

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

<b>Codi</b>	36457
<b>Nom</b>	Experimentació Avançada
<b>Cicle</b>	Grau
<b>Crèdits ECTS</b>	6.0
<b>Curs acadèmic</b>	2023 - 2024

**Titulació/titulacions**

<b>Titulació</b>	<b>Centre</b>	<b>Curs</b>	<b>Període</b>
1110 - Grau de Química	Facultat de Química	4	Segon quadrimestre

**Matèries**

<b>Titulació</b>	<b>Matèria</b>	<b>Caràcter</b>
1110 - Grau de Química	13 - Experimentació Avançada	Optativa

**Coordinació**

<b>Nom</b>	<b>Departament</b>
ROS LIS, JOSE VICENTE	320 - Química Inorgànica

**RESUM**

L'assignatura *Experimentació Avançada* és una assignatura optativa de 8<sup>o</sup> semestre del Grau en Química, que pretén que l'alumne aferme les destreses en el treball de laboratori en general, i en particular, que sàpiga integrar els coneixements adquirits en cadascuna de les diferents àrees de la química (Analítica, Inorgànica, Q. Física i Orgànica). Avançant un pas més, es pretén que l'alumne arribe a ser capaç d'adaptar una estratègia sintètica dirigida a la preparació d'un compost orgànic per a ser usat en altres estudis relacionats amb altres camps de la química així com portar a terme els estudis analítics adequats que permeten comprovar la seua puresa. Per a la realització d'aquesta assignatura ens basem en els coneixements adquirits en totes les assignatures de Química que es cursen en els tres primers cursos del Grau en Química.

Els objectius que es pretenen aconseguir en aquesta assignatura es poden resumir en els següents punts:

- Reforçar els coneixements de l'alumne sobre les normes de seguretat, maneig de material i reactius i tractament de residus en un laboratori de Química, sobre la recerca bibliogràfica i anàlisi de dades.



- Reforçar els coneixements de l'alumne en la preparació, desenvolupament i registre del treball experimental en Química (Quadern de laboratori, memòria de la pràctica, informes etc.).
- Potenciar l'esperit crític necessari en qualsevol activitat científica.
- Realitzar diferents síntesis de productes orgànics.
- Dur a terme la determinació de compostos amb la tècnica analítica més adequada.
- Seleccionar la metodologia experimental més adequada en funció del nivell de concentració (compostos majoritaris front aquells a nivell de traces).
- Desenvolupar la capacitat de l'alumne per a resoldre els problemes que poden presentar-se en un laboratori de Química.
- Desenvolupar la capacitat de l'alumne per a analitzar els resultats obtinguts i extraure conclusions.
- Potenciar les habilitats de l'alumne per al treball en equip.
- Fomentar l'expressió tant oral com escrita.

## CONEXEMENTS PREVIS

### Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

### Altres tipus de requisits

L'estudi i aprofitament de l'assignatura Experimentació Avançada es basa en els coneixements adquirits en les diferents assignatures de Laboratori que apareixen en els primers cursos del Grau en Química. També resulta convenient haver superat les assignatures teòriques bàsiques de cadascuna de les àrees del Grau.

## COMPETÈNCIES (RD 1393/2007) // RESULTATS DE L'APRENTATGE (RD 822/2021)

### 1110 - Grau de Química

- Desenvolupar capacitat d'anàlisi, síntesi i raonament crític.
- Demostrar capacitat inductiva i deductiva.
- Demostrar capacitat de gestió i direcció, esperit emprenedor, iniciativa, creativitat, organització, planificació, control, lideratge, presa de decisions i negociació.
- Resoldre problemes de forma efectiva.



