

Oxidación reducción

◊ PROBLEMAS

● Estequiometría redox

1. Pola acción do ácido HCl de riqueza 36 % en masa e densidade 1,19 g/cm³, o óxido de manganeso(IV) transfórmase en cloruro de manganeso(II), obténdose ademais cloro gasoso e auga.
- Axusta as ecuacións iónica e molecular polo método do ión-electrón.
 - Calcula o volume de HCl que será necesario para obter 3 litros de cloro gasoso a 25 °C e 1 atm de presión.

(A.B.A.U. extr. 23)

Rta.: a) $2 \text{Cl}^- + \text{MnO}_2 + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{Mn}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$; $4 \text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$;
b) $V(\text{HCl}) = 41,7 \text{ cm}^3$ (D)

2. Dada a seguinte reacción:
- $$\text{HCl}(\text{ac}) + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{ac}) + \text{NaNO}_2(\text{ac}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{ac}) + \text{CrCl}_3(\text{ac}) + \text{KCl}(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- Axusta as ecuacións iónica e molecular polo método do ión-electrón.
 - Calcula o volume de dicromato de potasio de concentración 2,0 mol/dm³ necesario para oxidar 20 g de nitrito de sodio.

(A.B.A.U. ord. 23)

Rta.: $3 (\text{NO}_2)^- + (\text{Cr}_2\text{O}_7)^{2-} + 8 \text{H}^+ \rightarrow 3 (\text{NO}_3)^- + 2 \text{Cr}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O}$;
 $3 \text{NaNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8 \text{HCl} \rightarrow 3 \text{NaNO}_3 + 2 \text{CrCl}_3 + 2 \text{KCl} + 4 \text{H}_2\text{O}$; b) $V = 48,3 \text{ cm}^3$ (D)

3. Dada a seguinte reacción: $\text{H}_2\text{S} + \text{NaMnO}_4 + \text{HBr} \rightarrow \text{S} + \text{NaBr} + \text{MnBr}_3 + \text{H}_2\text{O}$.
- Axusta a ecuación iónica polo método ión-electrón e escriba a ecuación molecular completa.
 - Calcula os gramos de NaMnO₄ que reaccionarán con 32 g de H₂S. Se se obtiveron 61,5 g de MnBr₃ calcule o rendemento da reacción.

(A.B.A.U. ord. 21)

Rta.: a) $2 \text{S}^{2-} + (\text{MnO}_4)^- + 8 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{S} + \text{Mn}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O}$; $2 \text{H}_2\text{S} + \text{NaMnO}_4 + 4 \text{HBr} \rightarrow 2 \text{S} + \text{MnBr}_3 + \text{NaBr} + 4 \text{H}_2\text{O}$; b) $m(\text{NaMnO}_4) = 66,6 \text{ g}$. Rto. = 44,5 %.

4. Dada a reacción redox: $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{KMnO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{MnSO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
- Axusta as ecuacións iónica e molecular polo método do ión-electrón.
 - Calcula o volume de SO₂, medido a 1,2 atm e 27 °C que reacciona completamente con 500 cm³ dunha disolución de concentración 2,8 mol/dm³ de KMnO₄.

Datos: $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; 1 atm = 101,3 kPa.

(A.B.A.U. extr. 20)

Rta.: a) $2 \text{MnO}_4^- + 5 \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+$;
 $2 \text{KMnO}_4(\text{aq}) + 5 \text{SO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{MnSO}_4(\text{aq}) + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$; b) $V = 71,8 \text{ dm}^3$.

5. Reaccionan 4,0 cm³ dunha disolución de concentración 0,1 mol/dm³ de KMnO₄ con 10,0 cm³ dunha disolución de ioduro de potasio en presenza de ácido clorhídrico para dar I₂, cloruro de manganeso(II), cloruro de potasio e auga.
- Axusta as ecuacións iónica e molecular polo método do ión-electrón.
 - Calcula a concentración da disolución de ioduro de potasio.

(A.B.A.U. ord. 20)

Rta.: a) $2 (\text{MnO}_4)^- + 10 \text{I}^- + 16 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{I}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$; $2 \text{KMnO}_4(\text{aq}) + 10 \text{KI}(\text{aq}) + 16 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow 5 \text{I}_2(\text{s}) + 2 \text{Cl}_2(\text{aq}) + 12 \text{KCl}(\text{aq}) + 8 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$; b) $[\text{KI}] = 0,200 \text{ mol/dm}^3$.

6. 100 g de NaBr trátanse con ácido nítrico concentrado de densidade 1,39 g/cm³ e riqueza 70 % en masa, ata reacción completa. Sabendo que os produtos da reacción son Br₂, NO₂, NaNO₃ e auga:
- Axusta as semirreaccións que teñen lugar polo método do ión-electrón, a ecuación iónica e a molecular.
 - Calcula o volume de ácido nítrico consumido.

