

## Física

### criteris específics d'avaluació

Criteris d'avaluació	A	Valor	B	Valor	C	Valor
<b>1.a. Argumentar la possible manca d'efectes adversos de la telefonia 5G a partir de les característiques de la radiació, de la seva posició a l'espectre electromagnètic i de la relació entre freqüència i energia</b>	Explica de forma clara i completa les diferències entre radiació ionitzant i no ionitzant, i posa exemples de cada una. Situa correctament la posició de la radiació de la telefonia 5G a l'espectre electromagnètic, i calcula o raona l'energia que transporta un fotó a partir de l'expressió $E=hf$ , comparant-la amb la d'altres radiacions (per exemple, microones).	1	Explica les diferències entre radiació ionitzant i no ionitzant, i situa correctament la posició de la radiació de la telefonia 5G a l'espectre electromagnètic. Escriu la relació entre energia i freqüència, i la calcula en algun cas concret.	0,5	Situa la radiació de la telefonia 5G a l'espectre electromagnètic i escriu la relació entre energia i freqüència.	0,2
<b>1.b. Argumentar la possible manca d'efectes adversos de la telefonia 5G a partir de les característiques de la radiació, de la seva posició a l'espectre electromagnètic i de la relació entre freqüència i energia</b>	Esmenta de manera explícita la manca d'estudis específics i de llarga durada sobre els efectes de la radiació 5G en el cos humà, i ho relaciona amb el caràcter evolutiu del coneixement científic i la necessitat de disposar d'evidències per fonamentar les afirmacions.	1	Cita la manca d'evidències definitives sobre els efectes de la radiació 5G en el cos humà, però no fa referència al caràcter evolutiu del coneixement científic i la necessitat de disposar d'evidències per fonamentar les afirmacions.	0,5	L'argumentació que fa servir no es basa en aspectes científics.	0,2

Críteris d'avaluació	A	Valor	B	Valor	C	Valor
<b>2.a. Utilitzar criteris científics per analitzar informació</b>	Presenta de forma clara i ordenada arguments científics sobre l'ús de la pintura com a protecció contra la radiació, relacionant-ho amb l'efecte d'apantallament elèctric i les característiques elèctriques del grafè.	1	Presenta algun argument sobre l'ús de la pintura com a protecció contra la radiació, però no els relaciona de forma clara amb l'efecte d'apantallament elèctric i les característiques elèctriques del grafè.	0,5	Presenta arguments breus sobre l'ús de la pintura amb alguna referència literal a les característiques del grafè, però no parla de l'efecte d'apantallament elèctric.	0,2
<b>2.b. Utilitzar criteris científics per analitzar informació</b>	Presenta de forma clara i ordenada arguments científics sobre l'ús d'un recipient metàl·lic com a contenidor del <i>router</i> o encaminador, i el seu efecte en les característiques de l'emissió electromagnètica, relacionant-ho amb l'efecte d'apantallament elèctric.	1	Presenta algun argument sobre l'ús del recipient metàl·lic, però no el relaciona de forma clara amb l'efecte d'apantallament elèctric.	0,5	Argumenta breument sobre l'efecte del recipient metàl·lic en les emissions electromagnètiques, però no parla de l'efecte d'apantallament elèctric.	0,2
<b>3.a. Argumentar un posicionament personal a partir d'evidències científiques</b>	Proposa un posicionament clar respecte de l'ús de la pintura, a partir d'arguments basats en les característiques del model d'apantallament elèctric.	1	Proposa un posicionament respecte de l'ús de la pintura, però no directament relacionat amb arguments basats en les característiques del model d'apantallament elèctric.	0,5	Proposa un posicionament sense relació directa amb les característiques del model d'apantallament elèctric.	0,2
<b>3.b. Argumentar un posicionament personal a partir d'evidències científiques</b>	Proposa un posicionament clar respecte de l'ús del contenidor, a partir d'arguments basats en les característiques del model d'apantallament elèctric.	1	Proposa un posicionament respecte de l'ús del contenidor, però no directament relacionat amb arguments basats en les característiques del model d'apantallament elèctric.	0,5	Proposa un posicionament sense relació directa amb les característiques del model d'apantallament elèctric.	0,2

