

## Premis Extraordinaris de Batxillerat. Convocatòria 2021-2022

---

Les proves es divideixen en **tres exercicis**:

- Primer exercici (1 hora i 30 minuts): comentari crític d'un tema general.
- Segon exercici (1 hora i 15 minuts): redacció en llengua estrangera.
- Tercer exercici (1 hora i 30 minuts): **matèria de modalitat.**

---

### Química

---

**Etiqueta identificadora de l'alumne/a**

**Qualificació:**

#### Instruccions

La prova consisteix en l'anàlisi d'una situació actual relacionada amb aquesta matèria. Heu de redactar un text en què descriueu i analitzeu alguns dels processos, factors i implicacions del context proposat, a partir de documents de suport i aplicant els vostres coneixements.

S'ha de respondre en aquest quadernet. Si necessiteu fulls per fer esborranys, el tribunal us en proporcionarà, i caldrà lliurar-los juntament amb el quadernet. La prova no es pot fer a llapis ni amb bolígraf esborrable.

#### Material

- Calculadora (no s'autoritza l'ús de les que portin informació emmagatzemada o que puguin transmetre-la).

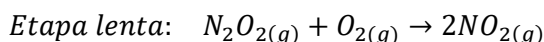
#### Criteris generals d'avaluació

- Utilitzar correctament la terminologia específica de la matèria (lèxic, unitats...) i redactar amb correcció ortogràfica.
- Respondre amb precisió i de manera concreta als temes que es demanen, amb rigor científic, claredat i coherència. Es valorarà la capacitat de síntesi i d'argumentació; també, la correcta estructuració formal del text.
- Resoldre situacions-problema, utilitzant les tècniques i el mètode científics.
- Interpretar la informació donada sobre sistemes i processos químics representada en gràfics, equacions i fórmules per abordar la resolució de la situació-problema.

### La boira fotoquímica, un problema mediambiental creixent [10 punts]

Escriviu un text que relacioni els automòbils dièsel i la boira fotoquímica, un dels problemes mediambientals més importants en l'actualitat. Heu d'utilitzar els vostres coneixements científics i extreure la informació necessària dels documents de suport, sense fer-ne còpies literals ni paràfrasis. En el text heu de:

- Explicar el motiu pel qual han saltat les alarmes per l'ús de motors dièsel en els automòbils i, en conseqüència, per què la Unió Europea deixarà de vendre cotxes dièsel en el propers anys, tenint en compte el funcionament dels motors dièsel i gasolina i els diferents factors mediambientals.
- Descriure com es forma la boira fotoquímica, a partir de la informació proporcionada, i desenvolupar les principals reaccions que donen lloc a la seva formació. Explicar com els productes de les diferents reaccions es relacionen amb els principals problemes mediambientals que pot causar la boira fotoquímica.
- NO i NO<sub>2</sub> són dos dels gasos més importants des del punt de vista toxicològic. El monòxid de nitrogen és fàcilment oxidable a diòxid de nitrogen en presència d'aire mitjançant una reacció d'equilibri. D'altra banda, el diòxid de nitrogen es transforma fàcilment mitjançant una reacció d'equilibri a tetraòxid de dinitrogen. Escriviu les equacions químiques corresponents als dos equilibris i indiqueu l'expressió de les constants d'equilibri.
- Per la reacció entre NO(g) i O<sub>2</sub>(g) s'ha trobat que l'expressió de l'equació de velocitat és:  $v = k \cdot [NO]^2 [O_2]$ . Després de realitzar una sèrie d'estudis s'han proposat diferents mecanismes de reacció, entre els quals s'ha plantejat el que es proposa a continuació basat en dues etapes:



Justifiqueu quin és l'etapa determinant de la velocitat de la reacció i quin és l'intermediari de la reacció. Determineu les unitats de la constant de velocitat i el nombre d'estats de transició. Realitzeu un esquema on s'observi el perfil de la cinètica d'aquesta reacció.

- Sabent que la reacció de formació del diòxid de nitrogen presenta  $\Delta H^\circ > 0$ , justifiqueu si a l'estiu l'aire de les ciutats serà més o menys marronós/vermellós que a l'hivern. Reflexioneu sobre quines hores del dia són les més propenses perquè succeeixi la boira fotoquímica i com es relaciona la formació de boira fotoquímica amb la concentració de les diferents espècies (vegeu el gràfic 1).
- Expliqueu les mesures que s'estan portant a terme per reduir la presència dels òxids de nitrogen. Quins gasos s'eliminen i quins obtenim a partir d'aquests procediments? Descriviu les diferents reaccions. Quines altres mesures creieu que es podrien implementar?

