

FITES TECNOLÒGIQUES DES DEL PUNT DE VISTA DELS QUÍMICS

I. ENERGIA I TRANSPORT

Els químics i els enginyers químics han fet moltes aportacions en el camp de l'energia i el transport, les quals ens permeten, avui, moure'ns per terra, mar, aire i també per l'espai.

Al segle XIX la gent escalfava les llars amb fusta o carbó, utilitzava espelmes o làmpades de querosè per a il·luminar-se i viatjava amb tren, amb vaixell de vapor, a cavall o a peu.

A mesura que la demanda d'energia ha augmentat en els darrers dos segles, la química ha millorat i ha desenvolupat l'ús de noves fonts d'energia, com ara els combustibles líquids, les bateries i moltes altres noves tecnologies de conversió de l'energia.

Els avenços de la química també han ajudat a la revolució del transport, ja que han aportat materials nous i millors per als automòbils, les carreteres, els avions i els vehicles espacials, entre d'altres. Amb les tècniques d'extracció de metalls, minerals i combustibles a partir dels recursos naturals i amb la preparació de nous materials, la química ha revolucionat la nostra manera de viure.

1.1. Les fonts d'energia

- La utilització del carbó
- L'extracció i l'ús del petroli
- L'energia nuclear
- Les fonts renovables

1.2. L'emmagatzematge d'energia elèctrica i les fonts d'energia portàtils

- Les bateries d'un sol ús
- Les bateries recarregables

1.3. Els materials per a carreteres i ponts

- El formigó
- L'asfalt
- Els metalls i aliatges
- La tecnologia per al manteniment i la reparació

1.4. Els combustibles de petroquímica

- La producció de gasolina a partir del petroli cru
- Els additius del combustible
- Els convertidors catalítics

1.5. Els automòbils

- Els materials avançats per al disseny, el confort i la seguretat
- Els components de plàstic
- La tecnologia dels pneumàtics

1.6. L'aeronàutica

- Els globus d'aire calent
- L'heli
- Els combustibles per a coets espacials
- Els materials de construcció per a avions i coets espacials

I. ENERGIA I TRANSPORT

Cronologia

1882 La primera estació de generació d'electricitat a partir de carbó per a les llars.



Estació de generació elèctrica a partir del carbó

1884 L'alemany Gottlieb Daimler construeix el primer cotxe de benzina amb cilindres i ignició per guspira.



Automòbil Daimler

1902 L'asfalt per a les carreteres es fabrica a partir del petroli.



Carretera amb paviment d'asfalt

1913 El craqueig tèrmic (trencament de molècules de cadena llarga per la calor) d'hidrocarburs incrementa la producció de gasolina a partir del petroli.



Thomas Midgley Jr.

1921 Thomas Midgley Jr. utilitza el tetraetilplom com a additiu antidetonant de la gasolina.



Eugene Houdry amb un convertidor catalític

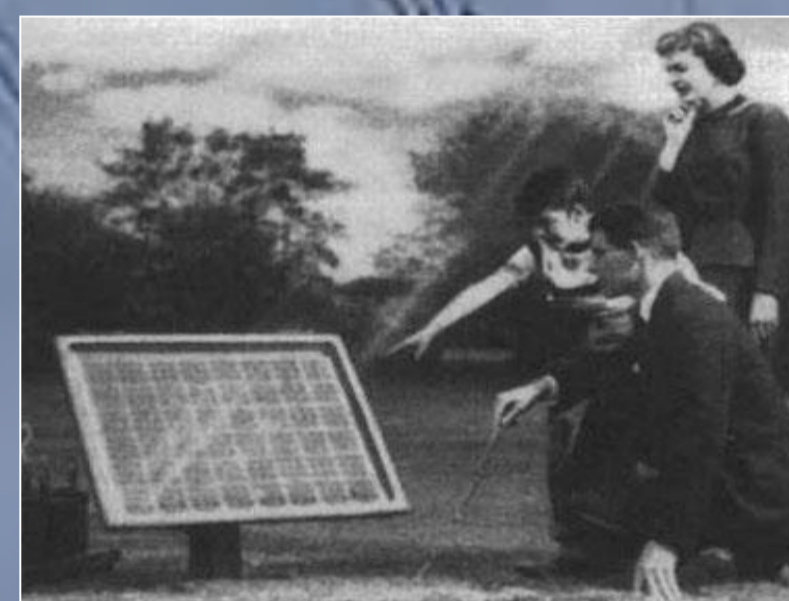
1936 El francès Eugene Houdry desenvolupa el craqueig catalític del petroli per a produir gasolina amb un nombre d'octans elevat.



