Química

Solubilitat, Precipitació

Exercicis · 61 exercicis

Proves d'accés a la universitat (PAU) de Catalunya. Ordenats del més recent al més antic.
Retalls dels exàmens i pautes oficials (selecat.cat / universitats.gencat.cat).

1. PAU 2026 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 2

Exercici 2
[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 2	

Les persones amb deficiències de ferro i de vitamines, com els adolescents en creixement, les dones embarassades o els atletes, sovint han de prendre comprimits multivitamínics amb ferro i vitamines dels grups B i C per a ajudar a reduir el cansament i la fatiga, promoure la formació de glòbuls vermells i millorar el metabolisme. La determinació quantitativa de ferro en aquests comprimits es pot portar a terme mitjançant la reacció redox de l'ió Fe^{2+} amb una solució de Ce^{4+} de concentració coneguda.

2.1. Escriviu la reacció redox entre els ions Fe^{2+} i Ce^{4+} i justifiqueu quin dels reactius és el reductor i quin és l'oxidant.

Determineu si aquesta reacció té lloc de forma espontània en condicions estàndard a 25 °C. Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.1	

2.2. L'ió Fe^{2+} forma una sal insoluble amb l'anió sulfur, de manera anàloga al que passa amb altres ions de metalls de transició com els ions Pb^{2+}, Ag^{+} o Cu^{2+}.

Calculeu la solubilitat del sulfur de ferro(II) en aigua a 25 °C.

Expliqueu de manera raonada si l'addició d'alguna de les següents sals solubles en aigua permetria augmentar la solubilitat del sulfur de ferro(II): *a*) Na_2S i *b*) $AgNO_3$.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.2	

DADES: Potencials estàndard de reducció a 25 °C:

$E°(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0{,}77$ V;

$E°(Ce^{4+}/Ce^{3+}) = 1{,}44$ V.

Productes de solubilitat a 25 °C:

$K_{ps}(FeS) = 8{,}00 \times 10^{-19}$;

$K_{ps}(Ag_2S) = 8{,}00 \times 10^{-51}$.

2. PAU 2023 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 7

7. El iodur de plom(II) (PbI_2) és una sal poc soluble d'un color groc molt intens. Antigament, el iodur de plom(II) era utilitzat pels artistes com a pigment, amb el nom de *groc de iode*, però degut a la seva toxicitat i baixa estabilitat va deixar d'utilitzar-se.

a) Escriviu l'equilibri de solubilitat del iodur de plom(II) i calculeu-ne la solubilitat molar a 25 °C. Expliqueu raonadament si la solubilitat del iodur de plom(II) en aigua és més gran o més petita que la seva solubilitat en una solució de iodur de sodi (NaI).

[1,25 punts]

b) Calculeu la concentració d'ió plom(II) necessària perquè precipiti iodur de plom(II) a partir d'una solució de iodur de potassi (KI) de concentració $2{,}0 \times 10^{-4}$ M. Si tenim dues solucions de la mateixa concentració, una de iodur de potassi i l'altra de clorur de potassi (KCl), quina de les dues necessitarà una concentració més alta de Pb^{2+} per a començar a precipitar, en el primer cas PbI_2 i en el segon $PbCl_2$? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

DADES: Constants del producte de solubilitat a 25 °C: $K_{ps}\ (PbI_2) = 7{,}9 \times 10^{-9}$;

$K_{ps}\ (PbCl_2) = 1{,}7 \times 10^{-5}$.

3. PAU 2023 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 6

6. El sulfat de bari ($BaSO_4$) és un compost poc soluble en aigua que s'utilitza com a contrast radiològic en anàlisis de raigs X de l'esòfag, l'estómac i els intestins. Generalment, cal beure una suspensió de sulfat de bari una o dues vegades abans de l'anàlisi radiològica.

a) Calculeu la solubilitat molar del sulfat de bari en aigua. Calculeu quina quantitat d'ió bari (Ba^{2+}), en mg, s'ingereix si es prenen 200 mL d'una solució saturada de sulfat de bari abans d'una anàlisi radiològica.

[1,25 punts]

b) Alguns estudis indiquen que aproximadament el 2 % de la població és al·lèrgica a l'ió bari. En el cas que un pacient sigui al·lèrgic a l'ió bari, raoneu si afegir una certa quantitat de sulfat de sodi (Na_2SO_4) a la suspensió de sulfat de bari que cal prendre seria bo per a disminuir els efectes de l'al·lèrgia. A les persones al·lèrgiques a l'ió bari, quina suspensió els provocarà més al·lèrgia: una de sulfat de bari o una de carbonat de bari ($BaCO_3$)? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

DADES: Constants del producte de solubilitat a 25 °C: $K_{ps}\,(BaSO_4) = 1{,}1 \times 10^{-10}$; $K_{ps}\,(BaCO_3) = 3{,}2 \times 10^{-9}$.
Masses atòmiques relatives: Ba = 137,3; S = 32,1; O = 16,0.

4. PAU 2023 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 7

7. La litiasi urinària consisteix en la presència de càlculs al ronyó o a les vies urinàries deguts a concentracions altes de certes substàncies que hauríem d'eliminar per l'orina. En la litiasi càlcica, que és la més freqüent, aquests càlculs es formen a causa d'un augment de la concentració de calci en l'orina, que provoca la precipitació de diverses sals, com ara el fosfat de calci, $Ca_3(PO_4)_2$.

a) Podem dissoldre, a 25 °C, un càlcul d'1,25 mg de fosfat de calci en 10,0 L d'aigua? Raoneu-ho quantitativament.

[1,25 punts]

b) En quatre tubs d'assaig hi posem una mica de fosfat de calci sòlid en contacte amb 10 mL de solució aquosa saturada d'aquesta sal. Afegim a cadascun dels tubs uns mil·lilitres de les solucions que es mostren a la taula següent:

Tub	Tub 1	Tub 2	Tub 3	Tub 4
Substància afegida	$CaCl_2$(aq)	HCl(aq)	EDTA(aq)	H_2O(l)

Expliqueu, raonadament i qualitativament, què observarem en cada tub.

[1,25 punts]

NOTA: EDTA (àcid etilendiaminotetraacètic): lligand orgànic que forma complexos solubles amb molts ions metàl·lics (inclosos els alcalinoterris).

DADES: Masses atòmiques relatives: O = 16,0; P = 31,0; Ca = 40,1.
Producte de solubilitat del fosfat de calci a 25 °C: $K_{ps} = 2{,}07 \times 10^{-33}$.

7. El nitrat de plata és un sòlid cristal·lí de color blanc que té moltes aplicacions en fotografia i en la indústria química, i que també s'utilitza com a antisèptic. El catió plata forma sals insolubles amb molts anions. La formació dels precipitats de clorur de plata, bromur de plata i iodur de plata és la base de la determinació d'aquests anions en aigua mitjançant una valoració de precipitació.

a) Tenim 25,0 mL d'una dissolució de nitrat de plata 0,001 mol L^{-1} i hi afegim una dissolució que conté els anions bromur i iodur. Calculeu quina serà la concentració de cada un d'aquests anions quan comenci la precipitació de la sal insoluble corresponent. Quin serà l'ordre de precipitació? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

b) Per a determinar el contingut d'anió clorur en 25,0 mL d'una mostra d'aigua de l'estany de Banyoles, fem una valoració amb una dissolució de nitrat de plata 0,01 M. Es consumeixen 30,0 mL d'aquesta dissolució per a aconseguir la precipitació completa de l'anió clorur com a clorur de plata. Quina és la concentració d'anió clorur en g L^{-1} en aquesta aigua? Calculeu la solubilitat molar del clorur de plata a 25 °C.

[1,25 punts]

DADES: Constants del producte de solubilitat a 25 °C: K_{ps} (clorur de plata) = $1{,}8 \times 10^{-10}$; K_{ps} (bromur de plata) = $7{,}7 \times 10^{-13}$; K_{ps} (iodur de plata) = $8{,}7 \times 10^{-17}$.
Masses atòmiques relatives: Ag = 107,87; Cl = 35,50.

NOTA: Considereu negligible l'increment de volum de la dissolució de nitrat de plata en afegir la dissolució de l'ió iodur i l'ió bromur.

