



G CONSELLERIA
O EDUCACIÓ
I UNIVERSITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
/ PERSONAL DOCENT



CONCURS OPOSICIÓ
TRIBUNAL N.º 1
590 007 FÍSICA I QUÍMICA

Oposicions 2020

Cos: 0590 Professors d'Ensenyament Secundari

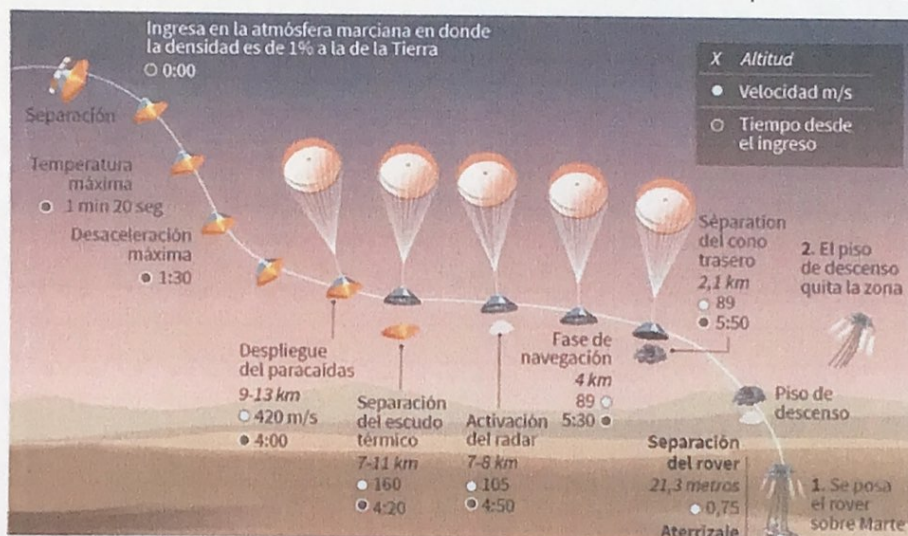
Especialitat: 007 Física i Química

Tribunal n.º 1 Menorca

PART B DE LA PRIMERA PROVA: PROVA PRÀCTICA OPCIÓ B (60 punts)

OPCIÓ B: PROBLEMA 1: EL PARACAIGUES DEL PERSEVERANCE

El 18 de febrer de 2021 es va dipositar sobre la superfície de Mart l'estació espacial *Perseverance*, un dels majors èxits de la ciència i de la tècnica per a la conquesta de l'espai. Transportant un equip d'exploració de 4000 kg de massa, va entrar en l'atmosfera lleugera de Mart a la velocitat d'uns 20000 km/h, i en els 7 minuts de terror per tot l'equip de control, la va reduir a valors moderats per a l'amartissatge.

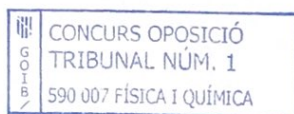


El problema bàsic a resoldre en un paracaigudes és el de la sustentació de la seva tela sobre el gas atmosfèric, degut a les diferències de pressió que s'originen en el desplaçament, que són de molt difícil tractament matemàtic en el règim turbulent en que es dona el descens.

Anem a idealitzar dita situació: el paracaigudes descendeix sense produir corrents d'aire, amb una sustentació deguda exclusivament a l'impacte de la lona al caure sobre les molècules atmosfèriques suposadament en repòs. A més, suposarem que els gasos de l'atmosfera de Mart es comporten com un gas ideal.



G CONSELLERIA
O EDUCACIÓ
I UNIVERSITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
/ PERSONAL DOCENT



Oposicions 2020
Cos: 0590 Professors d'Ensenyament Secundari
Especialitat: 007 Física i Química
Tribunal nº 1 Menorca

Dades:

Constant gravitacional: $G = 6,673 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Constant dels gasos ideals: $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Massa de Mart: $M_M = 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}$

Radi de Mart: $R_M = 3390 \text{ km}$

Pressió atmosfèrica mitjana en la superfície de Mart: $P_0 = 600 \text{ Pa}$

Temperatura atmosfèrica mitjana de Mart: $T = -46^\circ \text{C}$

Massa molecular mitjana del gas atmosfèric de Mart: $M_m = 0,043 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