Rètol dels pneumàtics Goodrich sense cambra d'aire

1947 L'empresa americana B. F. Goodrich produeix les primeres rodes sense cambra d'aire.

1949 L'empresa Eveready Battery Co. aconsegueix miniaturitzar les bateries alcalines.



La primera cel·la solar de silici

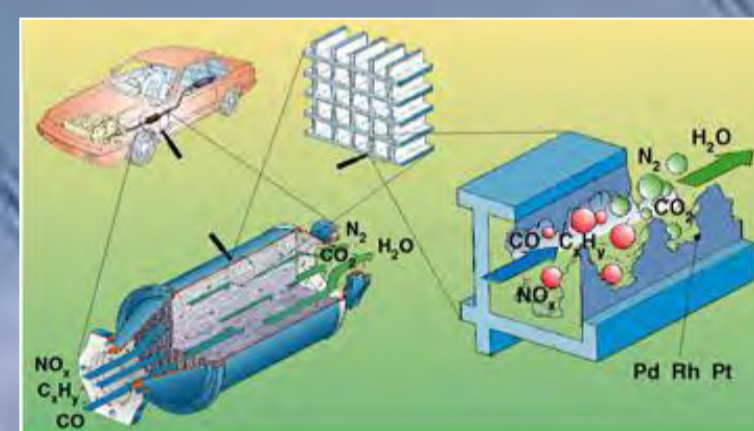
1954 Els laboratoris Bell desenvolupen la primera cel·la solar de silici.



Boeing 707

1958 Els avions Boeing 707 transformen el transport aeri.

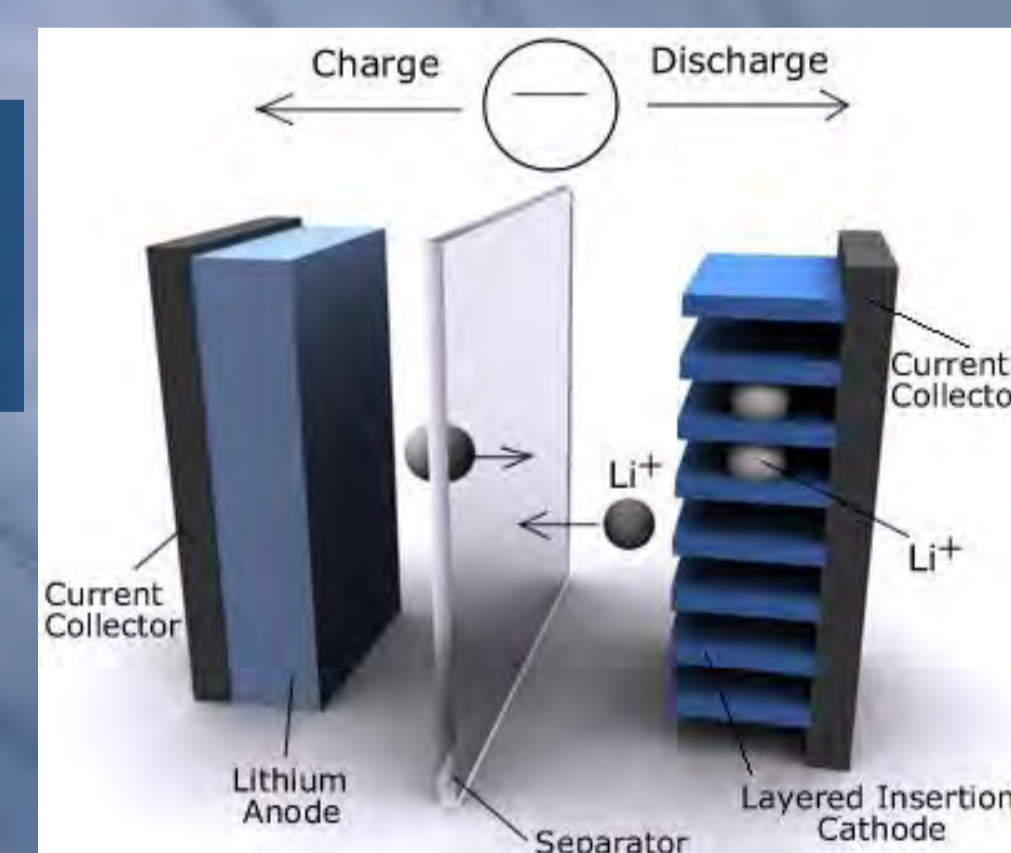
Anys 70 Introducció dels primers combustibles sense plom.



Principi d'operació dels convertidors catalítics

1975 Els convertidors catalítics s'utilitzen en molts vehicles.

1980-1990 S'estén l'ús de les bateries d'ió liti als telèfons mòbils i als ordinadors portàtils.