Etiqueta de l’alumne/a

Institut d’Estudis Catalans

6. PAU 2022 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 6

6. L'hidròxid de calci és un compost amb un amplíssim ventall d'aplicacions en diferents sectors com la construcció, l'alimentació, la cosmètica i l'odontologia, però què és molt poc soluble en aigua.

a) Una solució saturada d'hidròxid de calci a 25 °C conté 0,149 g per cada 200 mL de solució. Definiu el terme *solubilitat molar* i determineu la solubilitat de l'hidròxid de calci a 25 °C i les concentracions dels ions calci i hidroxil (OH^-) presents en l'equilibri.
[1,25 punts]

b) Disposem de la solució saturada d'hidròxid de calci en equilibri amb el seu sòlid. Raoneu si la massa de l'hidròxid de calci sòlid augmentarà o disminuirà en les quatre situacions següents:
— si hi afegim aigua;
— si hi afegim una solució d'hidròxid de sodi;
— si hi afegim una solució d'àcid clorhídric;
— si hi afegim una solució de clorur de calci.
[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: Ca = 40,1; H = 1,0; O = 16,0.

7. PAU 2022 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 2

2. L'aigua de consum domèstic conté una certa quantitat d'ions fluorur (F^-). Per a la prevenció de la càries és possible afegir-n'hi més quantitat, però cal tenir en compte que la legislació fixa una concentració màxima recomanada de fluorur en aquest tipus d'aigua d'1,5 mg L^{-1}.

a) Suposeu que l'aigua de consum domèstic conté ions fluorur només a causa de la solubilització del mineral fluorita (fluorur de calci, CaF_2). Escriviu l'equació de l'equilibri de solubilitat de la fluorita i raoneu, quantitativament, si la concentració d'ions fluorur en aquesta aigua serà superior o inferior a la concentració màxima recomanada.
[1,25 punts]

b) L'aigua de consum domèstic d'un municipi és dura, ja que conté 50 mg L^{-1} d'ions calci. Es podria produir la precipitació de fluorur de calci a les canonades si la concentració d'ions fluorur en aquesta aigua fos igual a la concentració màxima recomanada? Justifiqueu, quantitativament, la resposta.
[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: F = 19,0; Ca = 40,0.
Constant del producte de solubilitat: $K_{ps}(CaF_2) = 3{,}2 \times 10^{-11}$.

8. PAU 2021 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 5

5. En una activitat duta a terme al laboratori per a estudiar la solubilitat de diferents carbonats metàl·lics, un grup d'estudiants realitza l'experiment següent: transfereixen a un vas de precipitats 20 mL d'una solució de $CaCl_2$ $1{,}0 \times 10^{-2}$ mol L^{-1}; lentament, mentre escalfen una mica la solució, hi afegeixen 80 mL d'una solució de Na_2CO_3 $2{,}0 \times 10^{-3}$ mol L^{-1}. Ho remenen bé, ho deixen refredar fins a la temperatura ambient (19 °C) i observen que s'ha format un precipitat de color blanc de carbonat de calci.

a) Justifiqueu, a partir dels càlculs necessaris, la formació del precipitat. Considereu additius els volums de les solucions aquoses.

[1,25 punts]

b) Mitjançant un procés de filtració, els estudiants separen el precipitat de carbonat de calci de la solució aquosa. D'aquesta solució, en fan quatre parts i les col·loquen en tubs d'assaig. Afegeixen al primer tub una solució de Na_2CO_3, al segon una solució de $Ca(NO_3)_2$, al tercer una solució d'àcid clorhídric, i al quart tub no hi afegeixen res, però l'escalfen fins a 70 °C. Expliqueu raonadament si en algun dels quatre tubs hi apareix un precipitat de carbonat de calci.

[1,25 punts]

DADES: Producte de solubilitat del carbonat de calci a 19 °C: $K_{ps} = 4{,}8 \times 10^{-9}$.
Entalpia de dissolució del carbonat de calci a 19 °C: $\Delta H° < 0$.

9. PAU 2021 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 3

3. La reacció en cadena de la polimerasa (coneguda com a *PCR*) és una tècnica de biologia molecular que consisteix a sintetitzar moltes vegades un fragment de DNA utilitzant una polimerasa (enzim) que pot treballar a temperatures elevades. Quan fem una reacció de PCR, barregem en un tub d'assaig diferents ingredients, com per exemple la polimerasa i el DNA de l'organisme que volem estudiar, i, a més, fixem un pH i una concentració d'ions Mg^{2+} perquè l'enzim treballi adequadament.

a) Suposem que en el tub on efectuem una PCR treballem amb una solució de $MgCl_2$ $5{,}0 \times 10^{-3}$ M i un pH fix de 8,3. Digueu, a partir dels càlculs necessaris, si en aquestes condicions precipita l'hidròxid de magnesi i justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

b) Per a determinar la puresa d'una mostra que conté $MgCl_2(s)$, podem efectuar una valoració de precipitació de l'ió clorur amb una solució de nitrat de plata:

$$Cl^-(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + NO_3^-(aq)$$

Pesem 0,6255 g de mostra i la dissolem en aigua fins a obtenir 100,0 mL de solució. En valorar 10 mL d'aquesta solució, hem necessitat 8,3 mL de nitrat de plata 0,1550 M per a arribar al punt final de la valoració. Quina és la puresa de la mostra, expressada com a percentatge en massa de $MgCl_2$?

[1,25 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: Mg = 24,3; Cl = 35,5.
Producte de solubilitat de l'hidròxid de magnesi: $K_{ps} = 1{,}10 \times 10^{-12}$.
Constant d'ionització de l'aigua: $K_w = 1{,}00 \times 10^{-14}$.

10. PAU 2021 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 2

2. Els halurs de plata precipitats en forma de cristalls molt fins s'utilitzen en plaques i pel·lícules fotogràfiques, ja que són molt sensibles a la llum.

Disposem de 100 mL d'una solució que conté els anions clorur, bromur i iodur, cadascun en la mateixa concentració 0,1 M. Hi afegim una solució molt concentrada de catió plata, d'una manera lenta i amb agitació contínua. Les sals d'halur de plata, que són el clorur de plata, el bromur de plata i el iodur de plata, tenen molt baixa solubilitat i precipiten a mesura que augmenta la concentració del catió.

a) Calculeu a quina concentració del catió plata comencen a precipitar les tres sals d'halur de plata. Justifiqueu l'ordre de precipitació de les tres sals.
[1,25 punts]

b) Com es veurà afectat l'equilibri de solubilitat de les tres sals si hi afegim una solució molt concentrada de clorur de sodi després de l'addició del catió plata?
[1,25 punts]

DADES: Productes de solubilitat: K_{ps}(clorur de plata) = $1{,}8 \times 10^{-10}$;
K_{ps}(bromur de plata) = $7{,}7 \times 10^{-13}$; K_{ps}(iodur de plata) = $8{,}3 \times 10^{-17}$.

NOTA: Considereu negligible l'augment de volum en afegir la solució del catió.

11. PAU 2020 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 4

4. L'acumulació de sediments minerals en les canonades, vàlvules i bombes és un dels problemes més importants per a la indústria petroliera, ja que redueix significativament la producció dels pous. Aquestes incrustacions poden ser, entre altres substàncies, de sulfat de bari ($BaSO_4$), un compost difícil d'eliminar perquè és summament resistent als agents químics i mecànics.

a) Escriviu l'equació de l'equilibri de solubilitat del sulfat de bari i calculeu-ne la solubilitat en aigua a 25 °C, expressada en $mol \cdot L^{-1}$.
[1,25 punts]

b) Justifiqueu, a partir dels càlculs necessaris, si a 25 °C es formaran incrustacions de sulfat de bari en un pou petrolífer quan es mesclin 4,00 L d'aigua que conté $1{,}96 \times 10^{-3}$ $mol \cdot L^{-1}$ d'ions bari amb 1,00 L d'una altra aigua que conté $3{,}08 \times 10^{-2}$ $mol \cdot L^{-1}$ d'ions sulfat.
[1,25 punts]

DADA: Constant del producte de solubilitat a 25 °C: $K_{ps}(BaSO_4) = 1{,}08 \times 10^{-10}$.

NOTA: Considereu additius els volums de les solucions aquoses.

12. PAU 2020 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

1. La duresa és una qualitat de l'aigua relacionada amb el contingut en dissolució de cations alcalinoterris, principalment calci i magnesi. Un efecte de la duresa de l'aigua s'observa en les incrustacions de sals de carbonat que es produeixen dintre dels dipòsits que contenen aigua calenta.

***a*)** Quina és la solubilitat molar de les sals de carbonat de calci i de carbonat de magnesi a 25 °C?

Quan la concentració de carbonat és 11,5 $mg \cdot L^{-1}$, a partir de quina concentració de calci (en $mg \cdot L^{-1}$) precipita el carbonat de calci?

A partir de quina concentració de magnesi (en $mg \cdot L^{-1}$) precipita el carbonat de magnesi?

