

# COMHAD FÍRICÍ: CEIMIC GCE

## 4.5 COTHROMAÍOCHTAÍ AIGÉAD-BUNANNA



### Torthaí Foghlama

#### Ba chóir do dhaltaí a bheith ábalta:

- 4.5.1** úsáid a bhaint as teoiric Brønsted-Lowry maidir le haigéid agus bunanna le cur síos ar aistriú prótón i gcothromaíochtaí aigéad-bunanna, agus coincheap díseanna comhchuingeacha aigéad-bunanna san áireamh;
- 4.5.2** na téarmaí  $K_w$ ,  $K_a$ , pH,  $pK_w$  agus  $pK_a$ , a shainmhíniú, agus na haonaid a bhaineann leo a thabhairt chun cuimhne san áit chuí;
- 4.5.3** áirimh a bhaineann le pH a dhéanamh faoi choinne aigéid láidre, bunanna láidre agus aigéid laga;
- 4.5.4** an téarma tuaslagán maolánach a shainmhíniú, agus tuiscint a léiriú air, agus míniú cáilíochtúil a thabhairt ar an dóigh a bhfeidhmíonn tuaslagán maolánach;
- 4.5.5** an pH atá ag tuaslagán maolánach déanta d'aigéad lag aonbhunata agus de hidrósaid sóidiam a ríomh; agus
- 4.5.6** an dóigh a bhfaightear cuair thoirtmheasctha trí thurgnamh a thabhairt chun cuimhne;
- 4.5.7** cuair thoirtmheasctha a úsáid le roghnú an táscaire a mhíniú; tuar a dhéanamh an mbeadh tuaslagán salainn aigéadach, alcaileach nó neodrach, bunaithe ar láidreachtaí coibhneasta an mháthair-aigéid agus an mháthairbhuin;

- 4.5.8** tuar a dhéanamh an mbeadh tuaslagán salainn aigéadach, alcaileach nó neodrach bunaithe ar láidreachtaí coibhneasta an agus an mháthairbhuin;

### Teoiric Brønsted-Lowry d'aigéid agus de bhunanna

De réir an teoiric d'aigéid agus de bhunanna a chuir an ceimiceoir Briotanach Lowry agus an ceimiceoir Sualannach Brønsted chun tosaigh

**Is bronntóir prótón é aigéad Brønsted**

**Is glacoír prótón é bun Brønsted**

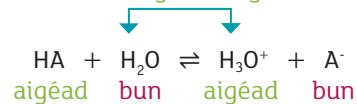
Is ian hidrigine ( $H^+$ ) é prótón

Baineann cothromaíocht aigéad-bunanna le haistriú prótón. I gcothromaíochtaí dá leithéid bronnann an t-aigéad prótón ar an bhun. Ós rud é go bhfuil na himoibriúcháin seo inchúlaithe, tá aigéad agus bun ar an dá thaobh den chothromóid, tugtar péirí comhchuingeacha aigéad-bunanna orthu.

#### Sampla 1: aigéad le huisce

Sa tul-imoibriúchán bronnann HA prótón ar am mhóilín uisce, ag gníomhú mar aigéad agus ag foirmiú  $A^-$ . Sa chúl-imoibriúchán glacann  $A^-$  le prótón ó  $H_3O^+$  agus gníomhaíonn mar bhun. Is é  $A^-$  bun comhchuingeach an aigéid HA. Glacann an t-uisce le prótón agus gníomhaíonn mar bhun.

Péire comhchuingeach aigéad-bunanna

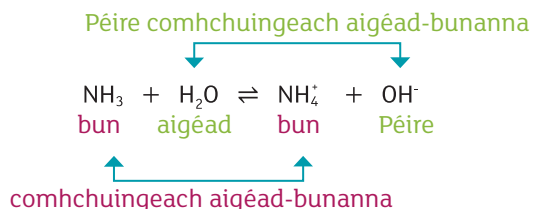


Péire comhchuingeach aigéad-bunanna

**Sampla 2: bun le uisce**

I dtuaslagáin, bíonn bunanna ag glacadh prótón ó mhóilíní uisce, agus is féidir leo siúd prótón a bhronnadh sa chúl-imoibriúchán. Bronnann an t-uisce prótón agus gníomhaíonn sé mar aigéad.