Principi d'operació de les bateries d'ió liti

1981 El transbordador espacial *Columbia* esdevé el primer coet del món que es pot reutilitzar.



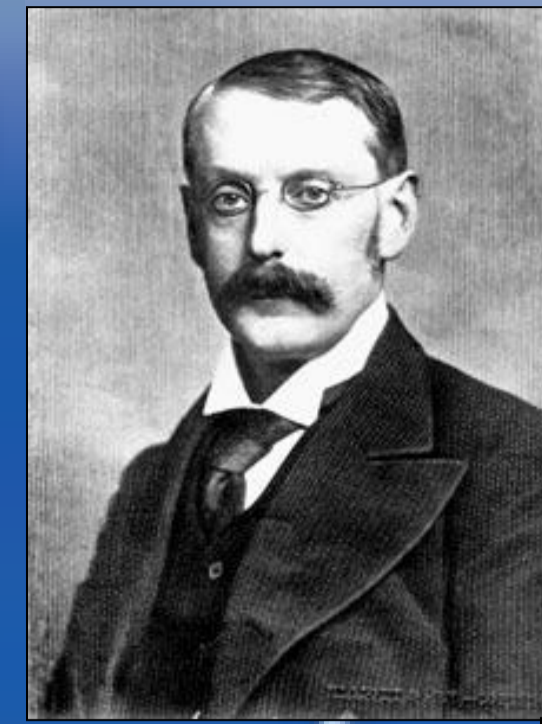
Transbordador espacial

I. Energia i transport

1.1. Les fonts d'energia

La utilització del carbó

El carbó va desplaçar la fusta com a principal font d'energia als Estats Units (EUA) a la dècada del 1890. La primera planta de combustió de carbó va ser construïda el 1882, en la qual es generava vapor d'aigua que movia un generador per a produir electricitat. El 1884 Charles Parsons va desenvolupar una turbina de vapor d'alta velocitat, molt més eficient. Al voltant del 1920 es va començar a utilitzar carbó pulveritzat per a augmentar l'eficiència i disminuir la quantitat d'aire necessària per a la combustió. La introducció de ciclons als forns, el 1940, va permetre l'ús de carbó de baixa qualitat i la producció de menys cendres. Recentment, la tecnologia química ha desenvolupat la manera d'utilitzar residus d'exploracions mineres per a produir electricitat, fet que causa menys impacte ambiental.



Charles Parsons

Turbina de vapor de Parsons (1907)



L'extracció i l'ús del petroli

La descoberta, el 1901, de les grans reserves de petroli a Spindletop (Texas) i la disseminació de l'automòbil va fer que el petroli reemplaçés el carbó com a principal font de combustible, al voltant del 1951. La tecnologia química de refinament del petroli per a separar-lo en diferents fraccions ha anat millorant de manera progressiva, des de la simple destil·lació atmosfèrica fins a la destil·lació a pressió reduïda, el craqueig tèrmic i, recentment, la utilització de catalitzadors. En els processos primaris d'extracció del petroli, la química és present en els capçals de diamant de les perforadores i en l'extracció del petroli dels llots i dels esquists bituminosos emprant una combinació de productes químics i vapor d'aigua. Els processos d'extracció secundaris inclouen el bombament d'aigua o de gas a alta pressió (diòxid de carboni) dins la Terra.



L'energia nuclear

El primer reactor nuclear es va desenvolupar el 1942 per a ús militar. L'ús de la tecnologia nuclear amb finalitats pacífiques, que incloïa la generació d'electricitat, començà el 1951 amb el programa «Àtoms per a la pau» d'Eisenhower. La química ha tingut un paper fonamental en la preparació dels materials radioactius com a combustibles dels reactors, en les barres de control per a regular el cabal de neutrons en els processos de desintegració radioactiva, en el processament de materials utilitzats en centrals nuclears, en la gestió dels residus i protecció del medi ambient i en l'actuació contra els efectes negatius de l'exposició a la radiació.



Les fonts renovables

Els mètodes verds per a la generació d'energia, com ara l'eòlic, l'hidroelèctric i el geotèrmic, representen menys de l'1 % de l'energia utilitzada arreu del món, però cada cop esdevenen més importants, en funció d'aspectes econòmics i de disponibilitat. Gràcies a la química, s'han desenvolupat els captadors solars tèrmics i fotovoltaics, materials de fibra de carboni lleugers per al seu ús en aerogeneradors, formigó i turbines metàl·liques per a plantes hidroelèctriques i materials resistents a la corrosió en aplicacions geotèrmiques.



I. Energia i transport

1.2. L'emmagatzematge d'energia elèctrica i les fonts d'energia portàtils



Bateria seca de zinc-carboni

Les bateries d'un sol ús

L'emmagatzematge d'energia elèctrica va ser ideada per primer cop per Volta, al final del 1700, i des de llavors la química ha contribuït a millorar les piles. El 1890, la pila seca de zinc-carboni va millorar substancialment el disseny de la pila humida de Leclanché, fet que en va comportar la producció comercial fins a dia d'avui. El 1949, l'ús d'una pasta alcalina en va permetre la miniaturització i l'augment de la durada. Les piles alcalines van trobar, de seguida, aplicació en l'electrònica de consum. Després, han aparegut altres models encara més eficaços que utilitzen òxid de plata, òxid de mercuri o liti.