(A.B.A.U. extr. 19)

Rta.: a) $2 \text{Br}^-(\text{aq}) + 2 \text{NO}_3^-(\text{aq}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{l}) + 2 \text{NO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l});$
 $2 \text{NaBr}(\text{aq}) + 4 \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\text{l}) + 2 \text{NO}_2(\text{g}) + 2 \text{NaNO}_3(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l});$ b) $V = 126 \text{ cm}^3 \text{ HNO}_3.$

7. O KMnO_4 reacciona con hipoclorito de potasio, KClO , en medio ácido sulfúrico, formando KClO_3 , MnSO_4 , K_2SO_4 e auga.
 a) Axusta as ecuacións iónica e molecular polo método do ión-electrón.
 b) Que volume dunha disolución que contén 15,8 g de permanganato de potasio por litro reacciona completamente con 2,0 litros doutra disolución que contén 9,24 g de hipoclorito de potasio por litro?

(A.B.A.U. ord. 19)

Rta.: a) $4 (\text{MnO}_4)^- + 5 (\text{ClO})^- + 12 \text{H}^+ \rightarrow 4 \text{Mn}^{2+} + 5 (\text{ClO}_3)^- + 6 \text{H}_2\text{O};$ $4 \text{KMnO}_4(\text{aq}) + 5 \text{KClO}(\text{aq})$
 $+ 6 \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 5 \text{KClO}_3(\text{aq}) + 4 \text{MnSO}_4(\text{aq}) + 2 \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{O};$ b) $V = 1,63 \text{ dm}^3.$

8. O sulfuro de cobre(II) sólido reacciona co ácido nítrico diluído producindo xofre sólido (S), NO , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ e auga.
 a) Axusta as reaccións iónica e molecular polo método do ión-electrón.
 b) Calcula os moles de NO que se producen ao reaccionar de forma completa 430,3 g de CuS .

(A.B.A.U. extr. 18)

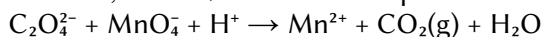
Rta.: a) $3 \text{S}^{2-} + 8 \text{H}^+ + 2 \text{NO}_3^- \rightarrow 3 \text{S} + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O}$
 $3 \text{CuS}(\text{s}) + 8 \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{S}(\text{s}) + 2 \text{NO}(\text{g}) + 3 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l});$ b) $n = 3,00 \text{ mol NO}.$

9. O cobre metálico reacciona con ácido nítrico concentrado formando dióxido de nitróxeno, nitrato de cobre(II) e auga.
 a) Axusta reacción iónica e molecular polo método do ión-electrón.
 b) Calcula o volume dunha disolución de ácido nítrico comercial do 25,0 % en masa e densidade $1,15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ que reaccionará con 5,0 g dun mineral que ten un 10 % de cobre.

(A.B.A.U. ord. 18)

Rta.: a) $\text{Cu} + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow 2 \text{NO}_2 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O};$ b) $V_d = 6,90 \text{ cm}^3.$

10. A valoración en medio ácido de 50,0 mL dunha disolución de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ require 24,0 mL de permanganato de potasio de concentración $0,023 \text{ mol/dm}^3$. Sabendo que a reacción que se produce é:



- a) Axusta a reacción iónica polo método do ión-electrón.
 b) Calcula os gramos de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ que hai nun litro da disolución.

(A.B.A.U. extr. 17)

Rta.: a) $5 \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2 \text{MnO}_4^- + 16 \text{H}^+ \rightarrow 10 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O}(\text{l});$ b) $[\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4] = 3,70 \text{ g/L}.$

11. O catión ferro (II) pode ser oxidado tal como ocorre nesta reacción:



- a) Axusta a ecuación iónica empregando o método do ión-electrón e escribe a ecuación molecular redox axustada.
 b) Sabendo que se empregaron $26,0 \text{ cm}^3$ dunha disolución de permanganato de potasio de concentración $0,025 \text{ mol/dm}^3$ para valorar $25,0 \text{ cm}^3$ dunha disolución que contén Fe^{2+} , calcula a concentración da disolución de Fe^{2+} .

(A.B.A.U. extr. 22)

Rta.: a) $(\text{MnO}_4)^- + 5 \text{Fe}^{2+} + 8 \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5 \text{Fe}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O};$
 $\text{KMnO}_4 + 5 \text{FeCl}_2 + 8 \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + 5 \text{FeCl}_3 + \text{KCl} + 4 \text{H}_2\text{O};$ b) $[\text{Fe}^{2+}] = 0,130 \text{ mol/dm}^3.$

12. a) Axusta polo método do ión-electrón a seguinte ecuación química, indicando as semirreaccións correspondentes, a especie que se oxida e a que se reduce:
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + \text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 b) Cantos gramos de sulfato de cromo(III) poderán obterse a partir de 5,0 g de dicromato de potasio se o rendemento da reacción é do 60 %?