## Document 1

### Els motors trucats dièsel

El setembre de 2015 l'empresa automobilística Volkswagen va admetre que havia instal·lat un programari a 11 milions de cotxes dièsel, venuts entre 2008 i 2014 arreu del món, amb l'objectiu d'esquivar els controls mediambientals. Aquest sofisticat programa era capaç de detectar quan el vehicle era sotmès a una prova o test d'emissions i feia disminuir la pressió i l'emissió de gasos contaminants per tal de poder superar els requisits oficials. Però una vegada finalitzat el test, quan el cotxe tornava a circular, el motor tornava a superar els límits d'emissió de gasos contaminants. Per entendre el problema, cal que ens centrem en el procés intern de combustió dels motors. Un motor de combustió intern aconsegueix moure un automòbil gràcies al següent procés:

- S'introdueix combustible vaporitzat i la quantitat d'aire necessària dintre la cambra cilíndrica que conté un pistó movable a la part inferior.
- Amb el pistó comprimint al màxim la mescla, la ignició del combustible allibera calor i augmenta la pressió, la qual cosa impulsa el cilindre.
- El moviment lineal del cilindre es transforma en circular (rodes de l'automòbil) gràcies a la transmissió.
- Les restes de l'explosió són transportades cap a la sortida (tub d'escapament) deixant la cambra lliure per a un nou cicle.

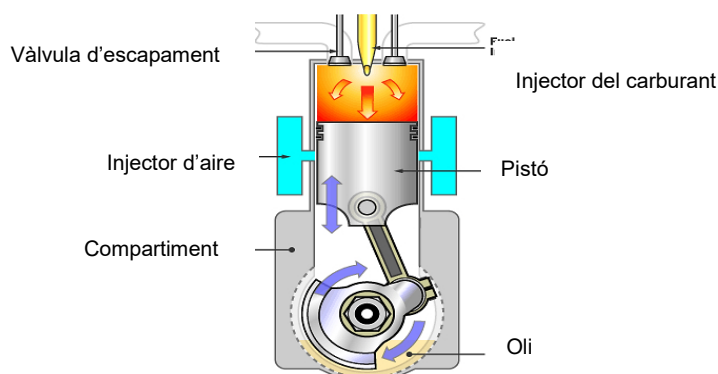


Figura 1: Parts característiques d'un motor dièsel. S'introdueix primer l'aire a la cambra i es comprimeix fins al mínim volum. A continuació s'introdueix el combustible mitjançant microgotetes que es vaporitzen immediatament i exploten sense necessitat de cap guspira. Font: "Dièsel, óxidos de nitrógeno y el caso Volkswagen". *Blog Investigación y Ciencia*. Octubre de 2015.

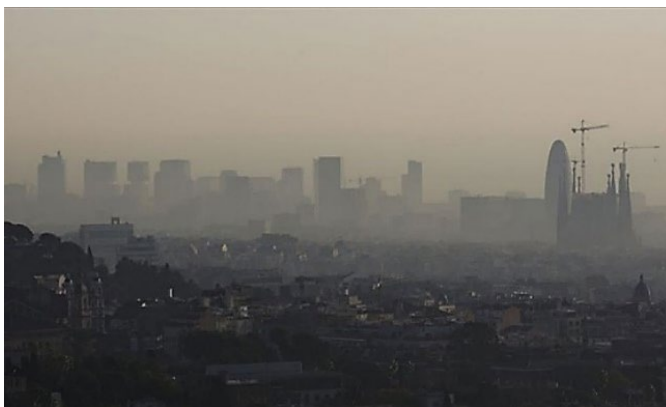
Els motors dièsel, a diferència dels motors de gasolina, aconsegueixen més compressió. A més, les molècules que formen la gasolina són més curtes que les que formen el dièsel. Això provoca que les cadenes d'hidrocarburs procedents de la gasolina es vaporitzin molt més fàcilment que les cadenes procedents del dièsel. Aquest fet provoca que la compressió en els motors dièsel sigui superior, la qual cosa provoca un augment de la temperatura en la combustió i, per tant, un rendiment més alt. La combustió de la gasolina i el dièsel és una reacció química que es dona en mesclar els hidrocarburs amb l'oxigen de l'aire, que produeix calor, diòxid de carboni i aigua. No obstant això, la combustió a dintre d'un motor no té un rendiment del 100% i es produeixen diferents subproductes. La font d'oxigen que s'utilitza és l'aire, que, a part d'oxigen, conté nitrogen. Les altes temperatures de la combustió provoquen que es trenqui la molècula de nitrogen, i que els àtoms d'oxigen i nitrogen reaccionin i formin els anomenats òxids de nitrogen ( $\text{NO}_x$ ).