- Demostrar capacitat de treball en equip incloent equips de caràcter interdisciplinari i en un context internacional.
- Comprometre's amb l'ètica, els valors d'igualtat i la responsabilitat social com a ciutadà i com professional.
- Aprendre de forma autònoma.
- Demostrar capacitat per a adaptar-se a situacions noves.
- Adquirir una sensibilitat permanent per la qualitat i el medi ambient, el desenvolupament sostenible i la prevenció de riscos laborals.
- Demostrar el coneixement i la comprensió dels fets essencials, dels conceptes, dels principis i de les teories relacionades amb les àrees de la química.
- Manipular amb seguretat els productes químics.
- Que els estudiants sàpien aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseïsquen les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seua àrea d'estudi.
- Que els estudiants tinguen la capacitat d'arreglar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
- Que els estudiants puguen transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Que els estudiants hagen desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.
- Expressar-se correctament, tant en forma oral com escrita, en qualsevol de les llengües oficials de la Comunitat Valenciana.
- Posseir habilitats bàsiques en tecnologies de la informació i comunicació i gestionar adequadament la informació obtinguda.

## RESULTATS D'APRENTATGE (RD 1393/2007) // SENSE CONTINGUT (RD 822/2021)

L'apartat anterior recull les competències contingudes en el document VERIFICA. En aquesta assignatura s'aborden part dels resultats d'aprenentatge de la matèria *Experimentació Avançada* que permeten adquirir, tant coneixements específics de Química, com habilitats i competències cognitives i competències generals recomanades per l'EUROPEAN CHEMISTRY THEMATIC NETWORK (ECTN) per al *Chemistry Eurobachelor® Label*. A la següent taula es relacionen els resultats d'aprenentatge adquirits en l'assignatura de *Experimentació Avançada* relacionats amb les competències del grau en Química.



<b>COMPETÈNCIES I HABILITATS COGNITIVES</b>	
<b>El procés d'aprenentatge ha de permetre als titulats de grau demostrar:</b>	
	<b>Competències de l'assignatura Experimentació Avançada que contemplen els resultats d'aprenentatge EUROBACHELOR®</b>
Capacitat per a demostrar coneixement i comprensió dels fets, conceptes, principis i teories fonamentals relacionades amb els temes esmentats anteriorment.	Demostrar el coneixement i la comprensió dels fets essencials, dels conceptes, dels principis i de les teories relacionades amb les àrees de la química.(CE13).
Competències per a l'avaluació, interpretació i síntesi d'informació i dades químiques.	Avaluar, interpretar i sintetitzar les dades i la informació Química.(CE16). Interpretar les dades procedents d'observacions i mesures en el laboratori en termes de la seua significació i de les teories que la sustenten.(CE20).
Competències per a presentar i argumentar temes científics de forma oral i escrita a una audiència especialitzada.	Relacionar la química amb altres disciplines.(CE26). Elaborar informes, peritacions i projectes industrials i ambientals en l'àmbit químic.(CE27). Demostrar habilitat per a transmetre informació, idees, problemes i solucions tant a un públic especialitzat com no especialitzat i utilitzant si escau les tecnologies de la informació.(CG6). Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.(CB4).
Capacitat per al càlcul i el processament de dades, relacionats amb informació i dades de química.	Resoldre problemes qualitius i quantitius segons models desenvolupats prèviament.(CE14). Reconèixer i analitzar problemes nous i planejar estratègies per solucionar-los.(CE15).



COMPETÈNCIES I HABILITATS RELACIONADES AMB LA PRÀCTICA DE LA QUÍMICA	
<b>El procés d'aprenentatge ha de permetre als titulats de grau demostrar:</b>	
	<b>Competències de l'assignatura Experimentació Avançada que contemplen els resultats d'aprenentatge EUROBACHELOR®</b>
Capacitats per a manejar productes químics de forma segura, tenint en compte les seves propietats físiques i químiques, incloent qualsevol risc associat al seu ús.	Manipular amb seguretat els productes químics.(CE17). Valorar els riscos en l'ús de substàncies químiques i procediments de laboratori.(CE21).
Capacitats necessàries per a realitzar procediments de laboratori estàndard així com per a utilitzar instrumentació en treballs sintètics i analítics, en tots dos casos en relació amb sistemes tant orgànics com inorgànics.	Dur a terme procediments experimentals estàndards interessats en treballs analítics i sintètics, en relació amb sistemes orgànics i inorgànics.(CE18). Relacionar teoria i experimentació.(CE22). Comprendre els aspectes qualitius i quantitius dels problemes químics.(CE24).
Capacitats per a monitorar, observar i mesurar les propietats químiques, fets o canvis, i realitzar el seu registre (recollida) i documentació de forma sistemàtica i fiable.	Manejar la instrumentació química utilitzada en les diferents àrees de la Química.(CE19). Relacionar teoria i experimentació.(CE22). Reconèixer i valorar els processos químics en la vida diària.(CE23). Comprendre els aspectes qualitius i quantitius dels problemes químics.(CE24).
Capacitat per a interpretar dades derivades de les observacions i mesures de laboratori en termes de la seva rellevància, i relacionar-los amb la teoria adequada.	Interpretar les dades procedents d'observacions i mesures en el laboratori en termes de la seua significació i de les teories que la sustenten.(CE20). Relacionar teoria i experimentació.(CE22).