- Calcula la densitat (ρ) de l'atmosfera de Mart: a una alçada de **2 km** (quan es desprèn el paracaigudes) i a una alçada de **10 km** (quan es desplega el paracaigudes). Considera que la pressió atmosfèrica disminueix amb l'alçada segons la fórmula següent: $P_h = P_0 \cdot \exp\left(-\frac{g \cdot M_m}{R \cdot T} \cdot h\right)$
Sent P_0 la pressió atmosfèrica en $h = 0$.
- Per simplificar el problema, suposarem que ara el gas atmosfèric està perfectament en calma, que la lona del paracaigudes és plana i circular, i que mentres descendeix a velocitat v arrossega amb ell les molècules de gas que troba al seu pas, les quals van sortint pels costats del paracaigudes després de golpear-lo. La força de frenada per unitat d'àrea del paracaigudes és: $\frac{F_f}{S} = \rho \cdot v^2$
Calcula el radi de la lona del paracaigudes necessària per tal que descendeixi a una velocitat constant de 89 m/s, just quan es troba a 2 km de la superfície de Mart.
- Calcula l'acceleració de l'estació a l'alçada de 10 km i velocitat 420 m/s, és a dir, en el moment del desplegament, coneguda la mida del paracaigudes de l'aparat anterior.
- Calcula la pèrdua d'energia del *Perseverance* quan ha aterrat a la superfície de Mart si a 130 km alçada, que és quan entra dins la seva atmosfera, porta una velocitat de 20000 km/h.

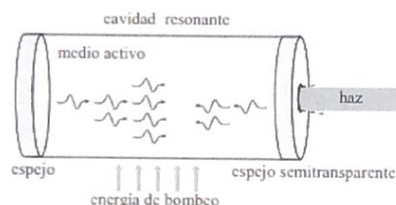


PUNTUACIÓ	a	b	c	d
10 punts	3	2	2	3

OPCIÓ B: PROBLEMA 2: EL LÀSER

El 1905 Albert Einstein va explicar l'efecte fotoelèctric utilitzant conceptes de física quàntica i el 1917 va predir el fenomen de l'emissió estimulada de la radiació que dècades més tard donaria lloc al desenvolupament del làser.

El làser és una font de llum monocromàtica amb una gran direccionalitat, al ser emès en un feix gairebé cilíndric i amb una elevada concentració energètica.



Un làser consta bàsicament de tres parts:

- 1) Cavitat òptica ressonant formada per dos

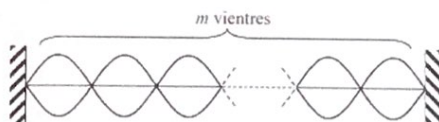


Fig. 2. Modo m de la cavitat

miralls enfrontats on la llum viatja en trajectes d'anada i tornada. Un és parcialment reflectant.

- 2) Un medi actiu (sòlid, líquid o gas) que omple la cavitat i que amplifica la llum que viatja per ell.

- 3) Un mecanisme de bombeig que aporta energia.

La cavitat té una longitud L i està plena d'un medi actiu d'índex de refracció n , i dintre la cavitat es produeix la superposició d'ones electromagnètiques que viatgen en els dos sentits on la distribució del camp elèctric és una ona estacionària com la que es produeix en una corda tensa.

- a) Troba l'expressió del que val la freqüència f_m , de l'ona electromagnètica estacionària creada dins la cavitat del mode de vibració m en funció de L i de n . Obtenir la diferència de freqüència, Δf , entre dos modes de vibració consecutius.

Es considera un làser del tipus He-Ne amb una longitud de cavitat de 44,0 cm i un índex de refracció $n=1,00$, que disposa d'un mirall semitransparent de reflectància 95%, i el



G CONSELLERIA
O EDUCACIÓ
I I UNIVERSITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
/ PERSONAL DOCENT

CONCURS OPOSICIÓ TRIBUNAL NÚM. 1 590 007 FÍSICA I QUÍMICA

Oposicions 2020

Cos:0590 Professors d'Ensenyament Secundari

Especialitat: 007 Física i Química

Tribunal nº 1 Menorca

làser emet llum amb una longitud d'ona $\lambda=632,8$ nm amb una potència de sortida de 10 mW per un orifici de diàmetre 2 mm.

- b) Calcular la intensitat del raig a 10 m de la sortida i la intensitat de l'ona que viatja per dintre la cavitat i va dirigida cap el mirall de sortida parcialment reflectant. Calcula el nombre de fotons que emet el làser per segon.
- c) Si la intensitat d'una ona electromagnètica està relacionada amb el camp elèctric amb l'expressió $I = \frac{1}{2} \cdot c \cdot \epsilon_0 \cdot E_0^2$ Escriu l'expressió de l'ona harmònica electromagnètica emesa calculant les diferents magnituds implicades.

