



VNIVERSITATĀ VALÈNCIA

GRAU EN BIOLOGIA

LABORATORI DE QUÍMICA
QUADERN DE PRÀCTIQUES
Curs 2018-19

PER A ENTRAR AL LABORATORI HEU D'ANAR PROVEÏTS D'AQUESTS ELEMENTS:

- QUADERN DE PRÀCTIQUES
- QUADERN DE LABORATORI
- ULLERES DE SEGURETAT
- BATA DE LABORATORI
- GUANTS DE GOMA

NORMES DE SEGURETAT PER A L'ESTADA AL LABORATORI

Quan entreu per primera vegada al laboratori heu de localitzar l'eixida d'emergència, les dutxes d'emergència, els rentaüls, els extintors i la manta ignífuga.

Mentre estareu al laboratori, heu d'anar proveïts **obligatòriament** d'aquests elements:

- Bata
- Ulleres de seguretat
- Guants de goma

Les normes següents són **de compliment obligat i estricte**:

- 1) Queda terminantment **prohibit fumar o consumir aliments** al laboratori
- 2) Heu d'usar la bata i les ulleres de seguretat mentre estareu al laboratori. **No es permet l'accés al laboratori si no disposeu o no feu ús dels objectes esmentats.** Feu servir guants sempre que manipuleu els productes.
- 3) Les lents de contacte poden resultar molt perilloses en cas d'esguitades accidentals als ulls. En aquests casos, es recomana l'ús d'ulleres graduades o d'ulleres de seguretat especials.
- 4) Utilitzeu embuts de vidre per a transvasar líquids. Si heu d'usar pipetes, feu servir les peres de goma apropiades. **No pipetegeu líquids amb la boca.**
- 5) **Tanqueu els flascons de reactius i dissolvents immediatament després d'usar-los.** Eviteu la inhalació de vapors tant de sòlids com de líquids. Si algun producte desprèn vapors tòxics, manipuleu-lo dins la vitrina.
- 6) **No manipuleu productes o dissolvents inflamables prop de mantes i plaques calefactores. Si algun líquid o sòlid s'escampa en qualsevol lloc del laboratori, netegeu-ho de seguida de la manera adequada.** Si es trenca algun termòmetre, aviseu immediatament el professor o la professora, per eliminar el mercuri.
- 7) **No calfeu els dissolvents orgànics directament**, sinó en banys d'aigua allunyats de la font de calor i sempre en erlenmeyers o tubs d'assaig, no en vasos de precipitats.
- 8) **No aboqueu residus a les piques**; s'han de tractar adequadament o emmagatzemar-los als llocs adequats. **No llanceu material de vidre trencat a les papereres.** Lliureu-lo al professor o la professora, per reposar-lo al lloc de treball.
- 9) Atès que es fa servir material elèctric (mantes, reguladors, etc.), cal **mantenir perfectament net i sec el lloc de treball i el material assignat.** La manipulació de qualsevol element d'aquest material s'ha de fer amb l'aparell en qüestió a temperatura ambient i desconnectat de la xarxa.
- 10) **No mantingueu engegats mantes o plaques calefactores en buit**, és a dir, sense un recipient (vas, matràs, etc.) per calfar. No utilitzeu els reguladors elèctrics a més de mitja potència.
- 11) En els muntatges de reflux i destil·lacions, heu d'afegir **el germen d'ebullició ("plat porós") en fred.** Abans de començar la calefacció, verifiqueu el muntatge i, en particular, que les juntes esmerilades estiguen ben ajustades.
- 12) **No abandoneu el lloc de treball mentre es duga a terme alguna reacció o destil·lació!**

L'INCOMPLIMENT DE QUALSEVOL D'AQUESTES NORMES POT IMPLICAR DES D'UNA AMONESTACIÓ SERIOSA FINS A L'EXPULSIÓ DEL LABORATORI!

ÍNDIX

	pàg.
PRÀCTICA 1: Presentació. Seguretat. Preparació del treball experimental	
Programa	1-1
I. Normes generals	1-1
II. Avaluació	1-2
III. El treball experimental en química	1-2
IV. Normes de seguretat al laboratori de química	1-2
Telèfons d'emergència	1-5
V. Preparació i registre del treball experimental	1-6
Qüestió per a contestar al laboratori	1-8
PRÀCTICA 2: Exactitud i precisió en les mesures. Preparació de dissolucions	
Objectius	2-1
Part A. Exactitud i precisió.	2-1
Introducció	2-1
Experimental	2-3
Part B. Preparació de dissolucions	2-4
Introducció	2-4
Experimental	2-9
Bibliografia i vídeos	2-10
Qüestions prèvies	2-11
Full de lliurament de resultats	2-12
Observacions i comentaris	2-14
PRÀCTICA 3: Àcids i bases: equilibri àcid-base. Valoració àcid-base	
Objectius	3-1
Introducció	
I. Acidesa i basicitat	3-1
II. Equilibri àcid-base i el principi de Le Chatelier	3-3
III. Indicadors àcid-base	3-4
IV. Valoracions àcid-base	3-5
Procediment general per a una valoració amb indicador	3-6
V. Patrons primaris i dissolucions estàndard	3-6
Experimental	3-8
A. Àcids i bases. Equilibri àcid-base	3-8
B. Valoració àcid-base. Estandardització d'una dissolució de NaOH	3-9
Bibliografia i vídeos	3-10
Qüestions prèvies	3-11
Full de lliurament de resultats	3-12
PRÀCTICA 4: Valoració potenciomètrica d'àcids forts i febles	
Objectius	4-1
Introducció	
I. pH d'àcids i bases	4-1
II. pH de sals	4-2
III. Solucions amortidores	4-2
IV. El pH-metre	4-3
V. Valoració amb pH-metre (potenciometria)	4-4
Experimental	4-6
Bibliografia i vídeos	4-8

Qüestions prèvies	4-9
Full de lliurament de resultats	4-10
PRÀCTICA 5: Estudi qualitatiu de diverses reaccions de composts orgànics: reaccions àcid-base i solubilitat, reaccions d'oxidació	
Objectius	5-1
Introducció	5-1
I. Reacció àcid-base i solubilitat	5-2
II. Reaccions d'oxidació	5-3
Experimental	5-5
Bibliografia	5-7
Qüestions prèvies	5-8
Full de lliurament de resultats	5-9
PRÀCTICA 6: Molècules en 3D: construcció i ús de models moleculars	
Objectius	6-1
Introducció	6-1
I. Àtoms i enllaços	6-1
II. Anàlisi conformacional	6-2
III. Carboni estereogènic. Isomeria òptica	6-3
Qüestions prèvies	6-4

PRÀCTICA 1: Presentació. Seguretat. Preparació i registre del treball experimental

PROGRAMA	Durada
Pràctica 1: Presentació. Seguretat. Preparació i registre del treball experimental.	1h
Pràctica 2: Exactitud i precisió en les mesures. Preparació de dissolucions.	3h
Pràctica 3: Àcids i bases: Equilibri àcid-base. Valoració àcid-base.	3h
Pràctica 4: Valoració potenciomètrica d'àcids forts i febles.	3h
Pràctica 5: Estudi de diverses reaccions de composts orgànics: reaccions àcid-base i solubilitat, reaccions d'oxidació.	2h
Pràctica 6: Molècules en 3D: construcció i ús de models moleculars.	3h

Els continguts i objectius d'aquest laboratori estan descrits en la guia docent. Les sessions pràctiques tenen lloc al **Laboratori de Química General (bloc I, 1r pis, Facultat de Química)**. **És obligatòria l'assistència a totes les sessions pràctiques**, per tant les faltes d'assistència han de ser justificades adequadament.

Les activitats d'aprenentatge són les que segueixen:

- Posada a punt dels guions de les pràctiques, que es troben a l'Aula Virtual. Obtenició d'informació sobre la manipulació de materials i productes del laboratori (fitxes de seguretat).
- Realització d'experiments al laboratori.
- Tractament de dades i discussió de resultats.
- Elaboració del diari de laboratori.

Aquesta primera sessió està dedicada a introduir l'estudiant en els aspectes bàsics d'aquest laboratori i a l'ús adequat de la informació i el material que, com a exemple, s'aplicarà a preparar la pràctica 2.

Podeu posar-vos en contacte amb el professor o la professora a través de l'Aula Virtual.

I. NORMES GENERALS

Assistència: L'assistència a totes les sessions és **obligatòria i, en el cas de la pràctica 1, IMPRESCINDIBLE** per a poder fer el treball experimental.

Documentació: Cada pràctica té uns objectius concrets clarament especificats i el seu contingut l'heu d'estudiar abans de començar cada sessió. En aquest manual trobareu la informació necessària i les **qüestions prèvies** que cal **resoldre abans de cada sessió**.

Organització bàsica: Cadascú té assignat un lloc de treball per a totes les pràctiques. Al començament de cada sessió hi haurà un petit seminari en què es revisaran les respostes a les qüestions prèvies i l'experiència que dureu a terme, amb una incidència especial en la **perillositat, la toxicitat i les mesures de seguretat** que haureu de tenir presents.

Equipament de l'estudiant: Heu d'acudir al laboratori amb:

- a) Protecció personal i seguretat:** Ulleres de seguretat, bata de laboratori i guants de protecció de goma.
- b) Documentació i registre:** Guió de la pràctica, qüestions prèvies resoltes i diari de laboratori.
- c) Altres:** Bolígraf i calculadora. Es recomana retolador de vidre permanent (millor negre).

II. AVALUACIÓ. La qualificació de les pràctiques contribueix amb 15 punts, com a màxim, en la nota final i consta d'aquestes parts:

50% Treball de laboratori i resultats. Inclou:

- Assistència, equipament adequat, actitud, compliment de les normes de seguretat.
- Preparació i registre del treball experimental (diari de laboratori).
- Treball experimental i fulls de lliurament de resultats.
- Qüestions prèvies. Les qüestions s'han de lliurar abans de començar cada pràctica.
- Avaluació personal del professor o la professora.

50% Examen final.

- Examen escrit de qüestions semblants a les que s'han vist en les pràctiques.

III. EL TREBALL EXPERIMENTAL EN QUÍMICA

Segons l'objectiu desitjat, el treball experimental als laboratoris de química intenta resoldre les qüestions següents:

- **Quines característiques o propietats té un compost?**
 - Caracterització del compost: propietats que l'identifiquen.
 - Estudi del seu comportament en diferents condicions.
- **Com es pot reconèixer/identificar un compost?**
 - Anàlisi qualitativa: Quin compost és?
 - Anàlisi quantitativa: Quina quantitat de compost conté una mostra?
- **Com obtenir un compost?**
 - Aïllament de compost/s de fonts naturals o comercials i la seua purificació.
 - Síntesi d'un producte per transformació d'un/s altre/s.

En conjunt, cal tenir en compte aquests punts:

Seguir les Normes de Seguretat, ja que aquest treball implica risc: vegeu les **normes de seguretat**.

Conèixer el material i els aparells de laboratori i el seu ús correcte: vegeu l'**annex I**.

Conèixer les característiques i la forma segura de manipular composts químics, és a dir, la informació d'higiene i seguretat d'aquestes substàncies: vegeu l'**annex II** i les **fitxes simplificades**.

Conèixer i dur a terme operacions específiques. Vegeu l'**annex I**.

Recopilació d'informació i registre del treball experimental: vegeu l'**apartat V: Preparació i registre del treball experimental**.

IV. NORMES DE SEGURETAT DEL LABORATORI DE QUÍMICA

Aquestes normes són de compliment obligat i estricte i, per tant, les heu de memoritzar i seguir a cada moment. **EL SEU INCOMPLIMENT POT IMPLICAR L'EXPULSIÓ DEL LABORATORI.**

NORMES PERSONALS

- Si sou al·lèrgic o teniu una sensibilitat especial a algun agent químic, o si hi ha alguna dona embarassada, ho heu de posar en coneixement del professor o la professora.
- Useu **roba** que cobrisca tot el cos i que es pugui llevar amb facilitat, així com sabates planes i tancades. Recolliu-vos els cabells si els porteu llargs i eviteu polseres, rellotges, anells, mànegues amples, pantalons curts, sandàlies o qualsevol tipus de calçat que no protegisca els peus d'esguitades o vessaments.
- Està **prohibit consumir aliments, begudes, caramels, etc.** al laboratori, o **tastat qualsevol reactiu, dissolvent o producte.**
- Utilitzeu els armariets per deixar-hi motxilles, abrics i bosses. Seguiu les indicacions del professor o la professora.
- Porteu la **bata de laboratori** (ben cordada) durant l'estada al laboratori.
- Porteu **les ulleres de seguretat** durant l'estada al laboratori. Les **lents de contacte** poden ser perilloses en cas d'esguitades, ja que en cas de projecció de líquids no es poden llevar ràpidament i poden causar lesions oculars. **Useu ulleres graduades i ulleres de seguretat adequades.**
- Feu servir **guants de goma** per a manipular productes o material que en continguin o n'hagen contingut.
- Lleveu-vos els guants i la bata i renteu-vos les mans abans d'eixir del laboratori.

INFORMACIÓ PRÈVIA

- En entrar per primera vegada en un laboratori heu de **LOCALITZAR** les eixides d'emergència, les dutxes d'emergència, els rentaüls, els extintors i les mantes ignífuges.
- Abans de fer qualsevol experiència heu de **conèixer les característiques i els riscos** del treball experimental que dureu a terme i especialment els dels composts que fareu servir, així com dels que es poden formar durant l'experiment.

TREBALL AL LABORATORI

- El bon treball al laboratori requereix una **neteja estricta** del material i del lloc de treball. **En acabar** la sessió heu de deixar tot net i ordenat.
- **No realitzeu experiments que no siguin autoritzats** pel professor o la professora.
- Davant qualsevol **dubte, incident o accident** que hi haja al laboratori, per lleu que siga, manteniu la calma, comuniquen-ho al professor o la professora i seguiu les seues instruccions.
- En **cas d'evacuació**, tanqueu la clau del gas, desconnecteu el material elèctric i eixiu de forma ordenada.

MATERIAL

- No utilitzeu material sense conèixer com funciona, consulteu les instruccions d'ús o pregunteu al professor o la professora. TROBAREU INFORMACIÓ ADDICIONAL EN L'ANNEX I.
- **MATERIAL DE VIDRE:** Abans d'utilitzar qualsevol material de vidre heu de comprovar que està en perfecte estat; en cas de fissura, esquerda, etc., comuniquen-ho al professor o la professora. Recordeu etiquetar-lo adequadament.
- **MATERIAL ELÈCTRIC I MUNTATGES:** Recordeu mantenir **el lloc de treball net i sec** si useu material elèctric. La **manipulació** d'aquest material s'ha de fer amb l'aparell desconnectat de la xarxa.

COMPOSTS

- **Abans d'un experiment** heu de conèixer les característiques físiques, químiques i de seguretat de tots els composts que fareu servir, i també les dels que es poden formar. Si no disposeu d'informació suposeu que els productes són tòxics i els dissolvents orgànics són inflamables.
- **Els flascons** de reactius i dissolvents s'han de **tancar immediatament després** d'usar-los.
- **Si algun líquid o sòlid s'escampa**, netegeu-ho de seguida de la forma adequada (consulteu-ho amb el professor o la professora). Al laboratori hi ha un equip per a contenció de vessaments voluminosos.
- Utilitzeu recipients adequats per a pesar en la balança i netegeu-la perfectament quan acabareu.
- Utilitzeu un embut cònic per a transvasar líquids.
- No pipetegeu líquids amb la boca. Feu servir els dispositius adequats.
- **Eviteu la inhalació** de vapors i/o pols, tant de sòlids com de líquids.
 - ▶ Treballeu en vitrina quan manipuleu productes que alliberen gasos perillosos o que es formen durant una reacció. Netegeu el material utilitzat dins la vitrina abans de traure-l'en.

NO FIQUEU EL CAP DINS LA VITRINA.

- ▶ Per sentir l'olor d'una substància no poseu la cara damunt el recipient, utilitzeu la mà oberta com a pantalla per a fer-ne arribar una petita quantitat al nas.
- Manipuleu els **àcids concentrats** dins la vitrina. Per dissoldre'ls, aboqueu a poc a poc i amb agitació suau **l'àcid sobre el dissolvent** (normalment aigua), i no al contrari.
- En la preparació de dissolucions agiteu suaument per evitar esguitades.
- Si calfeu un tub d'assaig sobre la flama, **MAI** no enfoqueu l'extrem obert del tub cap a una altra persona, ja que pot haver-hi projeccions violentes a causa de sobreescalfament.
- Apagueu el bec si no el feu servir.
- No manipuleu **productes o dissolvents inflamables prop del bec encès, ni de plaques calefactores que no estiguen a temperatura ambient.**
- Calfeu els **dissolvents orgànics** només en banys d'aigua i manipuleu-los en matrassos d'Erlenmeyer, vials o tubs d'assaig, **no en vasos de precipitats.**

RESIDUS (vegeu l'Annex II)

- **No aboqueu a la pica o la paperera les restes d'un experiment** (dissolucions, dissolvent, sòlids, paper contaminat). Al laboratori hi ha contenidors etiquetats degudament per als diferents residus generats.
- **Material de vidre trencat:** depositeu-lo als recipients disposats amb aquesta finalitat.

MÉS INFORMACIÓ

1. Quadern "Cuida't al laboratori" (PDF) del Servei de Prevenció i Medi Ambient UV: <http://www.uv.es/spma>
2. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: [NTP 464: Prevención del riesgo en el laboratorio químico: operaciones básicas](#) (PDF).
3. Mesures de seguretat al Lab. de Química General (U. de València): <http://www.uv.es/fqlabo/>

SERVEIS D'EMERGÈNCIA

Servei de Prevenció i Medi Ambient



EMERGÈNCIES

Guàrdia Civil/ Protecció Civil
S.A.M.U./ Policia/ Bombers **112**
Emergències Sanitàries



URGÈNCIES ACCIDENT LABORAL

Umivale **96 318 10 18**
Umivale Paterna **96 138 26 75**
Urgències (24 hores) **900 365 012**



INFORMACIÓ SOBRE TOXICOLOGIES (24 HORES)

91 562 04 20



ASSEGURANÇA ESCOLAR I HOSPITALS

Clínica Sorolla C/ Músico Ginés **96 356 03 07**
Hospital La Fe **96 386 27 00**
Hospital Arnau de Vilanova * **96 197 60 00**
Hospital Clínic **96 197 35 00**
Clínica Quirón **96 339 04 00**

* servei oftalmològic d'urgència fins a les 15.00 hores

TELÈFONS D'INTERÈS



GABINET DE SALUT LABORAL

Servei de Prevenció i Medi Ambient **96 339 50 17**
Campus de Burjassot -
Paterna **96 354 43 21**
Campus dels Tarongers **96 162 54 81**
Campus de Blasco Ibáñez **96 386 42 87**



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

V. PREPARACIÓ I REGISTRE DEL TREBALL EXPERIMENTAL

Tota la informació s'ha de reunir, ordenar i conservar adequadament mitjançant dos suports:

Carpeta de pràctiques per a reunir i conservar tota la informació de forma adequada.

Diari de laboratori (*llibreta amb fulls units*) per a prendre notes a mesura que es du a terme l'experiment. **NO fulls solts.**

Abans de realitzar qualsevol experiència cal reunir la informació necessària per a comprendre'n els fonaments i els objectius, i per a preparar el treball experimental (és a dir, com dur a terme l'experiment).