	<p>Reconèixer i valorar els processos químics en la vida diària.(CE23).</p> <p>Comprendre els aspectes qualitatiu i quantitatiu dels problemes químics.(CE24).</p> <p>Relacionar la química amb altres disciplines.(CE26).</p>
Capacitat per a realitzar avaluacions del risc de l'ús de substàncies químiques i procediments de laboratori.	<p>Comprendre els aspectes qualitatiu i quantitatiu dels problemes químics.(CE24).</p> <p>Desenvolupar metodologies sostenibles i respectuoses amb el medi ambient.(CE25).</p> <p>Valorar els riscos en l'ús de substàncies químiques i procediments de laboratori.(CE21).</p>

COMPETÈNCIES GENERALS	
<b>El procés d'aprenentatge ha de permetre als titulats de grau demostrar:</b>	
	<b>Competències de l'assignatura Experimentació Avançada que contemplen els resultats d'aprenentatge EUROBACHELOR®</b>
Capacitats de càlcul i aritmètiques, incloent aspectes tals com error d'anàlisi, estimacions d'ordres de magnitud, i ús correcte de les unitats.	<p>Desenvolupar capacitat d'anàlisi, síntesi i raonament crític. (CG1).</p> <p>Demostrar capacitat inductiva i deductiva.(CG2).</p> <p>Resoldre problemes de forma efectiva.CG4).</p>
Competències de gestió de la informació, en relació a fonts primàries i secundàries, incloent recuperació d'informació a través de cerques on-line.	Demostrar habilitat per a transmetre informació, idees, problemes i solucions tant a un public especialitzat com no especialitzat i utilitzant si escau



	<p>les tecnologies de la informació.(CG6).</p> <p>Posseir habilitats bàsiques en tecnologies de la informació i comunicació i gestionar adequadament la informació obtinguda(CT2).</p>
Capacitat d'analitzar materials i sintetitzar conceptes.	<p>Desenvolupar capacitat d'anàlisi, síntesi i raonament crític. (CG1).</p> <p>Demostrar capacitat inductiva i deductiva.(CG2).</p> <p>Que els estudiants tinguen la capacitat d'arreglar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.(CB3).</p>
Habilitats relacionades amb la tecnologia de la informació tals com processador de textos, full de càlcul, registre i emmagatzematge de dades, ús d'internet relacionada amb les assignatures.	<p>Demostrar habilitat per a transmetre informació, idees, problemes i solucions tant a un public especialitzat com no especialitzat i utilitzant si escau les tecnologies de la informació.(CG6).</p> <p>Posseir habilitats bàsiques en tecnologies de la informació i comunicació i gestionar adequadament la informació obtinguda(CT2).</p>
Habilitats interpersonals per a interactuar amb altres persones i implicar-se en treballs d'equip.	<p>Demostrar capacitat de treball en equip incloent equips de caràcter interdisciplinari i en un context internacional.(CG5).</p> <p>Comprometre's amb l'ètica, els valors d'igualtat i la</p>



