

Tecnologia Industrial 1r Batxillerat

Artur Arroyo

Tecnologia Industrial 1r Batxillerat

- 1 Els recursos energètics
 - Fonts d'energia
 - Materials combustibles
 - El gas natural
 - L'energia nuclear

Fonts d'energia

Les **fonts d'energia** són els recursos naturals dels quals es pot obtenir energia per produir calor, llum i potència.

Les fonts d'energia al llarg del temps

- Fins S. XIX, combustibles: fusta, residus vegetals i animals. Energia del vent i de l'aigua per moure màquines.
- Revolució industrial S. XIX, substitució del carbó vegetal pel carbó mineral, amb més poder calorífic.
- Primera Guerra Mundial, el petroli i els seus derivats es confirmen com a recursos energètics fonamentals. A principis dels anys 70, el petroli era el 50% del consum energètic mundial. A partir de la Segona Guerra Mundial s'impulsa l'ús del gas natural.
- Any 1973, Guerra araboisraeliana, el preu del petroli es triplica en poques setmanes. Crisi energètica mundial (encara dura). Ja s'havien començat a desenvolupar l'energia nuclear.
- Reptes de la nova política energètica: estalvi d'energia i ús de recursos renovables.

Fonts d'energia tradicional: foc, aigua i vent

- Energia solar, primera font d'energia que va usar la humanitat. Més tard, amb el descobriment i domini del foc va permetre als pobles primitius escalfar-se, cuinar, il·luminar-se, obtenir estris i fondre els metalls.
- El vent ha estat utilitzat al llarg de la història en el transport fluvial i marítim i en els molins de vent per a l'obtenció d'energia mecànica.
- Corrents d'aigua: aprofitats en el molí d'aigua. Emprades fins a finals del S. XIX. El desenvolupament de la màquina de vapor les va arreconar fins al naixement de la indústria elèctrica, amb el desenvolupament de l'energia hidràulica i aerogeneradors per aprofitar el vent.

Classificació de les fonts d'energia

En funció de la seva naturalesa:

- **Primàries.** Es troben en la natura, com la llenya, l'aigua, el carbó, el petroli, etc.
- **Secundàries.** S'obtenen a partir de les fonts primàries, com l'electricitat o la benzina.

Classificació de les fonts d'energia

En funció de les reserves disponibles:

- **Renovables.** N'hi ha reserves il·limitades, perquè es regeneren contínuament. Són les que provenen del Sol, del vent, de la biomassa dels residus sòlids, del mar i de l'aigua dels rius.
- **No renovables o exhauribles.** N'hi ha reserves limitades. Són el carbó, el petroli, el gas natural i l'urani.

Classificació de les fonts d'energia

En funció del grau d'utilització:

- **Convencionals.** Aquelles a partir de les quals es produeix la major part d'energia consumida per la societat: petroli, gas natural, carbó, hidroelèctrica, nuclear.
- **No convencionals.** Aquelles a partir de les quals es produeix una petita part de l'energia total consumida per la societat, solar, eòlica...

Materials combustibles

Els **materials combustibles** són substàncies que, en combinar-se amb l'oxigen, donen lloc al fenomen de la combustió, amb la qual cosa s'obté energia calorífica i, sovint, energia lluminosa.

Els combustibles fòssils són els combustibles naturals més abundants a la natura. En funció del seu estat físic es poden classificar en *sòlids*, *líquids* o *gasosos*:

- **Sòlids.** El més utilitzat és el carbó, en qualsevol de les seves formes: antracita, hulla o lignit.
- **Líquids.** En general provenen de la destil·lació del petroli (benzina, querosé, gasoil i fuel), encara que alguns països també utilitzen alcohols, com ara l'etanol i el metanol, que provenen de plantes (Brasil, canya de sucre, EEUU, blat de moro).

Poder calorífic

El **poder calorífic** és l'energia que es desprén en la combustió completa de la unitat de massa o volum d'un combustible.