Mar shampla:



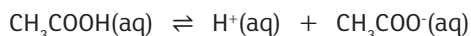
**Is é is aigéad láidir ann, ceann a dhíthiomsaíonn go hiomlán ina iain i dtuaslagán.**



Léiríonn saighead iomlán go bhfuil díthiomsúchán críochnaithe. Cuirtear síos ar aigéad hidreaclórach mar aigéad láidir aonbhunata mar go dtáirgeann mól amháin de HCl aon mhól de  $\text{H}^+(\text{aq})$ .

**Aigéad aonbhunata, bronnann sé prótón amháin an móilín**

**Is é is aigéad lag ann, ceann a dhíthiomsaíonn go neamhiomlán ina iain i dtuaslagán.**

**pH**

An pH atá ag tuaslagán, is é an logartam diúltach é le bun 10 den tiúchan ian hidrigine mhólarach.

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] \quad \text{gan aonaid}$$

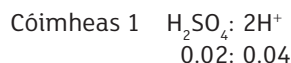
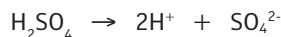
Le tiúchan na n-ian hidrigine a ríomh ón pH úsáid

$$[\text{H}^+] = 10^{(-\text{pH})}$$

**Ríomh pH d'aigéid láidre**

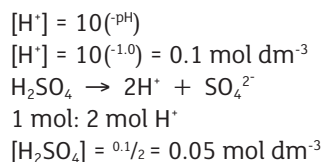
Sampla 1: Cad é pH de 0.02 mol dm<sup>-3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?

Ar dtús, scríobh an chothromóid do dhíthiomsú an aigéid, le líon na mól d'ian hidrigine a fhoirmítear a oibriú amach.



$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(0.04) = 1.4$$

Sampla 2. Cad é tiúchan tuaslagán aigéad sulfarach a bhfuil pH de 1.0 aige?

**Táirge ianach d'uisce K<sub>w</sub>**

Bíonn uisce ag díthiomsú go neamhiomlán ina iain hidrigine agus ina iain hidrocsaíde



K<sub>w</sub> is táirge ianach an uisce é

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Ag 25°C, K<sub>w</sub> = 1.00 × 10<sup>-14</sup> mol<sup>2</sup> dm<sup>-6</sup>  
Na haonaid de K<sub>w</sub> is mol<sup>2</sup> dm<sup>-6</sup> iad i gcónaí

Tá an slonn seo fíor maidir le gach tuaslagán ag teocht an tseomra má tá uisce i láthair.

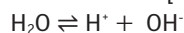
Chomh maith leis sin

$$\text{pK}_w = -\log_{10}K_w = 14 \text{ at } 25^\circ\text{C}$$

**pH uisce íon a ríomh**

Is tairiseach cothromaíochta é K<sub>w</sub> agus athraíonn le teocht, uaidh sin athraíonn pH an uisce íon leis an teocht.

Don uisce íon  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  mar



Ríomh pH an uisce íon ag

12°C (K<sub>w</sub> ag 12 °C = 4.52 × 10<sup>-15</sup> mol<sup>2</sup> dm<sup>-6</sup>).

K<sub>w</sub> = [H<sup>+</sup>][OH<sup>-</sup>] ach don uisce íon [H<sup>+</sup>] = [OH<sup>-</sup>] mar sin de

$$K_w = [\text{H}^+]^2$$

$$4.52 \times 10^{-15} = [\text{H}^+]^2$$

$$[\text{H}^+] = 6.72 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(6.72 \times 10^{-8}) = 7.17$$

## pH bun láidir a ríomh

Le pH bun láidir a ríomh, úsáid an slonn  $K_w$  leis an tiúchan  $[H^+]$  a aimsiú agus ansin faigh an pH.