<b>Criteris d'avaluació</b>	<b>A</b>	<b>Valor</b>	<b>B</b>	<b>Valor</b>	<b>C</b>	<b>Valor</b>
<b>4.a. Dissenyar un experiment</b>	Proposa un experiment clarament dirigit a demostrar que la radiació electromagnètica no arriba a un dispositiu digital amb connexió quan es troba aïllat de l'exterior per un recobriment conductor.	<b>1</b>	Proposa un experiment amb el material de què disposa, però no queda clar que doni resposta a la qüestió plantejada.	<b>0,5</b>	Proposa un experiment amb el material de què disposa, però que no dona resposta a la qüestió plantejada.	<b>0,2</b>
<b>4.b. Dissenyar un experiment</b>	Detalla clarament la realització experimental, i justifica raonadament els resultats esperats a partir de l'efecte d'apantallament elèctric.	<b>1</b>	Describeix la realització experimental, i relaciona els resultats amb l'efecte d'apantallament elèctric.	<b>0,5</b>	Explica superficialment el dispositiu experimental, i fa alguna referència literal a l'efecte d'apantallament elèctric.	<b>0,2</b>
<b>5. Redactar amb correcció, cohesió i coherència</b>	Redacta amb correcció, cohesió i coherència, i estableix relacions entre les respostes a les diverses qüestions.	<b>1</b>	Presenta algunes mancances en la correcció, cohesió i coherència del text, i relaciona en algun moment les respostes a les qüestions.	<b>0,5</b>	Mostra importants mancances en la correcció, cohesió i coherència del text, i no estableix relacions entre les respostes a les qüestions.	<b>0,2</b>
<b>6. Argumentar les respostes utilitzant el lèxic i el vocabulari científic adequats</b>	Usa de manera habitual termes i vocabulari científic específic de manera pertinent.	<b>1</b>	Utilitza puntualment termes i vocabulari científic de manera adequada.	<b>0,5</b>	Fa un ús molt limitat de termes i vocabulari científic.	<b>0,2</b>

## **criteris específics d'avaluació complementaris. Exemple de resolució**

El redactat és orientatiu.

### **Apartat 1**

Els camps electromagnètics resulten de la combinació d'un camp elèctric i d'un camp magnètic, i el seu origen pot ser natural o artificial. Entre les radiacions d'origen natural trobem, per exemple, la radiació del sol i entre les d'origen artificial podem destacar les generades per aparells com la ràdio, la televisió, els telèfons mòbils o els forns de microones, entre d'altres.

Els camps electromagnètics es propaguen en forma d'ona electromagnètica, es caracteritzen per la freqüència i l'amplitud i es poden ordenar en l'espectre electromagnètic. L'energia d'una ona electromagnètica depèn de la seva freqüència, segons l'expressió  $E=hf$  (on  $h$  és la constant de Planck, i  $f$  la freqüència de la radiació), i en funció de la freqüència de l'ona electromagnètica, les emissions o radiacions electromagnètiques poden classificar-se en ionitzants o no ionitzants.

Les radiacions ionitzants transporten prou energia com per poder arrencar electrons dels àtoms de la matèria sobre la qual incideixen, i poden provocar danys. Són radiacions ionitzants la radiació ultraviolada, els raigs X i els raigs gamma, per exemple. En canvi, les radiacions no ionitzants no transporten prou energia i, per tant, no poden arrencar electrons dels àtoms de la matèria sobre la qual incideixen. Aquestes radiacions inclouen la llum visible i les emissions de radiofreqüència, utilitzades pels diferents sistemes de radiocomunicació (ràdio, televisió, telefonia mòbil, wifi). Aquest tipus de radiacions poden provocar l'augment de la temperatura del cos sobre el qual incideixen només si la potència d'emissió és molt alta i el cos és molt a prop, com passa en els forns de microones.

Fins al moment, no hi ha cap evidència concludent d'una relació causa-efecte entre l'exposició a camps electromagnètics de radiofreqüència i efectes perjudicials per a la salut, sempre i quan els nivells d'exposició estiguin per sota dels nivells màxims permesos per les autoritats competents.

A llarg termini caldrà esperar a disposar d'estudis més extensos i específics per avaluar els efectes d'una exposició superior. Cal tenir en compte que el desplegament i ús de la tecnologia 5G es troba en una fase molt inicial, i no hi ha evidències científiques concludents que permetin assegurar o descartar de manera definitiva efectes adversos en la salut de l'ésser humà. Això bàsicament significa que l'evidència de risc observada és limitada, malgrat que no es descarta, per la qual cosa continua la recerca en la possible relació entre l'ús intensiu de dispositius sense fil i riscos per la salut.

