

TEMA 1. FORCES I ESTRUCTURES

1. Les forces

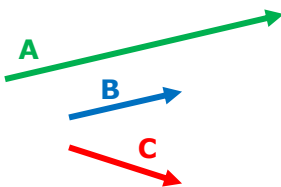
En primer lloc començarem definint que s'entén per **força**:

“És una acció capaç de produir o modificar l'estat de repòs o de moviment d'un cos o de produir-hi deformacions. La unitat de força, en el sistema internacional (SI) és el Newton (N)”

Una altra definició podria ser:

“És una acció capaç de produir que un cos acceleri o desacceleri, roti, sigui deformat o incrementi la seva pressió”

Les forces les representem gràficament mitjançant fletxes de forma que la longitud de la fletxa és proporcional al seu valor, i la direcció de la fletxa ens mostra la direcció i el sentit en el que apliquem la força.

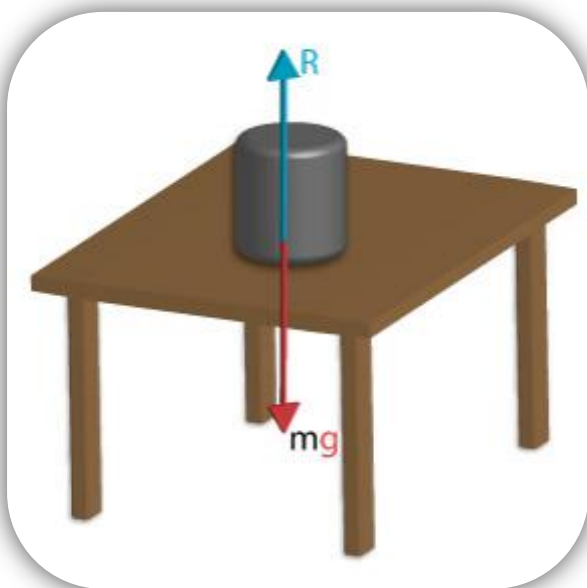


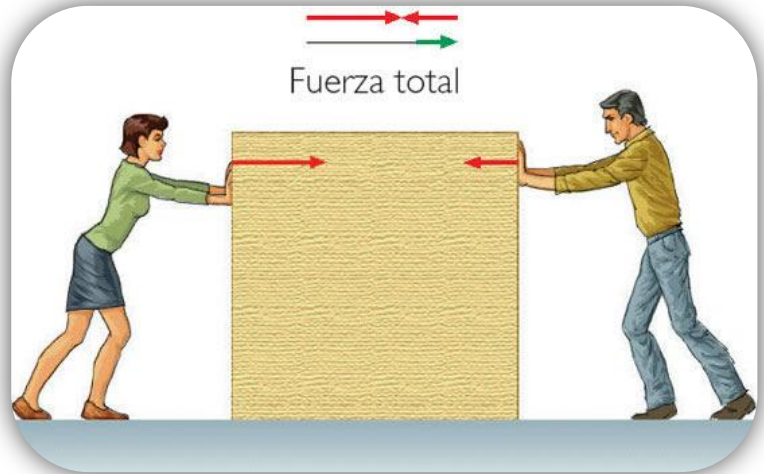
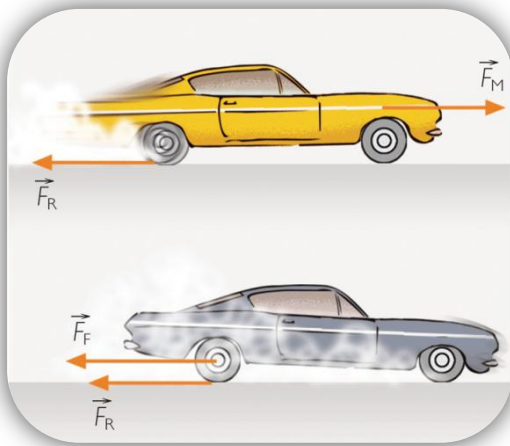
La força **A** és més gran que les forces **B** i **C**.

Les forces **A** i **B** estan actuant en la mateixa direcció i sentit.

La forces **B** i **C** tenen el mateix valor però direccions diferents.