En aquest laboratori, aquesta informació es facilita als estudiants, el treball dels quals consisteix a:

1. Analitzar i assimilar la informació facilitada i contestar a les qüestions prèvies.
2. Preparar el diari de laboratori abans d'assistir a la sessió corresponent.
3. Dur a terme l'experiment prenent les notes adequades en el diari de laboratori.
4. Completar i lliurar les fitxes de resultats que hi ha al final de cada pràctica:
 - a) Resultats, càlculs, taules, gràfiques, etc.
 - b) Observacions experimentals, anàlisis dels resultats, comentaris.

A grans trets, els continguts i l'estructura de cada pràctica consta d'aquestes parts:

1. **Nom de la pràctica.**
2. **Objectius.**
3. **Introducció:** recopilada de fonts bibliogràfiques.
4. **Procediment experimental** (inclou material i reactius).
5. **Bibliografia**, amb material complementari.
6. **Qüestions**, de les quals ha de lliurar una fotocòpia al professor o la professora.
7. **Fitxa de resultats**, de la qual ha de **lliurar una fotocòpia** al professor/a.

DIARI DE LABORATORI I PRESA DE NOTES

El diari de laboratori és un document valuós i irremplaçable, ja que és un registre del treball realitzat, en molts casos l'únic. Ha de ser durador i verificable i ha de:

- descriure exactament què es va fer i quan es va fer,
- permetre a una altra persona repetir l'experiència i obtenir els mateixos resultats.

Per tant, ha d'estar **ben organitzat, complet i redactat de forma adequada**. Encara que el format i les normes poden variar segons els diferents laboratoris, algunes són comunes:

- S'utilitzen quaderns amb fulls units i es data cada pàgina.
- Es va escrivint a mesura que avança l'experiment, i no posteriorment. Les activitats es descriuen amb prou detall per permetre a un altre experimentador obtenir els mateixos resultats seguint els mateixos passos.

Aquestes normes poden ajudar a demostrar quan s'ha fet un descobriment en cas de disputes per

una patent, ja que els investigadors fan servir el diari per a documentar les seues hipòtesis, els experiments i l'anàlisi inicial o la seua interpretació.

És essencial portar un registre complet de TOTS els experiments, tant si han eixit bé com malament. El diari permet identificar en quina etapa o etapes s'han comès errors o es poden millorar.

Per si s'extravia, heu d'indicar en l'exterior i en el primer full:

Nom
Mòdul i grup
Facultat i curs acadèmic

Els fulls han d'anar numerats al cantó superior abans de començar a usar el diari. Reserveu la primera pàgina per a l'**índex de continguts**.

Escriviu amb **tinta permanent** (p. ex., bolígraf negre). **No useu llapis**. L'escriptura ha de ser llegible i la redacció ha de ser simple i clara en la distribució i descripció, gramaticalment correcta i raonablement neta.

A continuació es donen algunes de les instruccions més comunes perquè les conegueu i seguïu, ja que **el registre del treball experimental no és un talent sinó una habilitat** i per tant ha d'adquirir-se:

I. Preparació de l'experiència (*treball previ*): És a dir, què es farà?

a) Comenceu cada nou experiment en la pàgina de la **dreta (imparella)** i anoteu-hi:

Data (sense ambigüïtats, p. ex. 20 de setembre de 2013)

Títol de l'experiència

Llista de material

b) **Taules resum de dades físiques i de seguretat dels composts de partida i formats**. Només les dades que puguen ser útils per a l'experiment, p. ex. no cal el p.f. d'un gas. *Podeu unir les dues taules en una de sola i escriure-la apaïxada.*

Propietats físiques						
Compost	Aspecte	p.eb. o p.f. (°C)	Densitat	Solubilitat		Altres dades
				H ₂ O	Altres	

Avaluació de riscos i precaucions		
Compost	Riscs	Precaucions

c) **Taules per a anotar-hi quantitats** en les experiències en què es quantifica. Un model bàsic s'ha inclòs en la part experimental de cada pràctica.

d) **Procediment experimental**: Com que disposareu prèviament d'instruccions detallades, prepareu un esquema de treball o una llista abreujada d'instruccions de les etapes del procediment, amb aclariments pertinents a aspectes especials.

II. Registre d'una experiència (*al laboratori*).

Anoteu ordenadament i separant per paràgrafs:

1. **Exactament el que heu fet**, no el que diuen els llibres o el quadern, el professor, etc.

2. **Tot el que heu observat**: canvis de color, variacions de temperatura, etc., i qualsevol explicació raonable si sabeu per què ha passat. **Escriviu el que passa quan passa**.

a) **No us fieu de la memòria**. Podeu oblidar alguna cosa important o confondre números.

b) **Escriviu tan completament com pugueu**. No hi ha cap detall o observació que siga insignificant

encara que, en alguns casos, puguen semblar obvis. Per exemple:

Utilitzeu els noms adequats per al material de laboratori o aparells.

Identifiqueu els reactius i materials utilitzats.

Com peseu? Amb pesafiltres?, al recipient?, etc.

Quin recipient utilitzeu?: Vas de precipitats, erlenmeyer, matràs...?, mida?, de quin material està fet? (vidre, plàstic, porcellana)

Com calfeu (bec, bany d'aigua, placa calefactora) o refredeu (aixeta, bany de gel)?

S'observen canvis físics?: Color, despreniment de gas, terbolesa, precipitació...

Es va aturar l'experiment abans de completar-lo? Per què? Quant de temps?

c) Dibuixos de muntatges i aparells: dibuixeu esquemes senzills (però complets) etiquetant-ne les parts i amb anotacions aclaridores.

III. Resultats, discussió breu i conclusions (en finalitzar l'experiència):

Càlculs: amb claredat, amb totes les etapes i indicant les unitats.

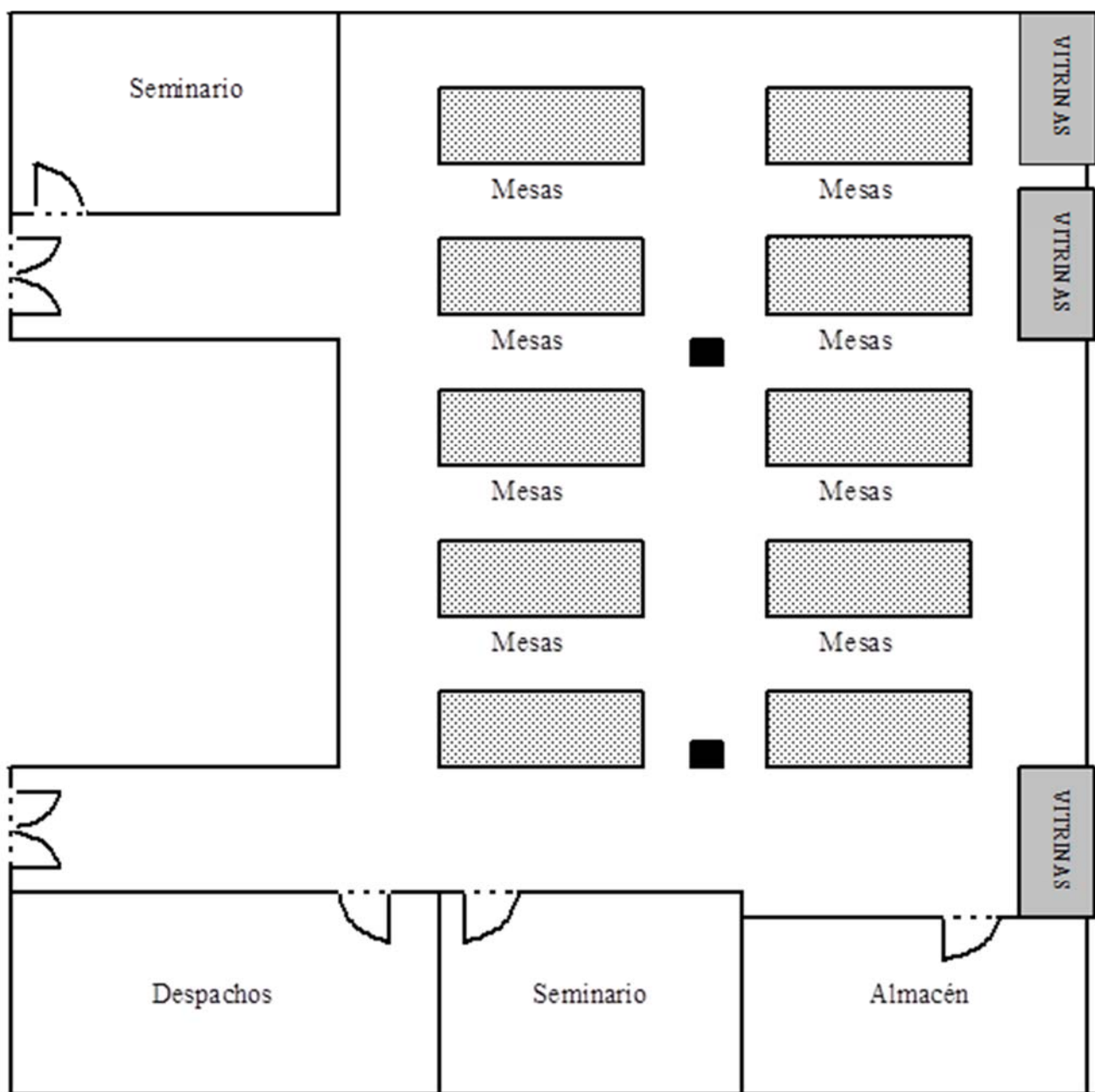
Conclusions: resumides de forma concisa però completa.

- a) Els resultats obtinguts qualitatiu i/o quantitatiu.
- b) Errors comesos i problemes amb els procediments.
- c) Sugeriments per a millorar el treball experimental.

EN FINALITZAR-LA HEU DE TRANSCRIURE ADEQUADAMENT LA INFORMACIÓ A LA FITXA DE RESULTATS I AFEGIR-HI OBSERVACIONS, COMENTARIS I CONCLUSIONS

Qüestió per a contestar al laboratori: Assenyaleu en el plànol la localització dels equips d'emergència i el contenidor de residus, utilitzant les sigles:

E -Eixides	X -Extintors
AL -Alarma d'emergència	M -Mantes ignífugues
D -Dutxes i rentaüls	AB -Absorbent per a vessaments
F -Farmaciola	V - Recipient per a vidre trencat



PRÀCTICA 2: Exactitud i precisió en les mesures. Preparació de dissolucions

OBJECTIUS

PART A. Exactitud i precisió

- Conceptes d'exactitud i precisió.
- Utilització de la balança. Pesada directa. Pesada amb tara.
- Utilització de material volumètric.
- Observació i presa de notes.

PART B. Preparació de dissolucions

- Interpretació de les dades sobre propietats físiques d'un compost.
- Etiquetatge de material.
- Mesura i transferència de productes.
- Preparació de dissolucions sòlid-líquid i líquid-líquid.
- Formes d'expressar la concentració d'una dissolució.
- Ús correcte del concepte de mol i molaritat (M).
 - a) Càlcul de la quantitat de compost necessària per a preparar un volum de dissolució de molaritat fixada.
 - b) Càlcul de la quantitat de compost que conté, en mols i grams, un volum donat d'una dissolució de molaritat coneguda.
 - c) Preparació de dissolucions de molaritat fixada per dilució d'una dissolució mare.
- Observació i presa de notes.
- Neteja del material i recollida de residus.

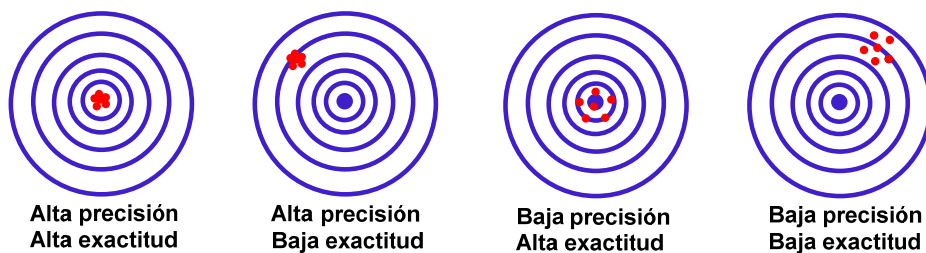
A. EXACTITUD I PRECISIÓ

INTRODUCCIÓ

En termes generals, es defineix com a magnitud física tota propietat dels cossos que pot ser mesurada directament o indirectament. Per exemple, la massa d'un cos, la concentració d'una dissolució o el volum d'un recipient.

Dos conceptes fonamentals estan relacionats amb la mesura de magnituds:

<i>Exactitud</i>	<i>Precisió</i>
Grau de concordança entre el valor real i l'experimental.	Concordança entre una mesura i altres de la mateixa magnitud realitzades en les mateixes condicions.
Un instrument és exacte si la mesura (x) o la mitjana de les mesures (\bar{x}) realitzades són molt properes al valor "real".	Un instrument és precís quan la diferència entre mesures d'una mateixa magnitud és molt petita.
S'estima mitjançant l' error absolut .	S'estima amb la desviació estàndard (s)



Un material volumètric és **exacte** si la mitjana de les mesures s'aproxima al valor real esperat. És **precís** si la dispersió, és a dir, la diferència entre els valors obtinguts, és petita.

L'exactitud implica normalment precisió, però la precisió no implica exactitud, ja que **els instruments poden ser inexactes** a causa d'errors sistemàtics, com l'error en l'ajust del zero.

Com a exemple, la taula següent mostra el resultat de mesurar 10 mL d'aigua amb tres tipus diferents de material volumètric i la seua classificació en funció dels resultats. Observeu els valors de la mitjana i la dispersió (diferència entre els valors extrems) i la seua classificació.

	Material 1	Material 2	Material 3
Mesura 1	10,2	10,4	9,9
Mesura 2	9,7	10,3	10,1
Mesura 3	9,8	10,2	9,9
Mesura 4	10,3	10,3	10,1
Mitjana (\bar{x})	10,0	10,3	10,0
Dispersió ($D = x_{\max} - x_{\min}$)	0,6	0,2	0,2
Classificació (exacte, precís)	Exacte i imprecís	Inexacte i precís	Exacte i precís

En aquesta pràctica es determina l'exactitud i la precisió de material volumètric pesant volums mesurats d'aigua ($d = 1 \text{ g/mL}$) amb diferent material.

EXPERIMENTAL

Material	
Vas de precipitats de 50 mL	Pipeta de 10 mL+ pera de succió
Embut cònic	Balança
	Comptagotes plàstic

Per a la preparació us heu d'assegurar que coneixeu el material que fareu servir i el seu ús correcte, per això heu de consultar l'**annex I: Material i aparells de laboratori**

Abans de començar:

- Comproveu que teniu en el diari de laboratori les taules necessàries.
- Reviseu el funcionament de la balança i l'ús de la tara.
- Practiqueu el control de l'abocament amb pipeta i pera de succió.
- Utilitzeu **aigua desionitzada**¹ dels flascons rentadors (els podeu emplenar en les aixetes assenyalades).

ATENCIÓ: Per a disminuir l'error de l'operador, els enrasaments necessaris per a calibrar un tipus de material els ha de realitzar la mateixa persona.

I. Vas de precipitats: Col·loqueu en la balança un vas de precipitats **sec** de 50 mL i peseu-lo. Afegiu-hi aigua desionitzada fins a la línia de 10 mL i anoteu-ne el pes amb l'aigua. Buideu el vas, assequeu-lo i repetiu el procés dues vegades més.

II. Pipeta: Peseu un vas de precipitats i anoteu-ne el pes (no cal assecar-lo per dins). Utilitzant una pipeta de 10 mL i una pera de succió, transferiu 10 mL d'aigua desionitzada al vas i anoteu-ne el pes. Buideu l'aigua del vas i repetiu el procés complet dues vegades més.

IMPORTANT: anoteu els valors de les pesades amb tots els decimals encara que siguin 0 per no perdre precisió en la mesura.

¹ **Aigua destil·lada vs. aigua desionitzada:** L'aigua **destil·lada** s'obté destil·lant aigua corrent. En condensar-se, pot retenir CO₂ de l'aire, per això no s'ha d'usar sense bullir per a preparar dissolucions bàsiques. L'aigua **desionitzada** s'obté fent passar aigua de l'aixeta per columnes de bescanvi iònic. Els cations es canvien per protons (H⁺) i els anions per hidroxils (OH⁻). Pot contenir traces de matèria orgànica, però el seu contingut en CO₂ és mínim o nul.

B. PREPARACIÓ DE DISSOLUCIONS

INTRODUCCIÓ

Al laboratori s'utilitzen sovint els productes dissolts; per això és adequat estudiar alguns aspectes bàsics sobre les dissolucions i la solubilitat dels composts.

I. Dissolució i solubilitat

Es defineix com a **dissolució** una *mescla homogènia a nivell molecular de dues substàncies, solut i dissolvent, que no reaccionen entre si*. Normalment, al laboratori els dissolvents són líquids i els soluts poden ser sòlids, líquids o gasos.

En general, “un compost és més fàcilment soluble en un dissolvent de naturalesa química semblant”, o el que és el mateix, “**semblant dissol semblant**”. És a dir, un compost polar es dissol preferentment en un dissolvent polar i un compost no polar ho fa en un dissolvent no polar.

L'aigua, un dissolvent polar, dissol bé *compostos iònics i composts orgànics polars* [per exemple, etanol, àcid acètic (vinagre), sacarosa (sucre), etc.]. Els *compostos orgànics de polaritat moderada o baixa* són poc o gens solubles en aigua i necessiten **dissolvents orgànics** com etanol, acetat d'etil, hexà, etc.

En mesclar un solut i un dissolvent líquid, les molècules del dissolvent interaccionen amb les del solut envoltant-les (solvatant-les) i separant les unes de les altres, per això la *velocitat de dissolució* depèn de l'*estat d'agregació* del solut. Així, un sòlid triturat es dissol a més velocitat que un sòlid endurit amb menys superfície de contacte solut-dissolvent.

En una dissolució, el dissolvent sol estar en una proporció més gran que el solut, i la proporció solut:dissolvent és la mateixa en tota la dissolució, fins i tot en una sola gota. Aquesta proporció depèn de la interacció entre aquests i es reflecteix en la **solubilitat** o *quantitat màxima de solut que dissol un dissolvent a una determinada temperatura*.

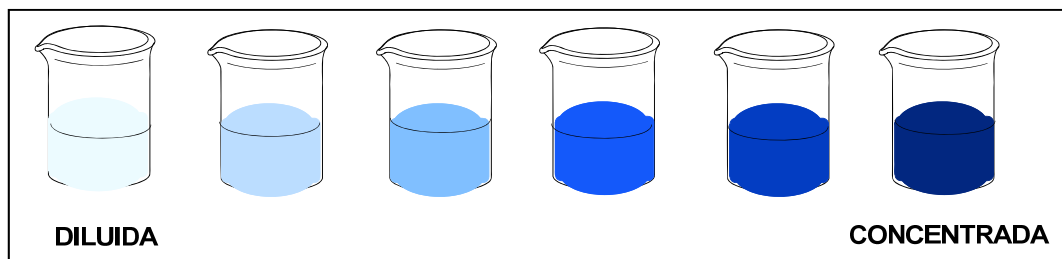
La solubilitat varia fonamentalment amb el dissolvent i la temperatura, però també es veu afectada per altres canvis en el medi, com ara per addició d'altres composts (**efecte ió comú**).

