

**Química Analítica i Electroanàlisi**

Codi: 102487

Crèdits: 12

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2502444 Química	OB	2	A

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

### Professor/a de contacte

Nom: Mireia Baeza Labat

Correu electrònic: MariaDelMar.Baeza@uab.cat

### Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: No

### Altres indicacions sobre les llengües

Part I, II, IV en català. Part III, IV en castellà.

### Prerequisits

S'ha de tenir aprovada l'assignatura Fonaments de Química II.

### Objectius

En aquesta assignatura s'han d'adquirir els coneixements i destreses essencials de Química Analítica que ha de posseir un graduat en Química. És una assignatura fonamental que permet a l'alumne adquirir la formació bàsica en Química Analítica necessària per a la major part de perfils de graduació. Amb aquest objectiu, s'aborden els principis de la Química Analítica, l'anàlisi qualitatiu, el tractament de resultats analítics, l'anàlisi quantitativa gravimètrica i volumètrica, i l'introducció a les tècniques instrumentals d'anàlisi, en concret les tècniques electroquímiques d'anàlisi.

Aquesta assignatura obligatòria és la més bàsica de l'àrea de coneixement de Química Analítica amb una dedicació de 12 ECTS (9 teòrics i 3 pràctics). El seu ensenyament repercuteix directament en l'aprenentatge de les assignatures posteriors denominades Mètodes Espectroscòpics d'Anàlisi i Tècniques de Separació. D'altra banda, els coneixements adquirits en aquesta assignatura són fonamentals per poder comprendre i abordar l'aprenentatge de matèries d'altres àrees de coneixement, d'acord amb el caràcter multidisciplinari de la Química Analítica.

### Competències

- "Interpretar les dades obtingudes mitjançant mesures experimentals, incloent-hi l'ús d'eines informàtiques; identificar-ne el significat i relacionar les dades amb les teories químiques, físiques o biològiques apropiades."
- Aplicar els coneixements químics a la resolució de problemes de naturalesa quantitativa o qualitativa en àmbits familiars i professionals.
- Aprendre de manera autònoma.

- Demostrar que es comprenen els conceptes, els principis, les teories i els fets fonamentals de les diferents àrees de la química.
- Desenvolupar treballs de síntesi i anàlisi de tipus químic a partir de procediments establerts prèviament.
- Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
- Manejar instruments i material estàndard en laboratoris químics d'anàlisi i síntesi.
- Manipular amb seguretat els productes químics.
- Mostrar sensibilitat en qüestions mediambientals.
- Obtenir informació, incloent-hi la utilització de mitjans telemàtics.
- Operar amb un cert grau d'autonomia i integrar-se en poc temps en l'ambient de treball.
- Raonar de forma crítica.
- Reconèixer i analitzar problemes químics i plantejar respostes o treballs adequats per a resoldre'ls.
- Resoldre problemes i prendre decisions.
- Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.
- Utilitzar la informàtica per al tractament i presentació d'informació.