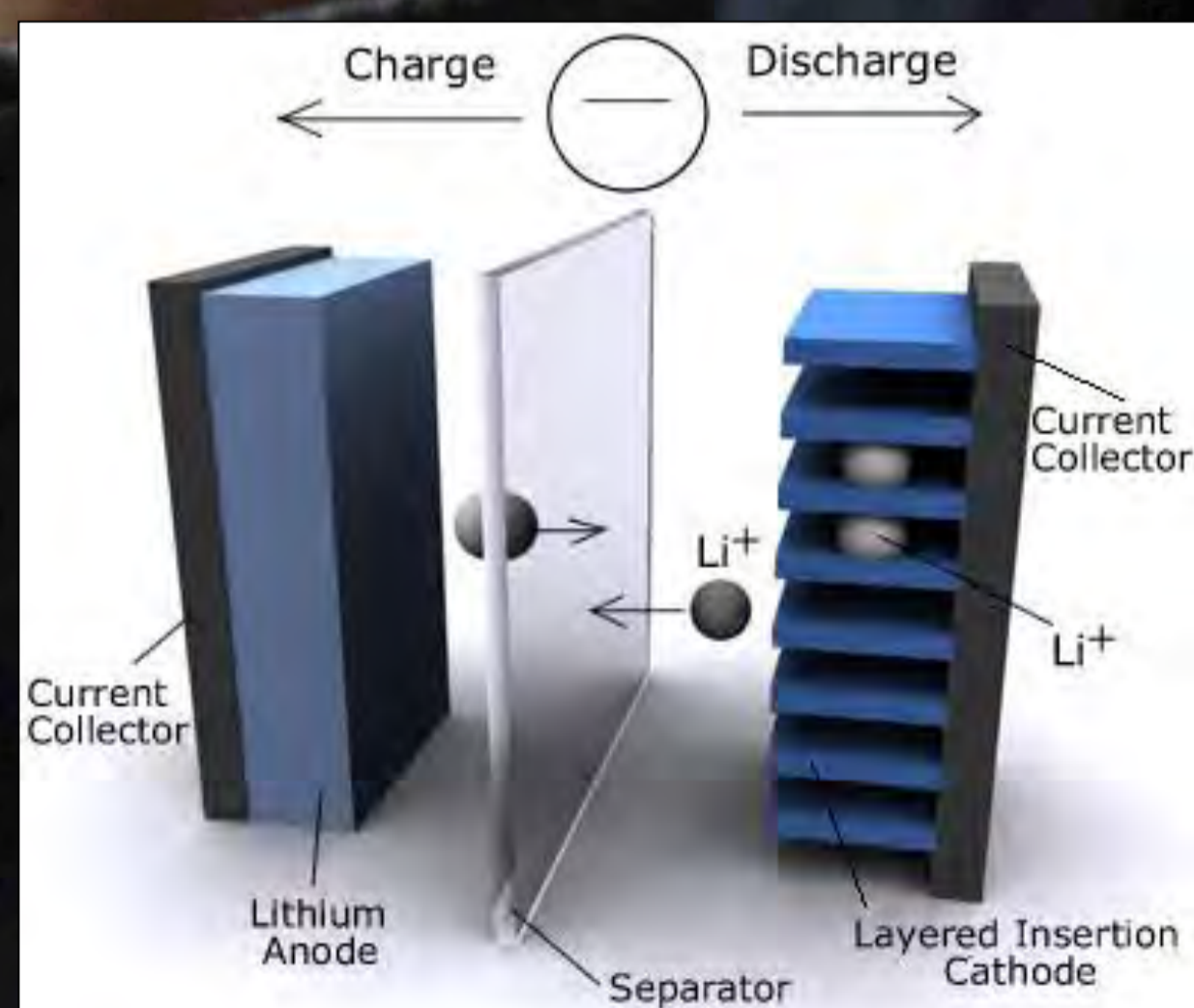


Bateries recarregables



Les bateries recarregables

Les bateries àcides de plom recarregables representen un dels primers exemples comercials d'ús (el 1859) d'una reacció química per a produir electricitat. Amb les contínues millores, durant el 1881 i els anys posteriors les bateries àcides de plom continuen essent les bateries predominants en cotxes i altres vehicles. La bateria recarregable de níquel i cadmi, construïda per primer cop el 1899, era massa cara per a competir des del punt de vista comercial. Després d'intentar emprar el liti metall, al voltant del 1980, els darrers avenços s'han aconseguit amb les bateries d'ió liti, amb aplicacions en telèfons mòbils i en ordinadors portàtils.