Depenent de la quantitat de solut dissolt, podem parlar de dissolució:

- **diluïda**: la quantitat de solut està en mínima proporció respecte al dissolvent.
- **concentrada**: la quantitat de solut és alta per al volum de dissolvent.
- **saturada**: tenen la quantitat màxima de solut que permet la seua temperatura.
- **sobresaturada**: la quantitat de solut és superior a la seua solubilitat. Són inestables, una simple agitació o l'addició d'uns cristalls pot fer que se separe l'excés de solut.

No s'ha de confondre dissolució amb **dispersió**. En una dispersió, el solut està en forma de petites partícules disperses, i diferents porcions poden tenir diferent quantitat de solut. Normalment es poden diferenciar a simple vista, ja que *les dissolucions són sempre transparents (acolorides o no)*, mentre que *les suspensions presenten terbolesa i són normalment opaques o translúcides*.

Per a les dissolucions de productes acolorits, la intensitat del color pot donar una informació qualitativa sobre la concentració.



II. Concentració d'una dissolució

Per a determinacions quantitatives cal descriure les quantitats relatives de solut i dissolvent també de forma quantitativa, i donar la concentració de la manera més exacta i precisa possible. La quantitat de solut que conté una dissolució és donada per la **concentració** o proporció entre la quantitat de solut i dissolvent, i pot expressar-se com a:

Percentatge massa-massa (% m/m): grams (g) de solut per 100 g de dissolució.

$$\% \text{ m/m} = \frac{\text{masa soluto (g)}}{\text{masa de dissolució (g)}} \times 100 = \frac{\text{masa soluto (g)}}{\text{masa de soluto+disolvente (g)}} \times 100$$

Percentatge volum-volum (% V/V): volum (mil·lilitres, mL) de solut en 100 mL de dissolució total. Se sol usar per a mescles líquides o gasoses, per exemple en la graduació alcohòlica del vi o la cervesa.

$$\% \text{ V/V} = \frac{\text{volumen de soluto (mL)}}{\text{volumen de dissolució (mL)}} \times 100$$

Per a quantitats molt petites de solut es poden usar altres unitats com les **parts per milió (ppm)** o, el que és el mateix, una part de solut en 10^6 de dissolvent.

Tanmateix, encara que aquests mètodes per a indicar la concentració són útils, el mètode més comú per a expressar la concentració en química és la **molaritat (M)** o nombre de mols de solut (**n**) per litre de dissolució.

$$M = \frac{n \text{ (nº de moles de soluto)}}{V \text{ (volumen de dissolució, L)}}$$

En la qual

$$n = \frac{\text{masa de soluto (g)}}{\text{masa molar (MM) del soluto (g/mol)}}$$

Així, si dissolem 8 g de NaOH (MM 40,0 g/mol) en 500 mL d'aigua, la seua molaritat és 0,4 M (0,4 molar):

$$M = \frac{8 / 40,0}{500 \times 10^{-3}} = 0,4 \text{ M}$$

D'altra banda, si prenem un volum **V** d'una dissolució de molaritat **M** d'un compost **C** amb massa molar **MM_C**, la massa de solut dissolta serà:

$$n \text{ (n}^\circ \text{ de mols)} = V \text{ (L)} \times M \text{ (mols/L)}$$

$$m_c \text{ (g de C)} = n \times MM_c = V \times M \times MM_c$$

Així, en 10 mL d'una dissolució NaOH 0,5 M: g NaOH = $(10 \times 10^{-3}) \times 0,5 \times 40,0 = 0,2 \text{ g}$

Els exemples anteriors són adequats per a un **sòlid o líquid que se suposa pur**, però aquest no és sempre el cas. Per exemple, el comunament conegut com a hidròxid amònic és una dissolució aquosa d'amoníac gas (NH₃) i en l'etiqueta comercial s'indica el contingut de NH₃ en la dissolució com a percentatge, per exemple 25%, que s'assumeix és percentatge en massa. A més, com que és un líquid que desprèn vapors, no es pesa, sinó que se'n mesuren volums.

Per a calcular la **quantitat de NH₃** en un volum **V** d'aquesta dissolució hem de tenir en compte la densitat de la dissolució i el percentatge de NH₃, i, si volem calcular-ne els mols, la massa molar (MM_{NH₃} = 17,03 g/mol).

Així, 10 mL de NH₃ (aquós) 25% de densitat d= 0,9 g/mL pesen:

$$10 \text{ (mL)} \times 0,9 \text{ (g/mL)} = 9 \text{ g}$$

dels quals només el 25% són de NH₃ i la resta és aigua, per tant:

$$g \text{ (NH}_3\text{)} = 9 \times 25/100 = 2,25 \text{ g}$$

i el nre. de mols:

$$n_{\text{NH}_3} = 2,25/17,03 = 0,132 \text{ mols}$$

Una **fórmula general per a calcular molaritats de composts que no són purs** és aquesta:

$$M_c = \frac{(m_c \times P_c)/MM_c}{V}$$

m_A: massa del compost **C** (g)

P_c: puresa de **C** (% m/m).

MM_C: massa molecular de **C** (g/mol)

V volum de la dissolució final (L)

Si **C** és líquid i se'n pren un volum **V'_c** de densitat **d_c**, la molaritat serà:

$$M_c = \frac{(V'_c \times d_c \times P_c)/MM_c}{V}$$

V'_c: volum de la dissolució comercial de **C** (mL)

d_c: densitat de la dissolució comercial de **C** (g/mL)

Les fórmules anteriors són útils per a:

- Calcular la molaritat d'una dissolució preparada diluint una quantitat determinada de producte fins a un volum donat.
- Calcular la quantitat de compost que cal per a preparar un volum donat d'una dissolució d'una molaritat determinada.

III. Dilució d'una dissolució de molaritat coneguda (dissolució mare)

En alguns experiments es necessiten diverses dissolucions de diferent molaritat d'un mateix compost. En aquests casos, normalment es prepara de primer la dissolució més concentrada (dissolució mare), se'n pren la quantitat necessària i s'hi afegeix el volum de dissolvent necessari per a diluir-la fins a la concentració desitjada.

Per a saber la quantitat que cal prendre de la dissolució mare només s'ha de tenir present que en tots els casos:

$$n \text{ (nre. mols)} = M \text{ (mol/L)} \cdot V \text{ (L)}$$

El nombre de mols que ha de contenir la dissolució final ha de ser igual al nombre de mols que continga el volum que prenguem de la dissolució concentrada.

Així, si volem preparar 100 mL (100×10^{-3} L) de NH_3 aquós 0,05 M a partir d'un volum V' de dissolució de NH_3 0,1 M l'equació serà:

$$n = n' \quad M V = M' V' \quad 0,05 \times 100 \times 10^{-3} = 0,1 \times V'$$

I per tant el volum que hem de prendre serà $V' = 50 \times 10^{-3}$ L o, el que és el mateix, 50 mL.

IV. Procediment general per a preparar una dissolució

Com hem vist, el primer pas per a preparar una dissolució és calcular la **quantitat de solut** necessari. La manera com es calcula i mesura aquesta quantitat depèn si es parteix de:

► **Sòlids:** n'hi ha prou de pesar la quantitat que corresponga als mols necessaris.

► **Líquids:**

a) Si el líquid de partida és pur, es pot:

1. Pesar el líquid.
2. Si se'n coneix la densitat, es pot calcular el volum corresponent i mesurar-lo amb una pipeta o un altre material calibrat.

b) Si es parteix d'una dissolució del compost, es pot:

1. Si es coneix la molaritat de la dissolució, calcular el volum necessari.
2. Si es coneix la densitat de la dissolució i la riquesa (% del compost en la dissolució), es calcula el volum que correspon als mols necessaris.

A més **necessitarem:**

- Un *matràs aforat* del volum que desitgem preparar (amb *el tap adequat*).
- Per a pesar:
 - Sòlids:** *Pesafiltres, vas de precipitats, etc. i espàtula.*
 - Líquids:** Un *vial, vas de precipitats, erlenmeyer, etc.*, o bé una *pipeta, dosificador, bureta*, etc. per a mesurar un volum.
- Per a dissoldre: *vas de precipitats* (només dissolucions aquoses) o *matràs d'Erlenmeyer, vareta de vidre o agitador magnètic + barra magnètica.*
- Un *embut cònic* per a transvasar.
- Un *comptagotes* per a enrasar.

A continuació, es descriu el procediment per a dissolucions aquoses. Si s'utilitza un altre dissolvent caldrà fer-hi les modificacions adequades.

1. Peseu o mesureu el volum necessari del compost utilitzant el mètode més adequat segons la quantitat que necessiteu.

Observacions:

- Si el sòlid està en forma de grumolls o de cristalls grans, és millor triturar-lo abans de pesar-lo.
- Si es pipeteja el volum necessari, no pipetegeu directament del flascó original (depositeu-ne una quantitat adequada en un recipient net i sec i pipetegeu-hi).

2. Si heu mesurat el compost amb pipeta o dosificador, el podeu introduir directament al matràs aforat i seguir a partir del **punt 8** amb la precaució següent: si és per a preparar una dissolució aquosa d'un àcid concentrat, heu d'afegir-hi **abans** una mica d'aigua desionitzada al matràs aforat.

3. Si heu pesat el compost, transvaseu-lo a un vas de precipitats (si cal, amb l'ajuda d'una espàtula o un comptagotes). Per arrossegar tot el compost que queda adherit al recipient, renteu aquest amb petites quantitats d'aigua desionitzada i aboqueu el líquid de rentatge al vas.

4. **Dissoleu el compost utilitzant la mínima quantitat d'aigua** desionitzada possible. Podeu utilitzar una vareta de vidre o un agitador magnètic per a afavorir la dissolució.

Observació: En cas de dissolucions endotèrmiques o exotèrmiques, s'homogeneïtza i es deixa reposar fins que s'aconsegueixca la temperatura ambient. No es pot enrasar fins que la dissolució no estiga a temperatura ambient.

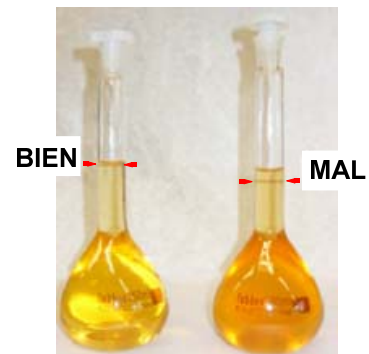
5. **Transvaseu la dissolució acuradament al matràs aforat.** Per a fer-ho es pot fer ús d'un embut o d'una vareta de vidre.

6. **Renteu el vas** diverses vegades amb petites quantitats d'aigua desionitzada i aboqueu els líquids de rentatge al matràs aforat. D'aquesta manera tot el compost es transvasa quantitativament.

7. **Afegiu aigua desionitzada** al matràs aforat fins a una zona pròxima a la marca d'enrasament, però sense arribar-hi.

8. **Enrasament** amb aigua desionitzada fins a la marca de l'aforat. Amb aquesta finalitat:

- Es posen els ulls a la mateixa altura que el nivell del líquid amb el matràs recolzat sobre una superfície horitzontal.
- S'iguali el fons còncav del menisc amb la marca del matràs aforat amb l'ajuda d'un comptagotes i aigua desionitzada afegida gota a gota.



9. **Tapeu l'aforat i homogeneïtzeu** la dissolució agitant diverses vegades.

10. **Etiqueteu la dissolució** indicant:

Nom o fórmula del compost

Concentració

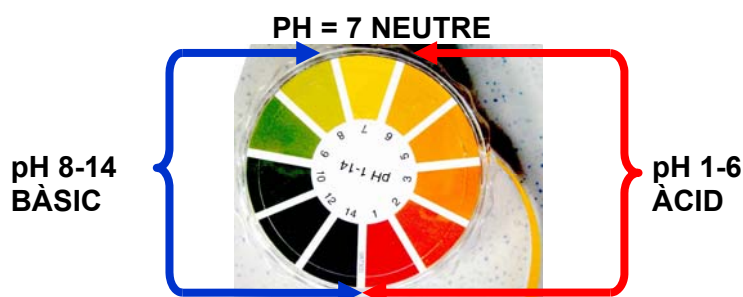
Grup de pràctiques

Lloc de treball

En cas d'haver d'emmagatzemar-la, s'afegirà la **data de preparació** i els **símbols de perillositat**.

V. Mesura de l'acidesa i la basicitat de dissolucions aquoses: paper de pH

La mesura de l'acidesa o la basicitat de dissolucions aquoses, és a dir, del pH, és una pràctica corrent al laboratori. Per a mesures ràpides *aproximades* s'utilitza **paper de pH**: paper impregnat amb mescla de composts que es coneixen com a indicadors, substàncies que canvien de color en un rang estret d'acidesa o basicitat (vegeu la figura). Per a mesures més exactes s'utilitza el pH-metre (vegeu la pràctica 3).



Paper de pH i colors dels diferents valors de pH

EXPERIMENTAL

Per a la preparació us heu d'assegurar que coneixeu el material que fareu servir i el seu ús correcte (veure l'annex I: Material i aparells de laboratori), i les característiques dels composts que manipulareu (consulteu l'annex II: *Composts químics* i *Fitxes simplificades* dels composts).

També heu de disposar en el diari de laboratori de les *quantitats calculades en les qüestions prèvies* per als diferents apartats. Recordeu que heu d'anotar les dades amb totes les xifres decimals per no perdre precisió en la mesura.

Material		Composts
Matrassos aforats de 100 mL (2)	Comptagotes de plàstic	CuSO ₄ ·5H ₂ O (s)
Matràs aforat de 50 mL	Flascó rentador	KNO ₃ (s)
Matràs aforat de 25 mL	Vareta de vidre	HCl concentrat 35% (en dosificador)
Pipeta graduada de 10 mL	Espàtula	Aigua desionitzada
Pera de succió	Barqueta de plàstic	Aparells
Gots de precipitats de 50 mL (2)	Paper de pH	Balança
Vidre de rellotge		

Preparació i maneig del material

- Comproveu que el material de vidre està net i, com a precaució, aclariu-lo amb una petita quantitat d'aigua desionitzada i etiqueteu-lo amb retolador permanent.
- NO DEIXEU DAMUNT LA TAULA PIPETES O COMPTAGOTES CONTAMINATS.

Totes les dissolucions es preparen seguint les indicacions de la introducció.

I. Preparació de les dissolucions a partir de productes comercials: Seguiu les instruccions de la introducció per dissoldre i aforar.

I.1. Preparació de 25 mL de dissolució de CuSO₄ 4×10⁻² M. Utilitzeu una barqueta de plàstic i la balança per a pesar la quantitat de CuSO₄·5H₂O calculada (qüestió prèvia **2b**) o la quantitat més pròxima possible. Anoteu el valor real obtingut en la pesada per calcular-ne posteriorment la concentració real.

I.2. Preparació de 100 mL de dissolució de KNO₃ 0,10 M. Utilitzeu una barqueta i la balança per a pesar la quantitat de KNO₃ calculada (qüestió prèvia **3b**) o la quantitat més pròxima possible. Anoteu el valor real obtingut en la pesada per calcular-ne posteriorment la concentració real.

I.3. Preparació de 100 mL de dissolució de HCl 0,10 M. Tenint en compte la quantitat de HCl 35% calculada (qüestió prèvia **4b**), seleccioneu la pipeta i la pera de succió adequades per a prendre el volum necessari de HCl 35%. Mesureu-ne el volum calculat o la quantitat més pròxima possible i anoteu-la per calcular-ne posteriorment la concentració real.

II. Preparació de 50 mL de CuSO₄ 8×10⁻³ M a partir de la dissolució mare 4×10⁻² M. Transvaseu una part de la dissolució de CuSO₄ 0,10 M a un vas de precipitats net i sec. Seleccioneu la pipeta i la pera de succió adequades per a mesurar el volum calculat (qüestió prèvia **5**) per preparar 50 mL de CuSO₄ 8×10⁻³ M. Anoteu-ne el volum real mesurat per calcular-ne posteriorment la concentració real.

III. Mesura del pH de les dissolucions. Talleu petits trossos de paper de pH i col·loqueu-los sobre una superfície perfectament neta i seca (vidre de rellotge). Amb la punta de la vareta neta, preneu una gota de la dissolució i poseu-la sobre un tros de paper de pH. Premeu nota del color i el pH comparant amb l'escala de pH. Assegureu-vos de netejar perfectament la vareta en canviar de dissolució. Tireu els papers a la paperera i renteu el vidre de rellotge al acabar.

Residus. Depositeu els residus als recipients destinats a aquesta finalitat.

Neteja del material.

- Esborreu l'etiquetatge amb detergent i un fregall. Si hi teniu cap dificultat consulteu el professor o la professora.
- Renteu el material primerament amb aigua de l'aixeta i posteriorment amb una petita quantitat d'aigua desionitzada del flascó rentador. Deixeu-lo assecat en l'escorredor al lloc de treball.

Recordeu passar les dades al full de resultats, completeu-lo amb el resultat dels càlculs i afegiu-hi observacions i comentaris.

BIBLIOGRAFIA I VÍDEOS

Principios de química: los caminos del descubrimiento P. Atkins i L. Jones. Ed. Médica Panamericana. 2006. 3a edició, capítol 10.

Química, R. Chang, Ed. Mc Graw Hill, 10a edició, 2010.

Química general R.H. Petrucci, W.S. Harwood, F.G. Herring, Ed. Pearson Educación (Prentice Hall), 8a edició, 2003.

Universitat de València. Material bàsic d'un laboratori:

http://mmedia.uv.es/buildhtml?user=tcliment&path=/LABORATORIO/&name=material_basico_labo.mp4

Royal Chemical Society: Practical Chemistry for Schools and Colleges:

<http://www.rsc.org/education/teachers/resources/practical/index3.htm> Making up solutions.

QÜESTIONS PRÈVIES (no cal copiar els enunciats).

1. En calibrar diversos tipus de pipetes de 5 mL es van obtenir aquests resultats. Completeu la taula i classifiqueu les pipetes segons l'exactitud i la precisió.

	Material 1	Material 2	Material 3	Material 4
Mesura 1	4,980	4,860	5,023	4,895
Mesura 2	5,005	4,965	4,855	4,900
Mesura 3	5,022	5,152	4,760	4,870
Mitjana (\bar{x})				
Dispersió (D)				
Classificació (exacte, precís)				

2. a) Consulteu les dades de la fitxa simplificada del sulfat de coure pentahidratat i indiqueu les característiques físiques bàsiques d'aquest compost que heu de tenir en compte per a dur a terme el treball experimental.
- b) Quants grams² de sulfat de coure pentahidratat es necessiten per a preparar 25 mL de $\text{CuSO}_4 \cdot 4 \times 10^{-2}$ M?
3. a) Consulteu les dades de la fitxa simplificada del nitrat potàssic i indiqueu les característiques físiques bàsiques d'aquest compost que heu de tenir en compte per a dur a terme el treball experimental.
- b) Quants grams de nitrat potàssic es necessiten per a preparar 100 mL de KNO_3 0,10 M?
4. a) Consulteu les dades de la fitxa simplificada de l'àcid clorhídric concentrat i indiqueu les característiques físiques bàsiques d'aquest compost que heu de tenir en compte per a dur a terme el treball experimental.
- b) Calculeu el volum de HCl concentrat (35% en pes; $d=1,19$ g/mL) que es necessita per a preparar 100 mL d'una dissolució de HCl 0,1M.
5. Quants mL de $\text{CuSO}_4 \cdot 4 \times 10^{-2}$ M es necessiten per a preparar 50 mL de $\text{CuSO}_4 \cdot 8 \times 10^{-3}$ M?
6. En l'apartat A, en el calibratge del vas, aquest es pesa buit i sec cada vegada, però per al calibratge de la pipeta no cal assecar el vas. Justifiqueu aquesta diferència.