## Resultats d'aprenentatge

1. Aprendre de manera autònoma.
2. Classificar els mètodes clàssics d'anàlisi gravimètrica i volumètrica basats en els equilibris àcid-base, de complexació, d'oxidoreducció i de precipitació.
3. Classificar els mètodes electroanalítics i òptics d'anàlisi, i el seu marc d'utilització.
4. Emprar els principis de l'electroquímica i l'espectrofotometria (òptica) per a la resolució de problemes analítics.
5. Emprar la tecnologia de la informació i la comunicació per a la documentació de casos i problemes.
6. Enunciar els principis involucrats en els mètodes electroquímics i òptics d'anàlisi.
7. Explicar el fonament de funcionament de l'equipament electroanalític i òptic.
8. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
9. Identificar els mètodes estadístics en el tractament dels resultats de les anàlisis per obtenir-ne informació de la qualitat.
10. Identificar i situar l'equipament de seguretat del laboratori.
11. Interpretar el resultat analític i la seva qualitat, relacionant-lo amb la informació prèvia de la mostra.
12. Interpretar els resultats obtinguts en problemes analítics, així com els paràmetres de qualitat d'aquests.
13. Mostrar sensibilitat en qüestions mediambientals.
14. Obtenir informació, incloent-hi la utilització de mitjans telemàtics.
15. Operar amb un cert grau d'autonomia i integrar-se en poc temps en l'ambient de treball.
16. Planificar l'estratègia a seguir en les diferents etapes del procediment analític per a la resolució dels problemes abordats.
17. Raonar de forma crítica.
18. Reconèixer les etapes del procediment analític en l'anàlisi química.
19. Reproduir les instruccions subministrades en un protocol de laboratori per a l'anàlisi gravimètrica i volumètrica, electroquímica i òptica.
20. Resoldre problemes i prendre decisions.
21. Resoldre una col·lecció de problemes d'anàlisi instrumental.
22. Seleccionar el material de laboratori apropiat per a una determinació analítica.
23. Solucionar problemes d'anàlisi gravimètrica i volumètrica, basats en els equilibris àcid-base, de formació de complexos, d'oxidoreducció i de precipitació, aplicant-hi els mètodes estadístics per al tractament dels resultats.
24. Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.
25. Utilitzar correctament les eines informàtiques necessàries per resoldre, exposar i interpretar el problema analític.
26. Utilitzar el material i la instrumentació de laboratori de manera adequada.
27. Utilitzar la informàtica per al tractament i presentació d'informació.
28. Utilitzar les estratègies adequades per a l'eliminació segura dels reactius.
29. Valorar la perillositat i els riscos de l'ús de mostres i reactius, i aplicar les precaucions de seguretat oportunes per a cada cas.
30. Vetllar pel bon estat i bon ús de la instrumentació i dels reactius.

## Continguts

Els continguts teòrics s'han estructurat en 13 lliçons distribuïdes en 3 mòduls temàtics que es detallen a continuació. Els continguts experimentals s'han distribuït en 12 sessions pràctiques, descrites en el 4r mòdul temàtic.

### **PROGRAMA: TEORIA i PROBLEMES (9 crèdits ECTS) (82 h presencials)**

#### PART I: INTRODUCCIÓ I TRACTAMENT DELS RESULTATS

Lliçó 1: Conceptes bàsics en QA: Objecte i definició de la Química Analítica. Divisió de la Química Analítica. Etapes del procediment analític. Presa de mostra. Determinació. Tractaments previs de la mostra. Dissolució i disgregació. Classificació dels mètodes analítics: clàssics i instrumentals.

Lliçó 2: Avaluació estadística de dades analítiques. Anàlisi quantitativa: l'error experimental. Xifres significatives. Estadística: limitació de les mesures experimentals. Errors sistemàtics i aleatoris. Exactitud i precisió. Calibratge i paràmetres de la recta. Mètodes de calibratge.

#### PART II: MÈTODES CLÀSSICS. VOLUMETRIES I GRAVIMETRIES

Lliçó 3: Introducció als Mètodes Volumètrics. Concepte i mètodes. La reacció analítica. Corba de valoració (ex. Valoració de precipitació). Punt d'equivalència i punt final. Indicadors: químics i instrumentals (espectrofotomètrics i cel·la de valoració potenciomètrica).

Lliçó 4: Volumetries àcid - base. Solució amortidora. Capacitat amortidora. Corbes de neutralització. Protòlits forts i febles, monopròtics i polipròtics. Acidimetria i alcalimetria. Solucions valorants. Tipus primaris. Indicadors àcid-base.

Lliçó 5: Volumetries de formació de complexos (EDTA). Corbes de valoració. Agents valorants. Indicadors metal·locròmics.

Lliçó 6: Volumetries redox. Potencial redox. Redox i acidesa. Corbes de valoració. Oxidacions i reduccions prèvies. Solucions patró. Indicadors. Valoracions amb oxidants forts. Valoracions amb reductors forts. Determinació de la DQO.

Lliçó 7: Volumetries de precipitació. Corbes de valoració. Detecció del punt final. Indicadors.

Lliçó 8: Gravimetria. Formació i evolució dels precipitats. Nucleació i creixement. Impurificació dels precipitats. Anàlisi química quantitativa gravimètrica. Precipitació en medi homogeni. Operacions generals de l'anàlisi gravimètric.

#### PART III: MÈTODES INSTRUMENTALS. MÈTODES ELECTROQUÍMICS D'ANÀLISI

Lliçó 9: Fonaments de electroquímica. Cel·les electroquímiques: galvàniques i electrolítiques. Equació de Nernst. Potencial estàndard. Corrent faradaica i no faradaica. Caiguda òhmica. Polarització. Sobrepotencial. Mecanismes de transferència de massa: migració, convecció i difusió. Classificació de les tècniques electroanalítiques.