[1,25 punts]

***b*)** Com es veurà afectat l'equilibri de solubilitat de les sals de carbonat a causa d'una disminució del pH del medi?

Justifiqueu la idoneïtat d'eliminar les incrustacions de sals de carbonat amb vinagre.

[1,25 punts]

DADES: K_{ps} (carbonat de calci) = $4{,}50 \times 10^{-9}$ (a 25 °C).
K_{ps} (carbonat de magnesi) = $3{,}50 \times 10^{-8}$ (a 25 °C).
Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; Mg = 24,3; Ca = 40,1.

13. PAU 2019 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 2

2. Una indústria de galvanoplàstia genera aigües residuals que contenen una concentració molt alta de l'ió Zn^{2+}. Per a eliminar una bona part d'aquest ió, aquesta empresa industrial opta per addicionar a les aigües residuals una solució bàsica que el precipiti en forma de $Zn(OH)_2$.

***a*)** Calculeu la solubilitat del $Zn(OH)_2$ a 25 °C, expressada en mol/L.

[1 punt]

***b*)** A quin pH cal ajustar les aigües residuals quan provoquem la precipitació del $Zn(OH)_2$ si volem que les aigües residuals que genera aquesta indústria de galvanoplàstia continguin, com a màxim, 800 mg/m^3 de Zn^{2+}?

[1 punt]

DADES: Massa atòmica relativa: Zn = 65,4.
Constant del producte de solubilitat del $Zn(OH)_2$ a 25 °C: $K_{ps} = 3{,}3 \times 10^{-17}$.
Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C: $K_w = 1{,}0 \times 10^{-14}$.

14. PAU 2018 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 7

7. Les Dolomites, als Alps italians, són unes muntanyes espectaculars, amb rutes d'escalada llargues i exigents. Estan formades per roca carbonatada molt dura composta principalment per carbonat de magnesi, a diferència de les muntanyes d'altres indrets d'Europa, en què predomina el carbonat de calci.

a) Escriviu l'equació de l'equilibri de solubilitat del carbonat de magnesi i calculeu-ne la solubilitat molar en aigua a 25 °C.

[1 punt]

b) Tenim una mostra d'aigua, procedent d'un bassal, que conté $9{,}1 \times 10^{-4}$ M d'ions de magnesi i $8{,}3 \times 10^{-4}$ M d'ions de calci. En agafar 100,0 mL d'aquesta mostra d'aigua i afegir-hi 1,0 mL d'una solució de Na_2CO_3 1,0 M, observem que es forma un precipitat blanc. Digueu, a partir dels càlculs que considereu necessaris, si el precipitat blanc està format per carbonat de calci, carbonat de magnesi o una barreja de tots dos, i justifiqueu la resposta.

[1 punt]

DADES: Producte de solubilitat a 25 °C: K_{ps} (carbonat de calci) = $5{,}0 \times 10^{-9}$;
K_{ps} (carbonat de magnesi) = $1{,}0 \times 10^{-5}$.

Institut d'Estudis Catalans

15. PAU 2018 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 6

6. L'atzurita és un mineral que conté, entre altres substàncies, hidròxid de coure(II). S'utilitza força en joieria perquè és d'un color blau intens molt característic.

a) Quina massa d'hidròxid de coure(II) podem dissoldre si una peça de joieria que conté atzurita cau en un recipient en què hi ha 1,0 L d'aigua acidulada amb un pH de 6,0? Expresseu el resultat en mil·ligrams.

[1 punt]

b) La solubilitat de l'hidròxid de coure(II) en aigua destil·lada és més alta o més baixa que en una solució aquosa de $CuCl_2$? La formació de complexos de coure(II), afegint-hi per exemple NH_3, augmenta o disminueix la solubilitat de l'hidròxid de coure(II)? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; O = 16,0; Cu = 65,5.
Constant del producte de solubilitat de l'hidròxid de coure(II) a 25 °C:
$K_{ps} = 2{,}20 \times 10^{-20}$.
Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C: $K_w = 1{,}00 \times 10^{-14}$.

16. PAU 2017 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 3

3. Les solucions parenterals són solucions farmacològiques que s'administren per mitjà d'una injecció. Quan s'utilitza en el tractament d'uns malalts determinats, aquesta solució ha de contenir oligoelements com, per exemple, l'ió Cu^{2+}; en aquest cas, és molt important evitar la precipitació de l'hidròxid de coure(II) a la sang.

a) Escriviu l'equilibri de solubilitat de l'hidròxid de coure(II) i calculeu-ne la solubilitat a 25 °C, expressada en mol L^{-1}.

[1 punt]

b) Si el pH de la sang és 7,4, calculeu quina és la concentració màxima d'ions coure(II) que hi pot haver a la sang per a evitar que precipiti l'hidròxid de coure(II).

[1 punt]

DADES: Constant del producte de solubilitat de l'hidròxid de coure(II) a 25 °C: $K_{ps} = 2{,}2 \times 10^{-20}$.
Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C: $K_w = 1{,}0 \times 10^{-14}$.

17. PAU 2017 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 6

6. La salinitat de les aigües oceàniques determina les condicions de vida dels organismes marins i varia en funció de les característiques de cada oceà. La determinació de la salinitat es duu a terme mesurant un paràmetre de l'aigua de mar, com ara la conductivitat elèctrica o la concentració d'ió clorur. Aquest darrer paràmetre es mesura mitjançant una valoració de l'ió clorur amb nitrat de plata ($AgNO_3$):

$$Cl^-(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + NO_3^-(aq)$$

a) Quan hem valorat 20,0 mL d'aigua de mar, hem necessitat 23,5 mL d'una solució de nitrat de plata 0,265 M per a poder arribar al punt final de la valoració. Calculeu la salinitat de l'aigua de mar, expressada com a concentració de NaCl en g L^{-1}.

[1 punt]

b) Escriviu l'equació de l'equilibri de solubilitat del clorur de plata i determineu-ne la solubilitat a 25 °C, expressada en mol L^{-1}. Justifiqueu si la solubilitat del clorur de plata augmenta, disminueix o es manté en una solució aquosa concentrada de KCl.

[1 punt]

DADES: Massa molecular relativa del NaCl = 58,5.
Constant del producte de solubilitat del AgCl a 25 °C: $K_{ps} = 1{,}7 \times 10^{-10}$.

18. PAU 2017 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 1

1. L'hidròxid de magnesi, $Mg(OH)_2$, és un antiàcid que s'utilitza per a alleujar els símptomes d'indigestió o acidesa.

a) Escriviu la reacció de l'equilibri de solubilitat de l'hidròxid de magnesi en aigua i calculeu-ne la solubilitat a 25 °C, en mg L^{-1}, si el pH de la solució saturada és igual a 11,4.

[1 punt]

b) Quin efecte tindrà l'addició d'una solució aquosa de clorur de magnesi ($MgCl_2$) en la solubilitat de l'hidròxid de magnesi? I l'addició d'una solució aquosa d'àcid clorhídric (HCl)? Justifiqueu les respostes.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; O = 16,0; Mg = 24,3.
Constant d'autoionització de l'aigua a 25 °C: $K_w = 1{,}0 \times 10^{-14}$.

19. PAU 2016 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 5

5. Un consum massa elevat de plom pot provocar la malaltia anomenada *saturnisme*, que genera anèmia en el malalt perquè el plom a la sang bloqueja la síntesi de l'hemoglobina. A les aigües potables, la concentració màxima permesa de l'ió Pb^{2+} és 0,05 mg L^{-1}.

a) Escriviu l'equilibri de solubilitat del clorur de plom(II) i calculeu la solubilitat d'aquest compost en aigua a 25 °C, expressada en g L^{-1}.

[1 punt]

b) A partir de quin pH precipitarà, a 25 °C, l'hidròxid de plom(II) en una aigua potable que tingui la concentració màxima permesa de l'ió Pb^{2+}?

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: Pb = 207,2; Cl = 35,5.
Constant d'autoionització de l'aigua a 25 °C: $K_w = 1{,}0 \times 10^{-14}$.
Constants del producte de solubilitat a 25 °C:
$K_{ps}(PbCl_2) = 1{,}6 \times 10^{-5}$; $K_{ps}(Pb(OH)_2) = 1{,}2 \times 10^{-15}$.