² Per a aquesta pesada i les següents teniu en compte que les balances i el granetaris del laboratori tenen tres xifres decimals.

Full de lliurament de resultats

LABORATORI QUÍMICA (Grau de Biologia)

RESULTATS PRÀCTICA 2

COGNOMS I NOM:

GRUP I LLOC:

Una vegada completat recordeu lliurar-ne una còpia al professor o la professora

NOTA: Anoteu els valors amb tots els decimals necessaris. Per a nombres molt baixos és més adequat utilitzar exponencials (p. ex. $1,23 \times 10^{-3}$).

Part A. CALIBRATGE DE MATERIAL VOLUMÈTRIC

a) Calibratge del vas de precipitats

	Mesura 1 (g)			Mesura 2 (g)			Mesura 3 (g)		
	Vas buit	Vas +H ₂ O	Aigua	Vas buit	Vas +H ₂ O	Aigua	Vas buit	Vas +H ₂ O	Aigua
Vas									

b) Calibratge de la pipeta i/o de la bureta

	Mesura 1 (g)			Mesura 2 (g)			Mesura 3 (g)		
	Vas buit	Vas +H ₂ O	Aigua	Vas buit	Vas +H ₂ O	Aigua	Vas buit	Vas +H ₂ O	Aigua
Pipeta									
Bureta									

c) Classificació del material

	Vas	Pipeta
Mitjana (\bar{x}) (g)		
Dispersió (g)		
Classificació		

Full de lliurament de resultats

Part B. PREPARACIÓ DE DISSOLUCIONS

PREPARACIÓ DE DISSOLUCIONS SÒLID-LÍQUID					
Indiqueu les característiques del material volumètric utilitzat					
Dissolució	Volum que cal preparar (mL)	Quantitat calculada (g)	Quantitat pesada (g)	Molaritat real	pH
CuSO ₄ 0,10 M					
KNO ₃ 0,10 M					

PREPARACIÓ DE DISSOLUCIONS LÍQUID-LÍQUID					
Indiqueu les característiques del material volumètric utilitzat					
Dissolució	Volum que cal preparar (mL)	Quantitat calculada (mL)	Quantitat mesurada (mL)	Molaritat real	pH
HCl 0,10 M					

PREPARACIÓ CuSO ₄ 8×10 ⁻³ M PER DILUCIÓ DE CuSO ₄ 4×10 ⁻² M					
Indiqueu les característiques del material volumètric utilitzat					
Dissolució	Volum que cal preparar (mL)	Quantitat calculada (mL)	Quantitat mesurada (mL)	Molaritat real	pH
CuSO ₄ 8×10 ⁻³ M					

OBSERVACIONS I COMENTARIS: *En aquest apartat heu d'anotar les observacions que heu fet durant la realització del treball experimental segons l'ordre en què s'ha dut a terme l'experiència; per exemple, de primer sobre el calibratge i després sobre la preparació de dissolucions. En cada etapa escriviu en paràgrafs diferenciats amb una descripció concisa però prou completa perquè no pugui haver-hi cap error d'interpretació.*

Compareu i comenteu els resultats obtinguts.
(Afegiu-hi els fulls que considereu necessaris.)

PRÀCTICA 3: Àcids i bases: equilibri àcid-base. Valoració àcid-base

OBJECTIUS:

- Revisió dels conceptes de:
Àcid-base, pK_a , pK_b , pH, pOH.
Àcids i bases fortes i febles.
Acidesa i basicitat de dissolucions aquoses de sals d'àcid o base feble.
Equilibri àcid-base. Variables que afecten l'equilibri.
Indicadors àcid-base.
Valoració àcid-base.
Patrons primaris.
- Estandardització d'una dissolució de NaOH (base forta) amb ftalat àcid de potassi.

INTRODUCCIÓ

I. ACIDESA I BASICITAT

Les idees sobre els àcids i les bases estan presents de forma habitual en la vida quotidiana. Una de les classificacions més útils d'àcids i bases és la de Brønsted i Lowry, que van definir:

Àcid (HA): dador de protons

Base (B): acceptor de protons

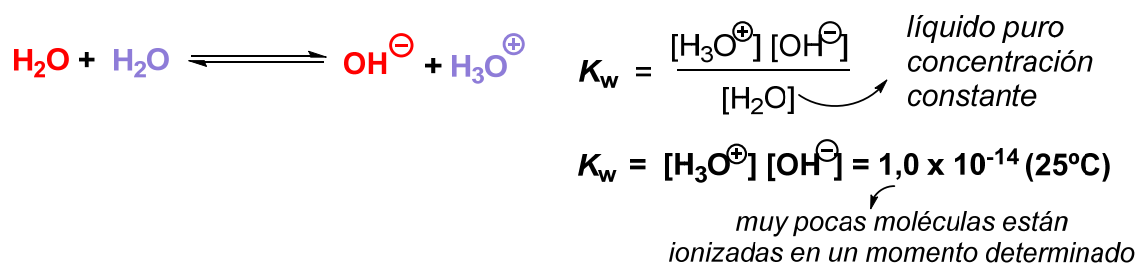
Això implica que:

- ▶ Sempre trobarem *parells àcid-base*, ja que, perquè un compost pugui donar protons se'n necessita un altre que n'accepte.



- ▶ L'acidesa o la basicitat d'una substància *depèn del compost amb què interacciona*. Com que normalment els composts es dissolen, les característiques del dissolvent poden influir en les propietats àcid-base del compost.

L'aigua pot actuar com a àcid o base enfront de si mateixa, en un equilibri que es coneix com a *autoionització de l'aigua*, amb una constant d'equilibri K_w (*constant del producte iònic de l'aigua*).



En general, l'equació de K_w es considera vàlida per a qualsevol dissolució aquosa diluïda, i el seu valor es pot utilitzar per a calcular $[H_3O^+]$ si es coneix $[OH^-]$ i viceversa.

Les concentracions $[H_3O^+]$ i $[OH^-]$ solen ser molt petites, per això s'usen preferentment els termes pH i pOH, que es defineixen com a:

$$pH = -\log [H_3O^+] \quad pOH = -\log [OH^-] \quad \text{i per tant} \quad pH + pOH = 14$$

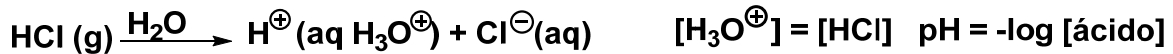
En una **dissolució neutra**, $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} M$ i **pH = 7,00**

Dissolució àcida $[H_3O^+] > 10^{-7} M \rightarrow pH < 7,00$

Dissolució bàsica $[H_3O^+] < 10^{-7} M$ i la seva **pH > 7,00**

Els **àcids i bases forts** en dissolució aquosa estan completament dissociats en els seus ions:

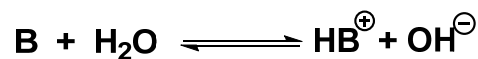
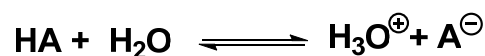
Àcids forts: HCl, HBr, HI, HNO₃, HClO₃, HClO₄, H₂SO₄



Bases fortes com NaOH i KOH, són l'única font important d'hidroxils:



No obstant això, la major part dels àcids i bases només es troben parcialment ionitzats en dissolució aquosa i se'ls coneix com a **àcids i bases febles**:



En dissolució aquosa es troben en equilibri amb les seues bases i àcids conjugats, respectivament.

El grau d'ionització és indicat per la constant d'equilibri:

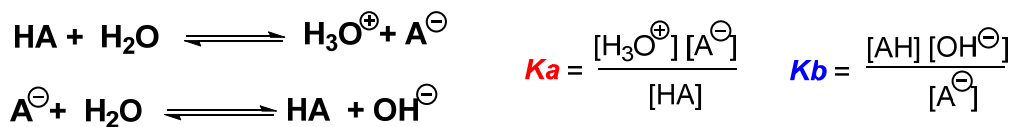
$$K_a = \frac{[H_3O^{\oplus}][A^{\ominus}]}{[HA]}$$

Constante de ionització àcida

$$K_b = \frac{[HB^{\oplus}][OH^{\ominus}]}{[B]}$$

Constante de ionització bàsica

La constant K_a de l'àcid i la seua base conjugada, o la K_b de la base i el seu àcid conjugat, estan relacionades amb la constant d'ionització de l'aigua K_w , ja que:



$$K_a \times K_b = \frac{[H_3O^{\oplus}][A^{\ominus}]}{[HA]} \times \frac{[AH][OH^{\ominus}]}{[A^{\ominus}]} = [H_3O^{\oplus}][OH^{\ominus}] \implies K_a \times K_b = K_w = 1 \times 10^{-14}$$

D'altra banda, com que els valors de les constants d'ionització són molt menuts, se solen utilitzar els termes pK_a i pK_b (vegeu la taula 1), que es defineixen com a:

$$pK_a = -\log K_a$$

$$pK_b = -\log K_b$$

$$pK_a + pK_b = 14$$

Si comparem àcids o bases entre si, seran:

► més fort: valor més alt de K_a o K_b , sota valor de pK_a o pK_b .

► més feble: menor valor de K_a o K_b , valor alt de pK_a o pK_b

Taula 1. Constants d'ionització d'alguns àcids i bases febles

Àcids febles	K_a	pK_a	Bases febles	K_b	pK_b
Àcid fòrmic (HCO ₂ H)	$1,8 \times 10^{-4}$	3,74	Dimetilamina (C ₆ H ₁₁ N)	$9,6 \times 10^{-4}$	3,02
Àcid benzoic (C ₇ H ₆ O ₂)	$6,5 \times 10^{-5}$	4,19	Metilamina (CH ₃ NH ₂)	$3,7 \times 10^{-4}$	3,43
Àcid acètic (C ₂ H ₄ O ₂)	$1,8 \times 10^{-5}$	4,74	Amoníac (NH ₃)	$1,8 \times 10^{-5}$	4,74
Àcid butíric (C ₄ H ₈ O ₂)	$1,5 \times 10^{-5}$	4,82	Piridina (C ₅ H ₅ N)	$1,7 \times 10^{-9}$	8,77
Àcid propiònic (C ₃ H ₆ O ₂)	$1,4 \times 10^{-5}$	4,85	Anilina (C ₆ H ₇ N)	$3,8 \times 10^{-10}$	9,42

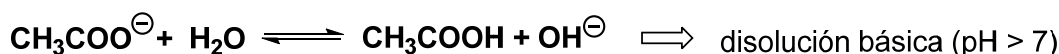
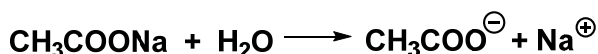
En el cas de les **sals**, la situació varia segons les característiques de l'aníon i catíon implicats. Per a les sals que s'han format **a partir d'àcids o bases febles** es compleix que:

Àcid feble (menys àcid que H₂O) → **base conjugada forta** (més bàsica que H₂O)

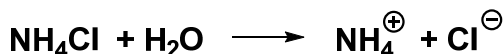
Base feble (menys bàsica que H₂O) → **àcid conjugat fort** (més àcid que H₂O)

I una vegada dissociada la sal, l'aníon de l'àcid o el catíon de la base reaccionen amb l'aigua (es diu que *s'hidrolitzen*). Per exemple

- l'acetat sòdic, sal de AcOH, $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$ (àcid feble) i NaOH (base forta):



- el clorur amònic, sal de NH₃, $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$ (base feble) i HCl (àcid fort):



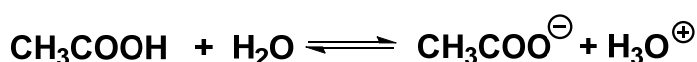
Les sals d'àcids i bases fortes **no s'hidrolitzen**, ja que les seues bases i àcids conjugats són més febles que el H₂O. El pH de les seues dissolucions aquoses és pH = 7.

II. EQUILIBRI ÀCID-BASE I EL PRINCIPI DE LE CHATELIER

Davant qualsevol canvi que pugui afectar els equilibris anteriors, el sistema es comportarà d'acord amb el principi de Le Chatelier "si es pertorba un sistema en equilibri, aquest farà algun canvi per disminuir l'efecte de la pertorbació".

És a dir, si d'alguna manera eliminem o disminuïm algun dels membres dels equilibris anteriors, l'equilibri reaccionarà per compensar-ho.

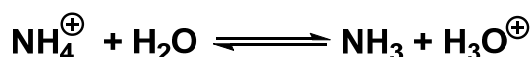
Així, si a una dissolució d'un **àcid feble** com l'àcid acètic



s'hi afegeixen ions CH₃COO[⊖], l'equilibri reaccionarà desplaçant-se cap a l'esquerra (←) i disminuirà la concentració d'ions H₃O[⊕] en dissolució. Això es pot confirmar fàcilment mesurant el pH de la dissolució o utilitzant un indicador químic.

De la mateixa manera, com que l'àcid és volàtil, si cal fem la mescla l'àcid acètic es volatilitzarà (evaporarà) i l'equilibri es desplaçarà cap a l'esquerra (←), de manera augmentarà el pH de la dissolució.

Per a una dissolució d'una sal com el clorur amònic (NH₄Cl) en què:



- **En afegir-hi un àcid**, augmentarà la concentració d'ions H₃O[⊕] i l'equilibri intentarà compensar-ho desplaçant-se cap a l'esquerra (←).
- **En afegir-hi una base**, disminuirà la concentració d'ions H₃O[⊕] i l'equilibri intentarà compensar-ho desplaçant-se cap a la dreta (→).

L'equilibri també es pot desplaçar calfant la mescla ja que, com que l'amoniac és volàtil, es volatilitzarà i l'equilibri es desplaçarà cap a la dreta (→) i augmentarà [H₃O[⊕]].

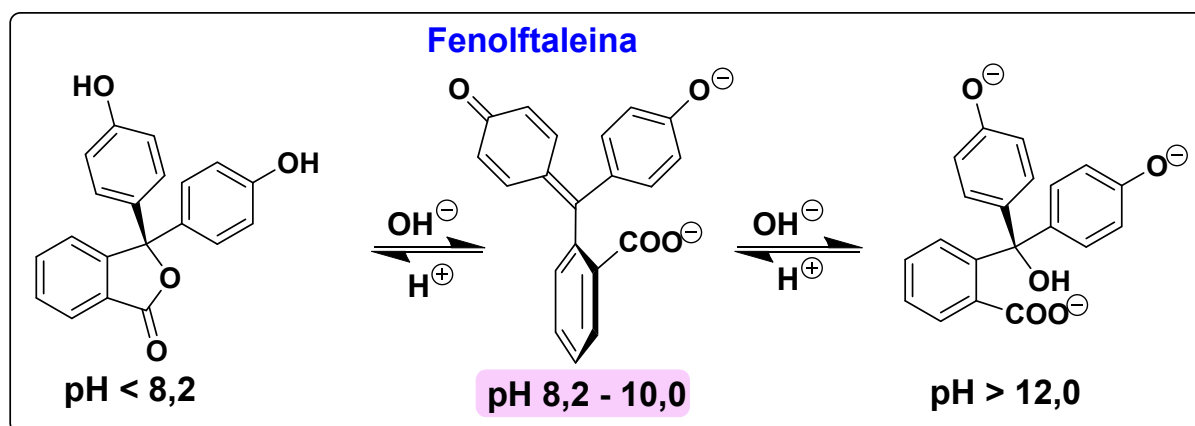
III. INDICADORS ÀCID-BASE

Els **indicadors** són composts orgànics que tenen colors clarament diferenciats segons el pH del medi. El canvi de color té lloc en un rang estret de pH, per això s'utilitzen per a saber si una dissolució o compost té un pH per damunt o per sota d'aquest rang.

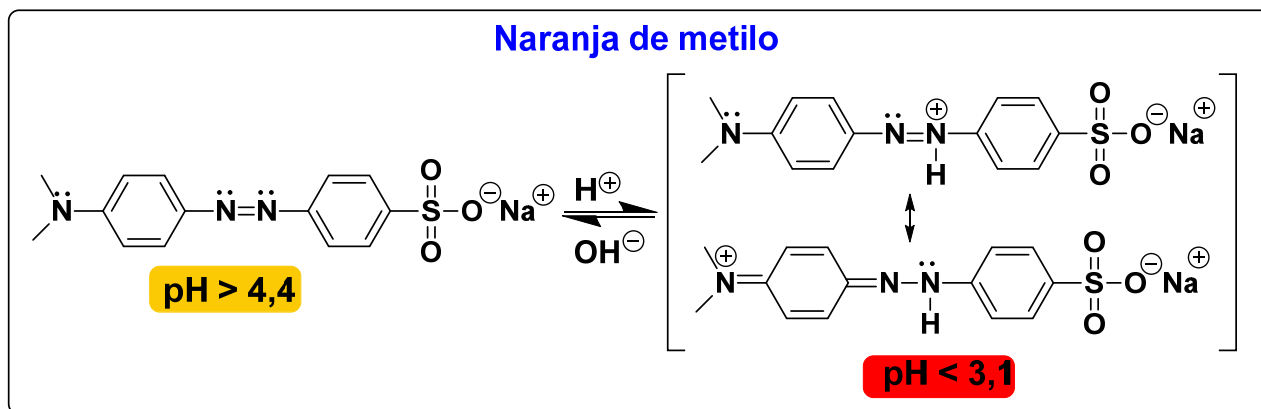
Taula 2. Alguns Indicadors àcid-base

INDICADOR	Color a pH baix	Rang de viratge	Color a pH alt
Blau de bromotimol	groc	6,0-7,6	blau
Fenolftaleïna	incolor	8,2-9,8	fúcsia
Taronja de metil	roig	3,1-4,4	groc
Roig Congo	blau-violeta	3,0-5,2	roig

Entre els indicadors més utilitzats destaquen la fenolftaleïna i el taronja de metil. La **fenolftaleïna**, en la forma comercial, és un sòlid blanc que en medi àcid dona una dissolució incolora. Si s'hi afegeix una base, el compost reacciona i sofreix una sèrie de transformacions estructurals que donen lloc a un compost roig violeta en assolir pH 8,2. Si continua afegint-s'hi base, el compost sofreix canvis addicionals per donar un nou producte incolor a pH > 12. El canvi de color o viratge útil per a aquest indicador és pH 8,2-10,0. Les reaccions són reversibles, per tant l'addició d'àcid a la dissolució bàsica regenera de nou les espècies de partida



El **taronja de metil** és un sòlid de color ataronjat intens que en aigua dona dissolucions de color groc ataronjat, segons la concentració. Des del punt de vista químic, el compost és la sal sòdica d'un àcid sulfònic que es protona en afegir àcid per generar una nova espècie de color roig intens a pH < 3,1.



IV. VALORACIONS ÀCID-BASE

Una **valoració** és una reacció en què s'avalua quantitativament alguna característica (acidesa, basicitat, capacitat oxidant, etc.) d'un producte desconegut (**mostra**) per reacció amb quantitats precises d'un compost conegut (**valorant**).

Amb aquesta finalitat, s'afegeix a la mostra dissolta una dissolució de concentració perfectament coneguda de valorant, de manera que reaccionen en proporció estequiomètrica. El **punt final** de la reacció es pot determinar per diferents mètodes, un dels més freqüents és la utilització d'un indicador químic.

