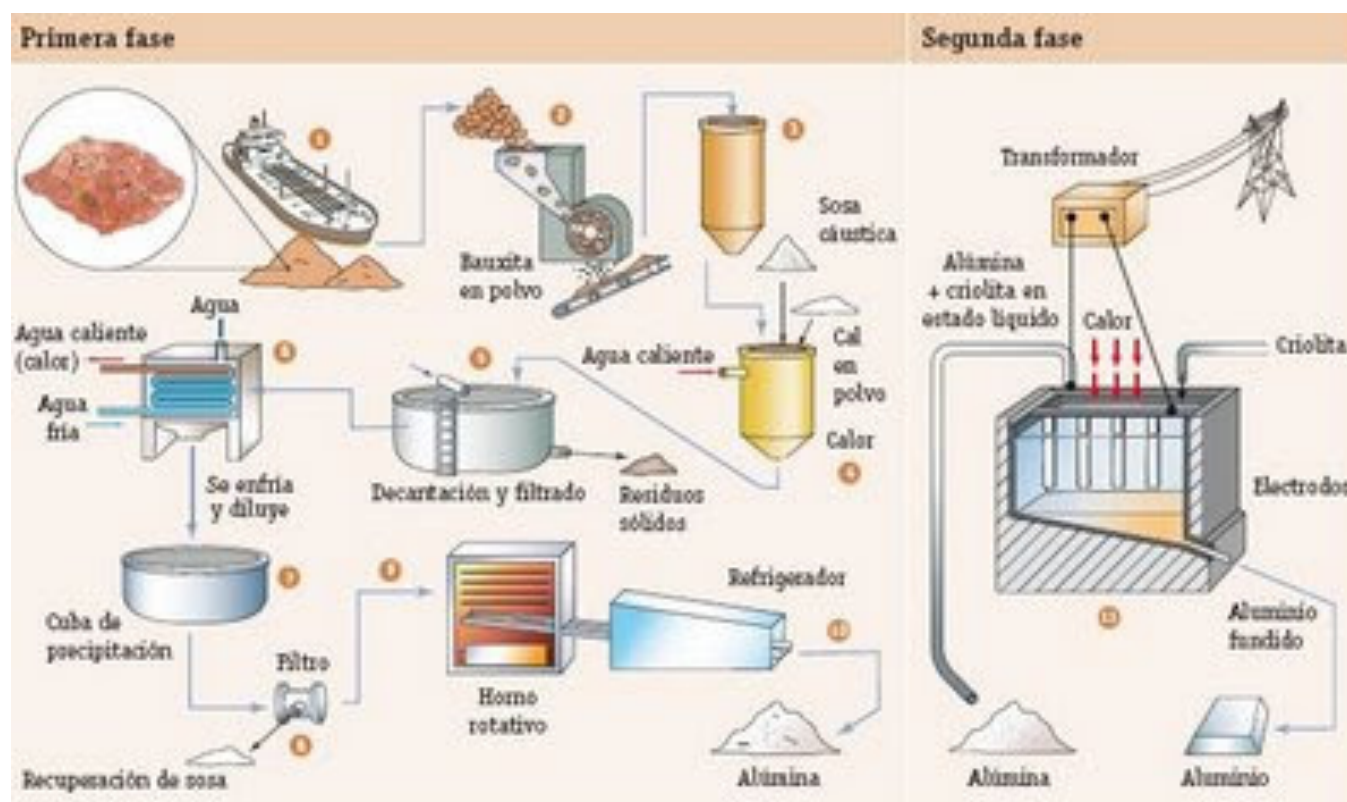
Molt dúctil i malleable a baixes temperatures. Pot ser per tant, forjat, trefilat i laminat en xapes de fins a 0.4 micres. A temperatures properes al punt de fusió és fràgil i trencadís polvoritzant-se fàcilment.

Molt bona resistència mecànica formant aliatges, amb l'inconvenient de perdre ductilitat resistència a la corrosió i conductivitat tèrmica i elèctrica.

[Vídeo.](#)

6.1. Metal·lúrgia de l'alumini.

L'obtenció industrial de l'alumini consta de dos fases:



- Separació de l'alúmina (Al_2O_3) a partir de la bauxita.