En combustible sòlids o líquids s'expressa en $kcal/kg$ o en MJ/kg ; en els gasosos es pot expressar en $kcal/m^3$ o en MJ/m^3 , en *condicions normals* (CN), a 1 atmosfera de pressió i a 0° de temperatura. Per calcular el poder calorífic en condicions arbitràries de pressió i temperatura fem servir la fórmula:

$$p_c = p_c(CN) \cdot p \cdot \frac{273}{273 + T}$$

on p ha d'estar expressada en *atm* i T en $^\circ C$

Exemple

Calculeu el poder calorífic del butà si en CN és de 28700 kcal/m^3 , quan se subministra a 5 atm i 22°C

Resolució

$$p_c = p_c(\text{CN}) \cdot 5 \cdot \frac{273}{273 + 22} = 132798,3 \text{ kcal/m}^3$$

Capacitat calorífica

La **capacitat calorífica** (C) és la quantitat de calor que ha de rebre una substància per elevar la seva temperatura en 1 K o $1\text{ }^{\circ}\text{C}$

La quantitat d'energia tèrmica (Q) necessària per elevar la temperatura d'un cos des d'una temperatura inicial T_i a una final T_f val:

$$Q = C(T_f - T_i) = m \cdot C_e \cdot (T_f - T_i)$$

on C_e és la calor específica del cos, que és la capacitat calorífica per unitat de massa i es mesura en $\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ o $\text{kcal}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$

Capacitat calorífica

Exemple

Calculeu la quantitat de calor que necessitem per escalfar 45 L d'aigua de 25°C a 75°C tenint en compte que

$C_{e_{\text{aigua}}} = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ i que 75 L equivalen a 75 kg.

Resolució

$$Q = m \cdot C_e \cdot \Delta T = 75 \text{ kg} \cdot 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot (75 - 25)^{\circ}\text{C} = 15675 \text{ kJ}$$

Capacitat calorífica

Exemple

Una estufa de butà té 5 cremadors, dels quals en poden funcionar simultàniament 1, 3 ó 5. Cada cremador encès consumeix $c = 68g/h$ de butà. El poder calorífic del butà és $p_c = 49,5 MJ/kg$ i se subministra en bombones que en contenen $m_b = 12,5 kg$ i valen $p_{bombona} = 14,5 €$. Determineu:

- La potència calorífica de cada cremador $p_{cremador}$ i la potència de l'estufa p_{estufa} .
- La durada t d'una bombona amb els cinc cremadors encesos.
- El preu p del $kW \cdot h$ obtingut amb aquesta estufa.

Capacitat calorífica

Resolució

- a) La potència de cada cremador serà l'energia consumida cada segon:

$$p_{\text{cremador}} = c \cdot p_c = \frac{6,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{3600 \text{ s}} \cdot 49,5 \cdot 10^6 \text{ J/kg} = 935 \text{ W}$$

i la potència de l'estufa:

$$p_{\text{estufa}} = p_{\text{cremador}} \cdot 5 = 935 \cdot 5 = 4675 \text{ W}$$

- b) La durada t d'una bombona amb els 5 cremadors encesos:

$$t = \frac{m_b}{c \cdot 5} = \frac{12,5 \cdot 1000 \text{ g}}{68 \cdot 5} = 36,76 \text{ h}$$

Capacitat calorífica

c) Calcularem l'energia que es pot subministrar la bombona:

$$E = p_{estufa} \cdot t = 4675 \cdot 36,76 = 171853 \text{ W} \cdot h = 171,853 \text{ kW} \cdot h$$

per tant el preu p del $\text{kW} \cdot h$ serà:

$$p = \frac{p_{bombona}}{E} = \frac{14,5}{171,853 \text{ kW} \cdot h} = 0,084 \text{ €/kW} \cdot h$$

La llenya i el carbó vegetal

La meitat de la població mundial depèn de la llenya per esalfar-se, il·luminar-se i cuinar. Sovint s'utilitza en forma de carbó vegetal, que pesa de 5 a 6 vegades menys que la llenya original i per tant el seu transport és més barat. El *carbó vegetal* s'obté mitjançant un procés anomenat piròlisi, que consisteix en una combustió parcial de la llenya amb poca presència d'oxígen quedant un residu ric en carboni, que és el carbó vegetal.

El carbó mineral

El *carbó mineral* o simplement *carbó* és el primer combustible fòssil que va utilitzar la humanitat. L'Augment de les extraccions i el consum de carbó figura en tots els plans energètics dels països industrialitzats. De tota manera, s'ha de tenir en compte que les centrals tèrmiques de carbó són el principal emissor de CO_2 que contribueix a l'efecte hivernacle de manera notable.