20. PAU 2016 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 1

1. El iodur de plom(II) (PbI_2) és una sal de color groc, força insoluble en aigua freda, que es pot obtenir mesclant dissolucions aquoses de nitrat de plom(II) ($Pb(NO_3)_2$) i de iodur de potassi (KI).

a) Escriviu la reacció de precipitació del iodur de plom(II) i expliqueu raonadament, fent els càlculs necessaris, si precipitarà iodur de plom(II) quan mesclem 0,25 L de dissolució aquosa 0,15 M de iodur de potassi amb 0,25 L de dissolució aquosa de nitrat de plom(II) 0,15 M, a 25 °C. Suposeu que els volums són additius.

[1 punt]

b) Expliqueu quin procediment seguiríeu al laboratori, esmenteu quins materials utilitzaríeu i feu els càlculs necessaris per a preparar la dissolució aquosa, abans esmentada, de iodur de potassi a partir del producte sòlid.

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: K = 39; I = 127.
Constant del producte de solubilitat del PbI_2 a 25 °C: $K_{ps} = 7{,}9 \times 10^{-9}$.

21. PAU 2016 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 7

7. Un dels rius principals que subministren aigua a la ciutat de Barcelona és el riu Llobregat. En una analítica rutinària de l'aigua d'aquest riu obtenim les dades següents:

Paràmetres	*Valors*
pH	7,45
ions clorur, Cl^- ($mg\,L^{-1}$)	298
ions sulfat, SO_4^{2-} ($mg\,L^{-1}$)	207
ions calci, Ca^{2+} ($mg\,L^{-1}$)	128
ions magnesi, Mg^{2+} ($mg\,L^{-1}$)	41,9
ions sodi, Na^+ ($mg\,L^{-1}$)	87,4

a) Omplim un tub d'assaig, fins a la meitat, amb aigua del riu Llobregat a 298 K. Tot seguit, hi afegim, gota a gota, una solució concentrada de $Pb(NO_3)_2$ fins que comença a aparèixer una mica de precipitat. Justifiqueu, numèricament, si aquest precipitat és $PbCl_2$ o $PbSO_4$.

[1 punt]

b) Omplim un altre tub d'assaig, fins a la meitat, amb aigua del riu Llobregat i hi afegim, gota a gota, una solució de NaOH per augmentar-ne la basicitat i fer precipitar els hidròxids metàl·lics insolubles. Quan el pH és 12,6, comença a precipitar l'hidròxid de calci. Quin valor té la constant del producte de solubilitat d'aquest hidròxid a 298 K?

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: O = 16; S = 32; Cl = 35,5; Ca = 40.
Constants del producte de solubilitat, a 298 K:
$K_{ps}(PbCl_2) = 1{,}6 \times 10^{-5}$; $K_{ps}(PbSO_4) = 1{,}6 \times 10^{-8}$.
Constant d'ionització de l'aigua, a 298 K: $K_w = 1{,}0 \times 10^{-14}$.

22. PAU 2015 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 5

5. Per a mantenir les piscines en condicions acceptables per al bany es fan servir diferents productes químics. Així, per a eliminar-ne la matèria orgànica i els agents patògens es pot utilitzar NaClO i per a controlar el creixement de les algues es fan servir sals solubles de coure(II), com ara el $CuSO_4$.

a) Omplim una piscina amb 80 m^3 d'aigua. Quin seria el pH de l'aigua de la piscina si hi afegíssim 149 g de NaClO? Suposeu que l'aigua era inicialment neutra i que el volum de l'aigua es manté en afegir-hi la sal.

[1 punt]

b) El pH d'una altra piscina és 7,2, valor recomanat normalment per a tenir una bona eficiència en l'ús dels productes que hi afegim per mantenir l'aigua neta i lliure de microorganismes. Quina concentració màxima d'ions Cu^{2+} hi pot haver en aquesta piscina si volem evitar que es produeixi la precipitació del $Cu(OH)_2$ en afegir-hi una sal soluble de coure(II)?

[1 punt]

DADES: Suposeu que la temperatura és sempre 25 °C.
L'hipoclorit de sodi, NaClO, és una sal soluble en aigua.
Masses atòmiques relatives: O = 16,0; Na = 23,0; Cl = 35,5.
Constant de basicitat de l'ió hipoclorit (ClO^-) a 25 °C: $K_b = 3{,}3 \times 10^{-7}$.
Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C: $K_w = 1{,}0 \times 10^{-14}$.
Constant del producte de solubilitat del $Cu(OH)_2$ a 25 °C: $K_{ps} = 6{,}0 \times 10^{-20}$.

23. PAU 2015 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 7

7. Els detergents contenen grans quantitats de fosfats, que són una de les causes de contaminació de les aigües. El sanejament és un procés clau per a garantir la qualitat de l'aigua i, per tant, la salut i la preservació del medi. Un mètode per a eliminar els fosfats de les aigües residuals consisteix a precipitar-los com a fosfat d'alumini, $AlPO_4$.

a) Escriviu la reacció de l'equilibri de solubilitat del fosfat d'alumini. Calculeu la solubilitat d'aquesta sal a 20 °C, expressada en mol L^{-1}.

[1 punt]

b) Es vol abocar una aigua residual amb una concentració molt alta de fosfats en un aqüífer on, per exigències legals, només és permès d'abocar-hi aigua amb una concentració de fosfats menor de 0,20 mg L^{-1}. Per això, abans d'abocar-la s'hi afegeix una quantitat de $AlCl_3(s)$ que aconsegueix precipitar una part del fosfat i deixa una concentració en equilibri de l'ió Al^{3+} a l'aigua de $2{,}6 \times 10^{-15}$ mol L^{-1}. Justifiqueu si l'aigua residual tractada compleix les exigències legals per a abocar-la a l'aqüífer. Suposeu que la temperatura de l'aigua és de 20 °C.

[1 punt]

DADES: Constant del producte de solubilitat, a 20 °C: $K_{ps}(AlPO_4) = 1{,}3 \times 10^{-20}$.
Masses atòmiques relatives: O = 16,0; P = 31,0.
El clorur d'alumini, $AlCl_3$, és una sal soluble en aigua.

24. PAU 2014 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 5

5. Tant l'ió potassi com l'ió hidrogentartrat són presents de manera natural en els vins i, per aquest motiu, l'equilibri de solubilitat de l'hidrogentartrat de potassi té un paper important en les propietats del vi, ja que pot donar lloc a vins tèrbols.

$$\underset{\text{hidrogentartrat de potassi}}{KHC_4H_4O_6(s)} \leftrightarrows K^+(aq) + \underset{\text{ió hidrogentartrat}}{HC_4H_4O_6^-(aq)} \qquad K_{ps}(\text{a } 25\,^\circ\text{C}) = 1{,}30 \times 10^{-3}$$

a) Si la concentració d'ió potassi en un vi és 1,0 g/L, quina hauria de ser la concentració màxima d'ió hidrogentartrat en aquest vi, a 25 °C, perquè no precipiti hidrogentartrat de potassi? Expresseu el resultat en g/L.

[1 punt]

b) L'ió hidrogentartrat és una espècie que prové de l'àcid tartàric segons la reacció següent:

$$\underset{\text{àcid tartàric}}{H_2C_4H_4O_6(aq)} + H_2O(l) \leftrightarrows \underset{\text{ió hidrogentartrat}}{HC_4H_4O_6^-(aq)} + H_3O^+(aq) \qquad K_a\,(\text{a } 25\,^\circ\text{C}) = 9{,}20 \times 10^{-4}$$

Si considerem només aquesta reacció, i sabem que un vi conté en equilibri $3{,}3 \times 10^{-3}$ M d'àcid tartàric i $3{,}0 \times 10^{-2}$ M d'ió hidrogentartrat, quin és el pH del vi a 25 °C?

[1 punt]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; K = 39,1

25. PAU 2014 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2

2. Les aigües dures, a causa de la presència d'ions calci i altres ions metàl·lics, són un problema a les llars perquè poden formar fàcilment compostos insolubles com el $CaCO_3$ que provoquen avaries en les conduccions i en els electrodomèstics.

a) Una mostra d'aigua conté 40 mg/L d'ions Ca^{2+}. Calculeu la concentració mínima d'ions carbonat que hauria de contenir aquesta aigua, en mol L^{-1}, perquè precipiti $CaCO_3$ a 25 °C.

[1 punt]

b) La solubilitat del $CaCO_3$ es manté, disminueix o augmenta quan la sal es dissol en una solució aquosa de Na_2CO_3? I si es dissol en una solució aquosa d'àcid clorhídric? Argumenteu les respostes.

