

Segona prova. Part A: prova pràctica

Resolució EDU/182/2021, de 29 de gener, de convocatòria de concurs oposició de per a l'ingrés i accés a la funció pública docent i adquisició de noves especialitats (DOGC núm. 8332, 3.22021).

Cos: Cos de professors d'ensenyament secundari

Especialitat: Anàlisi i química industrial

SUPÒSIT 1

Context

Tractament d'aigua (Fenton)

Una empresa us ha encarregat que poseu a punt un mètode de tractament dels seus efluent industrial. Han enviat una mostra amb aigua que presenta color i heu decidit tractar-la mitjançant fotodegradació amb catàlisi heterogènia (semiconductor en fase sòlida, TiO_2) i homogènia (barreja Fenton, $\text{Fe(II)} / \text{H}_2\text{O}_2$). Les suspensions de TiO_2 són irradiades amb longituds d'ona en el rang de l'espectre visible (700 - 400 nm) per millorar el procés. Podeu veure les reaccions al final de l'enunciat. L'objectiu és optimitzar el procediment i finalment aplicar-lo a escala industrial. Per això, es porten a terme diferents proves al laboratori i així obtenir el procediment més adient que caldrà traslladar a nivell industrial per tractar els efluent de l'empresa que reutilitzarà aquests efluent per als seus processos industrials. L'efectivitat d'aquest tractament d'aigües depèn de:

- les concentracions de l'agent oxidant i del catalitzador
- el pH
- la temperatura
- el temps de reacció (que pot anar des de 60 a 120 minuts)
- el tipus de mostra

Dada: L'etiqueta del Peròxid d'Hidrogen al 33% conté els següents símbols de perillositat.



Situació d'aprenentatge

- **Tasca 1.** Dissenyeu una situació d'aprenentatge per valorar com afecten els paràmetres (pH, Temperatura i temps) en la reacció, tenint en compte:

1. Descripció del grup classe

El vostre grup classe està format per 19 alumnes, 14 dels quals són nois. Un estudiant té dislèxia i un altre va amb cadira de rodes. Els estudiants tenen com a mínim 18 anys. Hi ha 9 estudiants que venen de Batxillerat, 3 estudiants treballen a torn com operaris en una indústria propera, 3 alumnes venen del Grau Mitjà de Laboratori i 2 estudiants que tenen més de 45

anys estan a l'atur i mai han treballat al sector de la Química. Aquests dos estudiants fa més de 20 anys que no estudien.

2. Aquesta situació d'aprenentatge cal que inclogui, com a mínim, els següents apartats:

- Ubicació del contingut pràctic en el currículum (Cicle Formatiu, Mòdul i Unitat Formativa)
 - Temporització de les sessions
 - Interrelació amb altres mòduls
 - Coneixements o capacitats prèvies
 - Organització i gestió del grup classe
 - Activitats que es duren a terme a cada sessió
 - Recursos necessaris: Espais, reactius, material laboratori, aparells, etc.
 - Competències professionals, personals i socials i capacitats clau
 - Evidències del treball desenvolupat pels estudiants
 - Els instruments d'avaluació amb les evidències recollides
 - Gestió de residus
 - Mesures preventives
- **Tasca 2.** Una de les primeres anàlisis que es proposa és la determinació de la quantitat de ferro en una aigua per absorció atòmica per preparar el catalitzador, es va realitzar el següent procediment:

En cinc matrassos de 50 ml de capacitat s'hi va afegir primer 10 mL de mostra a cadascun. Després es va afegir 0, 5, 10, 15 i 20 mL d'una dissolució patró de 10,00 mg/L de ferro respectivament. Seguidament es van enrasar amb aigua destil·lada i se'n va mesurar l'absorbància.

Els resultat obtinguts van ser:

mL de patró	Absorbància
0	0,040
5	0,062
10	0,081
15	0,102
20	0,135

- a) Realitza un esquema de l'experiment i explica breument quin mètode de calibració s'ha utilitzat per la determinació de ferro.
- b) Representa la recta de calibració i dona l'equació de la recta.
- c) Calcula la concentració de ferro a l'aigua en mg/L.

- **Tasca 3.** En la preparació del catalitzador utilitzem peròxid d'hidrogen d'una concentració del 33% p/p i una densitat de 1,11 g/mL.

Es desitja verificar la concentració mitjançant una tècnica volumètrica.

Primerament el permanganat de potassi s'estandarditza amb oxalat de sodi que és una substància patró primari.

