

## **Premis Extraordinaris de Batxillerat. Convocatòria 2020-2021**

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.**

---

### **Física**

---

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

**Qualificació:**

#### **Instruccions**

La prova consisteix en l'aplicació de models científics relacionats amb les ones electromagnètiques i el seu espectre, així com de la seva interacció amb la matèria. A partir de diversos documents de suport, cal argumentar opinions i raonar les respostes a diverses qüestions que s'han plantejat recentment al voltant de la protecció i seguretat de les emissions electromagnètiques i els possibles efectes en la salut humana.

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**

- Regle graduat.
- 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.
- Analitzar informació sobre fenòmens explicables mitjançant la física, així com saber argumentar i comunicar sobre aquests fenòmens.
- Aplicar els conceptes i les característiques bàsiques del treball científic en analitzar fenòmens i resoldre problemes.
- Resoldre problemes amb rigor científic, precisió dels conceptes, claredat i coherència en les respostes.
- Interpretar la informació sobre situacions en què intervenen fenòmens físics presentada en forma de gràfics, diagrames, equacions... i utilitzar aquestes formes de representació per expressar i explicar aquestes situacions i abordar la resolució de problemes.

## La radiació electromagnètica

En els darrers mesos, als mitjans de comunicació i a les xarxes socials ha estat relativament freqüent la presència de notícies o informacions relacionades amb els possibles efectes nocius de la tecnologia 5G (o xarxa mòbil de 5a generació) per a l'ésser humà. El seu desplegament, fins i tot, s'ha arribat a relacionar amb l'origen i expansió de la pandèmia causada pel virus SARS-CoV-2.

La popularització d'aquestes idees ha generat un nínxol de negoci per a l'explotació comercial d'un conjunt de dispositius que, en general, ofereixen "protecció contra la radiació 5G", ja siguin embalatges, peces de roba, recobriments de parets, etc.

Fins a quin punt hi ha base científica en aquestes propostes? Podem utilitzar el nostre coneixement científic, l'accés a fonts fiables i l'esperit crític per expressar una opinió fonamentada al respecte?

**Apartat 1** [2 punts]: Argumenteu raonadament la possibilitat que el desplegament de la telefonia 5G tingui efectes adversos per a la salut. Tingueu en compte el caràcter ionitzant de la radiació en funció de l'energia que transporten i la relació entre l'energia d'una radiació electromagnètica i la seva freqüència, així com les evidències científiques que es tenen fins el moment sobre aquests possibles efectes (veieu documents 1 i 2).

**Apartat 2** [4 punts]: Un familiar proper us expressa la seva preocupació pel desplegament de la tecnologia 5G, i vol saber la vostra opinió sobre dos productes que s'està plantejant comprar després de fer una cerca a internet:

