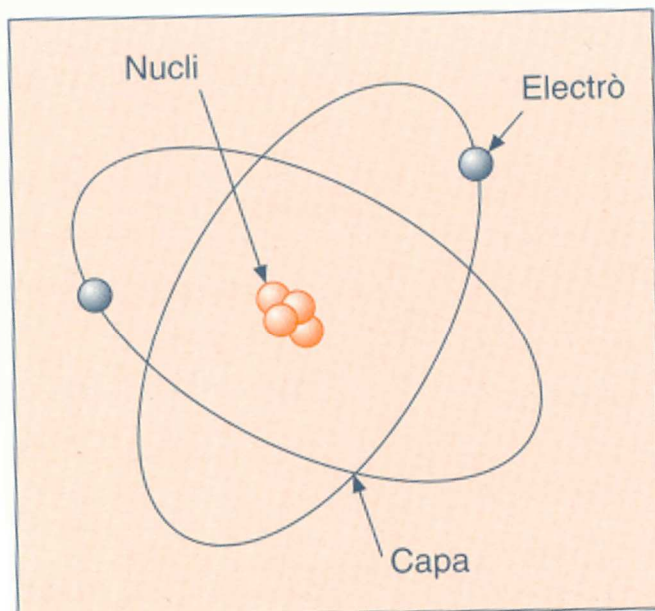


INTRODUCCIÓ A L'ASSAIG DE MATERIALS

1. L'ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

Tota la matèria i, per tant els materials, estan formats per àtoms.

Un **àtom** és una partícula molt petita formada per dues parts: el **nucli** i els **electrons**.



Àtom amb òrbites el·líptiques.

Els **electrons** són partícules negatives que es troben voltant el nucli a gran velocitat. Segueixen unes òrbites.

El **nucli** es troba a la part central i està format per dos tipus de partícules diferents: els **protons** i els **neutrons**.

Els **protons** són partícules positives mentre que els **neutrons** no tenen càrrega.

Per tant, podem considerar que el nucli de l'àtom és positiu.

A més, com que el pes dels protons i dels neutrons és unes 2000 vegades més elevat que el dels electrons, es pot considerar que els electrons no pesen.

Si un àtom és **neutre**, vol dir que té el mateix nombre de càrregues positives que de negatives. Per tant, tindrà el mateix nombre de protons que d'electrons.

Per tant, com a taula resum tenim:

PARTÍCULA	SITUACIÓ	CÀRREGA	VALOR DE LA CÀRREGA ELÈCTRICA	PESA?	ES MOU?
Protó	Dins el nucli	Positiva	$+1,602 \cdot 10^{-27} C$	Sí	No
Neutró	Dins el nucli	No en té	0	Sí	No
electró	Fora el nucli	Negativa	$-1,602 \cdot 10^{-27} C$	No	Sí

1.1 EL NOMBRE ATÒMIC

És el número de protons que té un àtom (si l'àtom és neutre, també és el número d'electrons que té).

El nombre atòmic és el que és propi de cada element i els diferencia entre ells.

Per exemple:

El nombre atòmic de l'hidrogen és l'1.

El nombre atòmic de l'oxigen és el 8.

...

Per saber el nombre atòmic d'un element només cal mirar el número que hi ha a la part superior esquerra de cada casella de la taula periòdica.

EXERCICI 0.1. Indica el nombre atòmic dels següents àtoms:

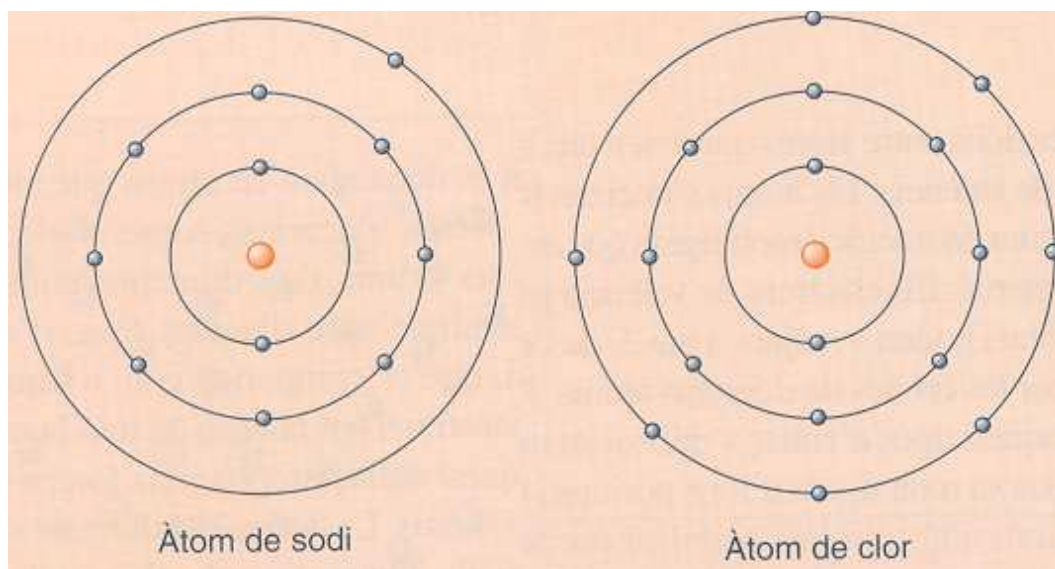
POTASSI, CLOR, OR, FERRO, SODI, IODE, PLATA, NEÓ, HELI, URANI, PLATÍ, PLUTONI.

1.2 ELS ELECTRONS

Els electrons se situen en capes al voltant del nucli. L'ordre amb què es van situant els electrons dins de l'àtom és el següent :

òrbita o capa	electrons
1	2
2	2 6
3	2 6 10
4	2 6 10 14
5	2 6 10 14
6	2 6 10 14
7	2 6 10 14
8	2 6 10 14

Per exemple :



EXERCICI 1: Dibuixa la configuració electrònica dels àtoms de CARBONI, SOFRE, POTASSI, FERRO, CLOR, ARGÓ, CALCI, CROM, PLATA.

1.3 LES FORMULES DE LEWIS

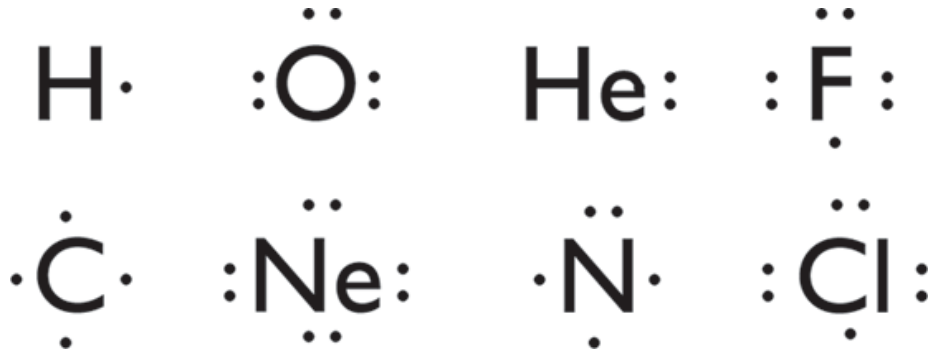
De tots els electrons que té l'àtom, només els que es troben a l'última capa són els que acaben determinant el comportament de l'àtom, és a dir, amb qui formarà enllaços.

La taula periòdica ordena els elements tenint en compte aquests **electrons de valència** (electrons de l'última capa). Així doncs, els elements que es troben a la primera columna (alcalins), tenen un electró a l'última capa; els que es troben a la segona columna (alcalinoteris), en tenen dos; ... i així fins la vuitena columna, els gasos nobles, que en tenen vuit.

Hi ha una manera esquemàtica de representar els electrons de valència de cada element, són les anomenades **formules de Lewis**.

Consistixen a escriure el símbol de l'element envoltat de tants puntets com electrons de valència tinguin els àtoms.

Per exemple:



EXERCICI 1.1. Escriu les fórmules de Lewis dels següents elements: CALCÍ, ALUMINI, BROM, LITI, ARGÓ, SILICI, POTASSI, IODE.

1.4 ELS IONS

Però els àtoms poden perdre, guanyar o compartir electrons. L'objectiu d'arribar a perdre o guanyar electrons serà el de tenir 8 electrons a l'última capa. D'aquesta manera, els àtoms seran més estables. És el que s'anomena la **regla de l'octet**.