Mar shampla. Ríomh an pH de thuaslagán 0.1 mol  $dm^{-3}$  de hidrocсаáid photaisiam ag 298 K.

$K_w = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$  at 298 K

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$1.00 \times 10^{-14} = [H^+] \times 0.1$$

$$[H^+] = 1 \times 10^{-13} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$pH = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(1 \times 10^{-13}) = 13$$

## pH na n-aigéad lag a ríomh

Bíonn aigéid laga ag díthiomsú go neamhiomlán i dtuaslagán agus mar sin de níl an tiúchan ian hidrigine mar an gcéanna le tiúchan an aigéid. Le pH aigéad lag a ríomh, úsáid tairiseach díthiomsúcháin an aigéid  $K_a$ .

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$$

Do dhíthiomsú aigéad lag  $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$   
Bíonn aonaid mol  $dm^{-3}$  ag  $K_a$  i gcónaí.

Don aigéad lag  $[H^+] = [A^-]$

uaidh sin

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]}$$

agus má tá  $K_a$  agus tiúchan an aigéid ar eolas, is féidir an  $[H^+]$  agus pH a ríomh. Glacann muid leis ag an chothromaíocht nár athraigh an  $[HA]$  mar go bhfuil an  $[H^+]$  an-bheag in aigéad lag.

Tugann luach  $K_a$  tomhas ar láidreacht an aigéid. Dá airde an  $K_a$ , is amhlaidh is láidre an t-aigéad. In amanna bíonn luachanna  $K_a$  an-bheag agus bíonn sé níos áisiúla láidreacht na n-aigéad a thaifeadh mar luachanna  $pK_a$ . Má tá  $K_a$  mór, ansin tá  $pK_a$  beag agus tá an t-aigéad  $pK_a$  láidir.

$$pK_a = -\log_{10}K_a$$

### Sampla

Tá luach  $K_a$  ag aigéad eatánóch de  $1.8 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$  ag 300 K. Cad é pH de thuaslagán 0.10 mol  $dm^{-3}$  de

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]} \quad [HA] = 0.10 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[H^+]^2}{0.10}$$

aigéad eatánóch ag an teocht seo?

$$1.8 \times 10^{-5} \times 0.10 = [H^+]^2$$

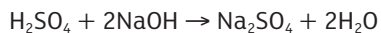
$$[H^+] = 1.34 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$pH = -\log_{10}(1.34 \times 10^{-3}) = 2.87$$

## pH a ríomh i ndiaidh neodrúcháin

**Mar shampla:** Ríomh pH tuaslagán atá ann mar gheall ar mheascadh 25 cm<sup>3</sup> de 0.1 mol dm<sup>-3</sup> aigéad sulfarach agus 25 cm<sup>3</sup> de 0.1 mol dm<sup>-3</sup> hidrósáid sóidiam.

Ar dtús, is gá a oibriú amach líon na mól de gach tuaslagán, agus a chinntiú cén ceann acu atá i láthair i bhfarasbarr, agus úsáid a bhaint as seo leis an pH a aimsiú.



$$\text{Móil de NaOH} = \frac{v \times c}{1000} = \frac{25 \times 0.1}{1000} = 0.0025$$

$$\text{Móil de H}_2\text{SO}_4 = \frac{v \times c}{1000} = \frac{25 \times 0.1}{1000} = 0.0025$$

Is é an cóimheas ná 2NaOH : 1H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Mar sin de, imoibríonn 0.0025 mól de NaOH le 0.00125 mól de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Tá an t-aigéad sulfarach i bhfarasbarr faoi 0.0025-0.00125 = 0.00125 mól

Tá an 0.00125 mól tuaslagtha in 50 cm<sup>3</sup> (25+25) de thuaslagán.