[1 punt]

DADES: Constant del producte de solubilitat del $CaCO_3$, a 25 °C: $K_{ps} = 4{,}8 \times 10^{-9}$
Massa atòmica relativa: Ca = 40,0

26. PAU 2014 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 6

6. Les solucions fertilitzants a base de sulfat de zinc provoquen problemes a les plantes quan s'apliquen per via foliar. Per a evitar aquests efectes tòxics es recomana modificar el pH de la solució de sulfat de zinc fins que comenci a precipitar $Zn(OH)_2$.



Fulles afectades per l'aplicació d'un fertilitzant a base de sulfat de zinc.

a) Calculeu la solubilitat del $Zn(OH)_2$, a 20 °C, expressada en mol L^{-1}.

[1 punt]

b) Si tenim una solució fertilitzant que conté 1,8 g/L de sulfat de zinc, quin pH hem de fixar perquè comenci a precipitar $Zn(OH)_2$?

[1 punt]

DADES: Constant del producte de solubilitat del $Zn(OH)_2$, a 20 °C: $K_{ps} = 6{,}87 \times 10^{-17}$
Massa molecular relativa del sulfat de zinc = 161,4
Constant d'ionització de l'aigua, a 20 °C: $K_w = 1{,}00 \times 10^{-14}$

27. PAU 2013 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 1

1. La fluorització de l'aigua potable consisteix en l'addició limitada i controlada d'ions fluorur en el sistema públic d'aigua potable, amb l'objectiu de reduir el risc de càries dental de la població, tot i que actualment se'n discuteix l'efectivitat. Aquest fluorur s'afegeix habitualment en forma de fluorur de sodi fins a tenir una concentració de $5{,}0 \times 10^{-5}$ mol L^{-1} de fluorur. Quan l'aigua potable d'una ciutat és dura, perquè conté molta quantitat d'ions Ca^{2+}, pot precipitar el fluorur de calci.

a) Quina és la concentració màxima d'ions Ca^{2+} (expressada en mol L^{-1}) que pot contenir l'aigua perquè no es produeixi un precipitat de fluorur de calci?

[1 punt]

b) Si se'ns forma un precipitat de 10,0 g de fluorur de calci, quina quantitat mínima d'aigua pura necessitarem afegir per a dissoldre'l?

[1 punt]

DADES: Producte de solubilitat del fluorur de calci: $K_s = 3{,}9 \times 10^{-11}$
Masses atòmiques relatives: F = 19; Ca = 40

28. PAU 2013 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 6

6. La presència de ferro és un dels problemes que més sovint han d'afrontar els professionals de tractament d'aigües. Aquest element pot afectar el sabor de l'aigua, produir taques als sanitaris i a la roba blanca o formar dipòsits en les xarxes de distribució.

a) Les guies de qualitat de l'Organització Mundial de la Salut recomanen que les aigües destinades al consum humà no sobrepassin els $0{,}3\,\text{mg}\,\text{L}^{-1}$ de ferro. Si suposem que aquesta concentració és tota de Fe^{2+}, quin pH tindrà l'aigua quan comenci la precipitació de l'hidròxid de ferro(II)?

[1 punt]

b) En un vas de precipitats tenim una mica d'hidròxid de ferro(II) sòlid en contacte amb una solució aquosa saturada d'aquest hidròxid. Una manera de solubilitzar el sòlid és afegir-hi aigua destil·lada. Expliqueu dues altres maneres de solubilitzar-lo.

[1 punt]

DADES: Producte de solubilitat de l'hidròxid de ferro(II), a 25 °C: $K_s = 4{,}1 \times 10^{-15}$
Constant d'ionització de l'aigua, a 25 °C: $K_w = 1{,}0 \times 10^{-14}$
Massa atòmica relativa: Fe = 55,85

29. PAU 2013 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2

2. Un estudiant duu a terme l'experiment següent al laboratori, a una temperatura de 20 °C: transfereix a un vas de precipitats, amb l'ajut d'una proveta, 40 mL d'una solució aquosa de H_2SO_4 $1{,}0 \times 10^{-3}$ mol L^{-1}, i 160 mL d'una solució aquosa de $BaCl_2$ $5{,}0 \times 10^{-3}$ mol L^{-1}. Remena bé la mescla amb una vareta de vidre i observa de seguida l'aparició d'un precipitat de color blanc.

a) Expliqueu raonadament, a partir dels càlculs necessaris, la formació del precipitat.

[1 punt]

b) L'estudiant separa el precipitat blanc de la solució aquosa incolora mitjançant un procés de filtració. Amb la solució aquosa del filtrat omple dos tubs d'assaig fins a la meitat; en un hi afegeix una mica d'una solució aquosa concentrada de Na_2SO_4 i en l'altre, una mica d'aigua destil·lada. Expliqueu raonadament què succeirà a cada tub.

[1 punt]

DADES: Constant de producte de solubilitat del $BaSO_4$, a 20 °C: $K_s = 1{,}1 \times 10^{-10}$
Considereu additius els volums de les solucions aquoses.

30. PAU 2012 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 4

4. Un càlcul renal, anomenat popularment *pedra al ronyó*, és un fragment de material sòlid que es forma dins del ronyó a partir de substàncies que es troben en l'orina. El càlcul renal més comú conté oxalat de calci, $Ca(C_2O_4)$, una sal que prové de l'àcid feble COOH–COOH anomenat *àcid oxàlic*.

a) Quina és la solubilitat de l'oxalat de calci en aigua i a 25 °C, expressada en mol L^{-1}, si el seu producte de solubilitat a la mateixa temperatura és $2{,}0 \times 10^{-9}$?

[1 punt]

b) Disposem d'una mica d'oxalat de calci sòlid en contacte amb una solució aquosa saturada d'aquesta sal. Expliqueu dues maneres de solubilitzar l'oxalat de calci, sense modificar la temperatura.

[1 punt]

31. PAU 2011 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 1

1. L'hidròxid de magnesi, $Mg(OH)_2$, és una substància que es fa servir en petites quantitats com a antiàcid i també com a laxant.

a) Calculeu-ne la solubilitat en aigua a 25 °C, i expresseu-la en mg L^{-1}.

[1 punt]

b) Sense canviar la temperatura, expliqueu raonadament com variarà la solubilitat de l'hidròxid de magnesi si, en comptes de dissoldre'l en aigua, el dissolem en una solució de nitrat de magnesi. I si el dissolem en una solució d'àcid clorhídric?

[1 punt]

DADES: Producte de solubilitat de l'hidròxid de magnesi a 25 °C: $K_{ps} = 1{,}2 \times 10^{-11}$.
Masses atòmiques relatives: Mg = 24,3; O = 16,0; H = 1,0.

32. PAU 2011 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 6

6. En l'anàlisi química, les solucions aquoses de nitrat de plata, $AgNO_3$, se solen utilitzar per a detectar la presència d'ions clorur en solucions problema, a causa de la precipitació del clorur de plata de color blanc.

a) Tenim una solució problema d'ions clorur molt diluïda ($3{,}0 \times 10^{-7}$ M). Si agafem 20 mL d'aquesta solució i hi afegim 10 mL d'una solució $9{,}0 \times 10^{-4}$ M de nitrat de plata, hi detectaríem la presència de clorur?

[1 punt]

b) En els flascons de nitrat de plata podem trobar aquests pictogrames de seguretat:





Què signifiquen aquests pictogrames? Quines precaucions s'haurien de prendre en la manipulació de les solucions de nitrat de plata?

[1 punt]

DADES: Producte de solubilitat (K_{ps}) del clorur de plata a 298 K = $2{,}8 \times 10^{-10}$.
Considereu additius els volums de solucions líquides.

33. PAU 2009 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

Opció A

4. L'absència d'ions fluorur en la dieta afavoreix l'aparició de càries dental. Tanmateix, un excés d'aquests ions tampoc no és bo, ja que les dents esdevenen fràgils i es trenquen amb facilitat. Per això, les autoritats sanitàries recomanen que l'aigua destinada al consum humà tingui una concentració d'ions fluorur situada entre 1,0 i 1,5 $mg \cdot L^{-1}$.

4.1. Raoneu, efectuant els càlculs que siguin pertinents, si l'aigua saturada de fluorur de calci a 25 °C s'ajusta, pel que fa al contingut en fluorurs, a les recomanacions sanitàries indicades.

[1,4 punts]

4.2. Determineu la solubilitat del fluorur de calci en una solució 0,1 M de fluorur de sodi. Expresseu el resultat en mols per litre.

[0,6 punts]

DADES: Constant producte de solubilitat, K_{ps}, del fluorur de calci a 25 °C = $4{,}0 \cdot 10^{-11}$.

Massa atòmica relativa: F = 19,0.