Massa Oxalat de sodi (g)	Volum de permanganat de potassi (mL)
0,1505	22,30
0,1511	22,39
0,1498	22,17

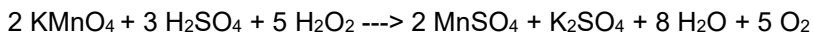
La reacció que té lloc en la volumetria és la següent:



Un cop estandarditzat l'agent valorant es procedeix a la quantificació del peròxid d'hidrogen.

Dilúim 1,0 mL de la solució de peròxid d'hidrogen fins a 100,0 mL. Valorem alíquotes de 20,00 mL de la solució diluïda al les que afegim 200 mL d'aigua i 20 mL d'àcid sulfúric 3M, seguidament valorem amb permanganat de potassi estandarditzat prèviament.

La reacció que té lloc és la següent:



S'han realitzat 7 valoracions, a continuació teniu les dades obtingudes.

Volum de permanganat de potassi (mL)
38,80
39,20
38,60
38,65
38,70
38,80
38,85

Determina el percentatge de peròxid d'hidrogen present en el reactiu, expressa el resultat amb el seu interval de confiança, avalua prèviament si has de descartar algun valor segons el criteri Q de Dixon amb un nivell de confiança del 90%.

N	Q _{crit} (CL:90%)	Q _{crit} (CL:95%)	Q _{crit} (CL:99%)
3	0.941	0.970	0.994
4	0.765	0.829	0.926
5	0.642	0.710	0.821
6	0.560	0.625	0.740
7	0.507	0.568	0.680
8	0.468	0.526	0.634
9	0.437	0.493	0.598
10	0.412	0.466	0.568

Taula t Student (95%)

n=N-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t	12,7062	4,3026	3,1824	2,7764	2,5705	2,4469	2,3646	2,3060	2,2621

Dades:

Massa molar (permanganat de potassi) : 158,03 g/mol

Massa molar (oxalat de sodi) : 134,00 g/mol

Massa molar (peròxid d'hidrogen): 34,0147 g/mol

- **Tasca 4.** Confeccioneu el diagrama de flux del procés del tractament dels efluent en una planta industrial. El procés comença amb la introducció de l'aigua residual en el tanc d'oxidació i la seva acidificació (pH entre 1,5-2,0). A continuació es dosifiquen les sals de Fe²⁺ i es bombeja la barreja fins el reactor electroquímic en paral·lel. En aquest moment es dosifica el peròxid d'hidrogen en mode continu al tanc d'oxidació.

La mescla de reacció es recircula contínuament entre el tanc d'oxidació i el reactor electroquímic, on té lloc la regeneració de catalitzador Fe²⁺ per la reducció catòdica de l'Fe³⁺,

sent retornat com a catalitzador al tanc d'oxidació. Aquest cicle es repeteix durant el temps necessari per completar la reacció en el tanc d'oxidació. El reactor electrolític és alimentat per una font de subministrament del corrent elèctric.

Un cop completada l'oxidació la barreja d'aigua residual i reactius residuals s'envia a una etapa de neutralització convencional, mitjançant l'addició de calç o sosa, en la qual també s'elimina el possible excés d' H_2O_2 . L'etapa de neutralització s'efectua en un reactor específic, i precisa d'un temps de contacte típic d'uns 90 minuts. L'elevació del pH fins a valors neutres té com a conseqüència immediata l'aparició massiva de precipitats vermellosos de Fe^{3+} d'aspecte coloidal i difícil maneig en aquest estat.

L'aparició dels precipitats de Fe^{3+} , característica de la reacció de Fenton, exigeix que el procés de tractament avançat es completi amb una tercera etapa en què s'accelera la floculació dels llots fèrrics coagulats mitjançant l'addició d'un polielectròlit adequat. L'etapa s'efectua en un reactor de mescla durant un temps de contacte mínim de 15 minuts. La coagulació i floculació amb ferro (III) pot contribuir també a l'eliminació de la possible matèria particulada present en l'aigua residual.

A la sortida de l'etapa de floculació, l'aigua tractada s'envia a decantació. Els fangs que s'obtenen presenten un contingut típic en sòlids comprès entre l'1 i el 2% en pes, el que fa necessari sotmetre'ls a successives operacions d'essessiment i assecat, fins a aconseguir les condicions adequades per a la seva disposició final.

- **Tasca 5.** Disseny pràctic per a la quantificació d'aerobis viables per banc de dilució i recompte en placa.