Origen i propietats

El carbó té el seu origen en els extensos boscos que cobrien la major part de la Terra fa milions d'anys, en el període carbonífer. Esdeveniments geològics posteriors van provocar que molts d'aquells boscs quedessin submergits sota enormes quantitats de sorra i roques. La descomposició lenta de la matèria orgànica, sense la presència d'oxígen, juntament amb la pressió i la temperatura a què ha estat sotmesa durant milions d'anys, ha transformat la fusta d'aquells boscs en el carbó actual.

El carbó mineral

En funció de les condicions de pressió i del temps de formació es poden distingir quatre grups de carbons diferents: les *torbes*, els *lignits*, les *hulles* i les *antracites*.

- La **torba** conté el 60% de carboni. S'utilitza a les zones properes a les *torberes*, després d'assecar-se i sovint es reserva al consum domèstic.
- Els **lignits** són carbons de poder calorífic baix. S'acostumen a utilitzar prop del lloc d'extracció quan aquesta és fàcil.
- Les **hulles** són carbons de gran poder calorífic, de destil·lació fàcil; normalment es converteixen en *carbó de coc*, i són utilitzats als alts forns per obtenir ferro a partir dels seus òxids.
- Les **antracites** són els carbons més antics i de major poder calorífic. El seu principal inconvenient és que es troben en jaciments molt profunds i de poc gruix, on l'extracció resulta difícil i costosa.

El carbó mineral

Processos d'obtenció

L'**explotació subterrània** és el mètode tradicional d'extracció de carbó. S'excaven pous verticals fins arribar a la veta i llavors s'obren galeries en la seva direcció. Actualment l'extracció es realitza amb màquines. El mineral es desprén de la veta i es recull mecànicament per dur-lo a la superfície. A peu de mina, el carbó es tritura, es renta i es classifica. La presència a les mines de **grisú**, gas combustible que desprén el carbó, exigeix una ventilació constant. Un nou mètode d'extracció que es troba en fase d'investigació és la **gasificació del carbó** en el jaciment mateix.

El carbó mineral

Aplicacions

- Com a **combustible d'ús general**, utilitzat directament sense cap transformació, en les centrals tèrmiques.
- Pel **procés de destil·lació seca**, se sotmet al carbó a una alta temperatura i se n'obté:
 - *Coc*, combustible utilitzat en la indústria siderúrgica.
 - *Gas ciutat*, combustible d'utilització domèstica.
 - *Produte químics*, olis lleugers, quitrà. Proporcionen un seguit de derivats orgànics, sotmesos a destil·lacions fraccionades, que són utilitzats en la indústria química per l'obtenció de: plàstics, fertilitzants, explosius, medicaments, perfums, etc.
- Pel **procés de gasificació** s'obté el *gas de síntesi*, utilitza directament com a combustible o per l'obtenció de *gas natural sintètic* o hidrocarburs.

El petroli

L'economia mundial depèn en gran mesura del petroli. La seva importància econòmica rau en la gran quantitat de productes derivats que proporciona i en el poder energètic de molts d'aquests.

El **petroli brut**, tal com s'extreu del jaciment, és un líquid de color variable, des del terrós fins al negre, lleugerament menys dens que l'aigua, d'aspecte oliós i de viscositat alta. És constituït per una barreja d'hidrocarburs de composició diversa i en proporcions molt variables. El petroli brut no té aplicació directa; s'n'ha de separar els components per destil·lació en les refineries.

El petroli

Origen

El petroli va iniciar la seva formació fa uns 600 milions d'anys per l'acumulació de matèria orgànica. La descomposició d'aquesta matèria orgànica va originar els diferents hidrocarburs que constitueixen el petroli. El seu estat líquid, a diferència del carbó, en va permetre el desplaçament cap a l'interior de la Terra a través de les roques poroses, fins arribar a roques impermeables que el deixaven atrapat formant dipòsits o bosses de petroli.

El petroli

Localització i extracció

La prospecció petrolífera es fa sempre en regions amb roques sedimentàries. Es construeix una **torre de perforació** i s'obre un pou de prova. Si es troba petroli s'obren més pous i s'analita la quantitat i qualitat de la bossa. L'**extracció natural** es produeix quan el petroli puja espontàniament pel tub de sondeig. En l'**extracció artificial** s'injecta aigua a pressió o s'utilitzen bombes aspirants. A la superfície se separa el gas i l'aigua i s'emmagatema en dipòsits en espera del seu transport a les refineries. Moltes bosses de petroli es troben sota el mar. La seva extracció es possible gràcies a les **plataformes marines**.