Is tiúchan é seo de 0.025 mol dm<sup>-3</sup>



Cóimheas	1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	:	2	H <sup>+</sup>
	0.025		:	0.050	

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(0.050) = 1.3$$

## Cuair thoirtmheasctha a chinneadh trí thurgnamh

- Cuir tuaslagán aigéadach/bunata de thoirt agus de thiúchan atá ar eolas i bhfleascán cónúil. Cuir 3 bhraon de tháscaire ann.
- Líon buiréad le haigéad/bun de thiúchan atá ar eolas.
- Cuir an t-aigéad/bun isteach i gcodanna 5 cm<sup>3</sup> ó bhuiréad, agus measc le corraitheoir maighnéadach.
- Taifead pH an tuaslagáin i ndiaidh gach ceann a chur isteach. (úsáid méadar pH nó páipéar pH caolréimse)
- Cuir an t-aigéad/bun isteach i gcodanna 1 cm<sup>3</sup> de réir mar atáthar ag teacht i dtreo an chríochphointe.
- Breac graf de pH in aghaidh toirt aigéid/buin a cuireadh leis. Is cuair thoirtmheasctha é seo.

## Cuair thoirtmheasctha

Tarlaíonn an réigiún ceartingearach i gcuair thoirtmheasctha nuair a bhíonn an toirt cheart d'aigéad/alcaile curtha isteach don neodrúchán. Tá táscaire fóirsteanach don thoirtmheascadh má tá an **t-athrú gasta ar pH** ag an chuid cheartingearach ar an chuar **ag forluí ar réimse pH an táscaire**. Tá 4 chineál dhifriúla de chuar thoirtmheasctha ann. Athraíonn oráiste meitile a dhath idir luachanna pH de 3-5 agus athraíonn dath idir luachanna pH de 8-10.

1. Toirtmheascadh aigéad láidir/ bun láidir m.sh.

HCl/NaOH

Má chuirtear an bun leis an aigéad sa fhleascán chónúil, tosaíonn an cuair ag pH 0-2 (aigéad láidir) agus tá méadú iontach mall, go dtí ag an chríochphointe athraíonn an pH go gasta ó 3 go 10 agus tá cuid cheartingearach ar an chuar. Críochnaíonn an cuair ar pH 12-14 (alcaile láidir).

Aon táscaire a athraíonn dath sa réimse pH atá ag comhfhreagairt don chuid cheartingearach den chuar thoirtmheasctha m.sh. oráiste meitile, feanóiltailín.

2. Toirtmheascadh aigéad láidir/ bun lag m.sh. HCl/ aimínia.

Má chuirtear an bun leis an aigéad sa fhleascán chónúil, tosaíonn an cuair ag pH 0-2 (aigéad láidir) agus tá méadú iontach mall, go dtí ag an chríochphointe athraíonn an pH go gasta ó 3 go 8 agus tá cuid cheartingearach ar an chuar. Críochnaíonn an cuair thart ar pH 10 (alcaile lag).

Aon táscaire a athraíonn dath sa raon pH atá ag comhfhreagairt don chuid cheartingearach den chuar thoirtmheasctha, tá sé fóirsteanach m.sh. tá oráiste meitile fóirsteanach ach níl feanóiltailín.