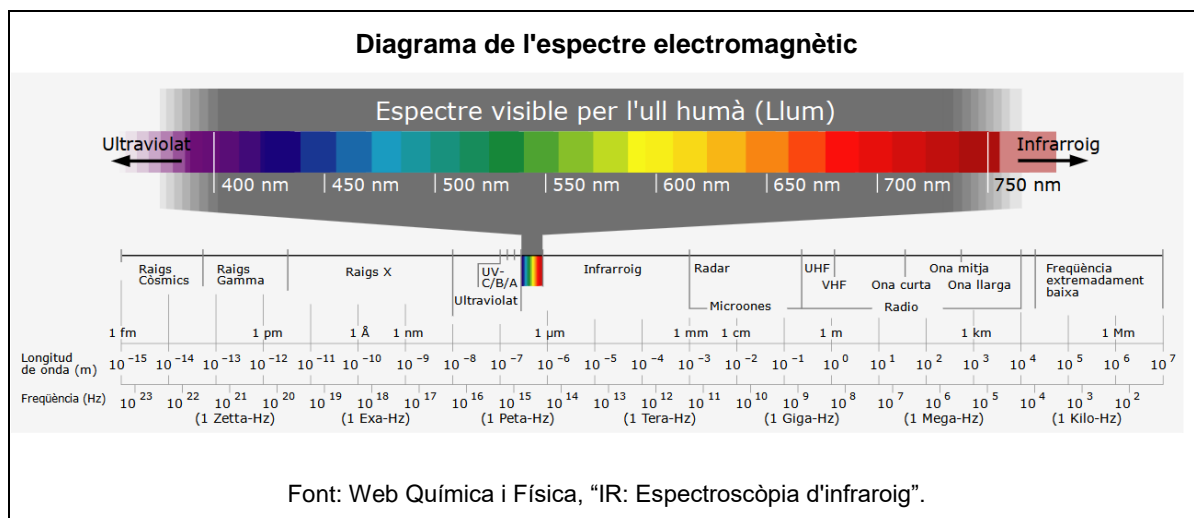
- Una pintura de paret basada en grafè, que ofereix protecció i aïllament d'un ampli espectre de radiació electromagnètica, i que convertirà la seva casa en una gran gàbia de Faraday.
- Una capsula metàl·lica per al *router* o encaminador que garanteix la protecció de les persones vers les emissions wifi, alhora que no disminueix la potència del senyal ni la velocitat de connexió a la xarxa.

Elaboreu una resposta a la consulta que descriu de manera divulgativa les característiques del model científic en què es basa cada un dels productes i que argumenti de manera raonada la conveniència o no d'efectuar la seva compra a partir de les possibilitats reals d'aconseguir l'efecte desitjat (veieu documents 3 i 4).

**Apartat 3** [2 punts]: Els vostres arguments no han acabat de convèncer la persona que us va consultar, així que decidiu mostrar-li experimentalment els efectes d'aïllar un dispositiu digital amb connectivitat externa (telèfon mòbil, tauleta, etc.) mitjançant un material conductor. Dissenyeu un experiment que il·lustri aquesta pèrdua de senyal electromagnètic suposant que disposeu del següent material (o similar): telèfon mòbil, paper d'alumini, caixa de cartró. Expliqueu detalladament quin seria el disseny i implementació del procediment experimental i justifiqueu-lo teòricament.

[Es valorarà amb un punt la redacció correcta, coherent i cohesionada dels exercicis, i amb un altre punt l'argumentació de les respostes, utilitzant el lèxic i el vocabulari científic adequats]

## Document 1



## Document 2

### Radiació: xarxes mòbils 5G i salut

La tecnologia 5G representa una evolució en els estàndards de telecomunicacions i, per permetre un major rendiment, s'estendrà a freqüències de treball més altes, al voltant de 3,5 GHz i fins a unes poques desenes de GHz. Les freqüències més altes són noves per a les xarxes de telefonia mòbil, però s'utilitzen habitualment en altres aplicacions, com ara enllaços de ràdio punt a punt i escàners corporals per a controls de seguretat.

Actualment, l'exposició d'infraestructures 5G al voltant de 3,5 GHz és similar a la de les estacions base de telefonia mòbil existents. Amb l'ús de múltiples feixos d'antenes 5G, l'exposició podria ser més variable en funció de la ubicació dels usuaris i el seu ús. Atès que la tecnologia 5G es troba actualment en una fase inicial de desplegament, l'abast de qualsevol canvi en l'exposició als camps de radiofreqüència encara està sota investigació.

Fins ara i després de moltes investigacions realitzades, no s'ha relacionat causalment cap efecte advers sobre la salut amb l'exposició a tecnologies sense fils. Les conclusions relacionades amb la salut s'extreuen d'estudis realitzats sobre tot l'espectre radiofònic, però, fins ara, només s'han dut a terme alguns estudis de les freqüències que ha d'utilitzar el 5G.