Alguns exemples de forces:





La unitat de força en el SI és el Newton (N). La unitat en el sistema tècnic és el kilopondi (kp); un kilopondi és la força que fa una massa d'un kilogram (kg). La relació entre N i kp és:

$$1 \text{ kp} = 9,8 \text{ N}$$

L'aparell utilitzat per mesurar les forces és el **dinamòmetre**.

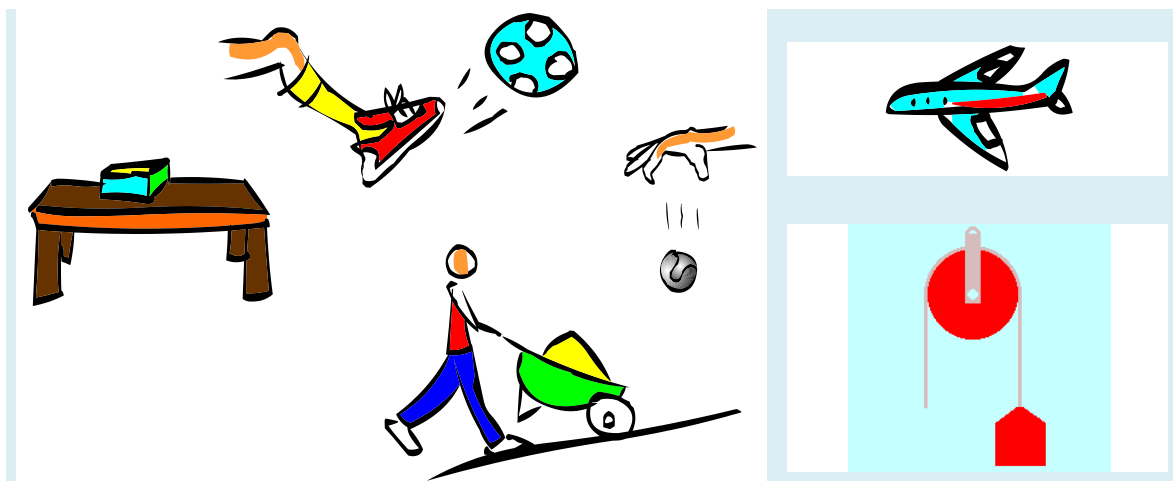


A treballar!

Exercici 1: Posa cinc exemples d'actuació de forces, representa-les gràficament i explica'n els efectes.

Exercici 2: Busca fotografies de dinamòmetres, explica'n les seves parts i com s'utilitzen.

Exercici 3: Dibuixa les forces que apareixen en les següents situacions.



2. Les propietats mecàniques dels materials

Les **propietats mecàniques** descriuen el comportament dels materials davant d'esforços (forces) que intenten estirar-los, aixafar-los, retorçar-los, doblegar-los, tallar-los, trencar-los amb un cop sec,...

Aquestes propietats són degudes a les forces de cohesió dels àtoms, que s'oposen a esforços externs que apliquem als materials. Les principals propietats mecàniques són:



Resistència

És la capacitat que té un material per suportar esforços (l'aplicació de forces) sense deformar-se o trencar-se. Alguns exemples de materials resistents són: metalls (acer, titani,...), fusta, alguns plàstics,...

Depenent de com s'apliquin les forces sobre el cos podem distingir diferents tipus d'esforços (els explicarem en el següent apartat):

- Esforços de tracció
- Esforços de compressió
- Esforços de flexió
- Esforços de torsió
- Esforços de cisalla

Duresa

La duresa és la resistència o oposició que presenta un material a ser **ratllat** o **penetrat** per un altre material. Alguns exemples de materials durs són: el vidre, el diamant, l'acer,...

Si un material no és dur direm que és tou (guix, fustes naturals, argila,...)

metalls (acer, titani,...), fusta, alguns plàstics,...



Tenacitat

Es defineix com la capacitat de **resistència al xoc**. Alguns exemples de materials tenaços són: els metalls, les fustes, alguns plàstics,...

És la propietat contrària a la **fragilitat**. Normalment, la fragilitat (o manca de tenacitat) va lligada a la duresa: els materials durs acostumen a ser fràgils (per exemple el vidre).

Plasticitat

És la capacitat que té un material per adquirir deformacions permanents sense trencar-se. Alguns exemples de materials plàstics són: molts plàstics, la plastilina, l'argila,...