3. Toirtmheascadh aigéad lag/ bun láidir m.sh aigéad eatánóch NaOH.

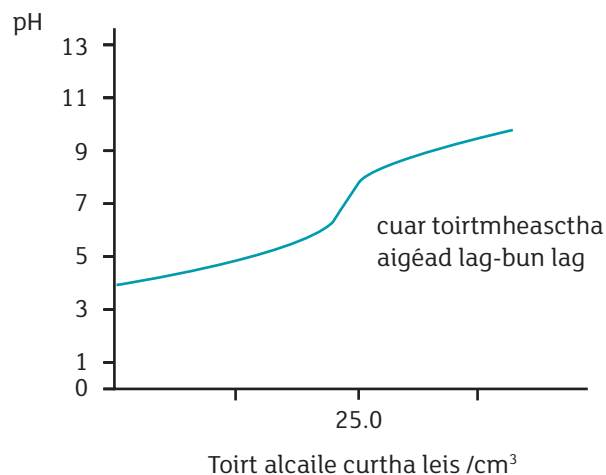
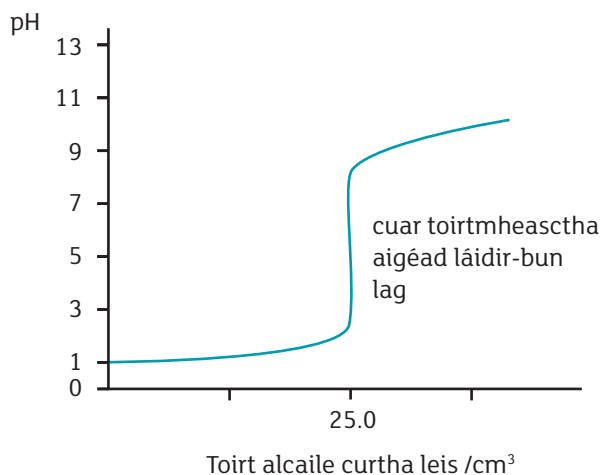
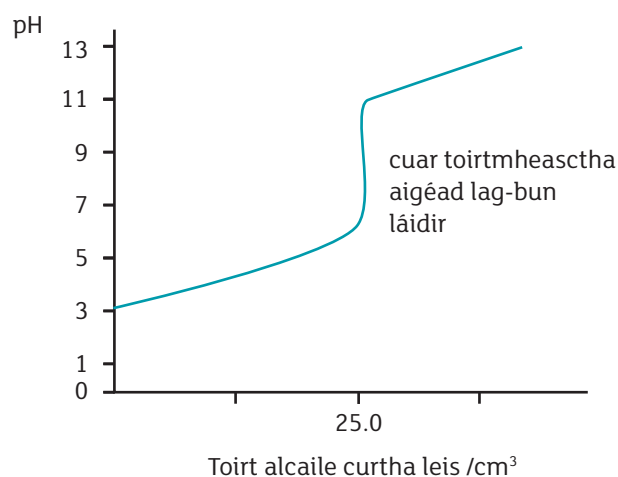
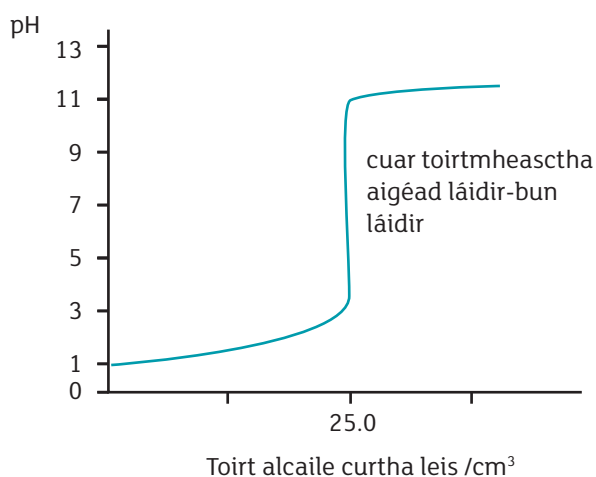
Má chuirtear an bun leis an aigéad sa fhleascán chónúil, tosaíonn an cuair ag pH 3 (aigéad láidir) agus tá méadú iontach mall, go dtí ag an chríochphointe athraíonn an pH go gasta ó 6 go 10 agus tá cuid cheartingearach ar an chuar. Críochnaíonn an cuair thart ar pH 13 (alcaile láidir). Aon táscaire a athraíonn dath sa raon pH atá ag comhfhreagairt don chuid cheartingearach den chuar thoirtmheasctha m.sh. feanóiltailín ach ní oráiste meitile.

4. Toirtmheascadh aigéad lag/ bun lag m.sh. aigéad eatánóch/ amóinia

Má chuirtear an bun leis an aigéad sa fhleascán chónúil, tosaíonn an cuar ag pH 3 (aigéad lag). Ní bhíonn méadú gear ar pH agus níl cuid ar bith den chuar ceartingearach. Athraíonn an pH de réir a chéile in áit go tobann agus mar sin de, ní bhíonn aon chríochphointe soiléir ann. Críochnaíonn an cuar thart ar pH 11 (alcaile lag). Ní dhéantar aigéid laga agus bunanna laga a thoirtmheascadh le táscaire, is minic a úsáidtear méadar pH.