El principal mecanisme d'interacció entre els camps de radiofreqüència i el cos humà és l'escalfament de teixits, però els nivells d'exposició a la radiofreqüència de les tecnologies actuals produeixen un augment de la temperatura insignificant en el cos humà. A mesura que augmenta la freqüència, hi ha menys penetració en els teixits corporals i l'absorció de l'energia es redueix a la superfície del cos (pell i ulls). Sempre que l'exposició global es mantingui per sota de les directrius internacionals, no es preveuen conseqüències per a la salut pública.

Text adaptat de: *Radiació: xarxes mòbils 5G y salut*, Organització Mundial de la Salut, 2020

## Document 3

### **Grafè, el material que revolucionarà l'electrònica**

El grafè condueix l'electricitat millor que cap altre material conegut, és molt resistent, no es trenca, és flexible i transparent. El grafè és el material del futur, segons han publicat algunes notícies. Tomás Palacios, catedràtic en el Departament d'Enginyeria Electrònica i Ciències de la Computació del MIT, explica que els materials bidimensionals com el grafè, és a dir, aquells que són extremadament prims perquè només tenen uns quants àtoms de gruix, podrien ser la clau perquè els enginyers aconseguixin desenvolupar en el futur dispositius millors i més barats en la seva fabricació.

"L'electrònica actual, basada en el silici, té uns processos de fabricació molt costosos", explica l'enginyer. Caldria nous materials amb propietats extraordinàries i nous procediments per fabricar-los, perquè és imprescindible que la seva producció sigui ràpida i barata.

Des que el grafè va ser sintetitzat per primera vegada en 2004 (un descobriment pel que els investigadors d'origen rus Andre Geim i Konstantin Novoselov van rebre el Nobel de Física en 2010), científics de tot el món treballen en el seu desenvolupament i en el d'una nova generació de materials bidimensionals que serviran per complementar el grafè.

#### *Un centenar de materials bidimensionals*

Ja es coneixen al voltant de cent materials bidimensionals i, segons apunta Palacios, hi ha estudis que suggereixen que podria arribar a un miler. El pla és combinar-los: "Per exemple, el grafè és un material ideal per transmetre senyals elèctriques, però no funciona massa bé quan s'intenten fabricar transistors, interruptors que controlen la corrent elèctrica. És a dir, transmet molt bé la informació però no és molt bo per controlar aquesta informació. Aquí entraria el disulfur de molibdè", assenyala Palacios.

#### *Aplicacions*

Ja hi ha al mercat alguns productes que incorporen grafè, com pintures, tinta electrònica, bateries que es carreguen més ràpidament o raquetes de tennis. Però les principals aplicacions del grafè, segons coincideixen els investigadors que treballen en el seu desenvolupament, estan per venir. "Esperem que aquests materials amb característiques electròniques úniques donin lloc a dispositius electrònics i optoelectrònics únics. No aspirem simplement a millorar lleument certs aspectes, sinó que millorin molt i que canviïn la tecnologia", explica Pablo Jarillo-Herrero, investigador del MIT.

"Jo crec que s'haurà d'esperar entre 10 i 20 anys perquè aquests materials estiguin més presents", assenyala el físic Jarillo-Herrero. No obstant, considera que és difícil preveure quan es generalitzaran els dispositius electrònics fabricats amb grafè, com telèfons i tauletes flexibles, perquè "no només han de ser bons i funcionar bé, sinó ser més barats que altres tecnologies".

Text adaptat de "Grafè, el material que revolucionarà l'electrònica", Universitat de València, 2016

## Document 4

### Apantallament elèctric

Considerem una cavitat no conductora dins d'un conductor, sense càrregues a dins (Figura 1a). En presència d'un camp extern, es produeix una redistribució de les càrregues per tal d'anular el camp dins del conductor i dins de la cavitat. Sobre la superfície de la cavitat la densitat de càrrega és nul·la, si no hi hauria línies de camp dins de la cavitat i, per tant, la circulació del camp seria no nul·la i tancada dins del conductor també.