	<p>responsabilitat social com a ciutadà i com professional.(CG7).</p> <p>Demostrar capacitat per a adaptar-se a situacions noves.(CG9).</p>
<p>Competències de comunicació oral i escrita, en un dels principals idiomes europeus, a més de l'idioma del país d'origen.</p>	<p>Demostrar capacitat de treball en equip incloent equips de caràcter interdisciplinari i en un context internacional.(CG5).</p> <p>Comprometre's amb l'ètica, els valors d'igualtat i la responsabilitat social com a ciutadà i com professional.(CG7).</p> <p>Expressar-se correctament, tant en forma oral com escrita, en qualsevol de les llengües oficials de la Comunitat Valenciana.(CT1).</p> <p>Que els estudiants puguem transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.(CB4).</p> <p>Posseir habilitats bàsiques en tecnologies de la informació i comunicació i gestionar adequadament la informació obtinguda( CT2).</p>
<p>Competències d'estudi necessàries per al desenvolupament professional. Aquestes inclouran l'habilitat de treballar de forma autònoma.</p>	<p>Demostrar capacitat de gestió i direcció, esperit emprenedor, iniciativa, creativitat, organització, planificació, control, lideratge, presa de decisions i negociació.(CG3).</p> <p>Demostrar capacitat de treball en equip incloent equips de caràcter interdisciplinari i en un context</p>





	<p>internacional.(CG5).</p> <p>Aprendre de forma autònoma.(CG8).</p> <p>Demostrar capacitat per a adaptar-se a situacions noves.(CG9).</p> <p>Que els estudiants hagen desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.(CB5).</p>
<p>Compromís ètic amb el Codi Europeu de conducta:</p> <p><a href="http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/hi/h2020-ethics_code-of-conduct_en.pdf">http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/hi/h2020-ethics_code-of-conduct_en.pdf</a></p>	<p>Adquirir una sensibilitat permanent per la qualitat i el medi ambient, el desenvolupament sostenible i la prevenció de riscos laborals.(CG10).</p> <p>Comprometre's amb l'ètica, els valors d'igualtat i la responsabilitat social com a ciutadà i com professional.(CG7).</p> <p>Que els estudiants tinguen la capacitat d'aplegar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.(CB3).</p>

Al finalitzar l'assignatura *Experimentació Avançada*, el/la estudiant ha de ser capaç de:

1. Explicar de manera comprensible fenòmens i processos relacionats amb la Química.
2. Demostrar capacitat d'anàlisi i síntesis.



3. Demostrar capacitat inductiva i deductiva.
4. Demostrar capacitat d'organització i planificació.
5. Prendre decisions amb rigor.
6. Conèixer i posar en pràctica la manera i la dinàmica de treball en equip amb un comportament seriós, professional i amb perspectiva de gènere.
7. Demostrar capacitat d'integrar creativament els seus coneixements per a resoldre un problema químic real mediambientalment sostenible.
8. Demostrar destresa en l'elaboració d'informes i memòries professionals.

En relació amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) en aquesta assignatura s'espera que els/les estudiants/es siguin capaços de saber aplicar els coneixements apresos per contribuir a garantir una educació inclusiva, equitativa i de qualitat i promoure oportunitats d'aprenentatge durant tota la vida per a tothom (ODS 4), d'adquirir una sensibilitat especial per una gestió sostenible de l'aigua (ODS 6), de les matèries primeres i de les fonts d'energia (ODS 7) així com per un desenvolupament sostenible i compatible amb el medi ambient (ODSs 11, 12, 13, 14 i 15), a més de poder dissenyar, seleccionar i/o desenvolupar productes, processos químics i/o metodologies analítiques eficients (ODS 7) i que minimitzen el seu impacte sobre el medi ambient (ODSs 14 i 15), aprofiten matèries primeres alternatives i generen una menor quantitat de residus (ODS 11).

## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Seminari

Presentació de l'assignatura, normes de funcionament d'un laboratori integrat, explicació dels objectius, continguts i tècniques.

### 2. Anàlisi bibliogràfic

En l'aula d'informàtica, es pretén que els estudiants analitzin la bibliografia referent al desenvolupament dels processos i determinen tant els processos experimentals que cal realitzar com els anàlisis posteriors.

### 3. Síntesis orgànica

Es durà a terme la preparació de diversos compostos orgànics partint de reactius comercials.