La mostra d'aigua analitzada per uns laboratoris externs, ens indica que la concentració d'aerobis viables presents a l'aigua és de $1,55 \times 10^6$ cèl·lules/mL. Es vol confirmar en el nostre laboratori de microbiologia aquest valor utilitzant la tècnica de banc de dilucions.

Dissenya i dibuixa l'esquema del banc de dilucions que proposaries fins a la sembra de la mostra, justificant el factor de dilució i indicant en cada dilució: volum de mostra, volum eluent (i nom de l'eluent), dilució acumulada, volum sembrat a la placa, tècnica de sembra i nansa utilitzada si s'escau, medi de cultiu, condicions d'incubació.

SUPÒSIT 2

Context

Un fabricant que vol iniciar una línia de fabricació d'un producte cosmètic contacte amb el vostre institut per tal de que l'assessoreu en els següents temes: fabricació, control de qualitat de matèries primes i de producte acabat.

L'empresa ha comprat un nou aparell per fer el tractament d'aigües i està interessat en que es verifiqui l'eficàcia del mateix.

A continuació us proposem diferents tasques relacionades amb les demandes de l'empresa.

Situació d'aprenentatge

- **Tasca 1.** Dissenyeu una situació d'aprenentatge en la que heu de valorar l'eficàcia del dispositiu de tractament d'aigües respecte a la reducció de la duresa de l'aigua. La determinació es farà a partir d'una anàlisi volumètrica i l'institut no disposa de substàncies patró comercials estandarditzades.

1. Descripció del grup classe

El vostre grup classe està format per 27 alumnes, 16 dels quals són noies. Hi ha un estudiant amb síndrome d'espectre autista amb problemes per relacionar-se amb els/les companys/es i dos estudiants diagnosticats amb síndrome de dèficit d'atenció. Els estudiants tenen com a mínim 18 anys, hi ha 3 estudiants que venen d'iniciar la universitat però no l'han finalitzat, 1 estudiant amb el títol d'Enginyeria Tècnica Química, 1 estudiant de 45 anys que està treballant en una empresa farmacèutica i vol promocionar-se dins l'empresa. Hi ha 4 estudiants que procedeixen d'un CFGM dels quals 2 venen de la mateixa família professional.

2. Aquesta situació d'aprenentatge cal que inclogui, com a mínim, els següents apartats:

- Ubicació del contingut pràctic en el currículum (Cicle Formatiu, Mòdul i Unitat Formativa)
- Temporització de les sessions
- Interrelació amb altres mòduls
- Coneixements o capacitats prèvies
- Organització i gestió del grup classe
- Activitats que es duren a terme a cada sessió
- Recursos necessaris: Espais, reactius, material laboratori, aparells, etc.

- Competències professionals, personals i socials i capacitats clau
- Evidències del treball desenvolupat pels estudiants
- Els instruments d'avaluació per les evidències recollides
- Gestió de residus
- Mesures preventives

– **Tasca 2.** A la planta pilot s'ha seguit el procediment que es descriu a continuació.

Un tanc agitat (T1) amb regulació de temperatura s'alimenta amb alcohol cetílic, cera d'abella, oli mineral, glicerina i emulgin b2 amb les quantitats indicades a la taula. Es fon la mescla duent-la fins a una temperatura de 70 °C.

En un segon tanc (T2) s'escalfa l'aigua i el bòrax fins 65 °C. En aquest punt es perd un 4% de l'aigua.

Es transvasa el contingut del T1 i del T2 al tanc T3. Aquesta operació té unes pèrdues del 3% del contingut de T1. Es manté l'agitació i es refreda el tanc T3. Quan la temperatura del tanc T3 és de 50 °C s'afegeix l'àcid hialurònic, l'extracte de te verd, la vitamina E i l'àcid cítric. Mantenint l'agitació, es baixa la temperatura fins a 30 °C i es manté mentre es dosifica, aquesta operació té unes pèrdues del 2%.

- Feu el diagrama de blocs corresponent.
- Feu el balanç de matèria incloent totes les corrents del procés i recull els resultats en una taula.
- Calculeu la composició (%) de la crema obtinguda i quants envasos s'han produït si han de contenir 40 g de crema per envàs.