Això es pot deduir del Teorema de Gauss: si tracem una superfície tancada dins del conductor, com que dins del conductor  $E = 0$ , llavors  $Q_{int} = 0$ , ja que  $Q$  dins la cavitat també és zero, i en conseqüència  $E = 0$ . Això és vàlid independentment del que passi a l'exterior del conductor (presència de càrregues, camps, etc.); per tant, aquestes dues regions estan fora de la influència electrostàtica l'una de l'altra i, en conseqüència, es troben en situació d'apantallament.

També podem considerar la situació en què tenim una certa càrrega  $q_{cav}$  a l'interior de la cavitat (Figura 1b). En aquest cas es pot demostrar, mitjançant el Teorema de Gauss, que s'acumula una càrrega a la superfície interior del conductor,  $Q_{Sint}$ , igual a la càrrega  $q_{cav}$  de dins la cavitat, amb el signe canviat:  $Q_{Sint} = -q_{cav}$

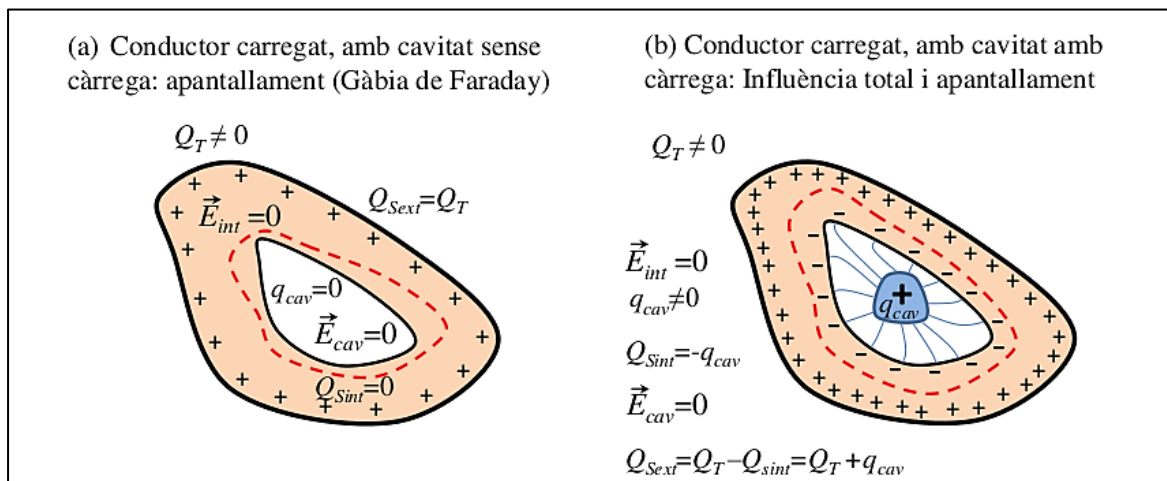


Figura 1: Apantallament i influència en un conductor amb una cavitat interior.

Un conductor amb una cavitat divideix l'espai en dues regions lliures d'influència mútua. Així, canvis en l'exterior del conductor només afegiran una constant al potencial, la qual cosa és intranscendent, ja que no afectarà en cap cas ni el camp elèctric (ja que és derivada del potencial, i la derivada d'una constant és nul·la) ni les distribucions de càrrega a l'interior.

Aquest apantallament es produeix en un doble sentit: de dins a fora i de fora a dins. En canvi, hi ha influència total entre les càrregues dins de la cavitat i la superfície interior de la cavitat.

Exemples de situacions d'apantallament amb gàbies de Faraday les trobem en avions, cotxes, cables coaxials, aparells electrònics amb caixa externa metàl·lica connectada a terra, falta de cobertura mòbil dins d'ascensors metàl·lics, etc.

Text adaptat de Pol Lloveras, "Física II: Fonaments d'electromagnetisme", UPC

## Apartat 1

## Apartat 2

### Apartat 3