#### 4. Síntesis inorgànica

Fent ús dels compostos preparats en la activitat anterior es durà a terme una sèrie de síntesis amb distints compostos inorgànics.

#### 5. Determinació analítica

Determinació dels productes provinents de la síntesi orgànica i inorgànica, tant del compost majoritari com impureses, mitjançant les tècniques analítiques més adequades, atenent a la naturalesa i nivell de concentració dels productes.

#### 6. Caracterització de propietats químic-físiques

S'estudiaran diferents propietats químic-físiques dels compostos preparats.

#### 7. Seminari

S'analitzaran i discutiran els resultats obtinguts al llarg de les sessions pràctiques.

### VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Pràctiques en laboratori	48,00	100
Classes de teoria	12,00	100
Estudi i treball autònom	90,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>150,00</b>	

### METODOLOGIA DOCENT

Treball en el laboratori. Els experiments estan dissenyats de manera que bàsicament s'han de realitzar en més d'una sessió de laboratori, pel que fa que l'alumne ha d'aprendre a distribuir el seu temps i organitzar-se.

Amb l'objecte de potenciar la responsabilitat de l'alumne en el bon funcionament del laboratori i el treball en equip s'assignaran setmanalment menudes tasques perquè l'alumne contribuísca al bon funcionament del mateix.

Una part important en el treball de laboratori és el quadern de laboratori i la redacció de memòries i informes.

L'alumne ha d'analitzar els resultats obtinguts tant en el laboratori com en els càlculs realitzats.



S'analitzaran els resultats obtinguts, determinant els problemes i com s'han solucionat o es podrien solucionar. Per tant aquesta etapa pretén desenvolupar la capacitat d'anàlisi de l'alumne, potenciar l'intercanvi d'informació i el treball en equip.

Seminaris. Totes les sessions de laboratori requereixen d'un intercanvi d'opinions previ on el professor i els alumnes puguen resoldre els dubtes concrets del treball d'eixe dia. És labor del professor en aquesta etapa fomentar en l'alumne una actitud positiva en el treball científic, per a això s'ha deixat un seminari a l'inici de cada sessió.

S'ha dissenyat un seminari, a l'inici de l'assignatura, per a fer la presentació de l'assignatura, normes de funcionament d'un laboratori integrat, explicació dels objectius, continguts i tècniques que s'empraran al llarg del curs.

S'ha dissenyat un seminari, al final de les sessions pràctiques, on es discutiran els resultats obtinguts, els problemes que s'han presentat i fer propostes de solució de forma raonada.

## AVALUACIÓ

El rendiment acadèmic de l'estudiant i la qualificació final de l'assignatura es realitzaran, de forma ponderada, segons els percentatges que es mostren en cadascun dels apartats avaluats. Totes les qualificacions estaran basades en la puntuació absoluta sobre 10 punts. Els diferents apartats que s'avaluaran són els següents:

- a) TREBALL DE LABORATORI (20%):** es valorarà el material lliurat on figuren propostes experimentals, esquemes sintètiques i càlculs per a dur a terme les parts experimentals i/o analítiques, així com la realització d'aquestes parts experimentals i/o analítiques. La presa d'iniciativa, independència en el treball a més del respecte de les normes de seguretat i medi ambient en el laboratori serà també avaluada.
- b) PRESENTACIÓ DE RESULTATS- MEMÒRIA ESCRITA (40%):** els estudiants presentaran una memòria escrita amb un nombre màxim que indicaran els professors de l'assignatura, que arplegue tot el treball científic realitzat així com l'anàlisi, discussió dels resultats obtinguts i conclusions tretes.
- c) PRESENTACIÓ DE RESULTATS- EXPOSICIÓ ORAL (40%):** Un resum de la memòria escrita serà presentat en una exposició oral de 15 min que en finalitzar els professors faran preguntes sobre l'allí exposat.

És necessari obtenir un mínim de 4 punts sobre 10 en cadascun dels apartats per poder fer la nota mitjana final.

La segona convocatòria inclourà la presentació de la memòria corresponent així com l'exposició oral dels resultats obtinguts i presentats en aquesta memòria.