Dades:

Constant de Planck: $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s

Velocitat de la llum al buit: $c = 299.792$ km/s

Constant elèctrica del buit: $k = 9 \cdot 10^9$ N·m²/C²

Càrrega de l'electró: $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C

PUNTUACIÓ	a	b	c
6 punts	1	2	3



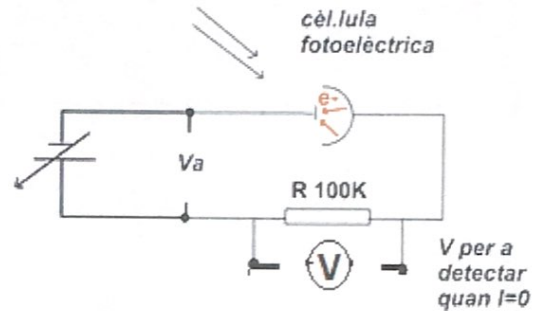
G CONSELLERIA
O EDUCACIÓ
I UNIVERSITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
PERSONAL DOCENT

CONCURS OPOSICIÓ
TRIBUNAL NÚM. 1
590 007 FÍSICA I QUÍMICA

Oposicions 2020
Cos: 0590 Professors d'Ensenyament Secundari
Especialitat: 007 Física i Química
Tribunal nº 1 Menorca

OPCIÓ B: PROBLEMA 3: L'
EFFECTE FOTOELÈCTRIC

Moltes vegades l'efecte fotoelèctric és la porta d'entrada al que normalment s'anomena *física moderna* en els cursos de batxillerat. Existeix la possibilitat de realitzar un muntatge experimental al laboratori amb punters làser o altres fonts làser del tipus He-Ne, es poden utilitzar com a fonts de llum monocromàtica per il·luminar la cèl·lula i amb un circuit divisor de tensió es pot anar variant la tensió aplicada fins aconseguir frenar tots els electrons.



Al laboratori s'han fet cinc mesures del potencial de frenada per diferents tipus de fonts làser i han donat els següents resultats:

Làser	λ (nm)	Potencial de frenada V_0 (V)
Infraroig	780	No es detecta
Vermell	660	0,215
Verd	532	0,697
Blau	435	1,178
Violeta	405	1,330



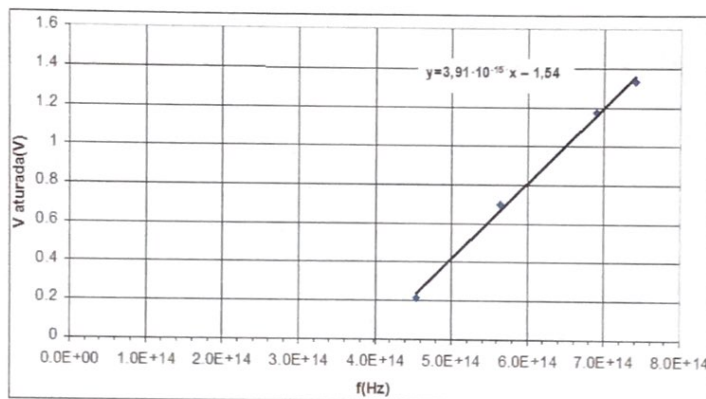
G CONSELLERIA
O EDUCACIÓ
I I UNIVERSITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
PERSONAL DOCENT



CONCURS OPOSICIÓ
TRIBUNAL NÚM. 1
590 007 FÍSICA I QUÍMICA

Oposicions 2020
Cos: 0590 Professors d'Ensenyament Secundari
Especialitat: 007 Física i Química
Tribunal nº 1 Menorca

Si es fa la representació gràfica freqüència-potencial de frenada, s'observa que s'ajusten amb una recta de regressió lineal : $y = 3,91 \cdot 10^{-15} \cdot x - 1,54$



- A partir de les dades experimentals, troba de manera aproximada la constant de Planck. Calcula la freqüència llimar que té el metall de la cèl·lula fotoelèctrica utilitzada i el treball d'extracció expressats en electronvolts.
- Representa de manera aproximada la gràfica de la corba que es mesuraria per una altra cèl·lula fotoelèctrica fet amb diferent metall de freqüència llimar major.
- Raona quins dels fenòmens implicats en l'efecte fotoelèctric no es poden explicar utilitzant la teoria clàssica i explica breument com ho resol la física moderna.