Quan un àtom perd un electró, quedarà carregat positivament. Direm que és un **catió** o un **ió positiu**.

Quan un àtom guanya un electró, quedarà carregat negativament. Direm que és un **anió** o un **ió negatiu**.

METALLS:

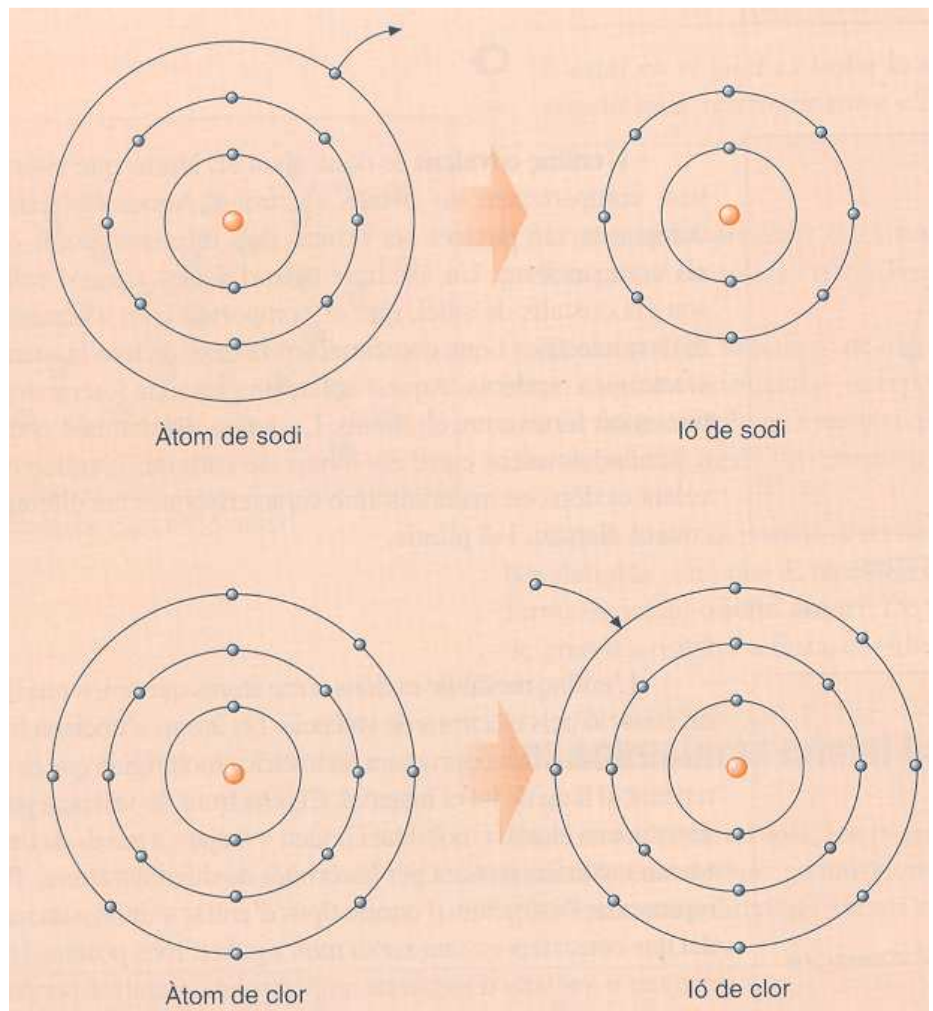
Són tots els elements que tenen tendència a donar electrons.

NO METALLS:

Són tots els elements que tenen tendència a acceptar electrons.

Per tant, el sodi serà un exemple d'un metall.