(A.B.A.U. extr. 21)

Rta.: a) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6 \text{FeSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 7 \text{H}_2\text{O}$
 b) $m = 4,0 \text{ g Cr}_2(\text{SO}_4)_3.$

13. a) Empregando o método do ión-electrón, axusta as ecuacións iónica e molecular que corresponden a seguinte reacción redox: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{KBr}(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Br}_2(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
b) Calcula o volume de bromo líquido (densidade $2,92 \text{ g/cm}^3$) que se obterá ao tratar $90,1 \text{ g}$ de bromuro de potasio con cantidade suficiente de ácido sulfúrico.

(A.B.A.U. ord. 17)

Rta.: a) $(\text{SO}_4)^{2-} + 2 \text{Br}^- + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$; $2 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{KBr} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
b) $V = 20,7 \text{ cm}^3$.

● Electrólise

1. b) Faise pasar durante 2,5 horas unha corrente eléctrica de $5,0 \text{ A}$ a través dunha disolución acuosa de SnI_2 . Calcula os moles de I_2 liberados no ánodo.

Constante de Faraday, $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$.

(A.B.A.U. extr. 18)

Rta.: b) $n = 0,23 \text{ mol I}_2$.

2. a) Faise pasar durante 2,5 horas unha corrente de $2,0 \text{ A}$ a través dunha cela electroquímica que contén unha disolución de SnI_2 . Calcula a masa de estaño metálico depositada no cátodo.

(A.B.A.U. ord. 17)

Rta.: a) $m(\text{Sn}) = 11 \text{ g}$.

3. a) Faise pasar unha corrente eléctrica de $1,5 \text{ A}$ a través de 250 cm^3 dunha disolución acuosa de ións Cu^{2+} de concentración $0,1 \text{ mol/dm}^3$. Calcula o tempo que ten que transcorrer para que todo o cobre da disolución se deposite como cobre metálico.

(A.B.A.U. extr. 19)

Rta.: a) $t = 54 \text{ min}$.

4. Realízase a electrólise dunha disolución de cloruro de ferro(III) facendo pasar unha corrente de 10 amperios durante 3 horas . Calcula:

a) Os gramos de ferro depositados no cátodo.

b) O tempo que tería que pasar a corrente para que no ánodo se desprendan $20,5 \text{ L}$ de Cl_2 gas medidos a 25°C de temperatura e 1 atm de presión.Datos: $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$;constante de Faraday, $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$.

(A.B.A.U. ord. 18)

Rta.: a) $m = 20,8 \text{ g Fe}$; b) $t = 4,5 \text{ h}$.

5. a) Faise pasar unha corrente eléctrica de $0,2 \text{ A}$ a través dunha disolución acuosa de sulfato de cobre(II) durante 10 minutos . Calcula os gramos de cobre depositados.

(A.B.A.U. extr. 17)

Rta.: a) $m = 0,040 \text{ g Cu}$.

◇ CUESTIÓNS

● Potenciais

1. Explica razoadamente, escribindo as correspondentes reaccións, que sucederá se engadimos limaduras de ferro a unha disolución de $\text{Cu}^{2+}(\text{ac})$.

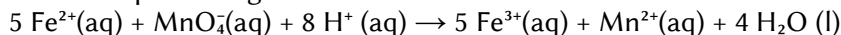
Datos: $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$.

(A.B.A.U. ord. 22)

◇ LABORATORIO

● Valoración redox

1. Para determinar a concentración dunha disolución de FeSO_4 realízase unha valoración redox na que $18,0 \text{ cm}^3$ de disolución de KMnO_4 de concentración $0,020 \text{ mol/dm}^3$ reaccionan con $20,0 \text{ cm}^3$ da disolución de FeSO_4 . A reacción que ten lugar é:



- a) Calcula a concentración da disolución de FeSO_4 .
b) Nomea o material necesario e describe o procedemento experimental para realizar a valoración.

(A.B.A.U. extr. 18)

Rta.: $[\text{FeSO}_4] = 0,090 \text{ mol/dm}^3$.

● Pilas

1. Constrúese no laboratorio a seguinte pila galvánica: $|\text{Pb}(\text{s})||\text{Pb}^{2+}(\text{ac}, 1 \text{ M})||\text{Cu}^{2+}(\text{ac}, 1 \text{ M})|\text{Cu}(\text{s})|$.

- a) Escribe as semirreaccións de oxidación, de redución e a reacción global. Calcula a forza electromotriz da pila.
b) Debuxa un esquema da pila, representando as semicelas que actúan como ánodo e como cátodo, detallando material e reactivos, así como o sentido do fluxo dos electróns durante o funcionamento da pila.