Per exemple, en la **valoració d'un àcid amb una base** s'introdueix un volum de l'àcid mesurat amb precisió en un erlenmeyer o vas de precipitats, i en una bureta la dissolució bàsica de concentració coneguda, i s'afegeix a la mostra la dissolució de valorant. A l'inici de la valoració, el pH de la dissolució és àcid i va augmentant a mesura que s'hi afegeix la base, ja que l'àcid es consumeix fins que s'arriba al **punt d'equivalència**:

mols de base = mols d'àcid en àcids i bases **monopròtics**

mols de base = 2·mols d'àcid en àcids **dipròtics**, etc.

Utilitzant **indicadors àcid-base**, un **pH-metre** o la **combinació de tots dos** es poden observar o mesurar els canvis físics que acompanyen els canvis químics causats per reacció de l'àcid amb la base. El canvi és molt lent al principi, i ràpid quan s'acosta el punt d'equivalència. Quan es fan servir **indicadors**, el canvi de color indica el punt final de la valoració i, per tant, el moment en què s'ha de prendre la mesura del volum consumit. La mesura precisa del volum de base ens permetrà determinar la quantitat d'àcid.

Cal tenir present que el punt d'equivalència és un **valor teòric**. El punt final de la valoració pot no correspondre exactament amb el punt en què l'àcid i la base estan en proporció estequiomètrica (punt d'equivalència). La diferència entre el punt d'equivalència i el punt final és l'**error de valoració**, i ha de ser tant petita com siga possible. L'error de valoració depèn de l'indicador triat i de la manipulació de l'experimentador.

Normalment, en una valoració amb indicador es fan almenys tres assajos i es calcula la mitjana d'aquests per obtenir el resultat més pròxim al valor real. Abans de calcular la mitjana, s'han d'analisar els tres valors i descartar els que donen una dispersió superior al 5%, i es repeteix la valoració fins a tenir tres resultats vàlids.

Una manera de minimitzar l'error de valoració consisteix a monitorar el canvi de pH amb un pH-metre, com es veurà en la pràctica 4.

Procediment general per a una valoració amb indicador

1. Prepareu en un erlenmeyer la mostra que heu de valorar.
2. Prepareu la bureta amb el valorant seguint les indicacions de l'**annex I**.
3. Afegiu a la mostra la quantitat adequada d'indicador i assegureu-vos abans de començar que coneixeu quin ha de ser el seu color en arribar al punt final.
4. **Lectura inicial de volum:** Amb els ulls a l'altura del menisc, preneu com a mesura inicial el volum indicat per la part inferior del menisc.
5. Situeu l'erlenmeyer amb la mostra sota la bureta enrasada i obriu la clau per afegir-hi el valorant alhora que s'agita l'erlenmeyer.
 - ▶ Afegiu el valorant amb rapidesa fins a un parell de mL abans del punt final previst. Observareu que, en el punt en què el valorant cau en la mostra, hi ha canvi de color i que el color desapareix en homogeneïtzar agitant.
 - ▶ Per arribar al punt final afegiu lentament gota a gota el valorant homogeneïtzant. Quan el color es mantinga, tanqueu la clau de la bureta i preneu nota del volum de consumit.

Si creieu que ha arribat al punt final però no n'esteu segurs, anoteu el volum consumit i afegiu-hi una gota addicional, ja que a vegades és més fàcil veure el canvi quan s'ha passat el punt final.

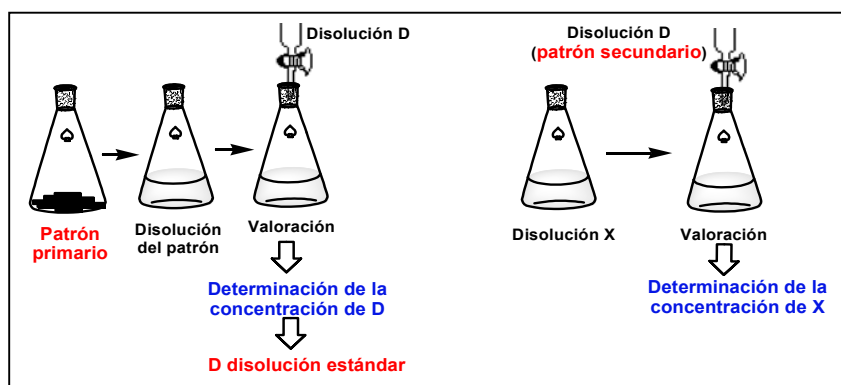
6. En finalitzar, la **bureta** s'ha de deixar **neta**, rentada amb **aigua desionitzada** i **de cap per avall** amb la **clau oberta** per a evitar obturacions.



V. PATRONS PRIMARIS I DISSOLUCIONS ESTÀNDAR

Un problema que es planteja a l'hora de preparar dissolucions de concentració coneguda, és que molts soluts presenten un grau desconegut d'impureses, o són inestables amb el temps, per això els valors calculats per a la concentració són només aproximats. No obstant això, també hi ha substàncies amb propietats fisicoquímiques que permeten determinar amb precisió la seua massa a partir de pesada directa utilitzant la balança analítica. Aquestes substàncies s'anomenen **patrons primaris** i permeten preparar dissolucions de **concentració molar perfectament coneguda**.

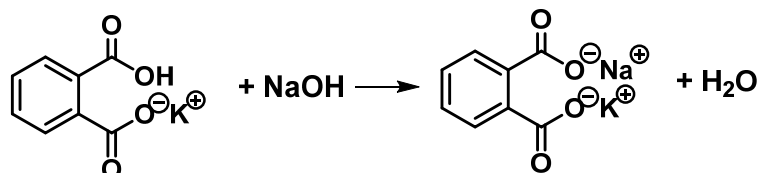
Una quantitat coneguda de patró primari actua com a reactiu enfront d'una dissolució **D** que es desitja valorar. Segons el volum consumit de **D** es pot calcular la concentració exacta de **D**. La dissolució així valorada rep el nom de **dissolució estàndard** i pot ser utilitzada, al seu torn, per a la valoració d'altres dissolucions.



Un dels patrons primaris més utilitzats per a estandaritzar bases és el **ftalat àcid de potassi**

(KHP), doncs és un compost que presenta les característiques següents:

1. No absorbeix ni reacciona amb els components atmosfèrics (no s'altera a l'aire).
2. Reacciona amb les bases quantitativament.
3. Es pot aconseguir amb un alt percentatge de puresa.
4. És soluble en aigua.
5. No és tòxic.



Així doncs, coneixent **exactament** el pes de ftalat àcid de potassi i el volum de la dissolució de base utilitzat per a neutralitzar l'àcid, es pot deduir la concentració exacta de la dissolució bàsica fent ús de la relació:

mols de ftalat = mols de base

$$m_{\text{ftalat}} (\text{g}) / MM_{\text{ftalat}} (\text{g/mol}) = V_{\text{base}} (\text{L}) \times M_{\text{base}} (\text{mol/L})$$

i aïllant M_{base} , el valor de la molaritat de la dissolució bàsica.

La dissolució bàsica és ara una dissolució estàndard de concentració coneguda i es pot utilitzar per a valorar altres àcids.

EXPERIMENTAL

A. ÀCIDS I BASES. EQUILIBRI ÀCID-BASE

Per a la preparació de la pràctica, assegureu-vos de conèixer el material que utilitzareu i el seu ús correcte (vegeu l'annex I: Material, i aparells de laboratori) i les característiques dels composts que manipulareu (annex II: *Composts químics* i *Fitxes simplificades* dels composts).

En aquests assajos és **fonamental observar i prendre nota de tots els canvis** que tenen lloc cada vegada que s'afegeix un reactiu, es calfa, etc. Per a la preparació del diari de laboratori podeu utilitzar taules semblants a les que s'indiquen en el full de resultats.

Material	Reactius	
Gradeta + tubs d'assaig	CH ₃ COOH 0,1M	NH ₄ Cl 1M
Pinça per a tubs	CH ₃ COONa 1M	NaOH 1M
Espàtula	NH ₃ 0,1M	NH ₄ Cl (s)
Vareta de vidre	NH ₄ Cl 1M	H ₂ SO ₄ conc.
Paper de pH	Taronja de metil	Fenolftaleïna 0,1% en etanol

Preparació

- Netegeu bé el material (si cal, amb aigua i sabó) i renteu-lo amb aigua desionitzada.
- Assegureu-vos d'etiquetar els tubs abans de començar els assajos.
- Per a comparar el resultat de l'assaig en dos tubs, s'han d'afegir els reactius alhora en els dos, perquè el temps de reacció siga tan semblant com es puga.

I. Estudi de l'efecte de l'ió comú en l'equilibri àcid-base

I.1. Col·loqueu en dos tubs d'assaig (**A-1** i **A-2**) 20 gotes de CH₃COOH 0,1 M i afegiu a cada un una gota de taronja de metil.

Afegiu al tub **A-1** 3 o 4 gotes de CH₃COONa 1M i observeu, compareu amb **A-2** i anoteu els resultats.

I.2. Col·loqueu en dos tubs d'assaig (**B-1** i **B-2**) 20 gotes de NH₃ 0,1 M i afegiu a cada un una gota de fenolftaleïna.

Afegiu al tub **B-1** 10 gotes de NH₄Cl 1M i observeu, compareu amb **B-2** i anoteu els resultats.

II. Desplaçament de l'equilibri de sals d'àcids i bases febles

II.1. Poseu en un tub d'assaig (**C-1**) 10 gotes de NH₄Cl 1M i afegiu-hi 5 gotes de NaOH 1M.

Calfeu la mescla suaument i aproximeu a la boca del tub d'assaig la vareta amb un trosset de paper indicador humitejat amb una gota d'aigua. Observeu i anoteu el pH.

II.2. Afegiu a un tub d'assaig (**C-2**) una punta d'espàtula de NH₄Cl sòlid (la quantitat mínima necessària per a cobrir el fons del tub d'assaig), agregueu-hi 1 gota d'àcid sulfúric concentrat i observeu els canvis. Mesureu com abans el pH dels gasos alliberats en la boca del tub d'assaig i anoteu el resultat.

Residus: Depositeu els residus als recipients destinats a aquesta finalitat (vegeu l'**annex II**).

Neteja del material

- Renteu el material amb aigua de l'aixeta.
- Renteu el material amb una mica d'aigua desionitzada del flascó rentador i deixeu assecar els tubs de cap per avall a la gradeta.

B. VALORACIÓ ÀCID-BASE. ESTANDARDITZACIÓ D'UNA DISSOLUCIÓ DE NaOH

Per a la preparació, assegureu-vos que coneixeu el material que fareu servir i el seu ús correcte (vegeu l'annex I: Material i aparells de laboratori) i les característiques dels composts que manipulareu (annex II i *Fitxes simplificades* dels composts).

Heu de disposar en el diari de laboratori de les **quantitats calculades** en les qüestions prèvies i **recordeu** que heu d'anotar les dades amb totes les xifres significatives.

Material Vas de precipitats (plàstic) 100 mL (1) Matràs d'Erlenmeyer de 100 mL (3) Comptagotes de plàstic Proveta de 10 mL Bureta de 10 mL + vas de residus a sota Barqueta de plàstic Flascó rentador	Reactius NaOH aquosa. 0,1 M (aprox.) (dosif.) Fenolftaleïna 0,1% en etanol Ftalat àcid de potassi (descador)
	Aparells Balança analítica

Preparació del material

- Comproveu que el material de vidre està net i, com a precaució, renteu-lo amb una petita quantitat d'aigua desionitzada. Recordeu que les dissolucions es preparen utilitzant exclusivament aigua desionitzada.
- Preneu nota de les característiques i la precisió de la bureta que utilitzareu.
- Etiqueteu els erlenmeyers com a **V-1, V-2, V-3**.
- Utilitzeu un vas de plàstic **net i sec** per dins per a prendre la dissolució preparada de NaOH.

I. Preparació de les mostres de patró primari

Peseu amb la balança analítica, i en una barqueta de plàstic **neteja i seca**, la quantitat calculada de ftalat àcid de potassi (qüestió prèvia **9c**) o la quantitat més pròxima possible. Anoteu el valor real obtingut en la pesada.

Introduïu el patró primari en l'erlenmeyer **V-1**, afegiu-hi aproximadament 10 mL d'aigua desionitzada i renteu la barqueta amb 1-2 mL d'aigua per assegurar-vos que hi heu introduït tota la mostra. Dissoleu el sòlid **sense utilitzar la vareta**. N'hi ha prou d'agitar amb un moviment circular.

Repetiu tot el procés per a les mostres corresponents als erlenmeyers **V-2** i **V-3**.

Afegiu a cada erlenmeyer 1-2 gotes de la dissolució de fenolftaleïna i diluïu fins a uns 20 mL.

II. Ompliment de la bureta: Seguint les instruccions de l'**annex I**, prepareu la bureta amb la dissolució a valorar de NaOH aquosa 0,1 M aprox. Assegureu-vos que la bureta està ben enrasada, comprovant que la base del menisc està en el 0.

Les valoracions s'efectuaran successivament, emplenant i enrasant la bureta per a cada valoració.

III. Valoració amb indicador

Poseu l'erlenmeyer amb la mostra sota la bureta enrasada. Addicioneu-hi NaOH alhora que agiteu l'erlenmeyer amb un moviment circular.

Afegiu-hi la dissolució de NaOH amb rapidesa fins a 1-2 mL per sota del volum esperat per a la quantitat de ftalat pesada (vegeu la qüestió prèvia **9c**). Observareu que en el punt en què la dissolució de NaOH cau en l'erlenmeyer, la mostra canvia de color i el color desapareix en homogeneïtzar agitant.

Per arribar al punt final, afegiu-hi NaOH lentament gota a gota i homogeneïtzeu cada vegada. Quan el color es mantinga almenys 5 segons, tanqueu la clau de la bureta, preneu la lectura del volum de

NaOH consumit (V_{NaOH}) i anoteu-lo en la taula amb la precisió adequada.

Repetiu el procés amb les mostres **V2** i **V3** fins a obtenir tres resultats coherents i calculeu per als tres assajos la concentració de NaOH amb la fórmula deduida en la qüestió **10a**.

Residus: Depositeu els residus als recipients destinats a aquesta finalitat.

Neteja del material

- Esborreu l'etiquetatge amb detergent i un fregall. Si hi teniu cap dificultat, consulteu el professor o la professora.
- Renteu el material primerament amb aigua de l'aixeta i posteriorment amb una petita quantitat d'aigua desionitzada del flascó rentador. Deixeu-lo assecar a l'escorredor del lloc de treball.
- Buideu la bureta, renteu-la amb aigua, aigua desionitzada i deixeu-la subjecta al suport de cap per avall i amb la clau oberta per evitar que s'obture.

Recordeu passar les dades al full de resultats, anoteu-hi el resultat dels càlculs i afegiu-hi observacions i comentaris.

BIBLIOGRAFIA I VÍDEOS

Química general, R.H. Petrucci, W.S. Harwood, F.G. Herring, Ed. Pearson Educación (Prentice Hall), 8a edició, 2003.

Univ. València: http://mmedia.uv.es/html5/g/cream/47090_IDIQ_climent_valoracion.mp4

Full de lliurament de resultats

LABORATORI QUÍMICA (Grau Biologia)

RESULTATS PRÀCTICA 3

COGNOMS I NOM:

GRUP I LLOC:

Una vegada completat, recordeu lliurar-ne una còpia al professor o la professora.

A. ÀCIDS I BASES. EQUILIBRI ÀCID-BASE

I. Efecte de l'ió comú en l'equilibri àcid-base		
Reactius	Tub A-1	Tub A-2
CH ₃ COOH 0,1 M (20 gotes)		
+ Taronja de metil (1 gota)		
+ CH ₃ COONa 1M (3-4 gotes)		

Reactius	Tub B-1	Tub B-2
NH ₃ 0,1 M (20 gotes)		
+ Fenolftaleïna (1 gota)		
+ NH ₄ Cl 1M (10 gotes)		

Comentaris i conclusions:

II. Desplaçament d'àcids i bases febles	
Reactius	Tub C-1
NH ₄ Cl 1M (10 gotes)	
NaOH 1M (5 gotes)	
Calcar i mesurar pH	
Reactius	Tub C-2
NH ₄ Cl (s)	
H ₂ SO ₄ conc. (1 gota)	
Calcar i mesurar pH	

Comentaris i conclusions:

Full de lliurament de resultats

B. ESTANDARDITZACIÓ DE LA DISSOLUCIÓ DE NaOH

Indiqueu les característiques detallades del material volumètric utilitzat.

--

Valoració	Ftalat àcid de potassi		V_{NaOH} (mL)	Molaritat (M_{NaOH})	M_{NaOH} (valor mitjà)
	Pes (g)	mmol			
V-1					
V-2					
V-3					

OBSERVACIONS I COMENTARIS *Anoteu les observacions i els comentaris de les valoracions. Escriviu en paràgrafs diferenciats. La descripció ha de ser concisa, però prou completa perquè no puga haver-hi cap error d'interpretació. (Afegiu-hi els fulls que considereu necessaris.)*

PRÀCTICA 4: Valoració potenciomètrica d'àcids forts i febles

OBJECTIUS:

- Revisió aquests conceptes:
 - Càlcul de pH.
 - Solucions amortidores o amortidors.
 - Valoració àcid-base: punt d'equivalència.
- Ús del pH-metre i mesures de pH.
- Valoració potenciomètrica d'una dissolució d'un àcid fort (HCl).
- Valoració potenciomètrica d'una dissolució d'un àcid feble (CH₃COOH).

INTRODUCCIÓ

I. pH D'ÀCIDS I BASES

Com hem vist en la **pràctica 3**, en dissolució aquosa els **àcids i bases forts** estan completament dissociats en els seus ions:



Per a un àcid monopròtic: $[\text{H}_3\text{O}^{\oplus}] = [\text{HA}] \rightarrow \text{pH} = -\log [\text{HA}]$

Per a una monobase: $[\text{OH}^{\ominus}] = [\text{base}] \rightarrow \text{pOH} = -\log [\text{base}]$

En canvi, els **àcids i bases febles** només es troben parcialment ionitzats en dissolució aquosa:

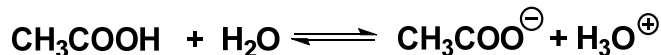


i el seu grau d'ionització és indicat per la constant d'equilibri **K_a** o **K_b**:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{\oplus}][\text{A}^{\ominus}]}{[\text{HA}]} \qquad K_b = \frac{[\text{HB}^{\oplus}][\text{OH}^{\ominus}]}{[\text{B}]}$$

Per a un àcid feble, coneixent-ne el valor de **K_a** i la concentració inicial, es pot calcular la concentració $[\text{H}_3\text{O}^{\oplus}]$ i el pH.

Per exemple, per a una dissolució aquosa 0,30 M de CH₃COOH (AcOH) amb $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$.