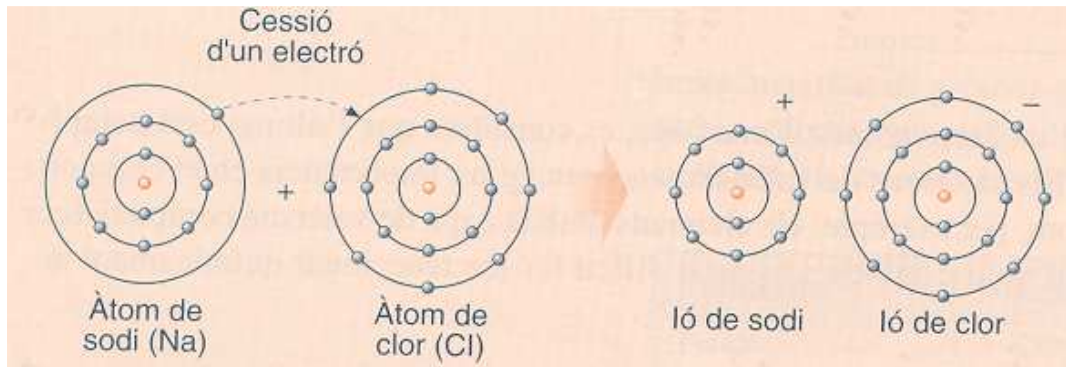
El clor, en canvi, serà un exemple d'un no metall.



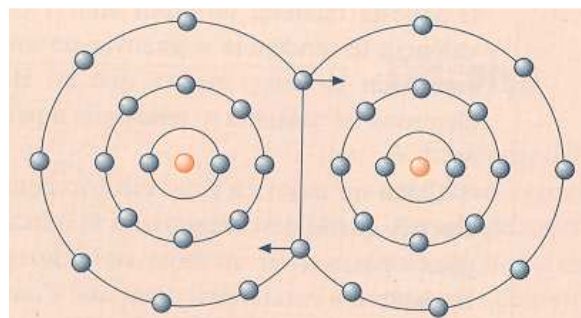
Per tal d'assolir la **regla de l'octet**, els àtoms s'uniran entre ells cedint, agafant o compartint electrons. Per això, es formaran el que anomenem **enllaços** entre els àtoms. Hi ha tres tipus d'enllaços:

ENLLAÇ IÒNIC: Un àtom dóna electrons i l'altre els agafa. És l'exemple de la sal o clorur sòdic.

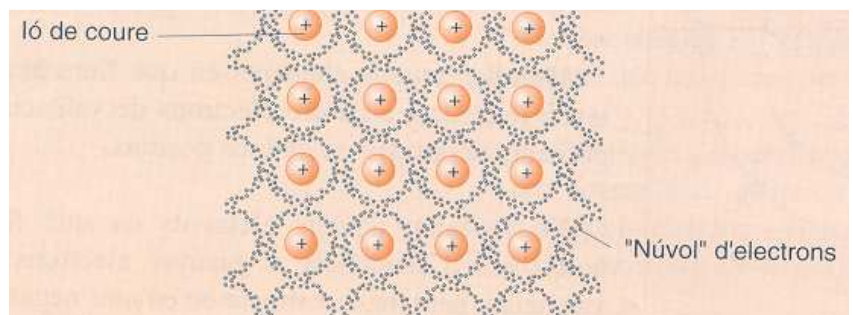
En aquest cas, ens quedarà un ió positiu i un altre de negatiu que, pel fet de tenir càrregues oposades, s'atrauran i quedaran units.



ENLLAÇ COVALENT: Els dos àtoms comparteixen electrons entre ells. Aquest cas es dóna perquè els dos àtoms volen agafar electrons per complir la regla de l'octet. És l'exemple de la molècula de clor.



ENLLAÇ METÀL·LIC: Tots els àtoms que formen un enllaç metàl·lic volen cedir electrons per complir la regla de l'octet. Per aquest motiu, tots els cedeixen i queden carregats positivament mentre que entre els cations es pot veure un núvol electrònic format pels electrons de valència i de càrrega negativa que fa que els cations no es repulsin entre ells. És el cas del coure.



EXERCICI 1.2. Quin tipus d'enllaç formaran els següents elements? OXIGEN+OXIGEN, OXIGEN+HIDROGEN, CALCI+CLOR, ALUMINI+HIDROGEN, FERRO, OR, CALCI+SOFRE.

1.5 ELEMENTS I COMPOSTOS

ELEMENT: És un conjunt d'àtoms d'igual naturalesa. Per exemple, l'oxigen, que es troba formant molècules de dos àtoms iguals.



COMPOST : És un conjunt d'àtoms de diferent naturalesa. Per exemple, l'amoniac, que està format per un àtom de nitrogen i tres d'hidrogen.



EXERCICI 2: Quants elements químics es coneixen fins ara ? Quin d'ells és el que té una massa atòmica més baixa?