L'alúmina s'extrau de la bauxita tractant-la a alta temperatura i pressió amb una dissolució d'hidròxid de sodi (soda Càustica) formant aluminat de sodi soluble:



Les impureses es separen per filtració.

Es disminueix la concentració de sosa i la temperatura, fent precipitar hidrat d'alúmina.

Calinant-lo es converteix en alúmina anhidra per a la segona fase del procés.

- Reducció de l'alúmina.

L'alumini s'obté per electròlisi de l'alúmina dissolta en criolita fosa ((Na₃AlF₆, Hexa Fluor aluminat de Sodi)), a la que s'afegeix un 7% de fluorur d'alumini.

La cuba electrolítica és d'acer amb blocs de carbó en l'interior que actuen com a ànodes.



L'alumini es diposita en la part inferior de la cuba electrolítica amb una puresa del 99.9 %. Es pot refinar posteriorment fins al 99.95 %.

6.2. Aliatges d'alumini.

Per a millorar les seues característiques o bé, les d'altres metalls l'alumini sol formar part [d'aliatges](#):

Metall	%	Millora	Disminueix	Aplicacions
Coure	< 15 %	Duresa. Maquinabilitat Lleuger Colabilitat	Resistència corrosió	Estructures d'avions Llantes de vehicles
Zinc	<20%	Duresa. Maquinabilitat Colabilitat Resistència M.	Resistència corrosió (menys que el Cu) lleuger	Carcases d'electrodomèstics Carroseries de vehícles Plantxes de cobertes
Magnesi	10,00%	Lleuger Bones propietats mecàniques		Elements estructurals Decoració.

		Maquinabilitat resistents a la corrosió		Forja
Manganès	<25%	Duresa Resis. Mec. Resis. Corr.		Forja
Silici	5-20%	Duresa Resis. Corr. Colabilitat Ductilitat Resist. Mec.	maquinabilitat	Modelatge Carter de vehicles Radiadors pistons culates llanties

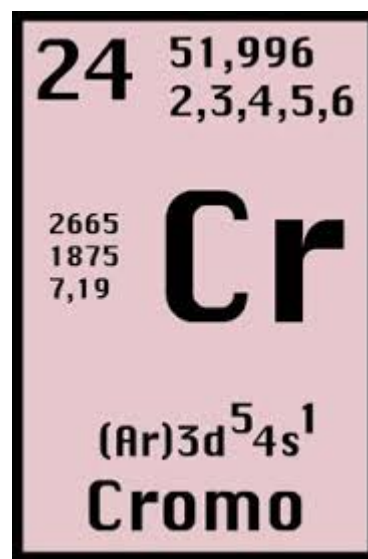
Altres aliatges. En ocasions el trobem formant part d'aliatges ternaris o quaternaris (tres o quatre elements), el ferro, níquel, titani, crom i cobalt. El ferro es considera una impuresa. El titani disminueix la grandària de gra en els aliatges millorant les característiques mecàniques. El cobalt augmenta la duresa. El níquel i el crom augmenta duresa i resistència a la corrosió.

6.3. Aplicacions de l'alumini.

- **Baixa densitat.** Indústria aeronàutica, de l'automòbil i ferroviària. Sobre tot en aplicacions on el pes siga factor determinant.
- **Conductivitat elèctrica.** Línies d'alta tensió. La conductivitat elèctrica és més alta que la del coure però, al ser la seua densitat menor, un conductor d'alumini ofereix menys resistència al pas de corrent que un altre de coure de la mateixa longitud i pes. Els cables aeris estan formats d'un ànima d'acer recoberta de conductor d'alumini.
- **Resistència a la corrosió.** Dipòsits per àcids acètics, cerveses, llaunes de fàcil apertura, etc. Aquesta propietat junt a la conductivitat tèrmica, el fan adequat per a la fabricació d'utensilis de cuina. La malleabilitat i facilitat de laminació possibiliten l'obtenció de fines làmines per a l'ús com a envoltori d'aliments.
- **Reflexa la radiació.** Permet la utilització en forma de pols per a fabricar pintures per a dipòsits destinats a contenir líquids inflamables.
- **Afinitat amb l'oxigen.** S'empra com agent reductor per l'obtenció d'altres metalls a partir dels òxids.