Dades:

Constant de Planck: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

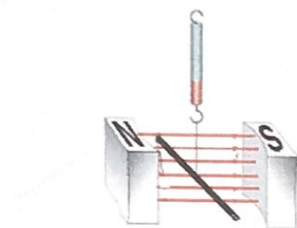
Constant elèctrica del buit: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

Càrrega de l'electró: $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

PUNTUACIÓ	a	b	c
6 punts	3	1	2



OPCIÓ B: PROBLEMA 4: LA BALANÇA DE COTTON



L'esquema de la figura mostra una balança de Cotton, emprada per mesurar les propietats magnètiques de substàncies o les intensitats de camp magnètic.

Consta d'una barra conductora de 12 cm de llarg, i un diàmetre de 28 mm feta d'un material de densitat $\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$. Aquesta s'introdueix dintre d'un camp magnètic que es

pot considerar uniforme en la zona on es troba la barra, la intensitat de camp magnètic és de 0,45 T disposat com indica la figura.

La barra i les línies de camp estan en un pla horitzontal, i la barra forma un angle de 78° amb les línies de camp magnètic. La barra es connecta a un circuit extern al camp, que disposa d'un interruptor, una resistència variable i una bateria connectada tal com disposa el dibuix. Es consideren els fils de massa menyspreable.

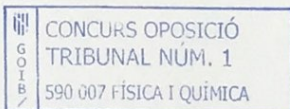
La barra està penjada d'una molla ideal de constant 280 N/m i de longitud natural 20 cm.

- Es connecta l'interruptor al circuit extern i s'espera que el sistema estigui en equilibri. Determina quan s'ha elongat la molla si s'ajusta la intensitat a 8 A.
- En un cert instant es retira el camp magnètic i la barra es posa a oscil·lar. Escriu l'equació d'oscil·lació de la barra. Considera el cas ideal que els fils del circuit extern no influeixen en el moviment de la barra. Pren l'origen de temps en l'instant en que es retira el camp magnètic.

PUNTUACIÓ	a	b
8 punts	4	4



G CONSELLERIA
O EDUCACIÓ
I I UNIVERSITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
/ PERSONAL DOCENT



Oposicions 2020
Cos: 0590 Professors d'Ensenyament Secundari
Especialitat: 007 Física i Química
Tribunal nº 1 Menorca

OPCIÓ B: PROBLEMA 5: L'ÀTOM DE BOHR

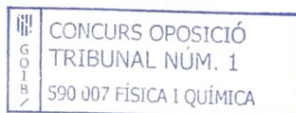
- a) Demuestra la funció matemàtica que ens permet obtenir la variació energètica que experimenta un electró per l'àtom d'hidrogen i segons el model atòmic de Bohr quan realitza una transició electrònica entre dos nivells energètics.

Deixa l'expressió en funció de:

Q_e (càrrega electró)
 Q_p (càrrega protó)
 K (constant de Coulomb)
 m_e (massa electró)
 h (constant de Planck)

- b) Explica i demostra matemàticament la relació entre la longitud d'ona de l'electró en moviment en una òrbita i el perímetre de l'òrbita que descriu.

PUNTUACIÓ	a	b
10 punts	7	3



OPCIÓ B: PROBLEMA 6: REACCIÓ DE DESCOMPOSICIÓ

A 70 °C la descomposició d'un mol de pentaòxid de dinitrogen, segons la reacció ajustada següent, segueix una llei de primer ordre. La reacció de descomposició és la següent:



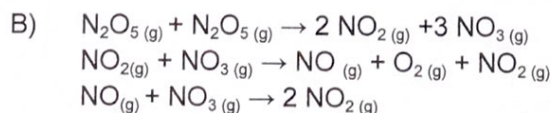
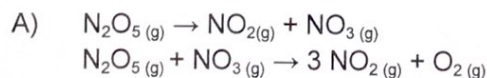
La pressió que es llegeix a un manòmetre acoblat al reactor, a volum constant és:

t (h)	0	12	25
P _T (kPa)	1,43 · 10 ⁴	2,08 · 10 ⁴	2,57 · 10 ⁴

a) Demostra d'on surt l'equació integrada de velocitat per a una reacció de primer ordre.

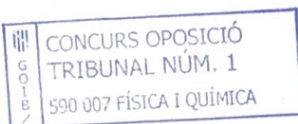
b) Calcula el temps de reducció a la quarta part del pentaòxid de dinitrogen.

c) Justifica quin dels següents mecanismes és compatible amb la reacció de descomposició del pentaòxid de dinitrogen. De la opció que escullis, dibuixa el seu diagrama energètic i raona quina és l'etapa determinant de la velocitat de reacció.