EXERCICI 3: Quin és l'element químic que té 13 electrons a l'escorça dels seus àtoms ?

EXERCICI 4 : Quants electrons té en total un àtom de coure ? Quants d'ells es podrien situar com a màxim a la segona capa?

EXERCICI 5: Quines diferències hi ha entre un ió positiu i un ió negatiu?

EXERCICI 6: Dibuixa les fórmules de Lewis dels següents àtoms: calci, brom, alumini, criptó, fósfor i sodi.

2. INTRODUCCIÓ A L'ASSAIG DE MATERIALS

Els assajos de materials serviran per mesurar les propietats de cada material : duresa, elasticitat, ...

És molt important fer aquests assajos ja que, de les propietats del material en dependrà el que sigui útil per una funció determinada o no.

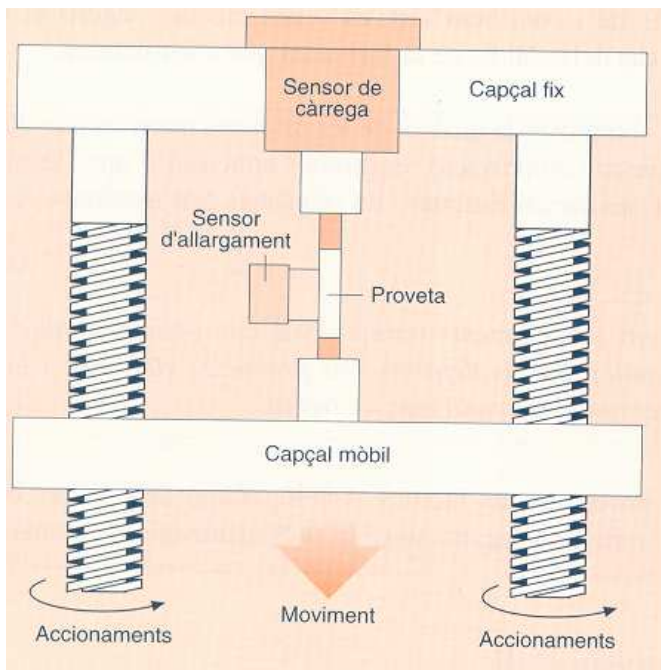
Per exemple, per fer un pont, necessitem un tipus de material que agunti molt de pes, que sigui dur, que accepti algunes vibracions, ...

2.1 ASSAJOS DE TRACCIÓ

L'**ASSAIG DE TRACCIÓ** consisteix a sotmetre una **proveta** (el material que volem analitzar amb una forma determinada) a un esforç de tracció (estirar pels dos costats, cap enfora) fins que es produeixi una deformació en forma d'allargament.

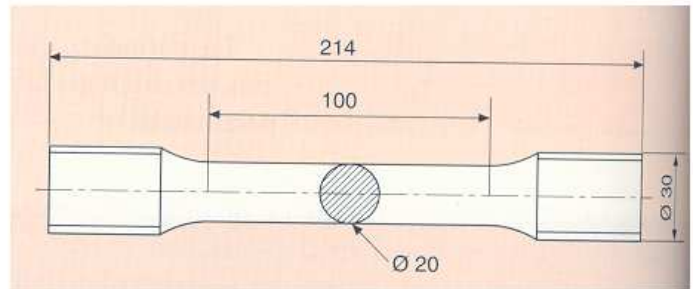
$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

- σ és l'**ESFORÇ UNITARI** que estem fent. Es mesura en N/mm^2 .
(no és una unitat del S.I.)
- F és la força que està fent la màquina. Es mesura en N.
- A és la secció inicial de la proveta. Es mesura en mm^2 .



Màquina per a l'assaig de tracció.

<http://www.youtube.com/watch?v=dmc3UXU7PAE&feature=related>



Dibuix acotat d'una proveta.

De fet, l'esforç s'hauria de mesurar en PASCALS (Pa), que és la unitat del sistema internacional (S.I.) i que equival a 1 N/m^2 .

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2}$$

Però si mesuréssim amb Pascals ens sortirien números molt grans (de milions o més) i per això preferim utilitzar la mesura N/mm^2 , que equival a un Mpa.

$$\frac{1 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{1000000 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}^2} = 1000000 \text{ Pa} = 1 \text{ MPa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

A banda, es poden utilitzar altres unitats, que no són del SI. Per exemple, una altra unitat per mesurar la força és el KILOPOND (kp), que equival a 9,8 N.