Tabhair do d'aire, má chuirtear an t-alcaile leis an aigéad, sa chás sin bíonn an cuar inbhéartaithe. Má tá tú ag sceitseáil cuair thoirtmheasctha, ba chóir duit toirt an tuaslagáin atá de dhíth ag an chríochphointe a oibriú amach i gcónaí.

Tá feanóiltailéin éadathach in aigéad agus bándearg in alcaile.  
Tá oráiste meitile dearg in aigéad agus buí in alcaile



## Tuaslagáin Mhaolánacha

**Is é is tuaslagán maolánach ann ná tuaslagán atá friotaíoch in aghaidh athruithe ar pH má chuirtear méideanna beag aigéid nó alcaile leis.**

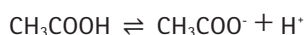
Bíonn aigéad lag agus salann aigéad lag i dtuaslagán maolánach aigéadach, mar shampla is tuaslagán maolánach é tuaslagán d'aigéad eatánóch agus eatánóait sóidiam.

An dóigh a n-oibríonn tuaslagán maolánach.

I dtuaslagán aigéadach ina bhfuil aigéad eatánóch agus eatánóait sóidiam i dtuaslagán, tá méid mór den aigéad eatánóch dhíthiomsaithe, mar gur aigéad lag é

- méid mór ian eatánóáite, mar gheall ar dhíthiomsú iomlán na heatánóáite sóidiam i dtuaslagán.
- Uaidh sin, tá taiscumar d'ian aigéad eatánóch agus eatánóáite ag tuaslagán maolánach.

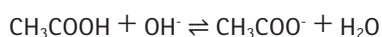
*Aigéad (H<sup>+</sup>) a chur le tuaslagán maolánach*



- Bogann suíomh na cothromaíochta ar clé leis na hian H<sup>+</sup> a cuireadh leis a bhaint as
- Coinníonn seo an pH beagnach tairiseach

Sa tuaslagán maolánach tá taiscumar de na hian eatánóáite ann.

*Alcaile (OH<sup>-</sup>) a chur le tuaslagán maolánach*



- Is féidir leis an aigéad eatánóch neamhdhíthiomsaithe na hian hidrocsaíde a bhaint as agus an pH a chothabháil.
  - Nó is féidir leis na hian hidrocsaíde comhcheangal le H<sup>+</sup> agus uisce a fhoirmiú, rud a thiomáineann an chothromaíocht
- $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$  go taobh na láimhe deise lerud éigin a chur in áit na n-ian H<sup>+</sup> agus an pH a choinneáil.

## pH tuaslagán maolánach a ríomh

Is féidir pH tuaslagán maolánach a ríomh ag úsáid chothromóid Henderson-Hasselbalch.

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log_{10} \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Is é [A<sup>-</sup>] tiúchan an ainiaín, a nglactar leis go bhfuil sí mar an gcéanna le tiúchan an tsalainn, mar go ndíthiomsaíonn sí go hiomlán i dtuaslagán.

Is é [HA] tiúchan an aigéid.

Mar shampla: Más é an  $K_a$  don aigéad eatánóch ag 25°C is  $1.8 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ , cad é pH tuaslagáin a bhfuil  $1.0 \text{ mol dm}^{-3}$  eatánóait sóidiam agus  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  aigéad eatánóch ann?

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log_{10} \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{pH} = -\log_{10} K_a + \log_{10} \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{pH} = -\log_{10} (1.8 \times 10^{-5}) + \log (1.0/0.1)$$

$$\text{pH} = 4.7 + 1 = 5.7$$

## Hidrealú salainn

Is féidir le tuaslagán salainn bheith aigéadach, alcaileach nó neodrach, ag brath ar nádúr idirghníomhú na n-ian salainn le huisce (hidrealú salainn). Glacann caitiaín agus ainiaín an tsalainn dhíthiomsaithe le hian hidrigine ó uisce nó bronnann siad iain hidrigine ar uisce.