Per calcular $[\text{H}_3\text{O}^{\oplus}]$ i pH:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{\oplus}][\text{A}^{\ominus}]}{[\text{HA}]} = \frac{(x)(x)}{(0,30 - x)} = 1,8 \times 10^{-5}$$

A partir d'aquesta equació es pot calcular el valor de **x** resolent l'equació quadràtica corresponent. Però es pot simplificar, per a valors baixos de **K_a**, on es compleix que:

$$x \ll 0,30 \quad \text{i per tant} \quad 0,30 - x \approx 0,30$$

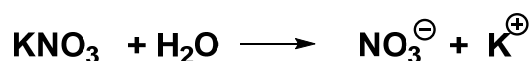
$$K_a = \frac{x^2}{0,30} = 1,8 \times 10^{-5} \Rightarrow x = 2,3 \times 10^{-3} = [\text{H}_3\text{O}^{\oplus}] \qquad \text{pH} = -\log (2,3 \times 10^{-3}) = 2,64$$

Semblantment, per a una **base feble**, el valor de K_b indica la tendència de la base a ionitzar-se en aigua, i coneixent el seu valor i la concentració inicial de base es pot calcular $[\text{OH}^\ominus]$ i el pOH seguint el procediment descrit per a l'àcid feble.

II. pH DE SALS

En el cas de les sals, podem trobar diferents situacions segons les característiques de l'anió i el catió implicats.

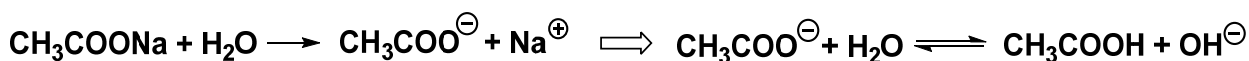
a) Sals d'àcids i bases forts: es dissocien en aigua donant bases i àcids conjugats més febles que l'aigua, per això no reaccionen amb H_2O . Per exemple: el nitrat potàssic (KNO_3) sal de HNO_3 (àcid fort) i KOH (base forta).



NO_3^\ominus i K^\oplus són més febles que l'aigua i el pH de la dissolució aquosa és **pH = 7**.

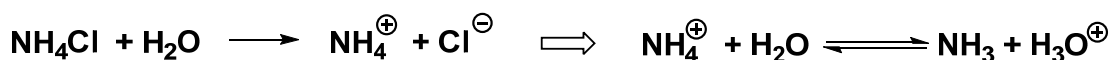
b) Sals d'àcids i bases febles: es dissocien en aigua donant bases i àcids conjugats que reaccionen amb H_2O , s'hidrolitzen, i per a calcular el pH cal tenir en compte aquesta hidròlisi. Així,

- Si l'anió de la sal és una base més forta que l'aigua, p. ex. CH_3COONa ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$):



I la dissolució serà bàsica (pH > 7).

- Si el catió és un àcid més fort que l'aigua, p. ex. NH_4Cl ($\text{NH}_3 + \text{HCl}$):



I la dissolució serà àcida (pH < 7).

En general, el pH de la dissolució serà:

Àcid en sals d'àcid fort i **base feble**, p. ex. NH_4Cl .

Bàsic en sals **d'àcid feble** i base forta, p. ex. CH_3COONa .

A determinar en les sals d'àcids febles amb bases febles.

Es poden calcular els valors de pH o pOH de les sals que s'hidrolitzen per un mètode semblant al dels àcids i bases febles. Per a fer-ho s'utilitzen les relacions ja comentades en la pràctica 3:

$$K_a (\text{àcid}) \times K_b (\text{la seua base conjugada}) = K_w = 1 \times 10^{-14} \text{ o el que és el mateix, } pK_a + pK_b = 14$$

III. SOLUCIONS AMORTIDORES

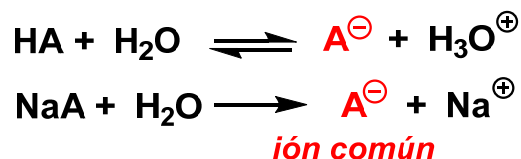
Un **amortidor** o **buffer** és una mescla en concentracions relativament elevades d'un àcid feble i la seua base conjugada ($\text{HA} + \text{A}^\ominus$) o una base feble i el seu àcid conjugat ($\text{B} + \text{HB}^\ominus$). Amortidors clàssics són, entre altres, els parells àcid acètic-anió acetat ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$) i amoníac-catió amoni ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$).

Les solucions amortidores tenen la propietat de mantenir estable el pH de la dissolució davant l'addició de quantitats relativament petites d'àcids o bases forts. Cada amortidor té el seu propi rang efectiu de pH, que depèn de la constant d'equilibri de l'àcid o base feble present.

Són importants al laboratori, en la indústria i especialment en bioquímica, ja que petits canvis en la concentració de protons en la cèl·lula poden aturar l'activitat dels enzims.

La propietat reguladora dels amortidors és conseqüència de l'efecte de l'ió comú.

En dissoldre en aigua un àcid feble i la seua sal (p. ex., sòdica) tots dos composts aporten el mateix anió segons



Tenint en compte la constant de dissociació de l'àcid, s'observa que la concentració de H^{\oplus} i el pH en l'equilibri estan determinats per la relació $[\text{HA}]/[\text{A}^{\ominus}]$.

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{\oplus}][\text{A}^{\ominus}]}{[\text{HA}]} \implies [\text{H}_3\text{O}^{\oplus}] = K_a \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^{\ominus}]} \quad \text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^{\ominus}]}{[\text{HA}]}$$

Aquesta equació es coneix com a **equació de Henderson-Hasselbalch** i la seua aplicació implica l'ús de les concentracions d'equilibri de l'àcid i la seua base conjugada, encara que **generalment se simplifica** utilitzant les concentracions inicials de l'àcid i la sal.

Aquesta aproximació és bastant fiable si: $0,10 < [\text{A}^{\ominus}] / [\text{AH}] < 10$

IV. EL pH-METRE

Els pH-metres són aparells que determinen el pH d'una dissolució mesurant el potencial que es desenvolupa a través d'una membrana de vidre que separa dues dissolucions amb diferent concentració de protons.

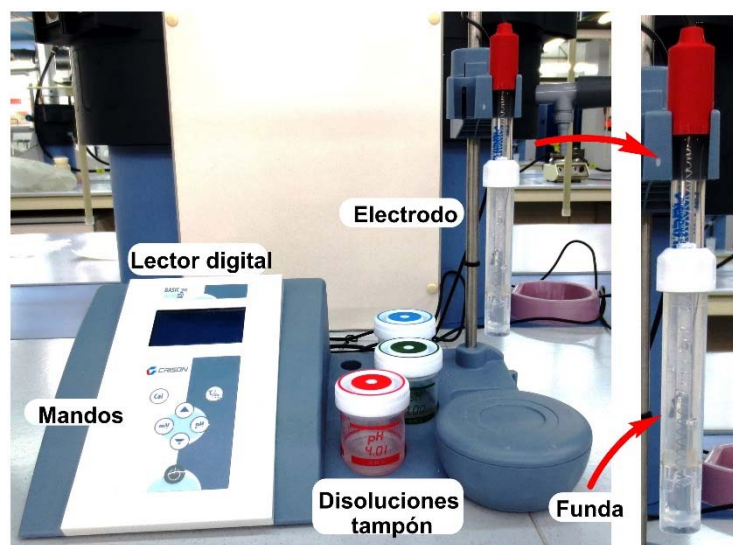


Figura 1. pH-metre.

Bàsicament, tots els pH-metres consten d'aquests elements:

- Un elèctrode protegit amb un tub o funda amb una dissolució aquosa de KCl. El voltatge a l'interior del bulb és constant, ja que el seu pH és constant (pH 7), de manera que la diferència de potencial només depèn del pH del medi extern.

Els elèctrodes han de ser calibrats periòdicament per assegurar-ne la precisió. Amb aquesta finalitat es fan servir amortidors (solucions amortidores de pH conegut).

- Un quadre de comandaments i un lector digital que indica lectura de pH i mV.

Cada aparell té unes instruccions específiques, però és important tenir sempre present que,

independentment del model que s'utilitze:

1. Abans de fer qualsevol tipus de mesura, l'aparell ha d'estar estabilitzat i calibrat segons les instruccions específiques donades pel fabricant.
2. Abans de fer la primera mesura es retira la funda de l'elèctrode, es renta aquest amb aigua desionitzada (o destil·lada) i s'asseca abans d'introduir-lo en la dissolució. L'elèctrode també s'ha de rentar i assecar cada vegada que es canvie de dissolució.
3. Per mesurar s'introdueix l'elèctrode en la dissolució problema, es prem la tecla corresponent per a pH, s'agita la dissolució suaument i s'espera que s'estabilitze.
4. S'anota la lectura de l'aparell (el pH s'ha de donar amb *dues xifres decimals*).
5. En finalitzar, i després de rentar i assecar, s'ha d'introduir en la funda protectora amb el seu líquid. Mai no s'ha de deixar ***l'elèctrode a l'aire***.

V. VALORACIÓ AMB pH-METRE (POTENCIOMETRIA)

En la pràctica 3 s'han dut a terme valoracions determinant el punt final de la valoració pel canvi de color d'un indicador químic. Una alternativa més precisa per a minimitzar l'error de valoració és seguir l'evolució del pH de la dissolució mitjançant un pH-metre. Amb aquesta finalitat s'afegeixen, amb la bureta, volums mesurats amb precisió (alíquotes) de valorant a la mostra i es mesura el pH de la dissolució després de cada addició. En aquests casos, l'addició no s'atura en el punt d'equivalència, sinó que continua afegint-s'hi valorant i s'observa l'evolució del pH fins que s'estabilitza.

Si es representa una gràfica de la variació del pH enfront del volum de valorant afegit s'obtenen gràfiques del tipus mostrat en les **figures 2 i 3**, que es coneixen com a **corbes de valoració**.

El **punt d'inflexió** de la corba correspon al **punt d'equivalència**, en el qual el nombre de mols d'àcid és igual al nombre de mols de base. El punt d'equivalència es pot determinar utilitzant un programa de càlcul o representació (tipus Excel, Kaleida...) per a estimar el punt d'inflexió de la corba traçant-ne la derivada. En les corbes de valoració s'observa una diferència significativa segons que l'àcid o la base que es valoreu siga fort o feble.

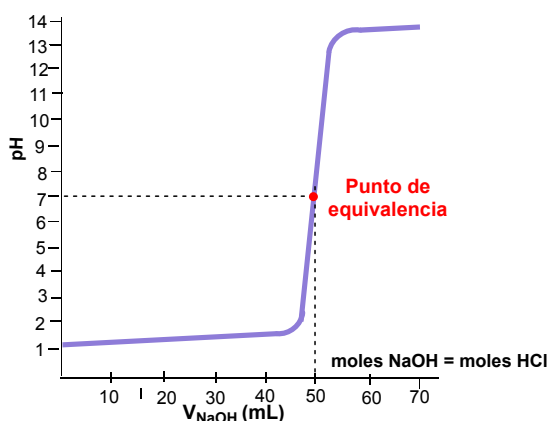


Figura 2. Corba de valoració de 25 mL de HCl 0,2 M amb NaOH 0,1 M.

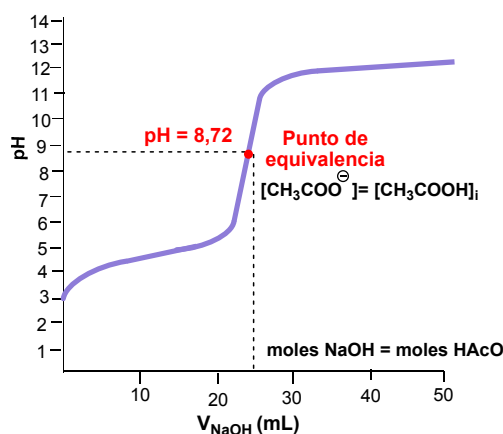


Figura 3. Corba de valoració de 25 mL de CH₃COOH 0,1 M amb NaOH 0,1 M.

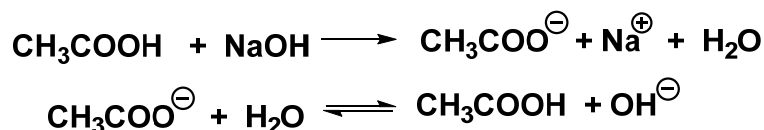
Per a **àcids i bases forts**, com per exemple HCl, la gràfica mostra un salt bruscat del pH en el punt d'equivalència, i el punt d'inflexió correspon a pH = 7, com es veu en la **figura 2**.

En canvi, en les corbes de valoració d'**àcids i bases febles**, la gràfica mostra una variació més gradual del pH i el punt d'inflexió no correspon a una valor de pH = 7.

Per exemple, en la valoració d'àcid acètic que es representa en la **figura 3** s'observa que:

- El pH en el punt d'equivalència, és a dir, quan els mols de NaOH = mols inicials de CH₃COOH és 8,72, o siga pH bàsic.

En la valoració de l'àcid acètic podem suposar que, en una primera etapa, la reacció de l'àcid amb la base és instantània i que l'anió acetat s'hidrolitza segons les equacions:



Per a calcular el pH es pot utilitzar l'equació:

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{AcO}^-]}{[\text{AcOH}]} \quad \text{o també} \quad \text{pOH} = \text{pKb} + \log \frac{[\text{AcOH}]}{[\text{AcO}^-]}$$

L'equació implica l'ús de les concentracions d'equilibri de l'àcid i la seua base conjugada, però generalment se simplifica utilitzant les concentracions inicials de l'àcid i la sal.

EXPERIMENTAL

Per a la preparació de la pràctica cal assegurar-se de conèixer el material que s'utilitzarà i el seu ús correcte (vegeu l'**annex I**: Material, i aparells de laboratori) i les característiques dels composts a manipular (**annex II**: Compostos químics i les **Fitxes simplificades** dels composts).

En les valoracions s'utilitzarà una dissolució estàndard de NaOH com a patró secundari (**anoteu-ne la concentració**). Assegureu-vos que disposeu en el diari de laboratori de taules del tipus següent amb prou files per a anotar-hi totes les possibles mesures (20-25).

V_{NaOH} total afegit (mL)	ΔV_{NaOH} (mL)	pH	ΔpH

Material	Reactius
Vasos de precipitats de 100 mL (3) Pipeta de 5 mL + Pera de succió Proveta de 50 mL Comptagotes de plàstic Flascó rentador Bureta de 10 mL Pesafiltres (barqueta) Espàtula	HCl, dissolució a valorar CH ₃ COOH, dissolució de valorar NaOH dissolució estàndard (aprox. 0,1 M) Fenolftaleïna (dissolució etanòlica) NaCl (s)
	Aparells
	pH-metre amb agitador magnètic Barra magnètica (imant) Balança

Muntatge (vegeu la **figura 4**):

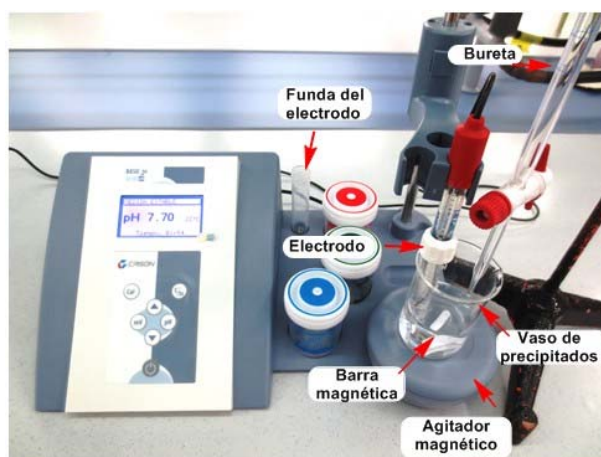


Figura 4. Muntatge per a una valoració amb pH-metre.

Preparació del material i el muntatge per a les valoracions

- Renteu el material i aclariu-lo amb aigua desionitzada per evitar contaminacions.
- Prepareu la bureta amb la dissolució estàndard de NaOH, segons les instruccions de la pràctica 3.
- Prepareu la pipeta, aclarint-la de primer amb aigua desionitzada i posteriorment amb **una petita quantitat** de la dissolució de HCl a valorar.

I. Valoració d'una dissolució de HCl 0,1 M aprox. amb una dissolució estandarditzada de NaOH

I.1. Preparació de la dissolució problema de HCl i mesura del seu pH

- En un vas de precipitats de 100 mL, introduïu 5 mL del HCl a valorar amb una pipeta.
- Afegiu al vas aproximadament 45 mL d'aigua desionitzada mesurada amb proveta, dues gotes de fenolftaleïna i una barra magnètica (no la deixeu caure de colp per evitar que es trenque el vas).
- Prepareu el muntatge que mostra la figura 4, tenint en compte que:
 1. S'ha de retirar la funda de l'elèctrode (depositeu-la en el buit perquè no es bolque).
 2. El vas s'ha de col·locar de manera que l'elèctrode no en toque les parets, la barra magnètica no colpegi l'elèctrode en girar, i el líquid de la bureta caiga directament sobre la dissolució i no per les parets o sobre l'elèctrode.
- Mesureu el pH de la dissolució problema de HCl amb el pH-metre segons les instruccions.

I.2. Valoració de la dissolució

La dissolució de NaOH de la bureta s'afegeix gota a gota al vas que conté el HCl mantenint l'agitació i s'anota el valor de pH després d'estabilitzar-se el pH-metre, així com el volum de NaOH afegit.

Inicialment s'afegeixen volums (alíquotes) de NaOH d'uns 0,5 mL, però quan els valors de pH entre dues addicions consecutives mostren un increment significatiu, s'ha de disminuir el volum de l'alíquota de NaOH de 0,5 a 0,1 mL aprox.

Quan torneu a observar poca variació en el pH, augmenteu el volum de NaOH afegint alíquotes aprox. 0,5 mL fins a esgotar els 10 mL de la bureta.

Preneu nota també del valor de pH a què l'indicador canvia de color.

En finalitzar, renteu i assequeu l'elèctrode, i depositeu-lo en la funda protectora.

II. Valoració d'una dissolució de CH₃COOH 0,1 M aprox. amb una dissolució estandarditzada de NaOH

II.1. Preparació de la dissolució problema de CH₃COOH i mesura del seu pH

- Prepareu la pipeta aclarint-la de primer amb aigua desionitzada i posteriorment amb **una petita quantitat** de la dissolució d'àcid acètic a valorar.
- En un vas de precipitats de 100 mL introduïu successivament:
 - 5 mL de l'àcid acètic a valorar mesurat amb una pipeta.

- 45 mL aproximadament d'aigua desionitzada mesurada amb una proveta.
- 2,9 g de NaCl.³
- Una barra magnètica (no la deixeu caure de colp per evitar que es trenque el vas).
- Col·loqueu el vas sobre l'agitador magnètic i poseu el motor en marxa per dissoldre el sòlid. Quan observeu una dissolució homogènia afegiu-hi dues gotes de fenolftaleïna.
- Mesureu el pH de la dissolució problema d'àcid acètic.

II.2. Valoració de la dissolució. Seguiu les instruccions detallades en l'apartat I.2.

Residus: Depositeu els residus en els recipients destinats a aquesta finalitat (vegeu l'**annex II**).

Neteja del material

- L'elèctrode s'ha de rentar, assecat i depositar en la funda protectora; assegureu-vos que el bulb de l'elèctrode quede submergit en la dissolució conservadora.
- La **bureta** es neteja, s'aclareix amb aigua desionitzada i es deixa de cap per avall amb la clau oberta.
- Renteu el material amb aigua de l'aixeta i posteriorment amb una petita quantitat d'aigua desionitzada del flascó rentador. Deixeu assecat el material de cap per amunt al lloc de treball.

Recordeu passar les dades al full de resultats, completeu-lo amb els càlculs corresponents i afegiu observacions i comentaris.

BIBLIOGRAFIA I VÍDEOS

Química general R.H. Petrucci, W.S. Harwood, F.G. Herring, Ed. Pearson Educación (Prentice Hall), 10a edició, 2011.