RESUM:	Unitats de força:	N Newton (Unitat del SI) Kp Kilopond = 9,8N
	Unitats d'esforç	Pa Pascal (Unitat del SI) MPa MegaPascal = $1 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 1000000 \text{ Pa}$

EXEMPLE 1.

exemple 1

A una proveta de 20 mm de diàmetre li apliquem la força equivalent a 300 kp. Quin és l'esforç unitari expressat en N/mm^2 , en kp/mm^2 i en MPa ?

Com que 1 kp equival a 9,8 N, aleshores,

$$300 \text{ kp} \cdot \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kp}} = 2\,940 \text{ N}$$
$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{20 \text{ mm}}{2} \right)^2 = 3,14 \cdot 100 \text{ mm}^2 = 314 \text{ mm}^2$$
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{2\,940 \text{ N}}{314 \text{ mm}^2} = 9,36 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma = 9,36 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{1 \text{ kp/mm}^2}{9,8 \text{ N/mm}^2} = 0,955 \text{ kp/mm}^2$$
$$\sigma = 9,36 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{1 \text{ MPa}}{1 \text{ N/mm}^2} = 9,36 \text{ MPa}$$

<http://www.youtube.com/watch?v=iqFoHaGtqiq&feature=related>

També podem calcular el valor de l'**ALLARGAMENT UNITARI** (ϵ), que és l'increment de llargada que sofreix la proveta a mesura que anem aplicant l'esforç.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

- ϵ és l'**ALLARGAMENT UNITARI**, que no té unitats.
- ΔL és l'allargament que ha experimentat la proveta. Es mesura en mm.
- L és la llargada inicial de la proveta. Es mesura en mm.

EXEMPLE 2.

exemple 2

Després d'aplicar un determinat esforç de tracció sobre una proveta de 150 mm^2 de secció i 100 mm de llargària calibrada observem una llargària final de 101,3 mm. Quin ha estat l'allargament unitari?

$$L_0 = 100 \text{ mm} \quad \Delta L = 101,3 - 100 = 1,3 \text{ mm}$$
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{1,3 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 0,013$$

Si ho volem expressar en percentatge només cal que multipliquem el valor obtingut per 100. En el cas de l'exemple tindriem:

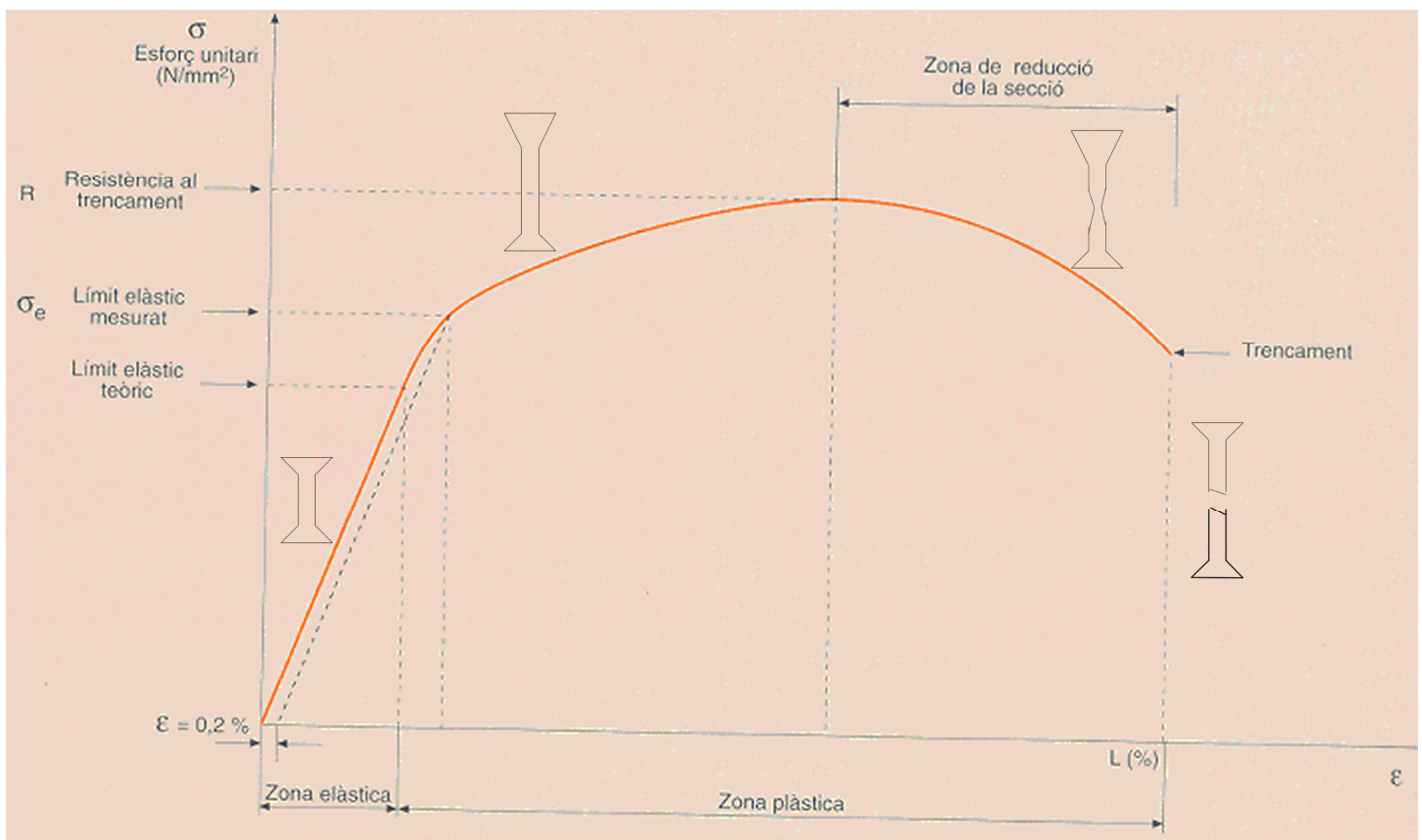
$$0,013 \cdot 100 = 1,3\% \quad \epsilon = 1,3\%$$

2.1.1 EL DIAGRAMA DE TRACCIÓ

El diagrama de tracció és el dibuix o gràfic que va fent la màquina a mesura que es practica l'assaig de tracció. A partir d'aquest diagrama, podrem determinar les característiques mecàniques del material que estem estudiant.

EIX X: Allargament unitari (ϵ)

EIX Y: Esforç unitari (σ)



ZONA ELÀSTICA: En aquesta zona, la gràfica és una línia recta. Les deformacions que fa la màquina a la proveta són elàstiques, és a dir, si desapareix l'esforç, la proveta torna a adquirir la seva forma inicial. El fet que sigui una recta vol dir que hi ha una proporció fixa entre l'esforç aplicat i l'allargament del material.

Aquesta relació es coneix amb el nom de **lleï de Hooke**, i el valor de la constant de proporcionalitat és característic de cada material i es coneix amb el nom de **mòdul elàstic** o **mòdul de Young**.

$$\sigma = E \cdot \epsilon = E \cdot \frac{\Delta L}{L_0}$$

- σ és l'**ESFORÇ UNITARI UNITARI**. Es mesura en N/mm^2 .
- E és el **MÒDUL ELÀSTIC** o **MÒDUL DE YOUNG**. Es mesura en N/mm^2 .

- ϵ és l'**ALLARGAMENT UNITARI**, que no té unitats.
- ΔL és l'allargament que ha experimentat la proveta. Es mesura en mm.
- L és la llargada inicial de la proveta. Es mesura en mm.

Com més gran sigui el valor del mòdul elàstic, més rígid serà el material i més esforç haurem de fer perquè s'allargui. Exemples:

Material	E en N/mm ²
Diamant	1 200 000
Hacer	207 000
Alumini	69 000
Cautxú	4,6

LÍMIT ELÀSTIC: És l'esforç màxim que es pot fer al material sense que aquest experimenti una deformació permanent.

Totes les màquines i estructures es dissenyen de manera que quan treballin, les condicions a les quals estiguin sotmeses no superin el límit elàstic, per tal d'evitar deformacions perilloses.