Text adaptat de l'article de Xavier Giménez Font, "Dièsel, óxidos de nitrógeno y el caso Volkswagen". *Blog Investigación y Ciencia*. Octubre de 2015

## Document 2

### La boira fotoquímica

Els principals gasos que es desprenen pels tubs d'escapament dels automòbils a causa del procés de combustió són el monòxid de nitrogen i el monòxid de carboni. Les elevades temperatures a les quals es produeix la combustió provoquen l'oxidació del nitrogen que forma part de l'aire que entra al motor. Inicialment aquest NO (gas d'olor dolça i penetrant) passa a l'atmosfera i és allà on s'oxida a NO<sub>2</sub> (gas a temperatura ambient de color marronós i olor desagradable). En concret, la reacció química de la llum solar amb els òxids de nitrogen (productes de la combustió d'hidrocarburs procedents dels motors dels vehicles), l'oxigen i els compostos orgànics volàtils a l'atmosfera formen l'anomenada boira fotoquímica. A més, aquests òxids de nitrogen, en presència d'hidrocarburs (procedents en part de la combustió incompleta de la gasolina i el dièsel) i sota l'acció dels raigs ultraviolats solars, catalitzen la reacció de formació d'ozó a la troposfera (gas tòxic). L'ozó troposfèric és un dels components secundaris de la boira fotoquímica, que perjudica la salut humana, la vegetació i els ecosistemes.



Imatge 1: Vista de la contaminació sobre Barcelona des de la carretera de las Aigües. Font: Danny Caminal, *El Periódico* (2014).

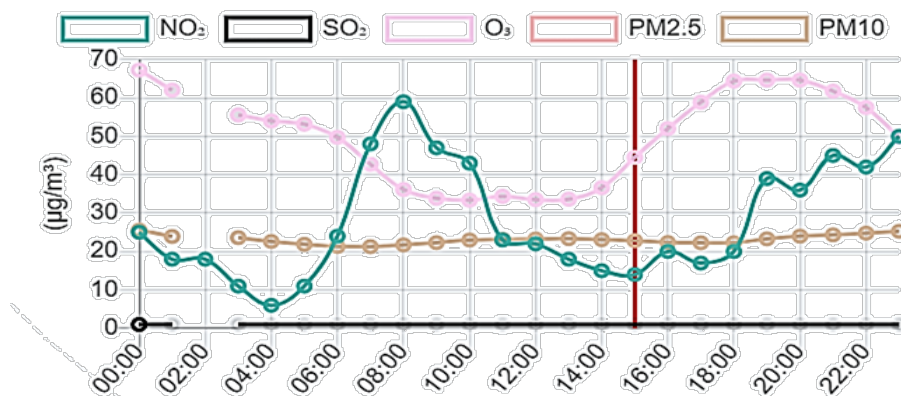
La boira fotoquímica, que té un color vermellós, és un fenomen característic de grans ciutats. L'emissió dels diferents gasos contaminants a l'atmosfera causa problemes mediambientals i de salut. En concret la boira fotoquímica provoca que es teneixi l'atmosfera d'un color característic (imatge 1), disminueix la visibilitat i provoca efectes nocius per a la salut, especialment de tipus respiratori (tos, dificultat per respirar, asma, problemes cardíacs...; a llarg termini pot arribar a produir diferents tipus de càncer). A més a més els diferents gasos precursors de la boira fotoquímica són responsables de la pluja àcida així com de l'escalfament global del planeta.

#### Com es produeix la boira fotoquímica?

1. En presència de la llum del dia, el NO<sub>2</sub> generat de l'oxidació del NO que produeixen els tubs d'escapament dels cotxes experimenta la reacció de formació del monòxid de nitrogen i d'un radical O·.
2. El radical O· reacciona amb l'oxigen molecular i genera ozó troposfèric.
3. El monòxid de nitrogen (NO) pot experimentar dos processos:
  - 3.1. Reacciona amb O<sub>3</sub> i genera NO<sub>2</sub> i O<sub>2</sub>, fet que contribueix a reduir els nivells d'ozó.
  - 3.2. Si l'aire està contaminat per compostos o radicals orgànics volàtils (ROO·) reaccionarà amb ells per produir diòxid de nitrogen i RO·. No es redueixen els nivells d'ozó i aquest s'acumula a zones baixes de l'atmosfera (ozó troposfèric). Els radicals lliures RO· reaccionen entre ells, així com amb altres contaminants primaris i alguns components de l'aire i dona lloc a compostos oxidants com els nitrats de peroxiacetil (NPA), substàncies responsables de danys en la vegetació i de l'aparició de llàgrimes als ulls.

Text adaptat de diverses fonts.