Royal Chemical Society: Practical Chemistry for Schools and Colleges:

<http://www.rsc.org/education/teachers/resources/practical/index3.htm>

Universitat de València:

http://mmedia.uv.es/html5/g/cream/48081_IDIQ_2017_valoracion_potenciometrica.mp4

³ El CH₃COOH és un àcid feble, per tant genera pocs ions en dissolució i el pH-metre tarda molt a establir-se. S'ha comprovat que afegint-hi NaCl s'augmenta el contingut en ions i s'estabilitza més fàcilment.

QÜESTIONS PRÈVIES

- 1. a)** Calculeu la quantitat de HCl concentrat que necessitareu per a preparar 0,5 L d'una dissolució de HCl 0,10 M si partiu de HCl 35% ($d = 1,19 \text{ g/cm}^3$).

a) Calculeu el valor del pH per a dissolucions de HCl 0,1M i 0,01M.
- 2. a)** Calculeu la quantitat d'àcid acètic pur (99% en pes; $d = 1,05 \text{ g/mL}$) que necessitareu per a preparar 0,5 L d'una dissolució de CH_3COOH 0,10 M.

b) Quina quantitat de la dissolució anterior es necessita per a preparar 100 mL de dissolució d'àcid acètic 0,01M?

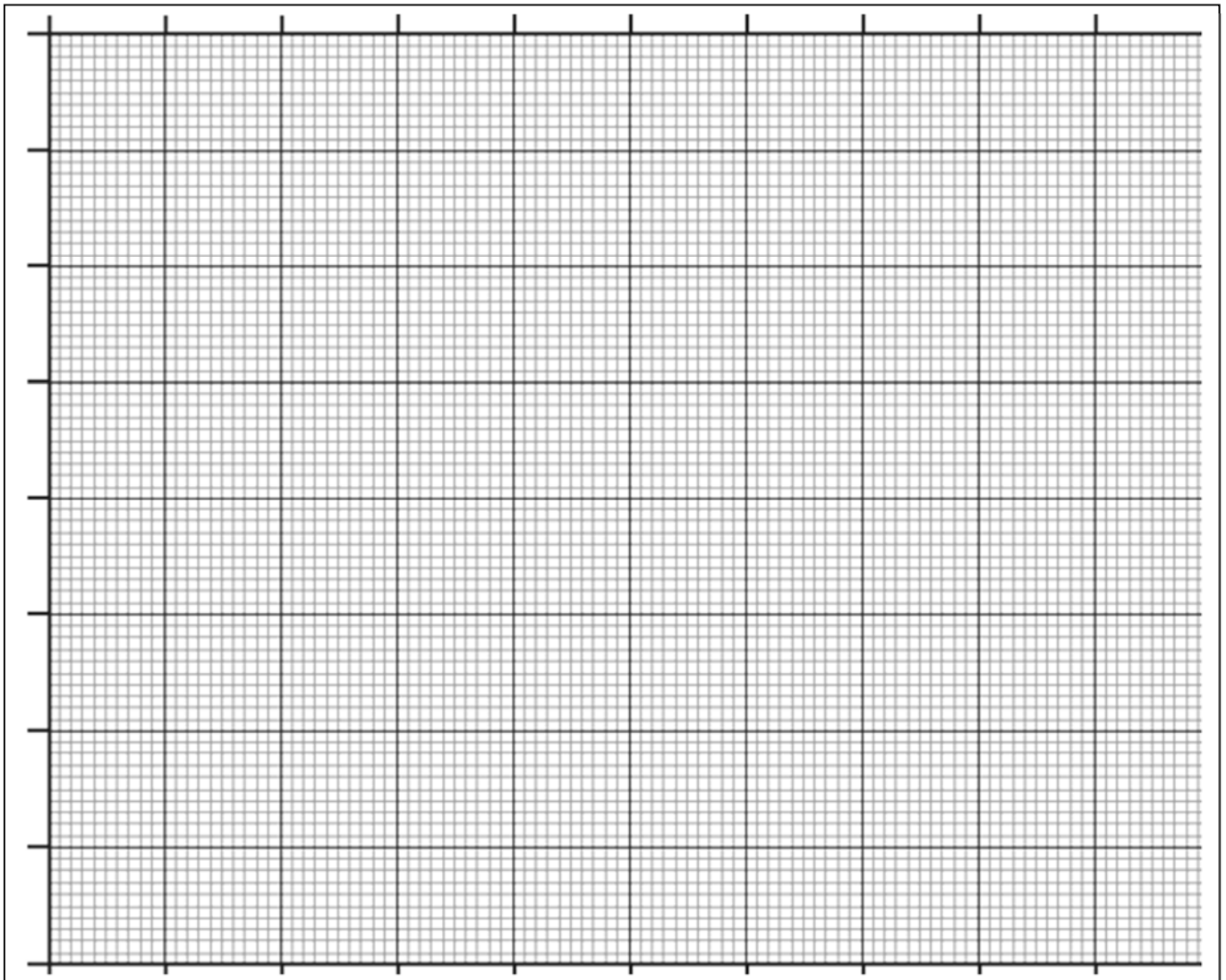
c) Calculeu el valor de pH per a les dissolucions d'àcid acètic 0,1M i 0,01M.
- 3. a)** Quin pH esperaríeu observar en la valoració de 5 mL d'una dissolució de CH_3COOH 0,10 M després d'afegir-hi 5 mL NaOH 0,1 M?

b) Per addicions successives d'acetat sòdic, es podria aconseguir un pH més bàsic?
- 4. a)** Per què s'utilitzen volums de 5 mL de l'àcid problema per a la valoració? (*Considerareu els avantatges o inconvenients d'utilitzar quantitats més grans o menudes*). Justifiqueu-ho.

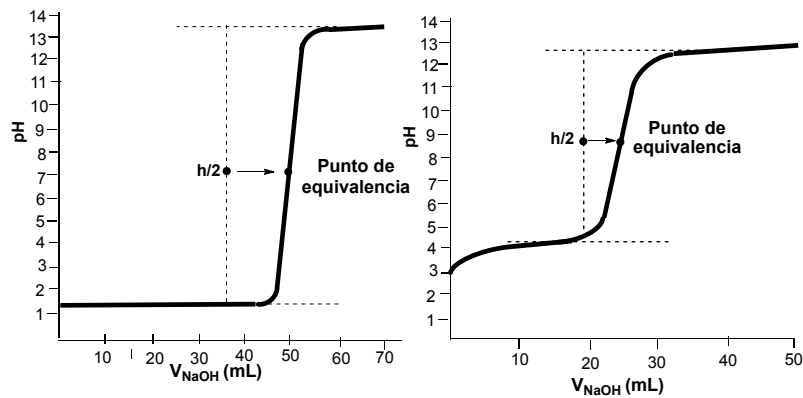
b) Per què en la valoració de l'àcid acètic s'afegeix NaCl?
- 5.** Calculeu el pH resultant quan a 100 mL d'una dissolució d'àcid acètic 0,01 M s'hi afegeixen els volums següents d'una dissolució de NaOH 0,1 M:

a) 9 mL **b)** 10 mL **c)** 11 mL

C) CORBA DE LA VALORACIÓ Representeu gràficament el pH mesurat enfront del volum de NaOH afegit V_{NaOH} (mL) per a cada una de les valoracions (diferencieu-les en color o en traç diferent).



Assenyaleu sobre la gràfica el **punt d'equivalència** aproximat per a cada àcid. D'una forma aproximada correspon a la meitat de l'altura de la corba de valoració.



Completeu la taula següent amb els valors de pH per a les valoracions dels dos àcids:

Valoració	pH calculat	pH inicial	pH en el punt d'equivalència	pH al final de la valoració
HCl				
CH ₃ COOH				

- Compareu els valors de pH inicials per a cada àcid (abans d'afegir NaOH). Corresponen al que s'esperava segons els càlculs de les qüestions prèvies? Justifiqueu la resposta.
- Compareu els valors de pH de les dues valoracions en el punt d'equivalència de la gràfica. Corresponen al que s'esperava? Justifiqueu la resposta.
- Compareu els valors de pH de les dues valoracions en finalitzar la valoració. Corresponen al que s'esperava? Justifiqueu la resposta.

OBSERVACIONS I COMENTARIS *Anoteu les observacions i comentaris de les valoracions separatament. Escriviu en paràgrafs diferenciats.*

PRÀCTICA 5: Estudi de diverses reaccions de composts orgànics: reaccions àcid-base i solubilitat, reaccions d'oxidació.

OBJECTIUS:

PART A: Reaccions àcid-base i solubilitat de composts orgànics:

- Estudiar la solubilitat de composts orgànics en aigua i l'efecte de la temperatura en la solubilitat i el pH.
- Estudiar el comportament dels composts orgànics àcids enfront de bases i el seu efecte en la solubilitat.
- Estudiar el comportament dels composts orgànics bàsics enfront d'àcids i el seu efecte en la solubilitat.

PART B: Oxidació de composts orgànics:

- Reacció amb oxidants forts: permanganat potàssic.
- Reacció amb oxidants suaus: reactiu de Fehling.

INTRODUCCIÓ

Una **reacció química** és una transformació d'una o diverses substàncies, anomenades reactius, en unes altres, anomenades productes, que tenen diferents propietats químiques i/o físiques.

En general, les reaccions que tenen lloc en dissolució són més ràpides que aquelles en què algun reactiu és sòlid, si bé en molts casos els canvis que acompanyen la reacció no són fàcilment observables si reactius i productes presenten propietats similars.

No obstant això, l'avanç de la reacció es pot seguir amb facilitat si:

- a) Hi ha canvis en el pH fàcils de mesurar, p. ex. amb paper de pH.
- b) Hi ha canvis en l'estat d'agregació, p. ex. formació de precipitats.
- c) Els reactius i els productes presenten colors marcadament diferents.

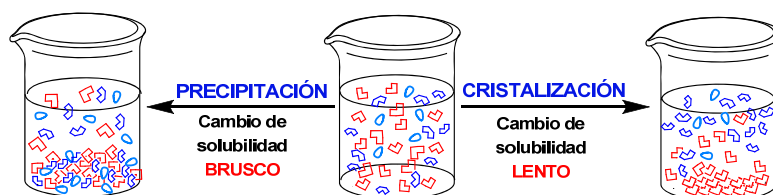
En aquesta pràctica:

1. Durem a terme reaccions químiques amb petites quantitats de reactius i observarem els canvis de pH, color, precipitacions, despreniment de gasos, etc. que acompanyen la reacció.
2. Confirmarem l'existència de reaccions lentes i ràpides, àcid-base i reaccions redox.

En aquest context resulta adequat recordar alguns aspectes bàsics de la solubilitat dels composts. Hem definit una **dissolució** com *una mescla homogènia de dues substàncies, solut i dissolvent, que no reaccionen entre si*. I, segons el principi de "semblant dissol a semblant", un compost polar es dissoldrà preferentment en un dissolvent polar i un compost no polar ho farà en un dissolvent no polar. A més, hem de tenir en compte que la velocitat de dissolució depèn de l'estat d'agregació del sòlid i de la temperatura.

El *procés invers al de dissolució*, en el qual el solut se separa del dissolvent, dóna lloc a **precipitació** si el procés és ràpid o **crystal·lització** si és lent (**figura 1**). En la cristal·lització, el cristall creix seleccionant molècules del mateix tipus i s'obté un sòlid més pur que en la precipitació, en què el sòlid reté part dels components de la dissolució.

Figura 1



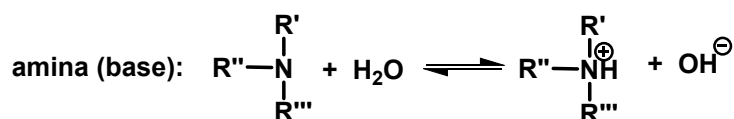
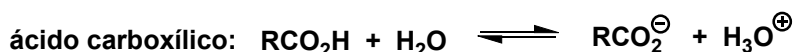
I. REACCIÓ ÀCID-BASE I SOLUBILITAT

L'aigua, dissolvent polar, dissol bé composts iònics i composts orgànics polars [(p. ex.: etanol, àcid acètic (vinagre), sacarosa (sucre)], però els composts orgànics de polaritat moderada o baixa són poc o gens solubles en aigua i necessiten **dissolvents orgànics** de polaritat variable per a dissoldre's.

En el procés de dissolució de sòlids iònics, les molècules d'aigua provoquen la separació dels seus ions, solvatant-los separatament.

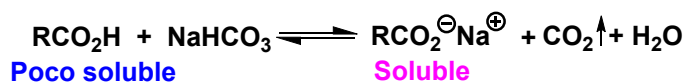
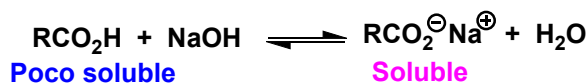


Compostos orgànics polars, com alguns àcids carboxílics (RCOOH), amines (R_3N), o fenols (ArOH) no solament són solvatats per l'aigua, sinó que poden interaccionar amb aquesta en reaccions àcid-base, i poden actuar com a donadors o acceptors de protons.

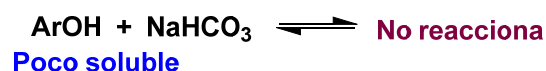
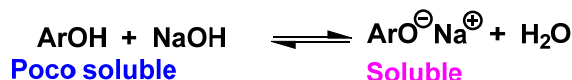


Els àcids carboxílics, amines i fenols poc polars són poc solubles. No obstant això, es poden transformar en sals per reacció amb una base o un àcid aquós, i aquestes sals, com que són iòniques, es dissolen fàcilment en aigua.

Els **àcids orgànics** més comuns són els **àcids carboxílics (RCOOH)**, que reaccionen fàcilment amb dissolucions aquoses de NaOH i NaHCO_3 per donar les sals corresponents solubles en aigua.



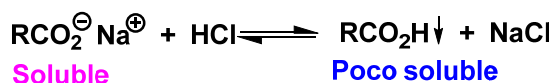
Els **fenols (ArOH)** són també àcids, però en general més febles que els àcids carboxílics (si no tenen substituents que augmenten la seua acidesa), per això només reaccionen amb NaOH aq.



Compostos bàsics com les **amines** tenen un comportament similar enfront d'un àcid fort, com per exemple HCl aq., per donar sals d'amoni solubles en aigua.

Totes **aquestes reaccions són equilibris** i per tant es poden desplaçar fàcilment en un sentit o en l'altre segons l'acidesa o la basicitat del medi.

Per exemple, una dissolució aquosa de la sal sòdica d'un àcid insoluble en aigua, per reacció amb HCl, regenerarà l'àcid que, com que és poc soluble, precipitarà del medi aquós.



II. REACCIONS D'OXIDACIÓ

A l'hora de considerar les reaccions d'oxidació-reducció dels composts orgànics, l'enfocament ha de ser una mica diferent de l'anàlisi que fem en el cas de composts inorgànics. Des del punt de vista del compost orgànic, les oxidacions i reduccions no solen implicar la transferència d'electrons en el sentit electroquímic de la paraula. Es relacionen més aviat amb el nombre d'àtoms electronegatius (O, N o halogen [X]) a què està unit el C.

Per reconèixer les reaccions d'oxidació-reducció seguirem el criteri següent:

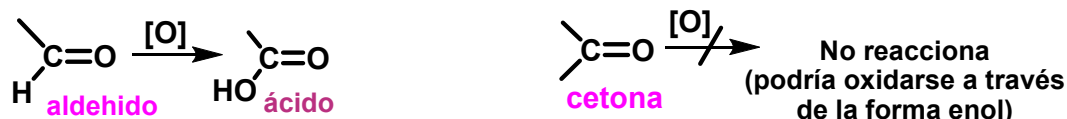
Oxidació: augmenta el nre. d'enllaços C–O, C–N, C–halogen o disminueix el nre. d'enllaços C–H.

Reducció: augmenta el nre. d'enllaços C–H o disminueix el nre. d'enllaços C–O, C–N, C–X.

Així, els alcohols primaris es poden oxidar a aldehids o àcids, els secundaris es poden oxidar a cetones i els alcohols terciaris necessitarien trencar enllaços C-C per a poder oxidar-se.



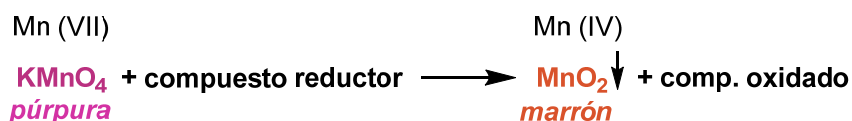
Una situació semblant es dona en els composts carbonílics: els aldehids poden ser oxidats a àcids carboxílics, però les cetones necessiten trencar un enllaç C-C per a oxidar-se més.



En els processos biològics, els oxidants usuals són O₂, O₃ i composts derivats d'aquests (p. ex. H₂O₂, hidroperòxids ROOH), però al laboratori es fan servir diferents composts que actuen com a oxidants més o menys enèrgics depenent de les seues característiques.

En aquesta pràctica es durà a terme el tractament de diversos composts oxigenats amb dos oxidants comuns: el permanganat potàssic i el reactiu de Fehling.

El **permanganat potàssic (KMnO₄)** és un oxidant fort, capaç d'oxidar diferents funcions oxigenades fins al grau més elevat d'oxidació possible. L'evolució de la reacció es pot seguir fàcilment pel canvi de color del reactiu. En medi neutre, la reducció del permanganat, de color porpra intens, origina l'aparició d'un precipitat marró fosc de MnO₂.

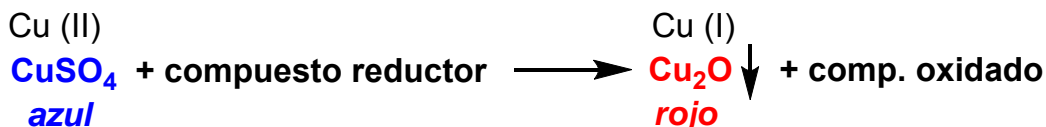


El **reactiu de Fehling** és un complex de Cu^{+2} suaument oxidant, que es prepara mesclant dues dissolucions anomenades:

Fehling A: dissolució aquosa de sulfat de coure(II).

Fehling B: dissolució aquosa de tartrat sòdic potàssic i hidròxid sòdic.

La reacció d'oxidació és **positiva** si es forma un precipitat **roig-ataronjat** d'òxid de coure.



El reactiu de Fehling es redueix per reacció amb α -hidroxialdehids i α -hidroxicetones.



Els sucres que posseeixen aquestes agrupacions en la forma oberta o bé en la forma cíclica hemiacetàlica, donen positiva la reacció. Això permet diferenciar els glúcids (sucres) entre reductors (posseeixen una d'aquestes agrupacions) i no reductors (els que no la posseeixen). Per exemple, la sacarosa és un disacàrid no reductor, que no conté ni agrupació α -hidroxialdehid ni α -hidroxicetona (lliures ni formant hemiacetals), per tant no redueix el reactiu de Fehling. En medi àcid, però, s'hidrolitza donant glucosa (α -hidroxialdehid) i fructosa (α -hidroxicetona) que sí que poden donar reacció positiva amb el reactiu de Fehling.

EXPERIMENTAL

Per a la preparació de la pràctica cal assegurar-se de conèixer el material que s'utilitzarà, el seu ús correcte (vegeu l'**annex I**) i les característiques dels composts que es manipularan (vegeu l'**annex II: Composts químics** i les **Fitxes simplificades** dels composts).