I. Energia i transport

1.3. Els materials per a carreteres i ponts

El formigó

Els projectes massius de construcció interestatal dels EUA de la dècada del 1950 van dependre, en gran manera, de la força i la longevitat del formigó utilitzat en les carreteres i els ponts. El ciment Portland es va fabricar per primera vegada l'any 1824 i el va patentar com a formigó armat el francès Joseph Monier el 1877. La pasta de ciment omple els buits entre les partícules i altres agregats i es produeix, així, una fixació lenta a causa de reaccions químiques complexes. La durabilitat i resistència d'aquesta pasta depenen d'un control acurat del procés de fabricació del ciment. L'addició de diferents productes químics a la barreja del formigó inicial pot reduir contraccions i millorar la resistència a la corrosió.

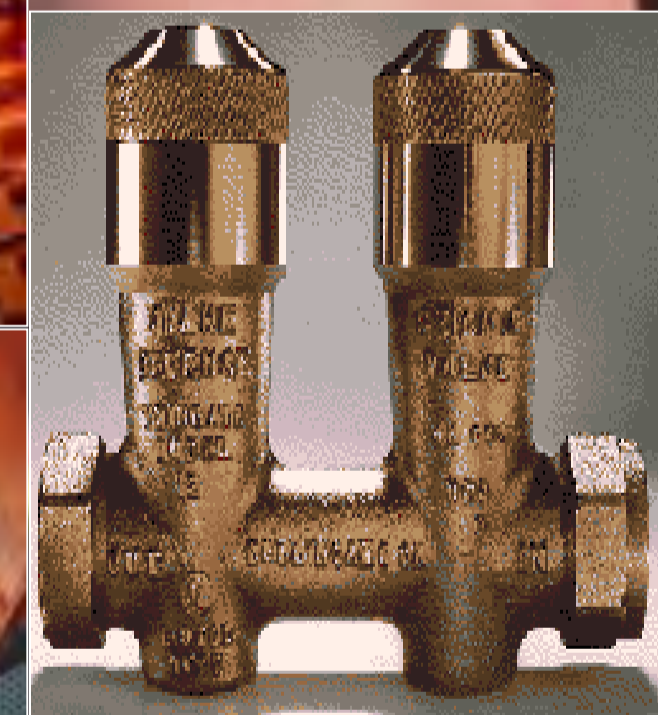


L'asfalt

L'asfalt és un material de construcció de carreteres popular a causa del baix cost que té i dels avantatges que té aplicar-lo. L'asfalt natural va ser descobert el 1595, però no va ser lligat amb quitrà per a pavimentar les carreteres fins al 1902. El betum, residu sòlid o semisòlid dels processos de les refineries de petroli, va substituir ràpidament l'asfalt natural en la pavimentació de carreteres. Recentment, s'hi han afegit els polímers sintètics per millorar-ne l'aplicació i la durabilitat. SUPERPAVE (un acrònim de *Superior Performing Asphalt Pavements*) és l'última tècnica per a fabricar asfalts millors que poden suportar càrregues pesades i condicions climàtiques adverses.

Els metalls i aliatges

L'acer s'ha convertit en el principal material estructural per a ponts, a causa de la lleugeresa, resistència, durabilitat, facilitat de manteniment i de construcció que té, pels baixos costos de construcció que representa, i per la resistència enfront de desastres naturals com els terratrèmols. En la dècada del 1990 s'han introduït nous acers amb propietats millorades, els quals mostren més força i més resistència a la corrosió. Una altra tecnologia de protecció de l'acer en la construcció de ponts és un procés conegut amb el nom de *metal·lització*, en què es dispersa alumini o zinc sobre la superfície de l'acer netejat, i es forma una capa protectora de trenta anys de durada.



Les tecnologies per al manteniment i la reparació

La infraestructura viària s'ha de mantenir en bon estat i sense cap deteriorament significatiu en tots els tipus de clima durant un termini llarg de temps. Les innovacions tant en la construcció com en els materials utilitzats han permès incrementar els intervals en la reconstrucció de carreteres. La utilització de segelladors del ciment, l'asfalt i l'acer són importants per a allargar la vida de les carreteres. Altres productes químics i materials polimèrics funcionen com a additius aglutinants per a millorar la qualitat de les carreteres d'asfalt. Per exemple, l'addició d'estirè/butadiè/estirè implica la disminució de clots i d'esquerdes.



I. Energia i transport

1.4. Els combustibles de petroquímica

La producció de gasolina a partir del petroli cru

Per a incrementar la recuperació de benzina del petroli cru, les refineries van utilitzar, inicialment, calor per a trencar les molècules més grans de les fraccions de petroli més pesants, per a donar les molècules més petites que es troben en la gasolina, usant un procés anomenat *craqueig tèrmic* (1913). Atès que a altes temperatures també es formen subproductes no desitjats, el 1928 es va utilitzar un procés de destil·lació al buit que funcionava a temperatures més baixes. Eugene Houdry, el 1936, va desenvolupar l'ús d'un catalitzador (craqueig catalític) en lloc de temperatures altes, per tal d'aconseguir els mateixos trencaments que es van introduir comercialment el 1937, i ràpidament va revolucionar el procés de refinació de la gasolina.