7. ALTRES METALLS NO FERROSOS PESATS

7.1. Crom



Densitat	7,19 gr/cm ³
Punt de fusió	1907 °C
Resistivitat	0.0125 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	7.78 × 10 ⁶ S/m
Resistència a la tracció	15 kg/mm ²

Metall blanc platejat amb tints blavosos. Quan s'oxida es recobreix d'una capa d'òxid que el protegeix. Dur i fràgil, malleable per dalt dels 500°C.

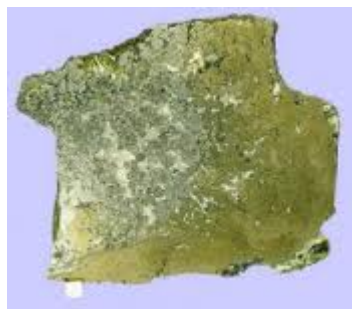
En la natura es presenta com [cromita](#) ($\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$) i [crocoïta](#) (PbCrO_4). [S'obté](#) per reducció del sesquióxid de crom amb alumini. Reduint una barreja d'òxid de ferro i crom amb carbó s'obtenen aliatges de crom i ferro.

La principal aplicació és en l'obtenció d'acers al crom, acers inoxidable i metall durs (vídria, estelita). Per la resistència a la corrosió s'utilitza com a protecció d'altres metalls amb el [cromat electrolític](#), en ocasions per a recobrir superfícies subjectes a desgast per fricció.

[Obtenció per aluminotèrmia.](#)

7.2. Níquel

28	58,71 2,3
2730 1453 8,9	Ni
(Ar)3d ⁸ 4s ² Níquel	



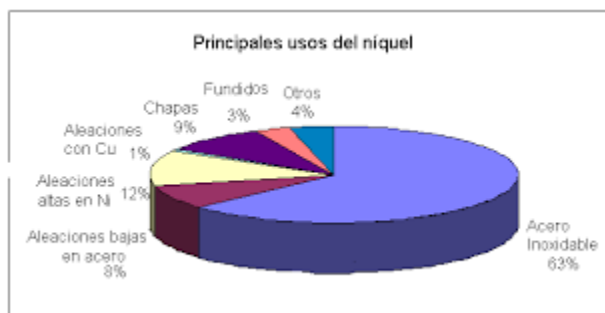
Densitat	8,9 gr/cm ³
Punt de fusió	1453 °C
Resistivitat	0.0693 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	14.3 × 10 ⁶ S/m
Resistència a la tracció	44-63 kg/mm ²

[Metall blanc](#) brillant, dur, tenaç malleable i dúctil. Pot forjar-se, laminar-se o estirar-se en gelat i en calent. Resistència mecànica elevada i és molt resistent al desgast i a reactius químics.

Punt de fusió molt alt per el que és adequat per a la utilització en motors d'avió i turbines de gas. El trobem en la natura en forma de sulfurs i arseniurs. [S'obté](#) Per tustat i posterior reducció amb carbó, que cal sotmetre a un procés complex per separar les impureses de ferro, cobalt i coure.

S'utilitza en la fabricació d'instruments de cirurgia i en la indústria química, com a catalitzador de molts processos. Per a protegir els metalls s'utilitza el **niquelat** (recobriments electrolítics).

S'utilitza també en la fabricació d'acers inoxidable i altres [aliatges](#) amb bronzes ja estudiats.



7.3. Wolframi o tungstè.

74	183,85
	2,3,4,5,6
5938 3418 19,3	W
$(Xe)4f^{14}5d^46s^2$	
Volframio	



[Metall blanc](#) platejat dens i amb punt de fusió molt elevat. En estat pur és molt dúctil i malleable. S'utilitza com filament en làmpades incandescent, encara que la seua principal aplicació és, en la fabricació d'acers per a tall ràpid i metalls durs (vídies i estilites). També s'utilitza en la fabricació de buixies, contactes elèctrics eines de tall i plaques de raig X.

No existeix naturalment en la natura, la seua abundància és del 0,0001 %. El mineral és la wolframita en forma de tungstat de ferro i manganés $(FeMn)WO_4$.