Lliçó 10: Electrogravimetria: Introducció. Fonaments de l'electrogravimetria. Electrogravimetria amb potencial aplicat constant. Electrogravimetria amb potencial catòdic o anòdic controlat.

Lliçó 11: Coulombimetria: Introducció. Fonaments de coulombimetria. Coulombimetria potencioestàtica: potencial anòdic o catòdic controlat. Coulombímetres químics. Coulombimetria amperostàtica: valoracions coulombimètriques.

Lliçó 12: Voltamperometria: Introducció. Fonaments de les tècniques voltamperomètriques. Microelèctrodes en voltamperometria. Polarografia clàssica: elèctrode de gotes de mercuri. Ones polarogràfiques. Corrent límit de difusió. Corrent residual. Potencial de semion. Corbes intensitat-potencial. Equació d'Ilkovic. Voltamperometria hidrodinàmica: sensors voltamperomètrics. Aplicacions qualitatives i quantitatives.

Lliçó 13: Potenciometria: Introducció. Classificació dels elèctrodes indicadors. Elèctrodes de referència. Potencial d'unió líquida. Elèctrodes selectius d'ions. Elèctrode de vidre. Potenciometria directa: calibratge dels elèctrodes i addició estàndard.

#### MÒDUL IV: EXPERIMENTACIÓ EN EL LABORATORI

Els continguts pràctics s'han distribuït en 8 pràctiques de laboratori que es realitzaran en 12 sessions de 4 hores. La distribució de les pràctiques en sessions es pot consultar en la taula següent.

El nombre total d'hores de dedicació és 3 ECTS (75 hores de treball total), considerant el temps presencial (laboratori) i el no presencial (preparació de pràctiques, elaboració d'informes i examen). Les pràctiques de laboratori es realitzaran en un únic bloc al finalitzar els continguts teòrics corresponents a totes les unitats docents.

#### PROGRAMA: PRÀCTIQUES (3 crèdits ECTS) (50 h presencials)

Sessió	Pràctica	Presencial
1	P1: Determinació d'àcid fosfòric d'una beguda de cola carbonatada	4
2, 3	P2: Determinació gravimètrica del contingut de Ni en un aliatge	8
4	P3: Determinació de la duresa de l'aigua	4
5	P4: Determinació d'àcid ascòrbic en fàrmacs de vitamina C	4
6, 7	P5: Anàlisi qualitativa inorgànica. Anàlisi de cations	8
8	P6: Determinació de la concentració d'àcid acètic en vinagre	4
9	P7: Determinació del contingut de $Fe^{2+}$ en aigua	4
10, 11, 12	P8: Construcció i avaluació d'un elèctrode de Ag/AgCl per a la determinació d'ió clorur en un suc de tomàquet	12

### Metodologia

Les activitats necessàries per assolir les competències d'aquesta assignatura inclouen classes de teoria, classes de problemes, seminaris i pràctiques de laboratori.

#### **Classes de teoria**

Les classes de teoria seran expositives amb suport audiovisual, que estarà a disposició dels estudiants a l'Aula Moodle de l'assignatura.

Per reforçar l'aprenentatge es proposaran activitats formatives que es podran realitzar en grup o individualment. Les activitats estan concebudes per fomentar l'aprenentatge de les competències específiques així com per desenvolupar les competències transversals.

Les activitats formatives es realitzaran dins i/o fora de l'aula i tenen com a objectiu la resolució de problemes i/o la recerca d'informació. Les activitats realitzades fora de l'aula s'han de lliurar en el termini fixat de temps. Algunes d'aquestes activitats seran en anglès.

En els seminaris es faran grups més reduïts per tal de resoldre dubtes o treballar conceptes o problemes de més dificultat.

D'altra banda, caldrà un treball autònom per part de alumne amb l'objectiu de reforçar els coneixements a partir de la lectura i la comprensió dels llibres de consulta proposats, pàgines web o llibres que es puguin facilitar per a temes específics.

### **Classes de problemes**

A les classes de problemes es desenvoluparan els continguts de les classes de teoria. Els enunciats dels problemes es lliuraran abans de les classes perquè puguin ser treballats pels alumnes i així poder resoldre els dubtes que sorgeixin.