Oil refinery



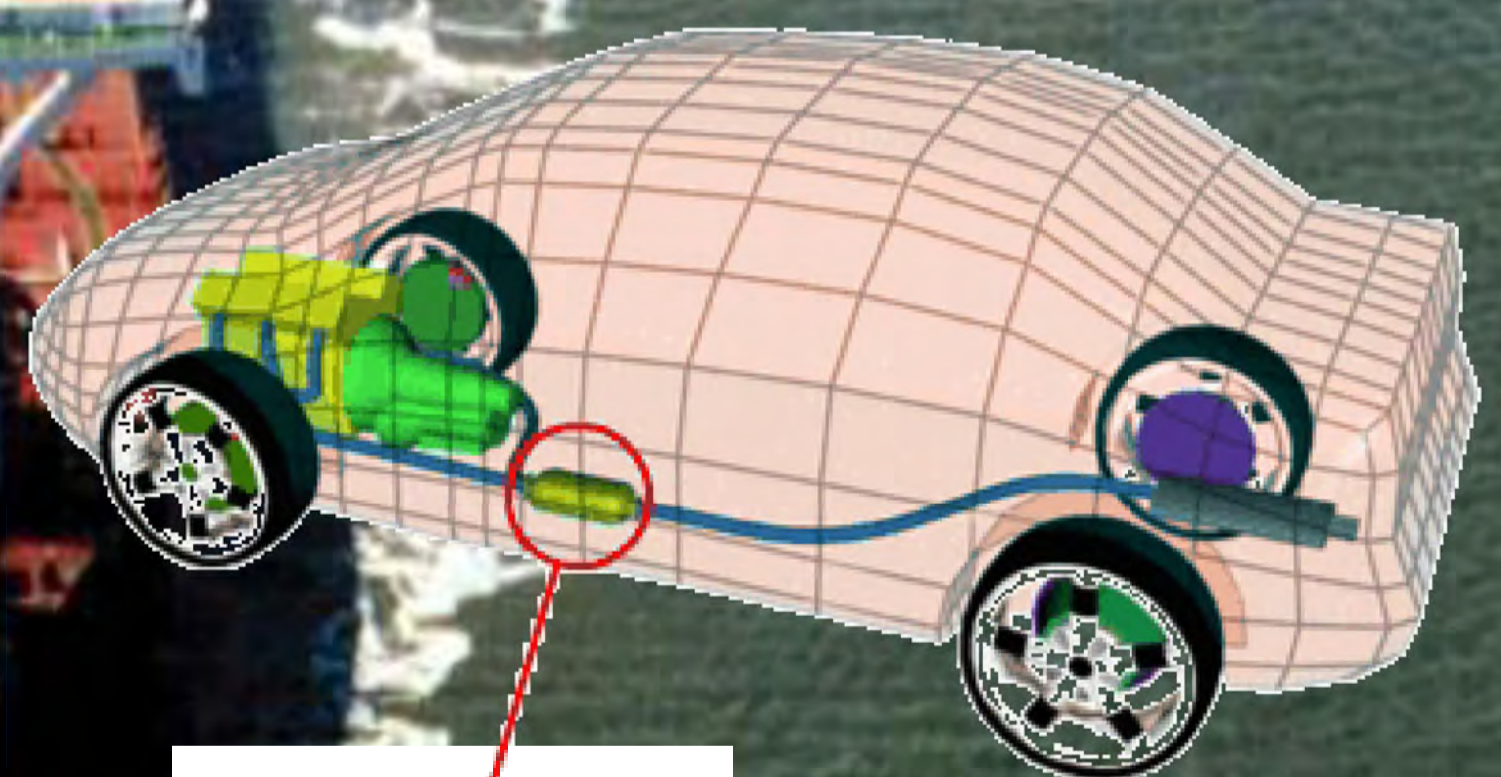
Els additius del combustible

Els primers motors dels automòbils «feien sotragades» sempre que s'utilitzava gasolina de mala qualitat. El 1921, es va afegir a la gasolina el tetraetil plom per a fer funcionar els motors de manera més suau i silenciosa. El 1926, es va introduir el concepte *índex d'octà* per a mesurar la qualitat de la gasolina (la tolerància de compressió). L'ús d'additius de plom es va interrompre en la dècada del 1970, a causa de les implicacions ambientals que comportava. Actualment, s'afegeixen petites quantitats de productes químics a la gasolina per a millorar l'octanatge (alcohols, èters), potenciar-ne el rendiment (desactivadors de metalls) i reduir la fricció i el desgast del motor i allargar-ne la vida (detergents). S'utilitzen de manera preventiva additius químics estacionals en algunes zones geogràfiques, com ara l'addició de metanol per a evitar la congelació del conducte de combustible.