34. PAU 2009 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2

2. El carbonat de calci i el carbonat de magnesi són dues sals molt poc solubles en aigua, amb unes constants producte de solubilitat, K_{ps}, a 25 °C, que són $5{,}0 \cdot 10^{-9}$ i $1{,}0 \cdot 10^{-5}$, respectivament.

2.1. Considerant que els equilibris de solubilitat d'aquests carbonats són:

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + Ca^{2+}(aq)$$

$$MgCO_3(s) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + Mg^{2+}(aq)$$

raoneu quin dels dos carbonats és més soluble en aigua i calculeu la solubilitat d'aquest carbonat a 25 °C. Expresseu el resultat en $mg \cdot L^{-1}$.

[0,8 punts]

2.2. Si es mesclen 100 mL d'una solució de clorur de magnesi 0,012 M amb 50 mL d'una solució de carbonat de sodi 0,060 M, precipitarà carbonat de magnesi? Raoneu la resposta. Podeu considerar que els volums de les solucions són additius.

[0,6 punts]

2.3. Expliqueu com prepararíeu al laboratori els 100 mL de la solució de clorur de magnesi 0,012 M a partir d'una solució de clorur de magnesi 0,120 M. Quin material necessitaríeu?

[0,6 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: C = 12,0; O = 16,0; Mg = 24,3; Ca = 40,1.

35. PAU 2009 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció A)

Opció A

4. A 25 °C, es prepara una solució saturada d'hidròxid de zinc en aigua i el seu pH és 8,5.

4.1. Calculeu el valor de la constant producte de solubilitat, K_{ps}, de l'hidròxid de zinc a 25 °C i la massa d'hidròxid de zinc que hi ha dissolta en 5 L d'una solució saturada d'hidròxid de zinc en aigua.

[1,5 punts]

4.2. Calculeu la solubilitat de l'hidròxid de zinc en una solució de clorur de zinc $1{,}5 \cdot 10^{-2}$ M.

[0,5 punts]

DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; O = 16,0; Zn = 65,4.

36. PAU 2008 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció A)

Opció A

4. La fluorita és un mineral constituït per fluorur de calci (CaF_2)que generalment es troba en massissos granítics.

4.1. Considerant que el fluorur de calci és pràcticament insoluble en aigua, calculeu, expressant el resultat en $mg \cdot L^{-1}$, la solubilitat en aigua d'aquesta sal a 25 °C.

[1 punt]

4.2. El fluor és un element indispensable per al bon estat de les nostres dents. L'absència de fluorurs en la dieta propicia la càries, per bé que un excés no és desitjable, atès que en aquest cas les dents esdevenen fràgils i trencadisses. Per això, es recomana que l'aigua de boca presenti una concentració d'ions fluorur d'1,0 $mg \cdot L^{-1}$, sense sobrepassar la concentració d'1,5 $mg \cdot L^{-1}$.

Calculeu la concentració de fluorurs en una aigua de duresa alta, amb 320 mg de catió calci per litre, saturada de fluorur de calci. S'ajusta aquesta aigua a les recomanacions?

[1 punt]

DADES: K_{ps} (fluorur de calci, 25 °C) = $4{,}0 \cdot 10^{-11}$.
F = 19,0; Ca = 40,1.

37. PAU 2008 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció A)

Opció A

4. El sulfat d'alumini es fa servir en el tractament i la clarificació d'aigües i de solucions aquoses. Amb aquesta finalitat, es dissol el sulfat d'alumini en l'aigua, i a continuació, en addicionar hidròxid de sodi, es forma un precipitat gelatinós d'hidròxid d'alumini que s'enduu i sedimenta bona part dels contaminants que es troben en suspensió.

4.1. Escriviu la reacció corresponent a l'equilibri de solubilitat de l'hidròxid d'alumini ($Al(OH)_3$) i calculeu el pH d'una solució saturada d'hidròxid d'alumini en aigua.

[1,5 punts]

4.2. Raoneu com solubilitzaríeu un precipitat d'hidròxid d'alumini.

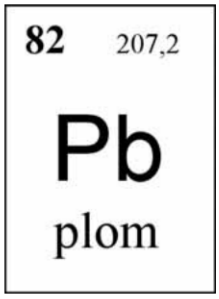
[0,5 punts]

DADES: K_{ps} (hidròxid d'alumini, 25 °C) = $3{,}7 \cdot 10^{-15}$.

38. PAU 2008 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 4 (Opció A)

Opció A

4. La ingestió contínua de quantitats petites de sals de plom acaba provocant saturnisme, una malaltia que afecta seriosament el nostre sistema nerviós. Per aquest motiu, la Unió Europea ha establert que el contingut de Pb^{2+} en les aigües potables no ha de sobrepassar els 10^{-5} g·L^{-1}.



4.1. La cerussita és un mineral constituït per carbonat de plom(II), una sal molt poc soluble en aigua. Raoneu si una aigua subterrània que ha estat en contacte amb la cerussita i, en conseqüència, s'ha saturat de carbonat de plom(II), es podria destinar, pel que fa al contingut de Pb^{2+} al consum de boca.

[1 punt]

4.2. Al laboratori es mesclen 150 mL d'una solució de nitrat de plom(II) 0,040 M amb 50 mL d'una solució de carbonat de sodi 0,010 M. Raoneu si precipitarà el carbonat de plom(II) en el recipient on s'ha fet la mescla. Què succeiria si aquesta mescla s'acidifiqués amb una solució diluïda d'àcid nítric? Escriviu la reacció corresponent.

[1 punt]

DADES: K_{ps} (carbonat de plom(II), 25 °C) = $1{,}5 \cdot 10^{-15}$.
Pb = 207,2.
Considereu que la temperatura ha estat sempre 25 °C, que els volums són additius i que l'àcid carbònic és un àcid feble.

Opció B

4. Atesa l'abundància en l'aigua de mar, on majoritàriament es troba en forma de clorur, el magnesi és un element pràcticament inesgotable. A la mar Morta, per exemple, amb unes aigües amb un elevat contingut en sals minerals, la concentració de Mg^{2+} és 44,0 $g \cdot L^{-1}$.

4.1. A 25 °C anem afegint, gota a gota, a 1 L d'aigua procedent de la mar Morta, una solució concentrada d'hidròxid de sodi fins a arribar a un pH = 12,0. Considerant que el volum de la solució afegida és negligible, calculeu la molaritat de l'ió Mg^{2+} a aquest pH i la massa d'hidròxid de magnesi que haurà precipitat.

[1,5 punts]

4.2. Expliqueu com podríeu dissoldre, mitjançant procediments químics, un precipitat d'hidròxid de magnesi. Escriviu la reacció corresponent.

[0,5 punts]

DADES: K_{ps} (hidròxid de magnesi, 25 °C) = $3{,}4 \cdot 10^{-11}$.
Masses atòmiques: H = 1,0; O = 16,0; Mg = 24,3.

40. PAU 2007 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció B)

Opció B

4. El clorur de plata és una sal insoluble amb una K_{ps} (25 °C) = $2{,}8 \cdot 10^{-10}$.

4.1. Calculeu la solubilitat, expressada en mol·L^{-1}, del clorur de plata a 25 °C.
[0,6 punts]

4.2. Calculeu la solubilitat, expressada en mol·L^{-1}, del clorur de plata a 25 °C en una solució 0,01 M de clorur de sodi, i justifiqueu aquest valor en comparació amb l'obtingut en l'apartat anterior. Quin nom rep el fenomen que justifica aquesta variació de solubilitat?
[1 punt]

4.3. Raoneu si la solubilitat del clorur de plata a 25 °C en una solució 0,005 M de clorur de calci serà major, igual o menor que la calculada en l'apartat 4.2.
[0,4 punts]

41. PAU 2007 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció A)

Opció A

4. A 25 °C, la solubilitat del fluorur de bari en aigua és 1,300 g·L^{-1}. Calculeu a aquesta temperatura:

4.1. La solubilitat del fluorur de bari expressada en mol·L^{-1}.
[0,4 punts]

4.2. La constant producte de solubilitat (K_{ps}) del fluorur de bari.
[1 punt]

4.3. La solubilitat del fluorur de bari, expressada en mol·L^{-1}, en una solució aquosa 0,500 M de fluorur de sodi.
[0,6 punts]

DADES: Masses atòmiques: F = 19,00; Ba = 137,3.