El petroli

Transformació en productes aptes per al consum

A les refineries es porten a terme els següents processos

- **Destil·lació fraccionada.** El procés comença escalfant el petroli a uns 360°C en una torre a pressió atmosfèrica. Les fraccions que són gasoses a 80°C , el butà, propà i algunes benzines, arriben a la part més alta de la torre, on són extretes. Les altres fraccions, benzines, naftes, querosè i gasoil són extretes a diferents nivells, segons sigui el seu punt d'ebullició. La fracció que resta líquida a 350°C s'anomena residu atmosfèric: un cop extret, s'escalfa a 400°C i s'introdueix a una torre de buit per tornar-se a destil·lar, d'aquesta manera s'obté, a la part superior gasoil, i a diferents altures, naftes, querosè, olis i fuel; al fons de la torre queda un residu del qual s'obtenen olis i asfalt.

El petroli

- **Craqueig.** Consisteix en la descomposició dels hidrocarburs més pesants (olis i fuels), per tal d'obtenir-ne de més lleugers (benzines). Es pot fer a temperatures i pressions elevades, a amb la presència de catalitzadors químics.
- **Polimerització.** És el procés químic contrari al craqueig: els hidrocarburs lleugers (butà, propà), es converteixen en compostos més pesants (benzines o gasoils).
- **Reformació.** Es fa servir per millorar les característiques de les benzines.

El petroli

Aplicacions dels productes obtinguts

- **Directament:**

- *Gas butà i propà*, també anomenats gasos liquats del petroli (GLP), s'utilitzen com a combustible industrial domèstic.
- *Éter de petroli*, emprat com a dissolvent.
- *Benzina*, combustible per a motors d'explosió.
- *Querosè*, combustible per a motors d'aviació.
- *Gasoil*, combustible per a calefaccions i motors dièsel.
- *Olis lubricants*
- *Ceres de parafina*, per fabricar espelmes, llumins i lubricants.
- *Fuel*, combustible per a centrals tèrmiques.
- *Asfalt*, emprat com a revestiment, antihumitat i, barrejat amb sorra, per pavimentar terres.

El petroli

Tractat en la indústria petroquímica

- *Plàstics*, que han desplaçat materials com ara el vidre, la fusta, el cuir o el suro.
- *Fibres sintètiques*, com ara el niló i el polièster. Han desplaçat, en part, el cotó i la llana, i han donat noves qualitats als teixits, com ara la resistència al desgast i la impermeabilitat.
- *Detergents*, que han millorat les propietats del sabó ordinari.
- *Cautxú sintètic*, per a la fabricació de pneumàtics.
- *Dissolvents i pintures*.
- *Insecticides, explosius i productes farmacèutics*.

El gas natural

El **gas natural**, és format bàsicament per metà (com a mínim 70%) barrejat amb altres gasos, com ara l'età, el propà, el butà, etc. en proporcions variables. Es troba formant bosses, sol o associat amb el petroli, cobertes per capes impermeables que n'impedeixen la propagació. Cal notar que el gas natural no té cap olor, de forma que se li afegeix una substància odoritzant per poder detectar-lo fàcilment en cas de fuites.

El gas natural

Extracció, transport i distribució

La localització i extracció es fa com la del petroli. El transport als centres de consum es realitza amb *gasoductes* o *vaixells metaners*. En els **gasoductes** es transporta a una pressió entre 3,65 i 7,1 MPa. Als vaixells metaners el gas es transporta refredat a -163°C a pressió atmosfèrica, de forma que queda líquid i es redueix el volum unes 600 vegades.

El gas natural

Aplicacions

- **La indústria, el comerç i l'habitatge.**
- **Les centrals tèrmiques mixtes.**
- **Les instal·lacions de cogeneració.** Consisteix en a producció simultània d'energia elèctrica i calor útil.
- **La indústria petroquímica.** Com a matèria primera.

Combustibles gasosos

Un **gas combustible** és capaç de reaccionar amb l'oxigen de l'aire de form ràpida i amb alliberament de calor.