### Índex de la qualitat de l'aire



Gràfic 1: Variació dels contaminants en una atmosfera urbana al llarg del dia (Sant Vicenç dels Horts, 15 de març de 2021). Les PM2,5 i PM10 són les partícules sòlides i/o líquides que entren a l'atmosfera procedents de fonts naturals i antropogèniques que mesuren un màxim de 2,5 µm en el primer cas i de 2,5 µm a 10 µm en el segon cas.

Font: Índice Nacional de la Calidad del Aire. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Gobierno de España. Recuperat de *Índice Nacional de Calidad del Aire* (miteco.es)

### Document 3

En les figures 2 i 3 es poden observar algunes mesures que es porten a terme per minimitzar l'emissió d'òxids de nitrogen.

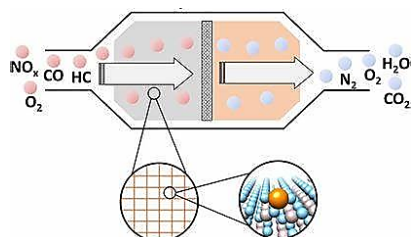


Figura 2: Convertidor catalític que utilitza metalls preciosos com el rodi o el platí per accelerar la conversió dels òxids de nitrogen en altres gasos (nitrogen i oxigen). Font: Lu, Y. et al. "Single-atom Automobile Exhaust Catalysts". *ChemNanoMat*, 2020.

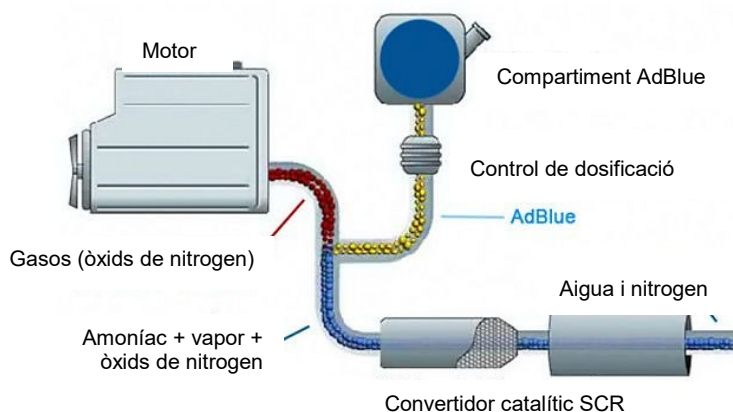


Figura 3 : La tecnologia AdBlue s'utilitza per eliminar els òxids de nitrogen. Es basa en afegir una solució pura d'urea i aigua als gasos del tub d'escapament per accelerar la conversió dels òxids de nitrogen a nitrogen molecular. Font: Talleres Cuenca, 2018.

Investigadors de la Universitat Politècnica de València i algunes empreses han desenvolupat un nou producte (una solució de diòxid de titani entre d'altres substàncies) que, aplicat sobre el paviment de les carreteres, permet reduir la contaminació de l'aire i, així, disminuir la concentració d'òxids de nitrogen ( $\text{NO}_x$ ).

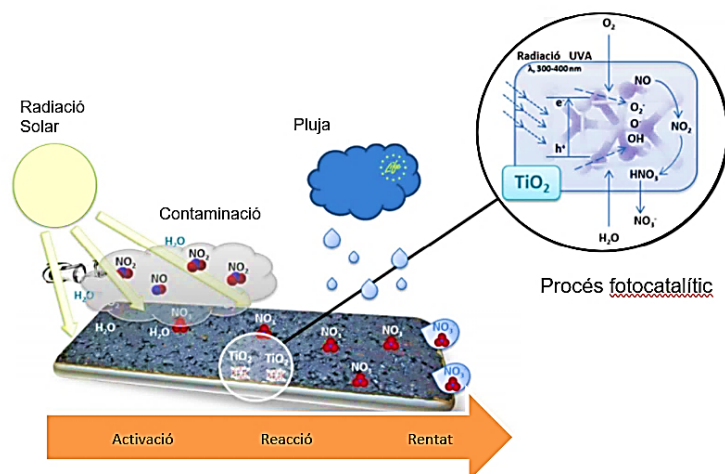


Figura 4: El BITUMENOx és una solució formada per promotors químics i òxids de titani. El diòxid de titani absorbeix la radiació solar activant l'oxigen de l'aire i produint  $\text{O}_2^-$  i el radical  $\text{OH}\cdot$ . Quan els òxids de nitrogen reaccionen amb els compostos generats anteriorment produeixen ions nitrats. Els ions nitrats, convertits en sals innòcues, són eliminats per l'aigua de la pluja. Font: Projecte LIFE12ENV/ES/000749 EQUINOX: *Surface Treatment for Asphalt pavements to Nitrogen oxides removal in Urban Environments*. Novembre de 2017.