Densitat	19,5 gr/cm ³
Punt de fusió	3410 °C
Resistivitat	0.0656 Ω mm ² /m

Conductivitat e.	$18.9 \times 10^6 \text{ s/m}$
Resistència a la tracció	56 - 190 kg/mm ²

[Wolframi o tungstè.](#)

[Vídeo.](#)

[Altres.](#)

[Wolfram, la montaña negra.](#)

Obtenció:

- La mena és fon amb carbonat de sodi obtenint wolframat de sodi (Na_2WO_4).
- Tractament amb àcid clorhídric per obtenir àcid wolfràmic.
- Calfant-lo s'obté triòxid WO_3 .
- És redueix amb hidrogen obtenint el metall.

Curiositats:

En 1783 Juan José i Fausto Elhuyar aïllaren el wolframi. El metall va ser reconegut dos anys abans en el mineral tungstene, nom pel que també s'anomena.

7.4. Cobalt.

27	58,93 2,3
2900 1495 8,9	Co
(Ar)3d ⁷ 4s ²	
Cobalto	



[Metall blanc platejat](#), dur i tenaç, molt semblant al níquel, inalterable en aigua i aire. S'utilitza com a recobriment electrolític en substitució del níquel i en la fabricació de instrumental quirúrgic. La principal utilització és en aliatges:

- Acers de tall ràpid.
- Aliatges magnètiques.
- Aliatges refractaries.
- Fabricació de metalls durs pe eines de tall.

Densitat	8,9 gr/cm ³
Punt de fusió	1495 °C

Resistivitat	0.0634 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	17.9 $\times 10^6$ S/m
Resistència a la tracció	32 kg/mm ²

[Vídeo](#)

Obtenció.

Es troba associat al níquel en l'esmaltina i cobaltina. D'aquests s'obtenen sals de cobalt. La metallúrgia és complexa. El mineral es converteix en òxid que es redueix amb hidrogen o per aluminotèrmia. També és pot obtenir a partir de l'òxid per electròlisi.

8. METALLS NO FERROSOS LLEUGERS



Titani



Alumini

8.1. Titani.



22	47,90 2,3,4
3260 1668 4,51	Ti
(Ar)3d ² 4s ² Titani	

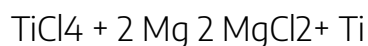
Metall blanc platejat amb alta resistència mecànica i a la corrosió.

Densitat	4,5 gr/cm ³
Punt de fusió	1660 °C
Resistivitat	0.0167 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	2.38 $\times 10^6$ <u>s/m</u>

Resistència a la tracció	24 kg/mm ²
--------------------------	-----------------------

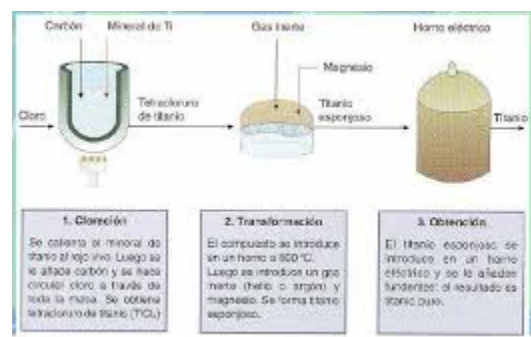
S'obté a partir de la [ilmenita](#) i [rutilo](#) mitjançant el procés de [kroll](#):

La mena es calfa al roig afegint carbó i fent passar clor, formant tetraclorur de titani. Purificat es redueix amb magnèsia a 800° C en atmosfera d'argó i heli.



El titani que s'obté es torna a calfar a 1000° C per eliminar l'excés de magnèsia i es sotmet a processos de purificació.

Reduint la ilmenita amb carbó en forn elèctric s'obté ferrotitani, aliatge que s'empra en soldadura i per fabricar acers especials.



[Vídeo](#)

El titani forma aliatges amb molts metalls, destaquen l'alumini, estany, vanadi i molibdè.

Al tenir alta resistència i baixa densitat s'empra com a substitut de l'alumini. Aliat amb alumini i vanadi, s'utilitza pe a fabricar peces emprades en avions i càpsules espacials.

Per la seua resistència a la corrosió de l'aigua de mar s'empra en la construcció d'aigua salada, plantes potabilitzadores i peces per vaixells que requereixen resistència a la tracció.