És una propietat fonamental quan es vol donar forma a un material. Prenen especial importància dos tipus de plasticitat:

- **Mal·leabilitat:** capacitat d'un material per ser deformat de forma permanent en forma de làmines. En son exemples l'alumini, l'acer,...
- **Ductilitat:** capacitat d'un material per ser deformat de forma permanent en forma de fils. son exemples el coure, l'acer,...

Elasticitat

És la capacitat que té un material de recuperar la seva forma original després d'haver estat deformat per un esforç. Alguns exemples de materials elàstics són: les gomes, el cautxú,...

Cada material té un **límit elàstic** a partir del qual la deformació passa a ser permanent, i el material pot arribar-se a trencar.



Connecta't a la xarxa!

Als següents enllaços trobaràs animacions sobre les propietats mecàniques:

✳ <http://www.technologystudent.com/joints/matprop1.htm>

✳ <http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/design/resistantmaterials/materialsmaterialsrev3.shtml>



A treballar!

Exercici 4: Posa tres exemples de materials elàstics i tres més de materials plàstics.

Exercici 5: Posa tres exemples de materials fràgils. Pot un material ser alhora fràgil i dur? I pot ser alhora fràgil i tenaç? En cas afirmatiu posa un exemple.

Exercici 6: Quines de les propietats mecàniques que hem treballat creus que són més importants alhora de triar els materials per construir els següents objectes?

- ✳ Un cable d'alta tensió
- ✳ Un cable de telèfon
- ✳ Una columna
- ✳ Una pilota de bàsquet
- ✳ Una pilota de golf
- ✳ El quadre d'una bicicleta
- ✳ Una llauna de Coca cola
- ✳ Una farola
- ✳ Un trampolí

Exercici 7: En la taula següent marca quines són les propietats mecàniques dels següents materials:

	Elasticitat	Plasticitat	Duresa	Fragilitat	Tenacitat
Paper					
Goma					
Plàstic					
Vidre					
Alumini					
Fusta de pi					
Acer					
Cartró					
Fusta de roure					

3. Esforços

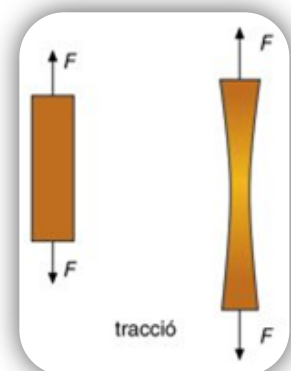
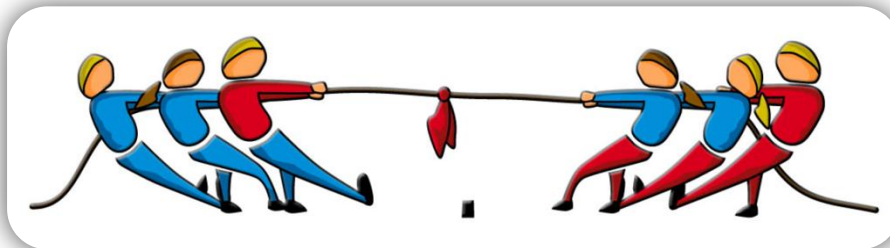
Quan apliquem una força sobre un objecte, diem que aquest està sotmès a un esforç. La resistència d'aquest objecte a l'esforç dependrà, entre d'altres, de:

- Les dimensions de l'objecte.
- De la seva forma.
- Del material amb el que ha estat fabricat.
- Del tipus d'esforç al que està sotmès.

Com hem esmentat abans podem distingir 5 tipus d'esforços, que dependran de com apliquem les forces.

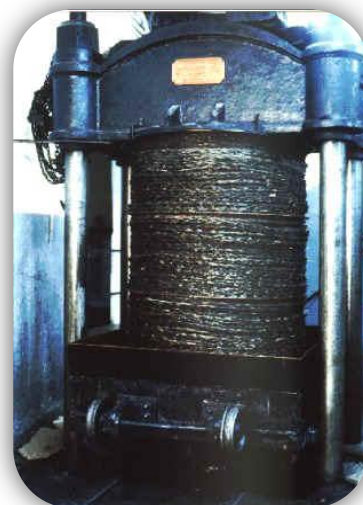
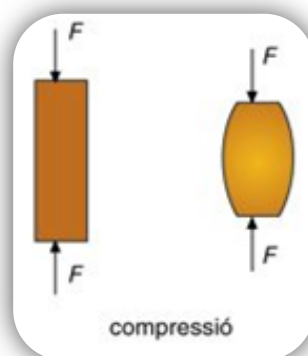
Esforços de tracció

La tracció té lloc quan un objecte és estirat amb dues forces actuant en sentits oposats. L'estirament fa treballar l'objecte a tracció. Normalment cordes i cables treballen a tracció.