## Apartat 2

Els dos productes comercials basen el seu funcionament en l'efecte d'apantallament de la radiació electromagnètica per un recobriment conductor. Aquest efecte també rep el nom de gàbia de Faraday, ja que va ser el físic Michael Faraday qui primer va mostrar que el camp elèctric a l'interior d'una habitació recoberta d'una capa de metall era nul, tot i que hi havia descàrregues d'alt voltatge a la part exterior de l'habitació.

En el cas de la pintura, se suposa que l'addició del grafè hauria de dotar-la de propietats conductores de l'electricitat. Recobrir les parets amb aquesta pintura, a priori, hauria d'equivaldre a col·locar làmines metàl·liques. Si tenim en compte el model, resulta raonable suposar que una correcta aplicació de la pintura hauria de reduir en alguna mesura els nivells de la potència de senyals de radiofreqüència a l'interior de l'habitatge. Cal tenir en compte, però, que aquesta possible reducció no afectarà únicament les freqüències associades a la tecnologia 5G, sinó que es produirà en tot l'espectre electromagnètic.

A més, el model d'apantallament es basa en l'existència d'una superfície tancada que envolta la cavitat, i en el cas real de l'aplicació de la pintura, aquesta superfície tancada seria difícil d'aconseguir. L'eficàcia del producte dependrà en gran mesura de les dimensions i morfologia del recinte, així com de l'existència de superfícies que puguin quedar lliures d'aplicació, com finestres, portes, terres i sostres, etc.

Pel que fa a la capsa metàl·lica del *router* o encaminador, el funcionament es basa en el mateix efecte d'apantallament, però en el sentit contrari, és a dir, en anul·lar (o reduir) el senyal que emet el propi dispositiu. El funcionament en aquest cas pot ser molt més eficient i satisfactori, atès que sí podem aconseguir més fàcilment disposar d'una cobertura metàl·lica gairebé total de la font emissora de radiació electromagnètica. El problema principal que ens trobarem serà precisament l'alta eficiència de la cobertura, i la més que probable anul·lació total de la connexió sense fils.

Així doncs, mentre que en el cas de la pintura la recomanació seria que, tot i que el producte, a priori, hauria de poder facilitar l'ús pel qual es publicita, existeix tot un seguit de limitacions pràctiques (correcta aplicació del producte, superfícies no recobertes, impossibilitat de limitar un rang de freqüències determinat...) que porten a descartar la seva compra.

En el segon producte, el problema principal podria originar-se en l'alta efectivitat i en l'existència d'afirmacions enganyoses o incertes en la seva publicitat. Per una banda, és cert que un dispositiu com el descrit es pot utilitzar per anul·lar o reduir el senyal electromagnètic provinent d'un emissor que es trobi en el seu interior. Ara bé, aquesta protecció contra les emissions sense fils no es podrà realitzar sense disminuir la potència del senyal ni la velocitat de connexió a la xarxa. En aquest cas, doncs, també es descartaria la seva compra.

### Apartat 3

Per explicar l'efecte d'apantallament elèctric, cal dissenyar un sistema que ens permeti visualitzar dos fenòmens:

- En primer lloc, mesurar el camp electromagnètic dins d'una cavitat recoberta d'un material conductor quan hi apliquem una radiació des de l'exterior.
- En segona instància, comprovar l'anul·lació del senyal electromagnètic emès per un dispositiu situat en una cavitat recoberta per un material conductor.

Tenint en compte el material disponible, una possibilitat seria recobrir la capsula de cartró completament amb el full de paper d'alumini i situar el telèfon mòbil al seu interior. Segons el model d'apantallament, el camp elèctric a l'interior serà nul, independentment de la radiació externa, de forma que, encara que es realitzi una trucada al telèfon, l'aparell no l'hauria de rebre. Aquest cas servirà per modelitzar el funcionament de la pintura amb grafè, i podem reproduir les condicions fent un recobriment parcial de la capsula, deixant alguna part de la superfície sense recobrir, i comprovant que, en aquest cas, el senyal a l'interior no s'anul·la completament.

De manera similar, si realitzem una trucada des del telèfon i l'introduïm a la capsula amb el recobriment metàl·lic, el senyal es perdrà en el moment que el recobriment sigui total, i la trucada es cancel·larà. Per tal de visualitzar l'efecte en tot el rang de freqüències, es podria reproduir l'experiment utilitzant el senyal wifi per realitzar alguna acció amb connexió amb l'exterior, com l'emissió d'un vídeo en directe, per exemple.