És el novè element més abundant en l'escorça terrestre (0,44%), formant minerals com el rutilo (TiO₂), Ilmenita (FeTiO₃) o la esfena (CaO TiO₂SiO₂), la seua obtenció malgrat, la seua abundància és cara.

Aplicacions

Substitut d'ossos i cartílags en cirurgia, en canonades i dipòsits emprats en alimentació i en metallúrgia per eliminar oxigen i nitrogen en metalls fosos (desoxidant i des nitrogenant), augmentant la tenacitat.

[Altres.](#)

9. METALLS NO FERROSOS ULTRALLEUGERS.



Nombre	Magnesio
Densidad	1,74 Kg/dm ³
Punto de fusión	650°C
Resistividad	0,8 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Resistividad a la tracci3n	18 Kg/mm ²
Alargamiento	No tiene



9.1. Magnesi.



Metall blanc platejat d'ús industrial més utilitzat. Els aliatges són molt lleugers amb resistència mecànica moderada, encara que la específica (resistència mecànica dividida per densitat) és major que la d'alguns acers i semblant a la de titani i alumini.

Densitat	1,74 gr/cm ³
Punt de fusió	650 °C
Resistivitat	0.00439 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	22.6 $\times 10^6$ s/m

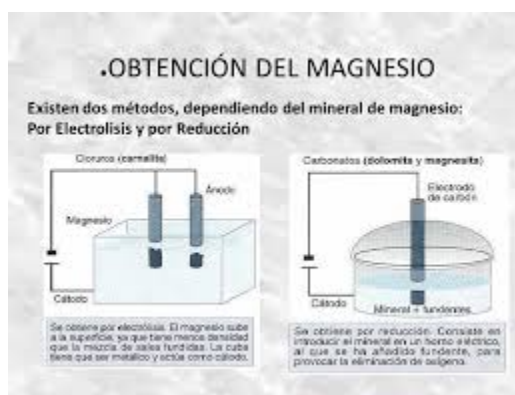
Resistència a la tracció	5 kg/mm ²
--------------------------	----------------------

Breu Història:

- 1695. Grew investigant minerals del manantial [d'Epsom](#) (Anglaterra) aïlla la substància anomenada [sals d'Epsom](#), conegudes com sulfat de magnesi.
- 1755. Black considerà el magnesi com a element sense arribar a obtenir-lo.
- 1808. Es va obtenir electrolíticament per primera vegada per [Humphry Davy](#).

Obtenció.

S'obté per electròlisi de clorur de magnèsia anhidra fosa, afegint clorur de sodi o potassi per reduir el punt de fusió i incrementar la conductivitat.



La caldera de ferro colat o acer fa de catòde, l'ànode està constituït per una barra de grafit. El magnesi puja a la superfície per diferència de densitats i va retirant-se amb una cullera.

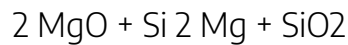
Altres mètodes:

- Reducció de l'òxid de magnesi amb carbó a temperatura de l'arc elèctric (mètode

Hansgirg):



- Per reducció de l'òxid de magnèsia amb ferrosilici en buit (mètode de Pidgeon). El ferro no actua en la reacció:



El magnesi és caracteritzat per la seua afinitat per l'oxigen, amb el que combina en calent de forma espontània, produint òxid de magnesi (MgO) amb desprendiment de llum i calor. Quan s'exposa a l'aire s'oxida superficialment formant, una capa protectora d'hidròxid de magnèsia $[(\text{Mg}(\text{OH})_2)]$, que evita que s'oxide la resta de material, no sent tan eficaç com per exemple la de l'alumini, pel que cal utilitzar agents antioxidants per evitar-ho.

S'utilitza en aliatges amb alumini i zinc, que l'endureixen i augmenten l'aptitud per al modelatge millorant la resistència a la corrosió amb zinc. Com elements secundaris en aliatges estan el manganès i el zirconi. El primer augmenta la resistència a la corrosió. El zirconi afina la grandària de gra i millora les propietats mecàniques.

Aplicacions:

- **Afinitat amb l'oxigen.** S'utilitza com a desoxidant en l'obtenció del coure, zinc i níquel. També s'utilitza com agent dessulfurant.
- **Al cremar desprenen llum i calor.** En fotografia, en la fabricació de bombes incendiàries (impossibles d'apagar amb aigua) i pirotècnia.
- **Lleugeresa.** Aliatges de magnesi i alumini (duralumini i magnali) en indústries aeronàutica i automobilística.