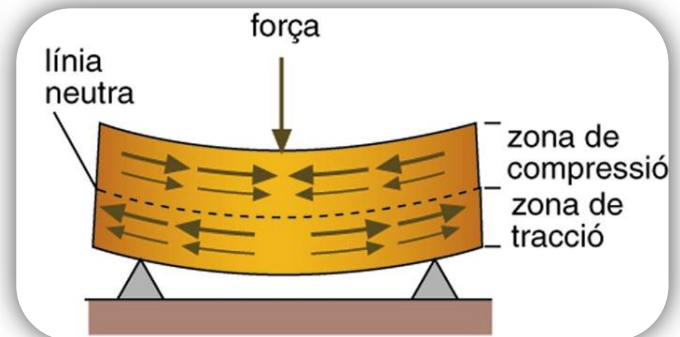
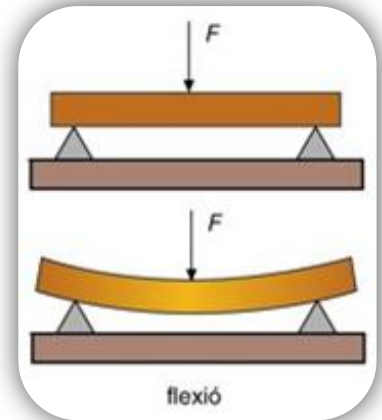
Esforços de compressió

La tracció té lloc quan un objecte és empès (comprimit) amb dues forces que actuen en sentits oposats. Normalment pilars i columnes treballen a compressió.



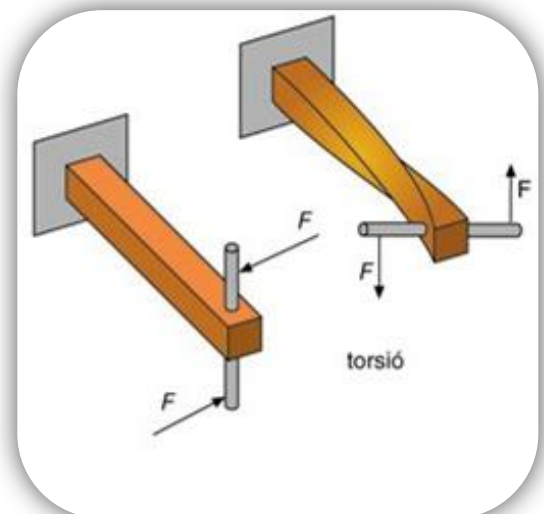
Esforços de flexió

Els esforços de flexió es poden considerar, en general, com una combinació d'esforços, ja que un material sotmès a flexió presenta una zona sotmesa a tracció i una zona sotmesa a compressió. També presenta una zona longitudinal que no està sotmesa a cap tipus d'esforç, la **línia neutra**. Normalment les bigues treballen a flexió.



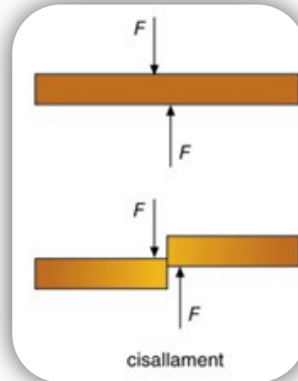
Esforços de torsió

Aquest tipus d'esforços apareix quan un objecte és torçat per l'acció de dues forces oposades. Són exemples d'aquest, els eixos de qualsevol aparell que giri.



Esforços de cisallament

Quan dues forces oposades són aplicades en la mateixa part de l'objecte, intentant tallar-lo, diem que l'objecte està sotmès a un esforç de cisalla o cisallament. En són exemple les bigues encastades, en el punt en el que encaixen a la paret.