Els tractaments catalítics dels gasos de combustió (convertidors catalítics)

Els tractaments catalítics de dues vies es van introduir el 1975 per a controlar les emissions de monòxid de carboni i d'hidrocarburs. Poc després, es va afegir una tercera via per a eliminar els òxids de nitrogen dels gasos d'escapament. Els tractaments catalítics impliquen una sèrie de reaccions químiques que tenen lloc sobre la superfície d'un metall; generalment, la fase activa del catalitzador és el platí. Els òxids de nitrogen es transformen en nitrogen i en oxigen gas; el monòxid de carboni, en diòxid de carboni, i els hidrocarburs no cremats, en aigua i diòxid de carboni.



Typical Catalytic Converter Location



El catalitzador de tres vies

I. Energia i transport

1.5 Els automòbils

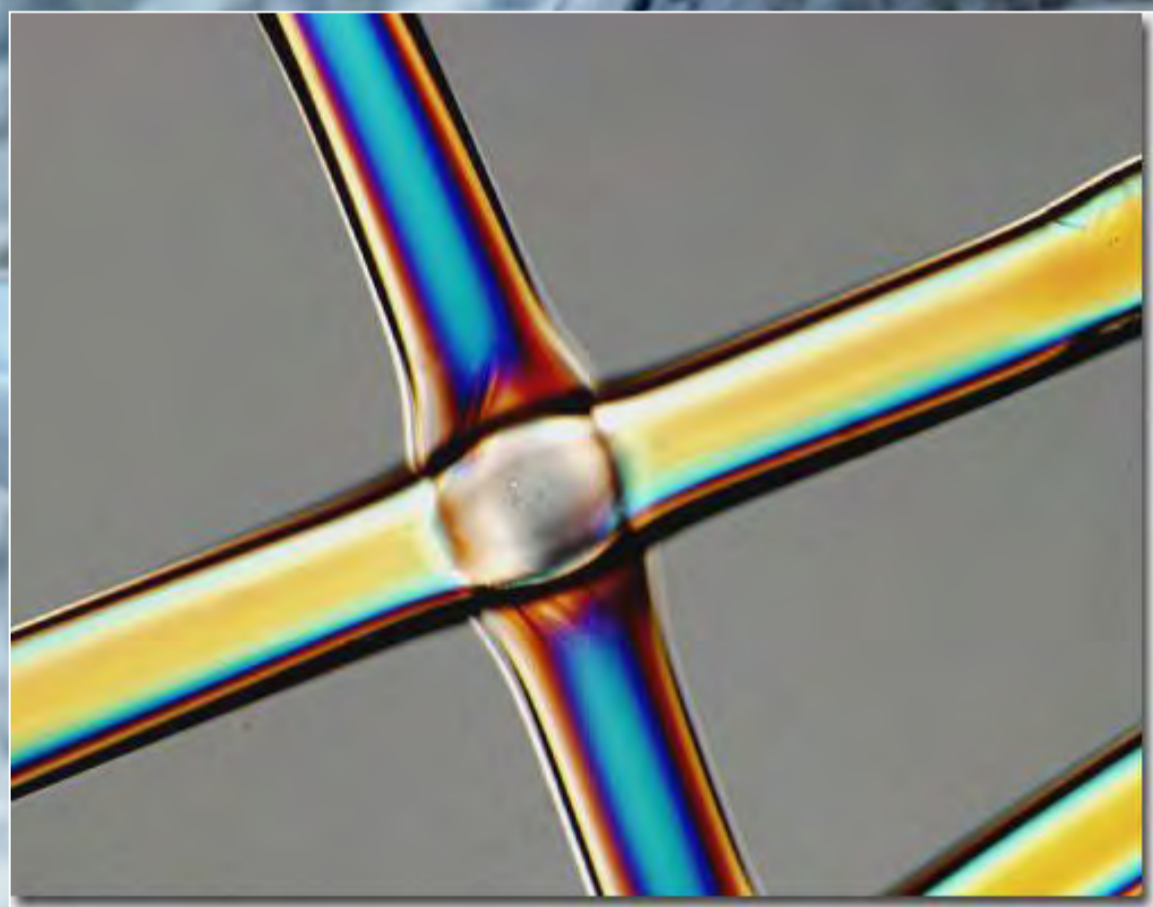
Els materials avançats per al disseny, el confort i la seguretat

L'automòbil del segle XXI té poca semblança amb els seus primers antecessors en disseny, confort i seguretat per als passatgers. Els fars d'alta intensitat de descàrrega permeten una il·luminació nocturna màxima. La corrosió s'ha reduït dràsticament pels revestiments i materials especials. Els refrigerants químics circulen en un circuit tancat. Els vidres de seguretat es van introduir el 1914. Actualment, uns polímers especials recobreixen el vidre per reduir pes i soroll exterior i per protegir contra l'enlluernament i la radiació ultraviolada. Les innovacions de seguretat inclouen les fibres de polímers en el cinturó de seguretat (requerit en la dècada del 1960) i en els coixins de seguretat (*airbags*) (exigits el 1996).