Per a la seva combustió es necessita barrejar amb l'oxigen de l'aire en proporcions adequades, i aplicar-hi un focus d'ignició, guspira o flama. Com que existeixen molts gasos combustibles, de característiques molt variades que requeririen un tipus d'instal·lació adequada a cadascuna, els gasos que es comercialitzen han estat agrupats en tres famílies.

- **Primera família.** Gasos de poder calorífic en CN entre 17 i 23 MJ/m^3 . Pertany a aquest grup el gas ciutat.
- **Segona família.** Gasos de poder calorífic en CN entre 40 i 52 MJ/m^3 : gas natural i aire propanat.
- **Tercera família.** Gasos de poder calorífic en CN entre 94 i 120 MJ/m^3 . Són el butà i el propà (GLP).

L'energia nuclear s'obté dels canvis que es produeixen en els nuclis dels àtoms, en les anomenades reaccions nuclears. Un àtom es caracteritza pel nombre de protons que té al seu nucli.

El nombre de protons que un àtom d'un determinat element té en el seu nucli rep el nom de **nombre atòmic** de l'element, i es representa per la lletra Z .

El nombre de protons més el de neutrons d'un àtom rep el nom de **nombre màssic** i es representa per la lletra A .

Anomenem **isòtops** als elements que tenen mateix nombre atòmic però diferent nombre màssic.

Els elements es representen de la forma A_ZX

Radioactivitat

Existeixen tres mecanismes de desintegració radioactiva.

- **Radiació α .** S'emeten partícules α que són nuclis d'heli ${}^4_2\text{He}$. Viatgen a uns 10^7 m/s , i es poden aturar amb un full de paper.
- **Radiació β .** S'emeten partícules β que són electrons d'alta energia. Viatgen a una velocitat propera a la de la llum. Es poden aturar amb unes quantes mil·límetres d'alumini.
- **Radiació γ .** Es tracta de fotons. Viatgen a la velocitat de la llum, $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Calen unes quantes centímetres de plom o metres de formigó per aturar-les.

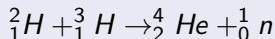
L'energia del nucli atòmic

Quan neutrons i protons formen un nucli atòmic resulta una massa inferior a la suma de les masses dels neutrons i protons originals considerades independentment. Aquesta pèrdua s'anomena **defecte de massa**, Δm i es correspon amb l'energia que manté el nucli enllaçat (B). La relació entre ambdues ve donada per $B = \Delta m \cdot c^2$.

Reaccions nuclears

Reaccions de fusió

En aquest tipus de reacció s'uneixen nuclis d'elements lleugers per formar nuclis més pesants. Per exemple

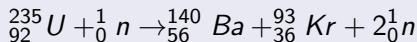


on ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$ són el deuteri i triti, isòtops de l'hidrogen.

Aquestes reaccions desprenen molta energia i es donen de forma natural a les estrelles. La dificultat per dur-les a terme a la Terra és que cal molta energia per tal que comenci la reacció perquè s'han de vèncer les forces de repulsió electrostàtiques entre els nuclis, això es resol escalfant les partícules a temperatures de $1,5 \cdot 10^8 \text{ }^\circ\text{C}$ fins que s'obté un **plasma**. El plasma es confina en **ampolles magnètiques**.

Reaccions de fissió

En aquest tipus de reacció un nucli es desintegra en altres més lleugers. En general en aquest procés es desprenen neutrons que al seu torn provoquen la desintegració d'altres nuclis, això s'anomena **reacció en cadena** i es pot mantenir sempre que la quantitat inicial de material fissionable tingui un valor mínim anomenat **massa crítica**. Un exemple de reacció de fissió és



El **reactor nuclear** és un sistema per produir i controlar reaccions en cadena sostingudes de manera que permetin aprofitar l'energia tèrmica obtinguda.

Processos d'obtenció i enriquiment dels combustibles nuclears

Els **combustibles nuclears** són els elements que en condicions adequades poden produir reaccions nuclears de fusió i fissió, energèticament aprofitables.

Els combustibles fissionables són l'urani 235, el plutoni 239 i l'urani 233. D'aquests només es troba a la natura l'urani 235. Els altres s'originen en els reactors nuclears a partir de *materials fèrtils* (que es poden transformar en material fissible) com l'urani 238 i el tori 232. La majoria de reactors comercials necessiten urani enriquit, en el qual la proporció d'urani 235 és un 3% ó 4% més gran que la que té l'urani natural. Els processos d'enriquiment de l'urani són molt complexos i costosos.