42. PAU 2006 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 1

1. A 25 °C una dissolució saturada d'hidròxid de calci té un pH = 12,35.

a) Calculeu la solubilitat de l'hidròxid de calci a 25° C i expresseu el resultat en g dm^{-3}. [1 punt]

b) Calculeu el K_{ps} de l'hidròxid de calci a 25 °C. [0,6 punts]

c) Expliqueu com podríeu dissoldre un precipitat d'hidròxid de calci. [0,4 punts]

Dades: Ca = 40,08; H = 1,01; O = 16,00

43. PAU 2006 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3

3. El sulfat d'estronci és una sal molt poc soluble en aigua. En evaporar tota l'aigua present en 250 mL d'una solució saturada a 25 °C de sulfat d'estronci s'obtenen 26,0 mg d'aquesta sal.

   a) Calculeu la solubilitat a 25 °C del sulfat d'estronci en aigua i expresseu-ne el resultat en mol L^{-1}. [0,5 punts]
   b) Calculeu la constant producte de solubilitat de la sal a 25 °C. [0,5 punts]
   c) Raoneu si es formarà precipitat de sulfat d'estronci quan es mesclin volums iguals de sengles dissolucions de sulfat de sodi 0,020 M i de clorur d'estronci 0,010 M. [0,7 punts]
   d) Indiqueu i raoneu el valor del producte de solubilitat a 25 °C del sulfat d'estronci en una dissolució 1,00 M de clorur de sodi. [0,3 punts]

   Dades: S = 32,1; O = 16,0; Sr = 87,6

44. PAU 2006 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 5 (Opció A)

5. A 1 L de dissolució de sulfat de magnesi 0,10 M s'hi va afegint gota a gota una dissolució concentrada d'hidròxid de sodi fins a aconseguir que el pH sigui 9,0. Considerant que el nombre de gotes de dissolució d'hidròxid de sodi afegides és tan petit que no comporta cap canvi en el volum de la dissolució:

   a) Calculeu la concentració d'ions hidròxid de la dissolució a pH = 9,0. [0,5 punts]
   b) Raoneu si precipitarà hidròxid de magnesi a pH = 9,0. [1 punt]
   c) Expliqueu com solubilitzaríeu un precipitat d'hidròxid de magnesi. [0,5 punts]

   Dades: K_{ps} de l'hidròxid de magnesi = $1{,}20\ 10^{-11}$

45. PAU 2006 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 5 (Opció B)

5. En les quatre qüestions següents, trieu **l'única resposta** que considereu vàlida (no cal justificar-la). Cada resposta errònia descompta un 33% de la puntuació prevista per a cada pregunta. Per contra, les preguntes no contestades no tindran cap descompte.

   Escriviu les vostres respostes en el quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (a, b, c o d). [0,5 punts per qüestió encertada]

   5.1. Per dissoldre un precipitat de $Ba(OH)_2$, quin pH serà més convenient que tingui la dissolució?
   a) pH = 2,0.
   b) pH = 7,0.
   c) pH = 10,0.
   d) El pH no té cap efecte en la redissolució del $Ba(OH)_2$.

   5.2. Si afegim aigua destil·lada a una dissolució saturada de AgCl en equilibri amb la sal sòlida:
   a) no passarà res, perquè el K_{ps} no varia.
   b) no passarà res, perquè no varia la quantitat present de cada ió.
   c) part del sòlid es dissoldrà i passarà a la dissolució.
   d) no es pot dir res, perquè caldria conèixer el nou valor del K_{ps}.

   5.3. El producte de solubilitat d'una sal en aigua:
   a) no varia encara que la dissolució contingui altres sals amb algun ió comú.
   b) és més gran quan les sals són molt insolubles.
   c) és molt petit per a les sals dels ions monovalents.
   d) té un valor semblant per a totes les sals d'un mateix anió.

   5.4. A una determinada temperatura, el K_{ps} del $BaSO_3$ és, aproximadament, 4 vegades més gran que el del $BaSO_4$. Per tant,
   a) la solubilitat del $BaSO_3$ és 4 vegades més gran que la del $BaSO_4$.
   b) la solubilitat del $BaSO_3$ és 2 vegades menor que la del $BaSO_4$.
   c) el nombre d'ions per unitat de volum a la dissolució de $BaSO_3$ és 4 vegades més petit que a la del $BaSO_4$.
   d) el nombre d'ions per unitat de volum a la dissolució de $BaSO_3$ és el doble que a la del $BaSO_4$.

46. PAU 2005 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 5 (Opció A)

5. El clorur de magnesi és una sal soluble en aigua. Això no obstant, si l'aigua emprada té caràcter bàsic es pot observar l'aparició d'un precipitat.

   a) Justifiqueu aquest fet, i indiqueu quina és l'espècie que precipita. [0,5 punts]
   b) Calculeu el producte de solubilitat de l'espècie anterior, sabent que el precipitat apareix quan es dissolen 1,35 g de clorur de magnesi en 250 cm^3 d'aigua de pH = 9. [1 punt]
   c) Indiqueu com es podria redissoldre el precipitat format. [0,5 punts]

   Dades: masses atòmiques: H = 1, O = 16, Mg = 24,3, Cl = 35,5

47. PAU 2005 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció B)

OPCIÓ B

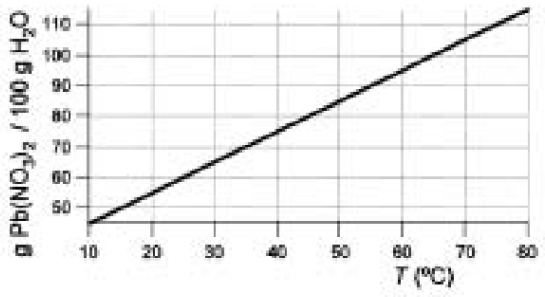
4. S'evaporen 250 cm^3 de dissolució saturada de sulfat de calci, i se n'obté un residu sòlid de 207 mg.
   a) Calculeu la solubilitat de la sal en mol · dm^{-3}. [0,5 punts]
   b) Calculeu la constant del producte de solubilitat del sulfat de calci. [0,5 punts]
   c) Determineu si precipitarà o no sulfat de calci en barrejar 50 cm^3 de nitrat de calci 0,001 M i 50 cm^3 de sulfat de sodi 0,01 M. [1 punt]

   Dades: masses atòmiques: O = 16, S = 32, Ca = 40

48. PAU 2005 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció A)

OPCIÓ A

4. La gràfica següent mostra la variació amb la temperatura de la solubilitat del $Pb(NO_3)_2$ en aigua, expressada en grams de solut per 100 grams d'aigua:



   a) Feu una estimació de la massa de $Pb(NO_3)_2$ que es pot dissoldre en 1 kg d'aigua a 25 °C. [0,5 punts]
   b) És saturada a 70 °C una dissolució de $Pb(NO_3)_2$ del 50% en massa? [0,5 punts]
   c) Es barregen 150 g de $Pb(NO_3)_2$ i 200 g d'aigua a 25 °C. Justifiqueu si la dissolució serà o no saturada i quina serà la massa de solut no dissolta (si n'hi ha). [0,5 punts]
   d) Justifiqueu si el procés de dissolució d'aquesta sal és exotèrmic o endotèrmic. [0,5 punts]

49. PAU 2004 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 5 (Opció B)

5. En les quatre qüestions següents, trieu **l'única resposta** que considereu vàlida (no cal justificar-la). Cada resposta errònia descompta un 33% de la puntuació prevista per a cada pregunta. Per contra, les preguntes no contestades no tindran cap descompte.

   Escriviu les vostres respostes en el quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (a, b, c o d).

   [0,5 punts per qüestió encertada]

5.1. El producte de solubilitat d'una sal en aigua:
   a) és una constant que només depèn de la temperatura.
   b) és una constant que depèn de la temperatura i el volum de la dissolució emprada.
   c) no és constant, ja que canvia si hi afegim una altra sal amb un ió comú.
   d) no és constant, ja que la solubilitat de la sal augmenta si hi posem més dissolvent.

5.2. Els productes de solubilitat del sulfat de plom(II) i del iodur de plom(II) són força semblants; això vol dir que la solubilitat del iodur de plom(II) és:
   a) molt semblant a la del sulfat de plom(II).
   b) més gran que la del sulfat, perquè el iodur de plom(II) es dissocia en tres ions.
   c) més petita que la del sulfat de plom(II), perquè aquest es dissocia en dos ions.
   d) més gran que la del sulfat de plom(II), perquè els sulfats són molt insolubles.

5.3. En una reacció redox, l'oxidant:
   a) cedeix electrons al reductor, el qual s'oxida.
   b) rep electrons del reductor, el qual s'oxida.
   c) cedeix electrons al reductor, el qual es redueix.
   d) rep electrons del reductor, el qual es redueix.