Components de la crema	massa (kg)
alcohol cetílic	20,0
cera d'abella	24,0
oli mineral	100,0
glicerina	80,0
emulgin b2	15,0
aigua	160,0
bòrax	4,0

Components de la crema	massa (kg)
àcid hialurònic	8,0
extracte de te verd	6,0
vitamina E	7,0
àcid cítric	4,0

– **Tasca 3.** Segons la Farmacopea, el control microbiològic de productes no estèrils amb els criteris d'acceptació són els següents:

Via d'administració	RMAT (UFC/g o UFC/mL)	RLMT (UFC/g o UFC/mL)	Microorganismes especificats
Via cutània	10²	10¹	Absència de <i>Staphylococcus aureus</i> (en 1 g o 1 mL) Absència de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (en 1 g o 1 mL)

A on:

RMAT: Recompte de microorganismes aerobis totals

RLMT: Recompte de llevats i floridures totals

La interpretació dels criteris d'acceptació són:

—10¹: número màxim acceptable = 20;

—10²: número màxim acceptable = 200;

—10³: número màxim acceptable = 2000, i així successivament.

Es prepara una dilució 1:10 (1g de crema en 9 mL d'aigua de peptona tamponada estèril amb polisorbato 80 i lècitina en proporció 3% i 0,3% respectivament) per a determinar els RMAT i RLMT. S'homogeneïtza.

Es sembra 1 mL en massa i s'aboca aproximadament 20 mL del medi estèril fos.

Aquest darrer procediment es repeteix per a cadascuna de les dues determinacions amb el medi adequat. Després del període d'incubació les colònies crescudes a cada placa són:

	RMAT	RLMT
Lectura de la placa	20 UFC	3 UFC

- a) Fes un esquema del procediment des del tractament de la mostra fins a la lectura de la placa.
- b) Realitza els càlculs necessaris per justificar si la crema passaria el control microbiològic per a cadascun d'aquests dos paràmetres segons la Farmacopea.
- c) Anomena els medis de cultiu que es poden emprar per a cadascun dels dos paràmetres, RMAT i RLMT, així com les condicions d'incubació.

– **Tasca 4.** Per determinar el contingut de cafeïna en l'extracte de te verd es va dur a terme una determinació cromatogràfica per HPLC amb detector UV.

Preparació de la mostra

Es pesen 0,1011 g d'extracte de te i es dissolen fins a 100 mL amb aigua mili Q . D'aquesta solució s'agafa una alíquota de 3 mL i s'enrasa a 25 mL.

Solució patró

Primer es prepara la dissolució patró de cafeïna, a partir de 40 mg de cafeïna prèviament assecada i es dissolen fins a 100 mL, en aigua Milli-Q. Seguidament, 10 mL d'aquesta dissolució s'han enrasat fins a 100 mL. A partir d'aquesta última solució patró de cafeïna, es preparen 5 solucions més diluïdes de concentracions de 4, 8, 16, 24 i 32 mg/L de cafeïna.

Els resultats que s'han obtingut són:

mg/L de Cafeïna	Àrea dels pics
0	72.935,75
4	1.195.488,17
8	2.544.794,17
16	4.664.782,50
24	6.921.478,17
32	9.499.379,17
Mostra	3.000.125,10

- Expliqueu com prepararíeu els patrons al laboratori, indicant el material que utilitzaríeu per fer la recta de calibrat.
- Calculeu la recta de calibrat.
- Calculeu la concentració de cafeïna que hi ha a la mostra en %.
- S'han fet 4 mesures del blanc que han donat: 72.401, 73.402, 73.120 i 72.820. Determineu el límit de detecció.

– **Tasca 5.** L'empresa ha canviat de proveïdor de reactius i us demana que confirmeu que l'àcid cítric té com a mínim una puresa del 99,5%.

La determinació es realitzarà a partir d'una volumetria àcid base, primerament es procedeix a l'estandardització de la solució d'hidròxid de sodi amb hidrogen ftalat de potassi (HFK) com a patró primari. Les dades obtingudes són les següents:

M HFK (g)	V NaOH (mL)
0,4001	19,90
0,4100	20,38
0,4087	20,35

Seguidament es procedeix a la determinació de la riquesa de l'àcid cítric. Es dissolen 1,3505 g de mostra en 250 mL i es valoren alíquotes de 25 mL amb l'hidròxid de sodi estandarditzat les dades de les valoracions es recullen en la següent taula:

Valoració)	V NaOH (mL)
1	19,88
2	19,86
3	19,85

Determineu si l'àcid cítric compleix el requisit de puresa establert per l'empresa. Justifiqueu la vostra resposta.

Dades:

Massa molar (Hidrogen ftalat de potassi) = 204,228 g/mol

Massa molar (hidròxid de sodi) = 39,997 g/mol

Massa molar (àcid cítric, $C_3H_4OH(COOH)_3$) = 192,124 g/mol