**Advertiment final** La còpia o plagi manifest de qualsevol tasca que forma part de l'avaluació suposarà la impossibilitat de superar l'assignatura, sotmetent-se seguidament als procediments disciplinaris oportuns.

Cal tindre en compte que, d'acord amb l'article 13 d) de l'Estatut de l'Estudiant Universitari (RD 1791/2010, de 30 de desembre), "*és deure d'un estudiant abstindre's en la utilització o cooperació en procediments fraudulents en les proves d'avaluació, en els treballs que es realitzen o en documents oficials de la Universitat*".

**REFERÈNCIES****Bàsiques**

- MARTÍNEZ GRAU, MA. CSÁK GA. Técnicas experimentales en síntesis orgánica. 2ª Edición. Madrid: Síntesis, 1998. 224 p. ISBN: 9788477386056.
- DURST, HD. GOKEL, GW. Química orgánica experimental. Barcelona: Reverté, 1985. 600 p. ISBN: 9788429171556.
- FURNISS, BS. HANNAFORD, AJ. SMITH, PWG. TATCHELL, AR. Vogel's textbook of practical organic chemistry. 5ª Edición. Essex: Longman, 1989. 1514 p. ISBN: 0-582-46236-3.
- HARWOOD, LM. MOODY, CJ. Experimental organic chemistry. Oxford: Blackwell sci. publ., 1989. 790 p. ISBN-10: 0632020172.
- SKOOG, DA. HOLLER, F. CROUCH, SR. Principios de análisis instrumental, 6ª edición. México: Cengage learning editores, 2008. 1064 p. ISBN: 9789706868299.
- RUBINSON, KA. RUBINSON, JF. Análisis instrumental. Madrid: Pearson Educación, 2000. 872 p. ISBN: 9788420529882.
- CELA, R. LORENZO, RA. CASAIS, MC. Técnicas de separación en química analítica, Madrid: Síntesis, 2002. 640 p. ISBN: 9788497560283.
- SHOEMAKER, DP. GARLAND, CW. NIBLER, JW. Experiments in physical chemistry. 6ª Edición. New York: McGraw-Hill, 1996. 778 p. ISBN: 0-07-057074-4.
- RUIZ SÁNCHEZ, JJ. RODRÍGUEZ MELLADO, JM. MUÑOZ GUTIÉRREZ, E. SEVILLA, JM. Curso experimental en química física. Madrid: Síntesis, 2003. 144 p. ISBN: 9788497561280.
- CHEMBIOOFFICE ULTRA, perkinelmer (cambridgesoft) amplia selección de aplicaciones y funcionalidades que permite estudiar dibujar, formular, modelar y editar estructuras moleculares químicas y biológicas.

**Complementàries**

- Características de los compuestos (datos físicos, químicos, seguridad etc.):
  - a) Inst. Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Ministerio de Trabajo e Inmigración)
  - b) Catálogo SIGMA-ALDRICH (Casa Comercial)
  - c) CHEMnetBASE reúne una serie de Bases de datos como:
    1. Combined Chemical Dictionary (CCD)
    2. The Handbook of Chemistry & Physics
  - d) Index Merck (libro que se puede encontrar en la biblioteca)
- MILLER, JN. MILLER, JC. Estadística y quimiometría para química analítica. 4ª edición, Madrid: Prentice hall, 2002. 296 p. ISBN: 9788420535142
- SKOOG, DA. WEST, DM. HOLLER, FJ. CROUCH SR. Fundamentos de química analítica. 8ª edición. Madrid: Paraninfo, 2005. 1196 p. ISBN: 9788497323338.



- SPIRIDONOV, VP. LOPATKIN, AA. Tratamiento matemático de datos fisicoquímicos. Moscú: Mir, 1973. 207 p. ISBN: mkt0004416619
- GIAMBERARDINO, V. Teoría de los errores. Caracas: Reverté Venezolana, 1980. 168 p. ISBN: 978-84-291-4009-5
- LEVINE, IN. Físico química. 4ª edición. Madrid: McGraw-Hill, 1996. 594 p. ISBN: 84-481-0617-2.