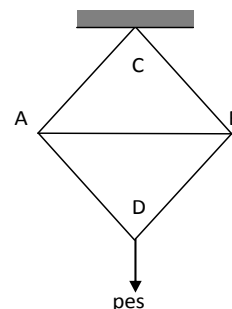
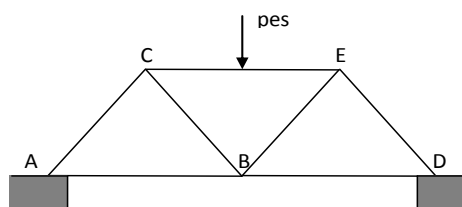
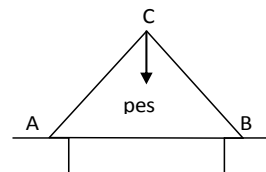
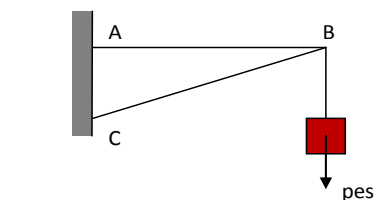


A treballar!

Exercici 8: Quin tipus d'esforços han de suportar els següents objectes?

- ✦ Un tornavís
- ✦ Les potes d'una taula
- ✦ El passador d'unes tisores
- ✦ Les cordes d'una guitarra
- ✦ El pal d'una escombra
- ✦ L'eix d'un aerogenerador eòlic.

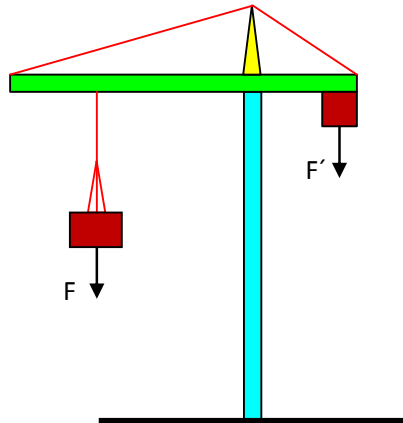
Exercici 9: Observa les diferents parts de les següents estructures i digues si estan treballant a tracció compressió o flexió:





A treballar!

Exercici 10: Observa la següent estructura i digues a quin tipus d'esforços està sotmesa cadascuna de les seves parts.



Exercici 11: Dóna-li un cop d'ull a la següent adreça d'Internet i anota quins són els exemples que és donen per cada tipus de força:

<http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/lab/forces.html>



4. Estructures

Al nostre voltant estem rodejats d'estructures, una casa en construcció, un pont, un túnel, una taula, la carcassa d'un automòbil,... Què tenen en comú totes elles? Com podríem definir el terme estructura?

Una estructura és un grup d'elements units amb l'objectiu de suportar forces. Aquestes forces poden ser **estàtiques**, com el propi pes de l'estructura, o **dinàmiques**, com el vent, o els vehicles en moviment.

Per tant queda clar que la funció de les estructures és suportar l'estrès causat per un seguit de forces. Per tal de suportar aquests esforços, també hi ha altres factors importants que han de ser considerats:

- **Material:** La característica principal dels materials utilitzats per fer les estructures és la seva força. Normalment les estructures són fetes d'acer, fusta, formigó, plàstic. En alguns casos també la lleugeresa és important (Ex: en una bicicleta). També el preu i l'impacte ambiental han de ser tinguts en compte.
- **Forma:** A part de resistir les diferents forces, qualsevol estructura ha de complir una funció específica. Per tant no és igual l'estructura per una torre elèctrica, d'una màquina de rentat, d'un cotxe,...

Tipus d'estructures

Ja hem comentat que la funció de les estructures és sempre la mateixa, però no sempre totes les estructures són iguals.

Hi ha dos tipus principals d'estructures:

- Estructura laminar o carcassa
- Estructura d'armadura

Estructura laminar o carcassa: està formada per làmines o plafons units entre si que solen envoltar l'objecte.

En són exemples el fuselatge d'un avió, la carrosseria d'un cotxe, una llauna de conserva, la carcassa d'un televisor o d'un ordinador,...