Cineál salainn	Aigéad, alcaile nó neodrach	Sampla
Salann déanta d'aigéad láidir agus de bhun láidir	neodrach	Clóiríd sóidiam Sulfáit photaisiam
Salann déanta d'aigéad lag agus de bhun láidir	Alcaileach – imoibríonn an t-ian diúltach le huisce, bronnann an t-uisce prótón ar an ian diúltach, fágann sin iain OH <sup>-</sup> i dtuaslagán $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$	Eatánóait sóidiam
Salann déanta de bhun lag agus d'aigéad láidir	Aigéadach – bíonn an t-ian deimhneach ag imoibriú le huisce, agus bronnann prótón le H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> aigéadach a fhoirmiú $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$	Clóiríd amóiniam
Salann déanta d'aigéad lag agus de bhun lag	Aigéadach nó alcaileach ag brath ar láidreacht an aigéid nó an alcaile.	Eatánóait amóiniam



## Ceisteanna Athbhreithnithe

1 Cén ceann de na tuaslagáin seo a leanas a bhfuil pH de 1 aige?

- A 0.1 mol dm<sup>-3</sup> HCl
- B 0.1 mol dm<sup>-3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- C 0.2 mol dm<sup>-3</sup> HCl
- D 0.2 mol dm<sup>-3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

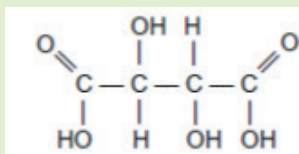
2 Cén ceann de na salainn seo a leanas a tháirgfeadh tuaslagán neodrach agus é tuaslagtha ar uisce?

- A clóiríd amóiniam B
- B clóiríd photaisiam
- C eatánóáit photaisiam
- D carbónáit sóidiam

3 Cén ceann acu seo thíos arb é aigéad comhchuingeach é den ian hidriginfosfáite(V), HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>?

- A H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- B H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>
- C H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>
- D PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

4



aigéad tartarach

a) Is é 2.9 an chéad luach pK<sub>a</sub> d'ianú aigéad tartarach. Ríomh pH de thuaslagán 0.1 mol dm<sup>-3</sup> d'aigéad tartarach. Glac leis nach mbíonn ach aon H<sup>+</sup> ag díthiomsú.

[3]



- b) Má dhéantar aigéad tartarach a thoirtmheascadh le NaOH, luaigh táscaire fóirsteanach, agus mínigh an fáth ar táscaire fóirsteanach é.

.....  
 ..... [2]

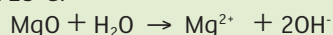
- c) Gníomhaíonn meascán d'aigéad tartarach agus d'ian tartráite mar thuaslagán maolánach. Ag úsáid  $C_4H_6O_6^-$  le seasamh don aigéad tartarach agus  $C_4H_5O_6^-$  le seasamh d'ian tartráite, scríobh cothromóidí lena thaispeáint an dóigh a mbíonn an tuaslagán maolánach seo ag freagairt nuair a chuirtear aigéad agus bun leis.

.....  
 ..... [2]

- 5 Mínigh an modh gníomhaithe atá ag tuaslagán maolánach d'eatánóait sóidiam agus aigéad eatánóch. Ní mór duit cothromóidí a úsáid lena mhíniú an dóigh a ndéanann sé imoibriúchán le  $H^+$  agus  $OH^-$ .

.....  
 .....  
 .....  
 ..... [3]

- 6 Ríomh pH an tuaslagáin a tháirgtear nuair a thuaslagtar 0.0006 g de MgO in 100  $cm^3$  d'uisce ag 25°C.  $K_w = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2\text{dm}^{-6}$  at 25°C.



.....  
 ..... [3]

- 7 Cé acu arb é pH tuaslagáin é a fhoirmítear nuair a mheasctar 500  $cm^3$  de 0.4  $\text{mol dm}^{-3}$  HCl le 500  $cm^3$  de 0.1  $\text{mol dm}^{-3}$  NaOH?

- A 13.18  
 B 12.47  
 C 0.82  
 D 0.52