Datos: $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,12 \text{ V}$.

(A.B.A.U. extr. 23)

Rta.: a) $E^\circ = 0,46 \text{ V}$.

2. a) Xustifica que reacción terá lugar nunha pila galvánica formada por un eléctrodo de cobre e outro de cadmio en condicións estándar, indicando as reaccións que teñen lugar no ánodo e no cátodo. Calcula a forza electromotriz da pila nestas condicións.

- b) Fai un esquema da montaxe da pila no laboratorio, detallando o material e os reactivos necesarios e sinalando o sentido de circulación dos electróns.

$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$.

(A.B.A.U. ord. 23)

Rta.: a) $E^\circ = +0,74 \text{ V}$

3. Constrúese no laboratorio unha pila galvánica con eléctrodos de Au e Cd.

- a) Escribe as reaccións que teñen lugar nos eléctrodos indicando: o ánodo e o cátodo, a reacción global e a forza electromotriz da pila.

- b) Fai un esquema detallado da montaxe da pila no laboratorio, indicando material, reactivos e o sentido do fluxo dos electróns durante o funcionamento da pila.

Datos: $E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = +1,50 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$.

(A.B.A.U. extr. 22)

Rta.: a) $E^\circ = 1,90 \text{ V}$.

4. Constrúese unha pila cos elementos Cu^{2+}/Cu e Al^{3+}/Al , dos que os potenciais estándar de redución son $E^\circ = +0,34 \text{ V}$ e $-1,66 \text{ V}$, respectivamente.

- a) Escribe as reaccións que teñen lugar en cada un dos eléctrodos e a reacción global da pila.

- b) Fai un esquema desta pila, indicando todos os elementos necesarios para o seu funcionamento. En que sentido circulan os electróns?

(A.B.A.U. ord. 21)

Rta.: $E^\circ = 2,00 \text{ V}$.

5. a) Explica como construíría no laboratorio unha pila empregando un eléctrodo de cinc e un eléctrodo de níquel, indicando o material e os reactivos necesarios.

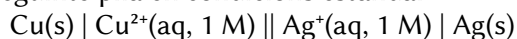
- b) Indica as semirreaccións que teñen lugar en cada eléctrodo, a reacción iónica global e calcule a forza electromotriz da pila.

Datos: $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$.

(A.B.A.U. extr. 20)

Rta.: $E^\circ = 0,51 \text{ V}$.

6. No laboratorio constrúese a seguinte pila en condicións estándar:



- a) Fai un debuxo da montaxe, indicando o material e os reactivos necesarios.

b) Escribe as semirreaccións de redución e oxidación, a reacción iónica global da pila e calcula o potencial da mesma en condicións estándar.

Datos: $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$.

(A.B.A.U. ord. 20, extr. 19)

Rta.: b) $E^\circ = 0,46 \text{ V}$.

7. a) Fai un esquema indicando o material e os reactivos que se necesitan para construír no laboratorio a pila que ten a seguinte notación $\text{Fe(s)} \mid \text{Fe}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ M}) \parallel \text{Cu}^{2+}(\text{aq}, 1 \text{ M}) \mid \text{Cu(s)}$.

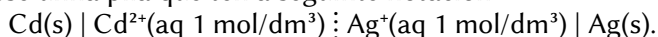
b) Escribe as semirreaccións que se producen no ánodo e no cátodo e indica as súas polaridades. Escribe a reacción iónica global e calcula a forza electromotriz da pila.

Datos: $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$.

(A.B.A.U. ord. 19)

Rta.: b) $E^\circ = 0,78 \text{ V}$.

8. No laboratorio constrúese unha pila que ten a seguinte notación:



a) Indica as reaccións que teñen lugar en cada eléctrodo, o proceso total e calcula a forza electromotriz.

b) Detalla o material, reactivos necesarios e debuxa a montaxe indicando cada unha das partes.

Datos: $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$.

(A.B.A.U. extr. 17)

Rta.: a) $E^\circ = 1,20 \text{ V}$.

9. a) Xustifica que reacción terá lugar nunha pila galvánica formada por un eléctrodo de cobre e outro de cinc en condicións estándar, a partir das reaccións que teñen lugar no ánodo e o cátodo. Calcula a forza electromotriz da pila nestas condicións.

b) Indica como realizaría a montaxe da pila no laboratorio para facer a comprobación experimental, detallando o material e os reactivos necesarios.

Datos: $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$.

(A.B.A.U. ord. 17)

Rta.: $E^\circ = 1,10 \text{ V}$.

Cuestións e problemas das [probos de avaliación do Bacharelato para o acceso á Universidade](#) (A.B.A.U. e P.A.U.) en Galiza.

[Respostas](#) e composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).