

# COMHAD FÍRICÍ: CEIMIC GCE

## 4.3 RÁTAÍ IMOIBRITHE



### Torthaí Foghlama

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

- 4.3.1** Rátachothromóidí simplí san fhoirm seo a úsáid: ráta =  $k[A]^x[B]^y$   
(san áit ar 0, 1 nó 2 iad x agus y);
- 4.3.2** na téarmaí seo a thuiscint:  
• ráta imoibriúcháin; • ord; agus  
• rátathairiseach;
- 4.3.3** rátachothromóidí simplí a dhéanamh amach as sonraí turgnamhacha; agus
- 4.3.4** a dhéanamh amach, as graf tiúchan-am nó graf ráta-tiúchan, ráta an imoibriúcháin agus/nó an t-ord maidir le himoibreáin.
- 4.3.5** a thabhairt chun cuimhne go bhfuil gaolmhaireacht ann idir an rátachothromóid agus meicníocht, mar shampla, na meicníochtaí SN1 agus SN2 do hidrealú alcaileach na halaigionalcán príomhúil agus treasach;
- 4.3.6** rátachothromóidí simplí a dhéanamh amach as sonraí turgnamhacha; agus
- 4.3.7** luaigh modhanna turgnamhacha fóirsteanach le staidéar a dhéanamh ar ráta imoibriúcháin, mar shampla, toirtmheascadh iaidín agus dathmhéadracht;
- 4.3.8** mínigh, go cáilióchtúil, éifeacht na teochta agus an fhuinnimh ghníomhachtúcháin ar an rátathairiseach

#### Rátaí imoibriúcháin

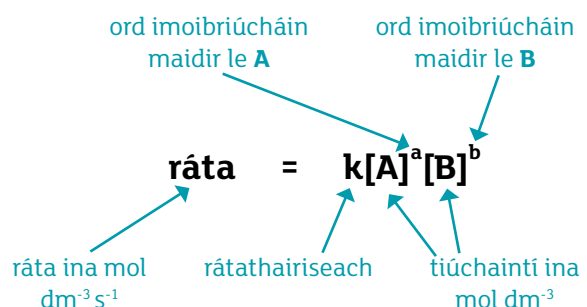
Is féidir ráta imoibriúcháin a thomhas bunaithe ar cé chomh gasta atá tiúchan imoibreán ag laghdú nó cé chomh gasta atá tiúchan táirge ag méadú, i.e. **Is é an ráta imoibriúcháin ná an t-athrú ar thiúcháin (méid) imoibreáin nó táirge maidir le ham.**

Is iad aonaid an ráta ná tiúchan in aghaidh aonad ama, mar shampla  $\text{dm}^{-3} \text{s}^{-1}$  (mol in aghaidh  $\text{dm}^3$  in aghaidh an tsoicind).

#### Rátachothromóidí

Taispeánann rátachothromóid an dóigh a bhfuil ráta imoibriúcháin nasctha le tiúchan. Lúibíní cearnacha thart ar shubstaint, mar shampla [HCl] nó  $[\text{H}^+]$ , léiríonn siad uilig tiúchan, ina mol  $\text{dm}^{-3}$  den tsubstaint atá taobh istigh de na lúibíní.

Tá rátachothromóid d'imoibriúchán  $A + B \rightarrow C + D$  á taispeáint thíos



An t-ord a thugtar maidir le himoibreán áirithe, is é an chumhacht é a n-ardaítear tiúchan an imoibreáin seo chuici sa rátachothromóid.

An t-ord foriomlán, is é sin suim na gcumhachtaí a n-ardaítear na téarmaí tiúchana chucu sa rátachothromóid.

An rátathairiseach, k, is é sin an tairiseach comhréireachta a nascann ráta an imoibriúcháin leis na tiúchaintí sa rátachothromóid.

Mar shampla

Don rátachothromóide ráta =  $k[A]^2[B]^2$

Is é 2 an t-ord maidir le A

Is é an t-ord maidir le B ná 2

Is é an t-ord foriomlán ná  $2+2 = 4$

Is é is imoibriúchán **ord nialais** ann ná imoibriúchán ina bhfuil an ráta neamhspleách ar thiúchan i. níl éifeacht ar bith ar an ráta má athraítear tiúchan an imoibreáin. Is féidir le himoibriúchán bheith d'ord nialais maidir le himoibreán ar leith, agus ní nochtann an t-imoibreán seo sa rátachothromóid.

#### Aonaid k

Tá na haonaid seo ag ráta  **$\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$** . Tá aonaid an rátathairisigh ag brath ar ord foriomlán an imoibriúcháin agus ní mór iad a ríomh.

Mar shampla,

$\text{ráta} = k [C]^2[D]$

Na haonaid don ráta, agus na haonaid don tiúchan a chur isteach

$$\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1} = k (\text{mol dm}^{-3})^2 (\text{mol dm}^{-3})$$

$$\cancel{\text{mol dm}^{-3}} \text{s}^{-1} = k (\text{mol dm}^{-3})^2 (\cancel{\text{mol dm}^{-3}})$$

$$\text{s}^{-1} = k (\text{mol dm}^{-3})^2$$

á atheagrú le K a aimsiú

$$\frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol dm}^{-3})^2} = k$$

$$(\text{mol dm}^{-3})^{-2} \text{s}^{-1} = k$$

$$\text{mol}^{-2} \text{dm}^6 \text{s}^{-1} = k$$

An tábla thíos, taispeánann sé aonaid an rátathairisigh d'oird choitianta fhoriomlána.