Estructura d'armadura

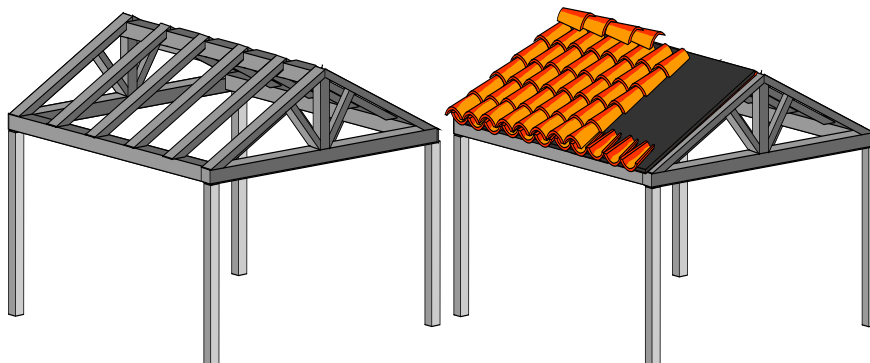
Està formada per un conjunt d'elements resistents, units o engalats entre si, que constitueixen l'esquelet de diferents tipus d'objectes o construccions. Les més usuals són les **estructures metàl·liques** i les **de formigó**.

En són exemples les estructures d'edificis, ponts metàl·lics, grues, torres d'alta tensió, gronxadors, carretons de supermercat,...

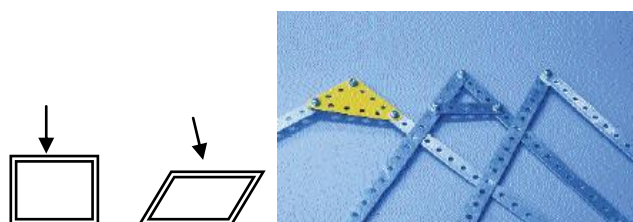
Una forma molt utilitzada per construir armadures és el triangle, perquè és molt senzill i dóna molta resistència i rigidesa. L'ús de triangles fa molt difícil que l'estructura es deformi. Fer estructures combinant diferents triangles s'anomena **triangulació**.



Un ús comú dels triangles en estructures el trobem en la construcció de sostres. Els triangles donen al sostre la inclinació per treure aigua de pluja, i també la força per aguantar l'enrajolat.



Amb estructures basades en altres formes, si la força no és completament vertical l'estructura pot colapsar-se i acabar trencant-se. Si, per exemple, ens cal una estructura en forma de quadrilàter, hauríem de fer rígida com a mínim una de les unions. Quan haguem fet això, les dues peces unides entre si es comportaran com una de sola, per tant el quadrilàter ja no estaria format per 4 peces sinò per 3, comportant-se com una estructura triangular.



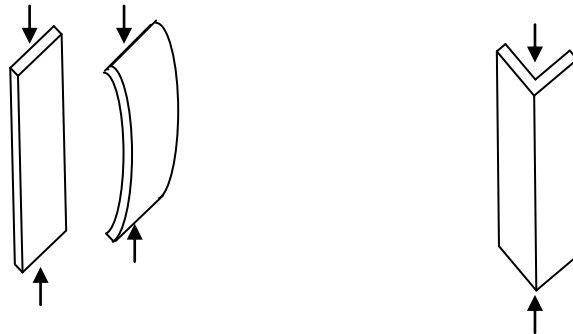


Connecta't a la xarxa!

Als següents enllaços trobaràs animacions sobre els diferents tipus de perfils:

- ✳ <http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/lab/shapes.html>
- ✳ <http://www.montanstahl.de/es/montanstahl>
- ✳ <http://www.europerfil.es/>

Dins de les estructures d'armadura podem veure com sovint aquestes es construeixen a base de **perfils** (ententent aquest com un producte laminat, fabricat normalment per ser utilitzat en estructures d'edificació, d'obra civil,...). Aquests perfils poden ser de diversos materials (acer, alumini, fusta,...) i de diferent forma (de doble T o IPN, en forma de U, perfil angular, en forma de I, de secció circular, de secció quadrada,...)



A treballar!

Exercici 12: Dóna-li un cop d'ull a la següent adreça d'Internet:

<http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/lab/loads.html>

Quina classe de càrregues o forces han de ser considerades quan construïm una estructura?

Exercici 13: Cerca imatges on es vegi amb claredat estructures d'armadura i estructures carcassa (mínim 3 de cadascuna).