Material		
Gradeta + tubs d'assaig	Vareta de vidre	Bany d'aigua calenta
Pinça per a tubs	Comptagotes plàstic graduat	Bany de gel-aigua
Espàtula petita cullera	Pinces i vidre de rellotge (per a mesurar pH)	Termòmetre
		Microones

I. REACCIONS ÀCID-BASE I SOLUBILITAT

Reactius			
Àcid benzoic	NaHCO ₃ aq saturat	NaOH 2M	Paper pH
β-Naftol (s)	HCl aq conc.		Etanol (neteja)

Assaig 1: Composts àcids: solubilitat en aigua i tractament amb NaHCO₃ aquós

Prepare dos tubs d'assaig introduint-hi una cullerada petita rasa d'àcid benzoic en un i de β-naftol a l'altre.

Afegisca a cada tub 10 gotes d'aigua desionitzada amb el comptagotes de plàstic i agite la mescla almenys 30 s. Anote si s'han solubilitzat completament a temperatura ambient.

Afegisca al tub de l'àcid benzoic dissolució saturada de NaHCO₃, gota a gota, fins a dissolució completa. Agite cada vegada que fa l'addició. Compte les gotes que han estat necessàries i anote a la taula de l'assaig 1.

Afegisca al tub del β-naftol el mateix número de gotes de NaHCO₃ que ha gastat per a l'àcid benzoic i comprova si es dissol.

Afegisca al tub que conté àcid benzoic les gotes necessàries de HCl concentrat fins a l'aparició novament de precipitat. Anote els resultats a la taula de l'assaig 1.

Deposite els residus en els recipients adequats i netege els tubs.

Assaig 2: Composts àcids: solubilitat en aigua i tractament amb NaOH aquós

Prepareu dos tubs d'assaig introduint-hi una cullerada petita rasa d'àcid benzoic en un i de β-naftol a l'altre.

Afegisca a cada tub 10 gotes d'aigua desionitzada amb el comptagotes de plàstic i agite la mescla almenys 30 s.

Afegisca al tub de l'àcid benzoic, dissolució saturada de NaOH, gota a gota, fins a dissolució completa. Agite cada vegada que fa l'addició. Compte les gotes que han estat necessàries i anote a la taula de l'assaig 2.

Afegisca al tub del β-naftol el mateix número de gotes de NaOH que ha gastat per a l'àcid benzoic i comprova si es dissol.

Afegisca als dos tubs les gotes necessàries de HCl concentrat fins a l'aparició novament de precipitat. Anote els resultats a la taula de l'assaig 2.

Deposite els residus en els recipients adequats i netege els tubs.

II. REACCIONS D'OXIDACIÓ

Reactius Ciclohexanol Benzaldehid Acetona	Glucosa Fructosa Sacarosa	KMnO ₄ 1% HCl 1M Reactiu Fehling A (CuSO ₄) Reactiu Fehling B (tartrat de sodi i potassi en medi bàsic)
---	---------------------------------	---

Assaig 3: Oxidació de funcions oxigenades amb KMnO₄

Prepare sis tubs d'assaig, introduint-hi 3 gotes de cada un dels composts líquids [ciclohexanol (tub 1), benzaldehid (2) i acetona (3) i una cullerada petita per als composts sòlids, glucosa (4), fructosa (5) i sacarosa (6)].

Afegisca a cada tub 0,5 mL d'aigua desionitzada amb el comptagotes de plàstic i agite 30 s.

Afegisca a cada tub 1 gota de KMnO₄ 1% i agite.

Observe els canvis i anote'ls a la taula de l'assaig 3, indicant assaig positiu "+" o assaig negatiu "-".

Si als 2 minuts no dona assaig positiu, calfe el tub en un bany d'aigua (utilitze un vas de plàstic i calfe l'aigua en l'aparell de microones). Anote si es positiu després de calfar.

Deposite els residus en el recipient adequat i netege bé els tubs amb aigua de l'aixeta i l'escovilló. Deixe'ls escórrer a la gradeta cap per avall.

Assaig 4: Oxidació de funcions oxigenades amb reactiu de Fehling

Prepare sis tubs d'assaig introduint-hi 3 gotes de cada un dels composts líquids, ciclohexanol (tub 1), benzaldehid (2) i acetona (3) i una punta d'espàtula petita per als composts sòlids glucosa (4), fructosa (5) i sacarosa (6).

Afegisca a cada tub 0,5 mL d'aigua desionitzada amb el comptagotes de plàstic i agite 30 s.

Afegisca a cada tub 10 gotes de *Fehling A* i 10 gotes de *Fehling B*.

Agite les mesclures durant 1 min a temperatura ambient. Observe i anote els resultats.

Calfe els tubs en un bany d'aigua calenta. Observe i anote els canvis.

Guarde el tub 6 per al següent assaig. Al realitzar l'assaig amb el tub 6-bis, li servirà per a poder comparar els resultats.

Depositeu els residus en el recipient adequat, netegeu bé els tubs amb aigua de l'aixeta i sabó, i renteu-los amb aigua desionitzada.

Assaig 5: Hidròlisi i oxidació de sacarosa

Pose una punta d'espàtula petita de sacarosa en un tub d'assaig (6-bis) i dissolgue-la amb 0,5 mL d'aigua desionitzada.

Afegisca 10 gotes de HCl 1M i calfe suaument posant el tub durant uns segons en un bany d'aigua calenta. Deixe refredar.

Afegisca 10 gotes de *Fehling A* i 10 gotes de *Fehling B*.

Observe i anote els canvis. Compare els resultats amb els obtinguts en el tub 6.

Residus: Deposite els residus en els recipients destinats a aquesta finalitat.

Neteja del material

- Esborre l'etiquetatge amb detergent i fregall. Si té dificultats, consulte amb el professor o la professora.
- Rente tot el material amb aigua de l'aixeta i escovilló. Deixe assecar els tubs de cap per avall en la gradeta.

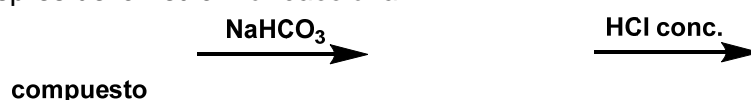
Recorde passar les dades al full de resultats i complete amb les observacions i comentaris.

BIBLIOGRAFIA

Química. La ciencia central T.L. Brown, H.E. LeMay Jr., B.E. Bursten, C.J. Murphy, P. Woodward. Ed. Pearson, 11a edició, 2009.

QÜESTIONS PRÈVIES

1. Escriviu les equacions de les reaccions que permetrien:
 - a) Obtenir les sals d'un àcid carboxílic, un fenol i una amina.
 - b) Obtenir un àcid carboxílic, un fenol i una amina a partir de les seues sals.
2. Busque a les Fitxes Simplificades la solubilitat en aigua a 25°C de l'àcid benzoic i del β-naftol.
3. Escriviu les equacions químiques amb les fórmules semidesenvolupades del compost de partida i les dels productes que es formaran en cada etapa dels assajos de la **Assaig 1**. Si no preveieu cap canvi, indiqueu després de la fletxa *No reacciona*.



4. De la mateixa manera que a la qüestió 3, escriviu les equacions químiques amb les fórmules semidesenvolupades del compost de partida i les dels productes que formaran a cada etapa dels assajos de l'**Assaig 2**. Si no preveu cap canvi, indiqueu després de la fletxa, *No reacciona*.
5. Escriviu les reaccions (amb fórmules semidesenvolupades) del permanganat potàssic amb
 - a) Ciclohexanol
 - b) Benzaldehid
 - c) AcetonaSi no preveieu cap canvi, indiqueu després de la fletxa "No reacciona".
6. a) Dibuixeu les fórmules semidesenvolupades de glucosa, fructosa i sacarosa.
c) Reaccionaran els tres sucres amb el reactiu de Fehling? Justifiqueu la resposta.

COGNOMS I NOM:

GRUP I LLOC:

Una vegada completat, recordeu lliurar-ne una còpia al professor o la professora.

I. REACCIONS ÀCID-BASE

Assaig 1. Àcids: Solubilitat en aigua i tractament amb NaHCO₃		
	Compost	
	Àc. benzoic	β-naftol
	Número de gotes afegides	Número de gotes afegides
+ X gotes NaHCO₃ satd.		
+ X gotes HCl conc.		

Assaig 2. Àcids: Solubilitat en aigua i tractament amb NaOH		
	Compost	
	Àc. benzoic	β-naftol
	Número de gotes afegides	Número de gotes afegides
+ X gotas NaOH satd.		
+ X gotas HCl conc.		

Comentaris i conclusions:

II. REACCIONS D'OXIDACIÓ

Assaig 3. Oxidació de funcions oxigenades con KMnO_4 1%			
Tub	Compost	+ 0,5 mL H_2O	+ 1gota KMnO_4 1%
1	Ciclohexanol		
2	Benzaldehid		
3	Acetona		
4	Glucosa		
5	Fructosa		
6	Sacarosa		

Comentaris i conclusions:

Assaig 4. Oxidació de funcions oxigenades amb reactiu de Fehling				
Tubo	Compuesto	+ 0,5 mL H₂O	+ Fehling A + Fehling B	+ calfar
1	Ciclohexanol			
2	Benzaldehid			
3	Acetona			
4	Glucosa			
5	Fructosa			
6	Sacarosa			

Comentaris i conclusions:

Assaig 5. Hidròlisi de sacarosa i reacció amb el reactiu de Fehling				
Tubo	Compost	+ 0,5 mL H₂O	+ HCl 1M Calfar en bany d'aigua i refredar	+ Fehling A + Fehling B
6-bis	Sacarosa			

Comentaris i conclusions:

PRÀCTICA 6: Molècules en 3D: Construcció i ús de models moleculars

OBJECTIUS:

- Familiaritzar-se amb l'ús de models moleculars. Construir molècules amb enllaços simples, dobles i triples. Aprendre a passar de representacions tridimensionals sobre el paper a estructures 3D i viceversa.
- Construir alcans en conformacions alternades i eclipsades. Construir ciclohexans en conformació de cadira, identificar posicions axials i equatorials i estudiar els seus canvis conformacionals.
- Construir molècules amb carbonis estereogènics i estudiar-ne la isomeria òptica. Construir enantiòmers. Construir formes meso. Determinar configuracions absolutes.

INTRODUCCIÓ

Els models moleculars són una eina per a la representació espacial de composts químics. Tenen la finalitat de facilitar el procés de visualització tridimensional de les molècules i inspirar la imaginació. Els *kits* de models moleculars estan constituïts per diferents peces que representen els àtoms en les seues diferents hibridacions i els seus enllaços, amb la geometria corresponents. Connectant les peces adequades podem disposar d'un model tridimensional relativament fidel de la molècula orgànica, la qual cosa ens permetrà apreciar-ne fàcilment les característiques estructurals i predir-ne determinades propietats físiques.







I. ÀTOMS I ENLLAÇOS. CONSTRUCCIÓ DE MOLÈCULES

En tots els *kits* de models moleculars, els àtoms s'identifiquen mitjançant un mateix codi de colors. Així, per exemple, el carboni és negre, l'hidrogen, blanc, l'oxigen, roig, el nitrogen, blau, el clor, verd, etc.

Per a cada àtom tindrem també diferents tipus en funció de la hibridació que presente. Així, per exemple, per al C (negre) tindrem un C sp^3 (tetraèdric), amb possibilitat de formar 4 enllaços amb angles de $109,5^\circ$; un C sp^2 (trigonal pla) per a formar tres enllaços senzills (angles de 120°) i un de doble, i un C sp , capaç de formar dos enllaços senzills amb un angle de 180° i un de triple (o dos enllaços dobles).

Finalment, en els models també hi ha diferents tipus de peces per a construir enllaços σ (curts o llargs) i enllaços π (rígids o corbats).

Alguns exemples es mostren en les figures següents.

CODI DE COLORS PER A ÀTOMS INDIVIDUALS			
Carboni (negre)		Hidrogen (blanc)	
Nitrogen (blau)		Clor (verd clar)	
		Oxigen (roig)	
		Altres (Y)	



C sp^3

C sp^2

C sp



O sp^3

O sp^2

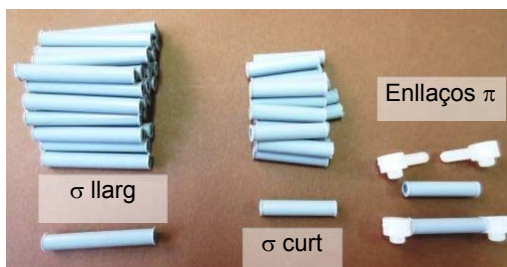


O sp^3



O sp^2

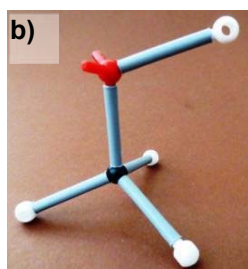
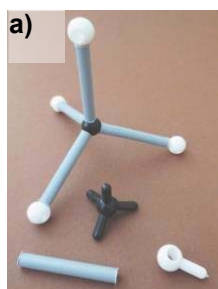
Enllaços i connectors



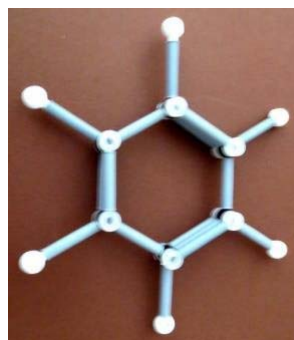
H-

Cl-

Y-



a) CH₄; b) CH₃OH;
c) esquelet de pentà



Etè (CH₂=CH₂)

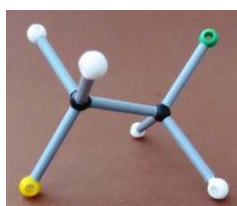
Etí (HC≡CH)

Benzè (C₆H₆)

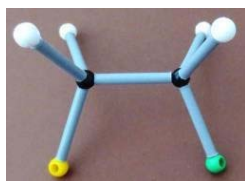
Exercicis: Construíu aquestes molècules: etanol, dimetilamina, *cis*-2-butè, *trans*-2-butè

II. ANÀLISI CONFORMACIONAL

Les diferents formes tridimensionals (distribució dels àtoms en l'espai) que pot adquirir una molècula com a conseqüència de rotacions al voltant d'enllaços senzills de tipus σ , reben el nom de *conformacions*. La barrera rotacional per al gir a través d'enllaços C–C és normalment baixa (menys de 5 kcal/mol), raó per la qual a temperatura ambient les molècules passen molt ràpidament d'unes conformacions a altres. No obstant això, no totes les conformacions tenen la mateixa energia. Hi ha dues conformacions extremes: les conformacions *eclipsades*, que són màxims d'energia, i les *alternades*, que són mínims.



Alternada



Eclipsada (cavallet)



Alternada

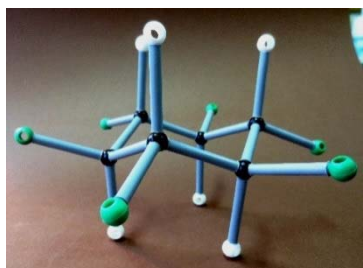


Eclipsada (Newton)

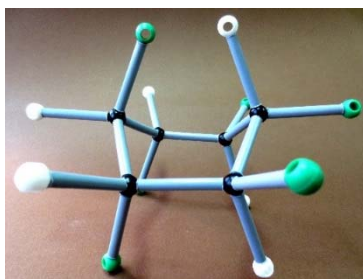
En els ciclohexans, la conformació més estable és la de *cadira*: tots els angles pròxims a $109,5^\circ$ i tots els enllaços alternats. En la conformació de *cadira* dels ciclohexans, els substituents són de dos tipus: axials o equatorials.

Per passar d'una forma de *cadira* a una altra (inversió de *cadira*), el ciclohexà passa a través d'una conformació de *barca*.

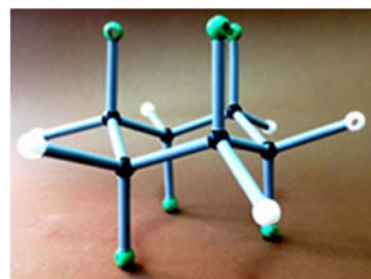
Inversió de *cadira* en el ciclohexà:



Cadira



Barca



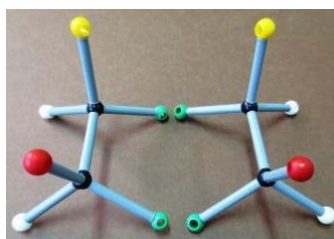
Cadira

Exercicis:

- Construïu els models moleculars de l'età i el butà. Estudieu les diferents conformacions límit (*eclipsada*, *alternades [gauche i anti]*) generades per la rotació al voltant del C–C central.
- Construïu un anell de ciclohexà monosubstituint i estudieu la inversió de *cadira* a través de la forma de *barca*.

III. CARBONI ESTEREOGÈNIC. ISOMERIA ÒPTICA

Un **carboni estereogènic** és aquell C sp^3 que té els 4 substituents diferents. Els C estereogènics donen lloc a **molècules quirals**. Una molècula quiral és aquella que no és superposable amb la seua imatge especular. Les molècules quirals originen parells d'enantiòmers (imatges especulars l'un de l'altre). Un requisit perquè hi haja quiralitat en una molècula és que *no continga cap pla de simetria*. Una molècula amb un sol C estereogènic *sempre* serà quiral. En canvi pot passar que molècules amb dos o més carbonis estereogènics siguin aquirals perquè presenten un pla intern de simetria. Aquestes molècules s'anomenen **formes meso**.



Parells d'enantiòmers.

Exercicis:

Construïu models moleculars de: a) Una molècula amb un estereocentre (centre quiral) i el seu enantiòmer, b) Una molècula *quiral* amb dos estereocentres, i c) una molècula aquiral amb dos estereocentres (forma *meso*). Determineu les configuracions absolutes de tots els carbonis estereogènics.

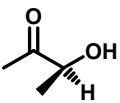
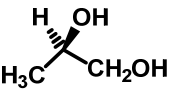
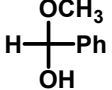
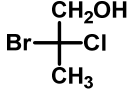
QÜESTIONS PRÈVIES

1. Encara que normalment es representen en dues dimensions, les molècules solen tenir una estructura tridimensional, per això s'han acordat una sèrie de projeccions que permeten representar aquestes estructures en el paper. Representeu l'età utilitzant tots els tipus de projecció que conegueu.

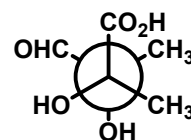
2. Mitjançant l'ús de línies i falques, representeu la geometria de:

Compost	Èter dimetilic	Trimetilamina
Estructura		

3. Completeu la taula següent:

Compost	a)	b)	c)	d)
Representació de línies-falques				
Projecció de Fisher				
Configuració absoluta				

4. a) Dibuixeu aquesta projecció de Newman en forma eclipsada.



b) Passeu la projecció de Newman a projecció de Fisher.

5. Es coneixen 9 isòmers diferents de dimeticiclohexà:

a) Dibuixeu en forma plana tots els dimeticiclohexans possibles. Utilitzeu falques-línies discontinües per a indicar la disposició espacial dels substituents i anomeu cada compost.

b) Quins dels composts anteriors presenten activitat òptica? Justifiqueu la resposta.

6. Per a cada un dels derivats següents del ciclohexà, indiqueu:

a) Si la molècula és un isòmer *cis* o *trans*.

b) Si es troba en la conformació més estable. En cas contrari, dibuixeu la conformació més estable.