- No produeixen espurnes. Al ser colpejats. Fabricació de vagonets per al transport d'explosius.

[Altres.](#)

Minerals.

Ocupa el vuitè lloc en abundància (2.09%) en l'escorça terrestre. Es presenta combinat en els següents minerals:

- Dolomita. O dolomia, carbonat de calci i magnesi $[(CaMg(CO_3)_2)]$. Tractant-la amb àcid sulfúric s'obté sulfat de calci (guix) i sulfat de magnesi (sals d'Epsom). Calcinada s'utilitza com a material refractari en el revestiment de convertidors per a la producció d'acer a partir del ferro colat.
- Magnesita. Carbonat de magnesi ($MgCO_3$). Igualment s'empra en revestiment i com material aïllant.
- Carnallita. Clorur de magnesi – potassi hexà hidratat ($KMgCl_3 \cdot 6H_2O$).

El magnesi també es troba present en l'aigua de mar, en forma de sals dissoltes com el clorur de magnesi.

[Més.](#)

9.2. Beril·li.

4	9,0122 2
2770 1277 1,85	Be
$1s^2 2s^2$	
Berilio	



Història.

1797. [Vauquelin](#) va descobrir l'òxid de berilli analitzant una varietat de maragda del Perú.

1828. [Friedrich Wöhler](#) i [Antoine Alexandre Brutus Bussy](#) l'aïllaren per primera vegada.

[Més.](#)

[Metall](#) fràgil de color gris. El nom procedeix del principal mineral, [el berilli](#). A l'oxidar-se forma

una capa protectora com l'alumini. En estat pur és malleable, si compte impureses de ferro o silici és trencadís.

La utilització d'aquest element no és perillosa, els fums i pols que s'alliberen en la producció són molt tòxics, pel que cal adoptar mesures de protecció.

Densitat	1,85 gr/cm ³
Punt de fusió	1287 °C
Resistivitat	0.00356 Ω mm ² /m
Conductivitat e.	31.35 × 10 ⁶ s/m
Resistència a la tracció	kg/mm ²

Aplicacions.

S'utilitza principalment com aliatge amb altres metalls, proporcionant-los major resistència a la corrosió, duresa i millors propietats aïllants. Alguns aliatges s'utilitzen en la fabricació de peces d'avions.

Pur s'utilitza per a la fabricació de tubs de raig X i junt al seu òxid com a moderador de neutrons en els reactors nuclears.

10. Exercicis

1. Entre quin rang de densitats es classifiquen els metalls en pesats, lleugers i ultralleugers?
2. Quines propietats generals tenen els metalls no ferrosos?
3. Propietats del coure.
4. Aplicacions més importants del coure.
5. Aliatges més importants del coure.
6. Explica en diagrama conceptual el refinat electrolític del coure.
7. Metallúrgia de l'estany.
8. Com es recupera l'estany a partir de la llauna? Quins aliatges importants coneixes de l'estany? De quins metalls consta cadascuna? Aplicacions.
9. En que consisteix el galvanitzat? Com es realitza? Avantatges que aporta.
10. Defineix correctament els següents termes: Bauxita, Tustat, mena, malleabilitat i electròlisi.
11. Quin metall sol formar part en aliatges antifricció i maquinables? Quins altres elements poden formar part?
12. Què són els llautons? De quins metalls estan constituïts? Aplicacions.
13. Metallúrgia de l'alumini (diagrama conceptual).
14. Motius d'utilització del coure o alumini en la fabricació de cables elèctrics. Justifica comparant les conductivitats elèctriques, les densitats (pots utilitzar les taules) i els preus.
15. Principals aplicacions de l'alumini i els seus aliatges.
16. Explica la metallúrgia i refinat del plom en diagrama conceptual.
17. Quins metalls o aliatges utilitzaries per construir els següents objectes:
 - Discs d'una trituradora de residus de plàstic.
 - Boles d'un moli de triturar mineral de coure.
 - Filament de bombetes incandescentes.

- Pròtesis quirúrgiques.
- Canalons de desaigües pluvials
- Xarxes d'alta tensió
- Llauna.
- Pots de refresc.