### **Classes de pràctiques**

Per a la realització de les pràctiques de laboratori es facilitarà als alumnes un guió de pràctiques en el que s'indicaran els objectius, el fonament del procediment experimental, els resultats que es pretenen aconseguir i algunes qüestions rellevants. És molt important que, prèviament a l'execució de la pràctica, els alumnes hagin llegit el guió per tal de comprendre l'experiment que van a realitzar i intentar donar resposta a les qüestions posteriors plantejades. Cada dia de pràctiques, els alumnes destinaran 4 h a realitzar els experiments de laboratori de forma dirigida pel professor i 1-2 hores de treball autònom per a la lectura i comprensió del guió de pràctiques i per a la realització d'un informe amb els resultats obtinguts, la discussió dels mateixos i les conclusions més rellevants.

Advertiment sobre seguretat en el laboratori: L'estudiant que es vegi involucrat en un incident que pugui tenir conseqüències greus de seguretat podrà ser expulsat del laboratori i suspendre l'assignatura.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## **Activitats formatives**

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes	20	0,8	1, 4, 5, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 27
Classes de teoria	58	2,32	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 17, 18, 23, 24, 25, 27
Pràctiques de laboratori	48	1,92	1, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30
Seminaris	4	0,16	7, 9, 17, 18, 20, 24, 27
Tipus: Supervisades			
Activitats cooperatives	4	0,16	2, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 17, 18, 24, 25, 27
Activitats individuals	4	0,16	1, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 20, 23, 25, 27

Tipus: Autònomes			
Activitats	12	0,48	1, 4, 5, 8, 9, 12, 14, 16, 17, 20, 21, 23
Estudi teoria	87	3,48	1, 2, 3, 5, 6, 7, 14, 17, 18, 20, 27
Informes de pràctiques	8	0,32	1, 4, 8, 9, 11, 14, 16, 17, 24, 25, 27
Resolució de problemes	40	1,6	1, 4, 5, 7, 11, 12, 14, 17, 20, 21, 23, 25, 27

## Avaluació

L'avaluació es farà de forma continuada mitjançant tres exàmens parcials, activitats formatives i pràctiques de laboratori.

La nota final de l'assignatura es calcularà ponderant cada una de les diferents parts de teoria de l'assignatura i les pràctiques de laboratori. El càlcul de la nota final de l'assignatura es durà a terme segons l'expressió:

$$\text{NOTA FINAL} = 0,8 \times \text{NOTA GLOBAL TEORIA} + 0,2 \times \text{NOTA GLOBAL PRÀCTIQUES}$$

a on,

- $\text{NOTA GLOBAL TEORIA} = \text{NOTA EXÀMENS (sobre 10)} \times 1 + \text{NOTA ACTIVITATS FORMATIVES (SOBRE 10)} \times 0,05$

$$\text{NOTA EXÀMENS} = 0,25 \times \text{Examen Parcial 1} + 0,30 \times \text{Examen Parcial 2} + 0,45 \times \text{Examen Parcial 3}$$

- $\text{NOTA GLOBAL PRÀCTIQUES} = 0,5 \times \text{NOTA LABORATORI} + 0,5 \times \text{NOTA EXAMEN DE PRÀCTIQUES}$

$$\text{NOTA LABORATORI} = 0,9 \times \text{Nota Informes} + 0,1 \times \text{Nota Actitud}$$

Per aprovar l'assignatura caldrà obtenir una qualificació de la NOTA GLOBAL de TEORIA superior o igual a 5 (sobre 10 punts) i una qualificació de la NOTA GLOBAL de PRÀCTIQUES superior o igual a 5 (sobre 10 punts). En cas que no s'acompleixi alguna d'aquestes dues condicions la NOTA FINAL que es publicarà a les actes serà com a màxim de 4,5 (sobre 10 punts).