5.4. Formem una pila amb un elèctrode de Zn en una dissolució de $ZnSO_4$ i un elèctrode de Cu en una dissolució de $CuSO_4$. Les dissolucions estan unides per un pont salí. En aquestes condicions:
   a) el Cu^{2+} passa a Cu i el Zn^{2+} passa a Zn, agafant electrons del circuit extern.
   b) el Cu passa a Cu^{2+} i el Zn passa a Zn^{2+}, cedint electrons al pont salí.
   c) el Cu^{2+} passa a Cu i l'elèctrode de Zn és el càtode.
   d) el Cu^{2+} passa a Cu i l'elèctrode de Zn és l'ànode.

50. PAU 2004 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

OPCIÓ A

4. A 1000 cm^3 d'una dissolució de carbonat de sodi 0,001 mol · dm^{-3}, s'hi afegeix gota a gota dissolució de clorur de bari de concentració 0,001 mol · dm^{-3}. Quan se n'hi han afegit 8,2 cm^3, s'observa l'aparició d'un precipitat.

   a) Escriviu la reacció de precipitació que té lloc i indiqueu el producte que precipita. [0,5 punts]
   b) Calculeu el producte de solubilitat del precipitat format. [1 punt]
   c) Justifiqueu per què el precipitat format es redissol si s'afegeix àcid clorhídric a la dissolució. [0,5 punts]

51. PAU 2004 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 5 (Opció A)

5. Una dissolució té una concentració $1{,}0 \cdot 10^{-5}$ mol · dm^{-3} en ions bari i $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol · dm^{-3} en ions calci. Si hi anem afegint sulfat de sodi, indiqueu:

a) quina concentració de sulfat hi haurà en el moment en què comenci la precipitació del primer ió i quin serà aquest. [1 punt]
b) quina serà la concentració de l'ió que ha precipitat en primer lloc quan comenci a precipitar el segon ió. [1 punt]

Dades: K_{ps} ($BaSO_4$) = $1{,}1 \cdot 10^{-10}$; K_{ps} ($CaSO_4$) = $2{,}4 \cdot 10^{-5}$

2

52. PAU 2003 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció A)

OPCIÓ A

4. Una dissolució saturada d'hidròxid de zinc té pH = 8,5.
a) Quines són les concentracions dels ions hidròxid i zinc en aquesta dissolució? [0,5 punts]
b) Trobeu el producte de solubilitat de l'hidròxid de zinc. [0,5 punts]
c) Quina quantitat (en grams) d'hidròxid de zinc dissolt hi ha en 200 cm^3 de dissolució saturada? [0,5 punts]
d) De quina manera es podria incrementar la solubilitat d'aquest hidròxid? [0,5 punts]

Dades: masses atòmiques: H = 1; O = 16; Zn = 65,4

53. PAU 2003 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 5 (Opció A)

5. A temperatura ambient, una dissolució saturada de clorur de plom(II) conté 1,004 g de la sal en 250 cm^3 de dissolució.
a) Trobeu el producte de solubilitat del clorur de plom(II). [1 punt]
b) Determineu si es produirà precipitat en barrejar 10 cm^3 de dissolució de clorur de sodi 0,1 M amb 30 cm^3 de dissolució de nitrat de plom(II) 0,01 M. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: Cl = 35,5; Pb = 207,2

54. PAU 2003 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 5 (Opció B)

5. Les constants del producte de solubilitat (K_{ps}) del carbonat de plata i del iodat de plata són, respectivament, $8{,}2 \cdot 10^{-12}$ i $3{,}1 \cdot 10^{-8}$.
a) Determineu la solubilitat (en g/L) de cadascun dels dos compostos en aigua. [1 punt]
b) Justifiqueu en quina de les dues dissolucions saturades hi ha més ions plata per litre. [1 punt]

Dades: masses atòmiques: C = 12; O = 16; Ag = 108; I = 127

55. PAU 2002 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 3

Generalitat de Catalunya
Consell Interuniversitari de Catalu
Coordinació i Organització de les

3. L'anàlisi química d'una determinada mostra d'aigua diu que cada litre conté, entre altres espècies, 384 mg d'ió calci i 76,8 mg d'ió sulfat.
   a) Trobeu la concentració molar de calci i de sulfat en l'aigua esmentada. [0,5 punts]
   b) Justifiqueu per què no s'hi observa precipitat de sulfat de calci. [0,5 punts]
   c) Si a 1 L de l'aigua anterior afegim 200 cm^3 de dissolució 0,02 M de sulfat de sodi, s'observa precipitat? Justifiqueu-ho. [1 punt]

   Dades: masses atòmiques: O = 16; Na = 23; S = 32; Ca = 40
   K_{ps} (sulfat de calci) = $3 \cdot 10^{-5}$

56. PAU 2002 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció A)

OPCIÓ A

4. A 1 L de dissolució de nitrat de plata de concentració $1{,}0 \cdot 10^{-4}$ mol · dm^{-3} anem afegint, gota a gota, una dissolució 0,001 M de clorur de sodi. Quan hi hem afegit 1,8 cm^3 d'aquesta dissolució, apareix un precipitat.
   a) Escriviu la reacció que té lloc i especifiqueu el compost que precipita. [0,5 punts]
   b) Calculeu la constant del producte de solubilitat del precipitat que s'ha format. [1 punt]
   c) Expliqueu què s'observarà si afegim amoníac a la dissolució que conté el precipitat. [0,5 punts]

57. PAU 2001 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció A)

OPCIÓ A

4. La constant del producte de solubilitat de l'hidròxid de magnesi a 25 °C és $5{,}61 \cdot 10^{-12}$.
   a) Calculeu la solubilitat (en g/L) d'aquest compost en aigua pura. [0,5 punts]
   b) Calculeu la solubilitat (en g/L) en una dissolució d'hidròxid de sodi de pH = 12. [1 punt]
   c) Expliqueu de quina manera podríem aconseguir la redissolució del precipitat. [0,5 punts]

   Dades: masses atòmiques: O = 16, H = 1, Mg = 24,3.
   $K_w = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$.

58. PAU 2000 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció B)

OPCIÓ B

4. Es disposa de dues solucions de concentració 0,1 M, l'una de nitrat de plom (II) i l'altra de nitrat de plata, i hi afegim una solució d'àcid clorhídric.
   a) Quina concentració mínima d'àcid clorhídric caldrà per iniciar la precipitació de clorur de plom (II)? [1 punt]
   b) Si afegim àcid clorhídric a la dissolució de nitrat de plata fins a obtenir pH = 5, observarem precipitat de clorur de plata? Justifiqueu la resposta. [1 punt]

Dades: $Ks_{(clorur\ de\ plata)} = 1,7 \times 10^{-10}$; $Ks_{(clorur\ de\ plom)} = 1,8 \times 10^{-5}$.

59. PAU 2000 · Setembre · Sèrie 6 · Exercici 5 (Opció A)

5. Es disposa d'una solució 0,1 M de clorur de calci i 0,01 M de clorur de magnesi a la qual s'afegeix lentament una dissolució d'hidròxid de sodi.
   a) Indiqueu si precipitarà primer l'hidròxid de calci o el de magnesi. [1 punt]
   b) Es formarà precipitat d'hidròxid de calci quan el pH de la solució sigui igual a 10? [1 punt]

Dades: K_s (hidròxid de calci) = $5,5 \times 10^{-6}$; K_s (hidròxid de magnesi) = $1,1 \times 10^{-11}$.

60. PAU 2000 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

OPCIÓ A

4. a) A 298 K la solubilitat en aigua del bromur de calci és $2,0 \times 10^{-4}$ mol · dm^{-3}. Calculeu el K_{ps} del bromur de calci a la temperatura indicada. [1 punt]
   b) Justifiqueu qualitativament quin efecte cal esperar si a 1 litre de solució saturada de bromur de calci hi afegim 10 cm^3 d'una solució de bromur de potassi de la mateixa concentració. [1 punt]

61. PAU 2000 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció B)

OPCIÓ B

4. La fluorització dels subministraments urbans d'aigua produeix una concentració d'ions fluorur propera a 5×10^{-5} M.
   a) Escriviu la reacció de dissociació del fluorur de calci en aigua. [0,5 punts]
   b) Calculeu la solubilitat d'aquesta sal en aigua en mols per litre. [0,5 punts]
   c) És possible la precipitació del fluorur de calci en aigua del subministrament urbà que contingui una concentració de Ca^{2+} de 2×10^{-4} M? [1 punt]

Dades: $Ks_{(Fluorur\ de\ calci)} = 4 \times 10^{-11}$.