Però de fet, tampoc s'arriba a valors molt propers al límit elàstic, sinó que s'intenta treballar amb un mínim de seguretat. Per això, la tensió a la que haurà de treballar realment la màquina serà la **tensió màxima de treball**, que ha de ser un valor bastant inferior al límit elàstic.

$$\sigma_e = \sigma_t \cdot n$$

- σ_e és el **LÍMIT ELÀSTIC DEL MATERIAL**.
- σ_t és la **TENSIÓ MÀXIMA DE TREBALL**.
- n és el **COEFICIENT DE SEGURETAT**.

Com més gran sigui el coeficient de seguretat (n) més lluny estarem del límit elàstic i més segura serà la peça o màquina. Però tampoc interessa que n sigui molt gran, perquè voldria dir que les peces són molt grans. S'acostuma a treballar amb valors compresos entre 1,2 i 4, sent el 2 el valor més utilitzat.

ZONA PLÀSTICA: En aquesta zona, la gràfica és una corba. La peça es va deformant a mesura que la màquina la va sotmetent a un esforç més elevat.

Com més plàstic sigui un material, més àmplia serà aquesta zona.

Com més fràgil sigui un material, més ràpid s'arribarà al trencament.

RESISTÈNCIA AL TRENCAMENT (R): Fins ara, la peça s'ha deformat (allargat) però la secció ha continuat sent la mateixa. A partir d'aquest punt, començarà el trencament tot i que disminuïm l'esforç. La secció va disminuint fins que es trenca.

ALLARGAMENT FINAL: Quan ja s'ha trencat la proveta, es poden unir els dos trossos i es pot mesurar la distància entre les marques de calibratge.

L'allargament s'expressa en forma de percentatge:

$$\varepsilon \% = \frac{L_f - L_o}{L_o} = \frac{\Delta L}{L_o}$$

Com més dúctil sigui un material, més elevat serà el % de l'allargament.

<http://www.youtube.com/watch?v=ktAi5jjvPg>

EXERCICI 7.

12. Has de seleccionar un material per a una aplicació determinada i disposes de 3 catàlegs de productes de diferents fabricants, però et trobes que cadascun utilitza unes unitats diferents:

Material	Mòdul elàstic E	Límit elàstic σ_e	Resistència al trencament R
A	69 000 MPa	17 MPa	55 MPa
B	110 000 N/mm ²	152 N/mm ²	380 N/mm ²
C	21 122 kp/mm ²	35,7 kp/mm ²	53 kp/mm ²

- Quin és el material més rígid?
- Si ha de suportar una càrrega màxima de 4 000 N en una peça de 20 mm² de secció, quins materials resistiran sense trencar-se?
- Tenint en compte les dades de l'apartat anterior, quin material seleccionaries per assegurar-te que no es produirà una deformació permanent encara que apliquem la càrrega màxima? Quin serà el coeficient de seguretat N en aquest cas?

13. Un cable d'acer de 3 mm de diàmetre suporta el pes d'una caixa de 160 kg de massa.

- Quin és el valor de l'esforç unitari de tracció que està suportant? Nota: dona el resultat en N/mm², en kp/mm² i en MPa.
- Quin és el valor de l'allargament unitari?
- Describeu el comportament del cable en aquesta situació.

14. Segons els càlculs de disseny d'una grua, hi ha una peça de 0,5 m de llargària i de secció quadrada que està sotmesa, en les condicions més desfavorables, a una càrrega màxima de 30 000 N. Si les normes de construcció de grues ens obliguen a utilitzar un coeficient de seguretat de $n = 3$:

- Quines hauran de ser les dimensions d'aquesta peça si utilitzem acer amb mig contingut de carboni?
- I si utilitzem un aliatge lleuger?
- Calcula la massa de la peça en els dos casos anteriors.
- Quin dels dos materials triaries? Justifica la resposta.

15. En un assaig de tracció d'un material hem obtingut els resultats següents:

- llargària calibrada de la proveta: 100 mm
- diàmetre nominal de la proveta: 20 mm
- força aplicada: 15 000 N
- allargament observat: 3,5 mm.

- Quins són els valors de l'esforç i l'allargament unitari?
- Diries que es tracta d'un material rígid? Justifica la teva resposta.

EXERCICI 8: Per què el diamant és tan dur? Pista: només està format per àtoms de carboni. I l'alumini, per què és dúctil i maleable?