Exercici 14: Sovint trobem al nostre voltant objectes que per la seva forma, dimensions, estructura en general els hi costa mantenir l'estabilitat. Pensa en possibles modificacions de la seva estructura per tal de corregir aquesta falta d'estabilitat dels següents objectes:

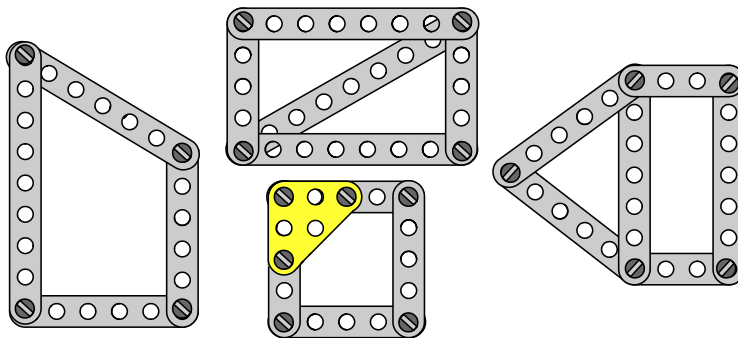
Escombra, bicicleta, antena de TV, tamboret

Exercici 15: Cerca imatges d'estructures que estiguin basades amb triangles (mínim de 5).

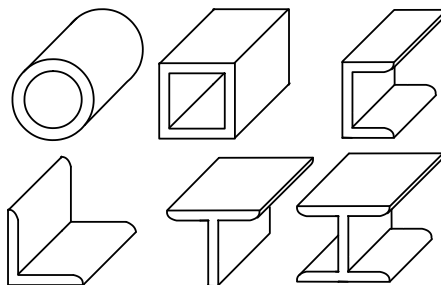


A treballar!

Exercici 16: Quines de les següents estructures construïdes amb un Mecano són rígides i quines no?



Exercici 17: Relaciona els noms dels següents perfils amb els dibuixos corresponents.



Secció en U
Secció en T
Secció en L
Secció en I
Secció circular
Secció quadrada

Exercici 18: Indica en cada cas quin tipus de perfil s'utilitza en les següents estructures. Si vols pots acompanyar-ho d'una fotografia.

- ✓ Quadre d'una bicicleta
- ✓ Estructura d'una cadira
- ✓ Estructura d'un para-sol
- ✓ Cistella de bàsquet
- ✓ Porteria de futbol
- ✓ Torre d'alta tensió
- ✓ Farola
- ✓ Senyal de trànsit



Exemple d'estructura: els ponts

Els ponts són bons exemples d'estructura. Els Ponts són utilitzats com a "pont" entre els dos costats d'un riu o els dos costats d'una vall.

Els ponts poden estar fets de gran varietat de materials i tenir diferents formes. N'hi de més complexos i de més senzills.



Els primers materials utilitzats en la construcció eren pedres i fusta.

Més tard l'ús del formigó i l'acer va permetre poder construir estructures més llargues i més resistents.



Connecta't a la xarxa!

A la següent adreça podràs descarregar-te un joc/simulador (**Bridge Builder Game**) amb el que podràs posar en pràctica el que has après sobre la triangulació d'estructures, tot construint ponts que han de salvar obstacles cada cop més elevats. Descarrega-te'l i practica!!

☀ <http://www.bridgebuilder-game.com/>



A treballar!

Exercici 19: Busca imatges de dels següents tipus de ponts:

- ✓ Pont d'arc de pedra
- ✓ Pont d'arcs d'acer
- ✓ Ponts en suspensió
- ✓ Pont Cantilever
- ✓ Pont suportat per cables
- ✓ Pont basculant
- ✓ Pont giratori

Exercici 20: Fes una recerca sobre un dels tres ponts **més llargs** del món. Fes una descripció d'on està, de quins materials està fet, quan es va construir, i tota aquella informació que consideris interessant o curiosa. Acompanya la descripció d'una fotografia extreta del Google Earth (o programa similar) que situï on és troba el pont i d'un parell de fotografies on es vegi aquest pont.

Exercici 21: Fes una recerca sobre un dels tres ponts **més alts** del món. Fes una descripció d'on està, de quins materials està fet, quan es va construir, i tota aquella informació que consideris interessant o curiosa. Acompanya la descripció d'una fotografia extreta del Google Earth (o programa similar) que situï on és troba el pont i d'un parell de fotografies on es vegi aquest pont.