G CONSELLERIA
O EDUCACIÓ
I UNIVERSITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
/ PERSONAL DOCENT



Oposicions 2020
Cos: 0590 Professors d'Ensenyament Secundari
Especialitat: 007 Física i Química
Tribunal nº 1 Menorca

d) Digues quina serà la velocitat de descomposició del pentaòxid de dinitrogen en molècules $\text{dm}^{-3} \cdot \text{min}^{-1}$ a una temperatura de 400 K, si es té inicialment un mol del reactiu i es treballa en les mateixes condicions de volum que l'enunciat del problema. ($E_a = 1,0 \cdot 10^2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$).

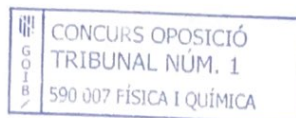
Dades:

$$R = 8,3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

PUNTUACIÓ	a	b	c	d
10 punts	2	5	1	2



G CONSELLERIA
O EDUCACIÓ
I UNIVERSITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
/ PERSONAL DOCENT



Oposicions 2020
Cos: 0590 Professors d'Ensenyament Secundari
Especialitat: 007 Física i Química
Tribunal nº 1 Menorca

OPCIÓ B: PROBLEMA 7: ESPELEOTEMES

Un elevat percentatge del territori de les Illes Balears està format per roques de calcàries, fet que explica el destacat nombre de formacions càrstiques que hi ha en el nostre territori. Dos amics afeccionats a l'espeleologia, discuteixen sobre la puresa en carbonat de calci de dos espeleotemes recollits en una de les seves incursions subterrànies. Decideixen comprovar quin dels dos espeleotemes és més ric en CaCO_3 i, amb aquesta finalitat, cadascun d'ells n'analitza el seu contingut a la seva manera. Comprova quin dels dos té en el seu poder l'espeleotema de major puresa en carbonat de calci, basant-te en la informació que s'exposa a continuació. Expressa la puresa en % en massa.

a.1) Un d'ells, pren una mostra de 4,05 g del seu espeleotema i l'ataca amb àcid clorhídric de manera que tot el calci present en el mineral passa a trobar-se en forma de $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$. A continuació, elimina la petita quantitat de residu sòlid no dissolt. A la solució càlcica obtinguda, li afegeix un excés de dissolució d'oxalat de sodi, amb la qual cosa tot el calci precipita en forma de $\text{CaC}_2\text{O}_4_{(\text{s})}$. Una vegada filtrat i rentat aquest precipitat, el dissol completament en àcid sulfúric diluït i posteriorment li afegeix aigua fins a obtenir exactament 100 mL de dissolució. Pren 20 mL d'aquesta dissolució i els valora amb permanganat de potassi 0,05 M, consumint-se 38,2 mL d'aquesta dissolució

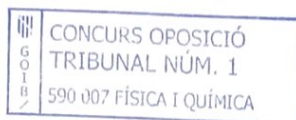


a.2) L'altre, pren una mostra d'1,5 g del seu espeleotema i la posa a bullir amb 50,0 mL d'una dissolució d'HCl. L'excés d'àcid el valora per retrocés amb 13,1 mL de NaOH 0,292 M. En una valoració diferent, determina que 1,000 mL d'HCl equivalen a 1,407 mL de la dissolució de NaOH.



G CONSELLERIA
O EDUCACIÓ
I UNIVERSITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
/ PERSONAL DOCENT

Oposicions 2020
Cos:0590 Professors d'Ensenyament Secundari
Especialitat: 007 Física i Química
Tribunal nº 1 Menorca



b) Bona part de la química de les coves kàrstiques gira al voltant de la *calcita*, CaCO_3 , que és el mineral primari de la roca calcària. És un mineral poc soluble, la solubilitat del qual ve determinada per la presència de diòxid de carboni dissolt a la dissolució. Quan la concentració de diòxid de carboni dissolt a la solució disminueix, la solubilitat del CaCO_3 també disminueix, precipitant.

Troba quina serà la solubilitat del carbonat de calci en equilibri a 25 °C en un aigua natural sense diòxid de carboni i suposant que inicialment no hi havia l'ió bicarbonat.

Dades: $K_{ps}(\text{CaCO}_3) = 4,6 \cdot 10^{-9}$; $K_a(\text{HCO}_3^-) = 4,76 \cdot 10^{-11}$

PUNTUACIÓ	a.1	a.2	b
10 punts	4	4	2