Els components de plàstic

Reduir el pes dels automòbils substituint metalls per plàstics i disposar de nous materials d'altas prestacions ha sigut possible gràcies als avenços de la química. Després de la Segona Guerra Mundial, els fabricants d'automòbils van començar a utilitzar polímers sintètics derivats del petroli per als components estructurals rígids, a causa de la seva duresa i resistència a la intempèrie. Després de la crisi energètica a la dècada del 1970, es van buscar alternatives més lleugeres que els metalls per a millorar l'eficiència del combustible. Entre les aplicacions al disseny, s'hi inclouen les formes ergonòmiques complexes fabricades mitjançant emmotllament per injecció, els para-xocs termoplàstics, les fibres de polipropilè que no perden color i són estables a l'ultraviolat, i les pintures, els revestiments i els adhesius especials.



Fibres de polipropilè

La tecnologia dels pneumàtics

Al principi del 1800 van aparèixer productes de cautxú natural, però van ser poc pràctics a causa del reblaniment o la fragilitat en climes calorosos o freds. L'inventor nord-americà Charles Goodyear va desenvolupar el procés de vulcanització de cautxú natural, el 1839, mitjançant la unió d'enllaços insaturats amb sofre. Actualment, el procés bàsic és el mateix, però s'hi afegixen accelerants i estabilitzants químics. El 1945, el cautxú sintètic es produïa comercialment. Com que la demanda de pneumàtics augmentava, es van introduir altres millores: es va incloure una cambra d'aire per a substituir els pneumàtics de goma massissa, es van reforçar amb fibres naturals o sintètiques, es van afegir materials per a reduir-ne el desgast i van aparèixer els pneumàtics sense cambra d'aire.



I. Energia i transport

1.6. L'aeronàutica

Els globus d'aire calent

Des del 1783 —quan l'ésser humà va fer el seu primer vol en un globus propulsat per l'aire calent generat per una flama oberta—, les innovacions en els globus d'aire calent han estat revolucionàries. L'aire calent va ser ràpidament reemplaçat per l'hidrogen, que era més fàcil de controlar. Anar en globus d'aire calent es va convertir en un esport popular, amb més de cinc mil pilots de globus d'aire calent als Estats Units. La química hi ha contribuït amb teles de niló de baix cost i resistents a la calor i amb la tecnologia de propà líquid utilitzat per a la propulsió.



L'heli

Tot i que els globus plens d'hidrogen, com el famós *Hindenburg* (1937), tenien estructures rígides, la inflamabilitat de l'hidrogen sempre plantejava un perill de seguretat. El 1905, dos químics van descobrir heli en un pou de gas a Kansas; així, aquest element estrany va esdevenir, de cop i volta, abundant. La tecnologia química va permetre extreure, emmagatzemar i transportar grans quantitats d'heli durant la Primera Guerra Mundial, i els dirigibles d'heli a la Segona Guerra Mundial escortaven amb seguretat les tropes i els vaixells de subministrament entorn dels submarins. En la dècada del 1950, l'heli s'utilitzava com a atmosfera per a soldar durant la construcció de coets espacials i com a propulsor que empenyia el combustible del coet espacial als motors.



El desastre del *Hindenburg* (1937)

Els combustibles per a coets espacials

Des de les proves inicials dels primers llançaments de coets a la dècada del 1920, als satèl·lits de comunicació de la dècada del 1950 i al transbordador espacial de la dècada del 1980, l'expansió humana en l'espai és una gesta d'enginyeria sorprenent. La viabilitat dels viatges espacials depèn que els coets tinguin un gran impuls i velocitat per a superar la força gravitatòria de la Terra. El primer coet es va llançar el 1926 fent servir gasolina com a combustible líquid i oxigen líquid com a oxidant. Posteriorment, s'han utilitzat diferents combustibles i oxidants, tant en forma sòlida com líquida. El transbordador espacial va utilitzar hidrogen líquid com a combustible, però els motors de llançament utilitzaven un combustible sòlid d'alumini i perclorat d'amoni com a oxidant.



Els materials de construcció per a avions i coets espacials

El disseny d'avions ha evolucionat des de la fusta i la tela fins als sofisticats materials d'enginyeria, i la tecnologia química ha proporcionat els materials que compleixen els requeriments del disseny. Es van desenvolupar aliatges amb alumini i titani per a proporcionar força, lleugeresa, estabilitat a alta temperatura i resistència a la corrosió dels avions. Els coets requereixen materials especials a causa de les condicions extremes en què operen. Un exemple d'això és la rajola especial en llocs estratègics que protegeix el transbordador espacial (1980) de les altes temperatures en la reentrada. Després d'haver provat un material compost amb zirconi poc comú, en el disseny final de la rajola es van utilitzar fibres de sílice procedents de la sorra.