Quan la NOTA GLOBAL de TEORIA per avaluació continuada sigui inferior a 5 (sobre 10 punts), hi haurà la possibilitat de fer un examen final de tota l'assignatura. Per a les persones que s'han presentat a l'examen final, la qualificació de les activitats formatives es tindrà en compte de la mateixa manera que a l'avaluació continuada per exàmens parcials. En aquest cas s'utilitzarà la següent expressió:

- $\text{NOTA GLOBAL TEORIA} = \text{NOTA EXAMEN FINAL (sobre 10)} \times 1 + \text{NOTA ACTIVITATS FORMATIVES (sobre 10)} \times 0,05$

Quan la nota de l'examen de pràctiques sigui inferior a 4 (sobre 10 punts), no es podrà aprovar l'assignatura per avaluació continuada per parcials, i caldrà presentar-se a l'examen escrit de pràctiques de repesca que es durà a terme el mateix dia que l'examen final. En aquest cas la NOTA GLOBAL PRÀCTIQUES es calcularà amb la següent expressió (sense restriccions de nota mínima en l'examen de pràctiques de repesca):

- $\text{NOTA GLOBAL PRÀCTIQUES} = 0,5 \times \text{NOTA LABORATORI} + 0,5 \times \text{NOTA EXAMEN DE PRÀCTIQUES (de repesca)}$

S'obtindrà la qualificació de "NO AVALUABLE" en els següents casos:

- No hi ha nota de pràctiques de laboratori (l'assistència a les classes de pràctiques és obligatòria).
- L'estudiant no es presenta a 2 dels 3 exàmens parcials i no es presenta a l'examen final.

En cas de suspendre l'assignatura i aprovar les pràctiques, únicament es podrà conservar la NOTA GLOBAL de PRÀCTIQUES per al curs següent si aquesta és igual o superior a 6 (sobre 10 punts).

En el cas que les pràctiques de laboratori presencials haguessin de ser suspeses perquè les condicions sanitàries i/o de distanciament social ho indiquin, les pràctiques seran substituïdes per activitats no presencials. L'avaluació de l'apartat de pràctiques es realitzarà de la següent manera:

- **NOTA GLOBAL PRÀCTIQUES = SUMA PONDERADA DE LA QUALIFICACIÓ DE DIVERSES TASQUES**

La ponderació de la nota global de pràctiques en la nota final disminuirà a un percentatge del 10%. En aquest cas, la nota final de l'assignatura de calcularà com:

$$\text{NOTA FINAL} = 0,9 \times \text{NOTA GLOBAL TEORIA} + 0,1 \times \text{NOTA GLOBAL PRÀCTIQUES}$$

Altres consideracions importants:

- L'estudiant que es vegi involucrat en un incident que pugui tenir conseqüències greus de seguretat podrà ser expulsat del laboratori i suspendre l'assignatura.
- En el cas que l'estudiant realitzi qualsevol irregularitat que pugui conduir a una variació significativa de la qualificació d'un acte d'avaluació, la qualificació final d'aquesta assignatura serà 0.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Activitats formatives	0.5	3	0,12	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 14, 17, 18, 20, 24, 27
Parcial 1	20	3	0,12	1, 9, 17, 18, 20, 27
Parcial 2	24	3	0,12	1, 2, 3, 8, 13, 14, 17, 19, 20, 24, 25, 27
Parcial 3	36	3	0,12	1, 3, 4, 6, 7, 14, 15, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 27
Pràctiques de laboratori	20	3	0,12	1, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 22, 25, 26, 28, 29, 30

## Bibliografia

Harris, D.C., Anàlisi Química Quantitativa, Ed. Reverté, traducció de la 6<sup>a</sup> edició, Barcelona, 2006. ISBN: 978-842-91-7223-2.

D.A. Skoog, F.J. Holler, T.A. Nieman, Principios de Análisis Instrumental, Ed. MacGraw-Hill, 5<sup>a</sup> edició, Madrid, 2001. ISBN: 84-481-2775-7.

Gary D. Christian, Química Analítica, Ed. MacGraw-Hill, traducció de la 6<sup>a</sup> edició, México, 2009. ISBN: 978-970-10-7234-9.

Skoog, West, Holler, Crouch, Fundamentos de Química Analítica, 8<sup>a</sup> edició, Thomson Editores Spain, Thomson-Paraninfo, Madrid, 2005. ISBN. 84-9732-333-5.

Pomerantsev Alexey L. Chemometrics in Excel, 2014 John Wiley & Sons, Inc. Online ISBN:9781118873212 |DOI:10.1002/9781118873212. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118873212>

Monk Paul. Fundamentals of Electroanalytical Chemistry and Materials Sciences, 2001 John Wiley & Sons, Ltd. Online ISBN:9780470511329 |DOI:10.1002/9780470511329. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470511329>

## **Programari**

Microsoft Office: Excel, Word i Power Point