Ord foriomlán an	Aonaid an rátathairisigh, k
1	$\text{s}^{-1}$
2	$\text{mol}^{-1} \text{dm}^3 \text{s}^{-1}$
3	$\text{mol}^{-2} \text{dm}^6 \text{s}^{-1}$
4	$\text{mol}^{-3} \text{dm}^9 \text{s}^{-1}$
5	$\text{mol}^{-4} \text{dm}^{12} \text{s}^{-1}$

### Éifeacht athruithe ar thiúchan ar ráta

Don imoibriúchán:  $B + X + Y \rightarrow E + F$ , is é an rátachothromóid: ráta  $[B]^2[Y]$ .

Ord maidir le B = 2

Ord maidir le Y = 1

Ord maidir le X = 0, mar níl sé sa rátachothromóid.

Ord foriomlán =  $2+1 = 3$

Má athraítear tiúchan imoibreáin, b'fhéidir go mbeadh éifeacht aige sin ar an ráta. Don rátachothromóid seo, ráta =  $k [B]^2[Y]$  agus mar sin de, mar shampla

Má tá [X] mar an gcéanna le x 2, x 10 etc níl éifeacht ar bith ar an ráta mar gur ord nialais é.

Má tá [Y] mar an gcéanna le x 2, mar sin de is é x 2 an ráta, nó más x 10 é, ansin is é x 10 an ráta, mar is den chéad ord é.

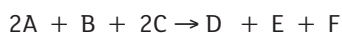
Má tá [B] mar an gcéanna le x 2, mar sin de, is é an ráta ná x4 ( $2^2$ ) nó má tá [B] mar an gcéanna le x 3, is é an ráta ná x 9 ( $3^2$ ) nó má tá [B] mar an gcéanna le x 1/2, mar sin de, is é an ráta ná x 1/4 ( $(1/2)^2$ ) mar is den dara hord é.

#### Rátachothromóidí a oibriú amach ó shonraí turgnamhacha

Níl gaol ar bith idir rátachothromóidí agus an chothromóid chothromaithe siombailí agus ní féidir iad a oibriú amach ach go turgnamhach. Le rátachothromóid a oibriú amach, scrúdaigh na sonraí turgnamhacha agus déan breathnú ar an éifeacht, má tá éifeacht ar bith ann, a bhaineann le tiúchan imoibreán amháin a athrú, le linn don imoibreán eile a bheith tairiseach.

**Sampla**

Rinneadh na sonraí seo a leanas a bhailiú don imoibriúchán seo:



[A]/ mol dm <sup>-3</sup>	[B]/ mol dm <sup>-3</sup>	[C]/ mol dm <sup>-3</sup>	ráta imoibriúcháin/ mol dm <sup>-3</sup> s <sup>-1</sup>
1.0	0.50	0.40	1.8 × 10 <sup>-4</sup>
1.0	0.40	0.40	1.8 × 10 <sup>-4</sup>
1.0	0.30	0.20	9.0 × 10 <sup>-5</sup>
0.10	0.20	0.40	1.8 × 10 <sup>-5</sup>

Aimsigh an rátachothromóid, agus luach agus aonaid k.

Cuir turgnamh 1 agus turgnamh 2 i gcomparáid (rónna 1 agus 2)

Tá [A] tairiseach; tá [C] tairiseach; tá [B] athraithe ach tá an ráta tairiseach, agus sin an fáth ar ord nialais é an t-ord maidir le B

Cuir turgnamh 1 agus turgnamh 4 i gcomparáid.

Déantar [A] a athrú - tá sé x 1/10 tá [B] athraithe ach tá a fhios agat cheana féin gur ord nialais é an t-ord do B agus nach bhfuil aon éifeacht aige seo ar an ráta, tá [C] tairiseach. Is é x 1/10 an ráta, uaidh sin tá an t-ord maidir le A = 1

Cuir turgnamh 1 agus turgnamh 3 i gcomparáid

Tá [A] tairiseach; tá [B] athraithe ach tá a fhios agat cheana féin gur nialas an t-ord do B agus nach bhfuil aon éifeacht aige seo ar an ráta; tá [C] athraithe – tá sé x 1/2. Is é x 1/2 an ráta agus mar sin de is 1 an t-ord maidir le C

Is é an rátachothromóid ná ráta = k [A][C]

Le luach an rátathairisigh a oibriú amach, cuir isteach luachanna ar bith ón tábla, mar shampla, ag úsáid ró 1

$$\text{ráta} = k[A][C]$$

$$1.8 \times 10^{-4} = k (1.0 \times 0.4)$$

$$k = 0.00045$$

Le haonaid k a oibriú amach

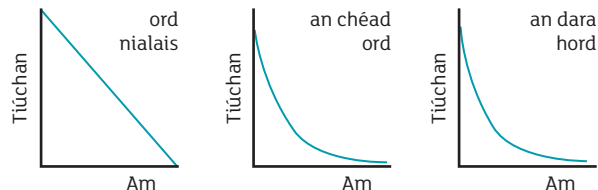
$$\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1} = k (\text{mol dm}^{-3}) (\text{mol dm}^{-3})$$

$$k = \text{mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$$

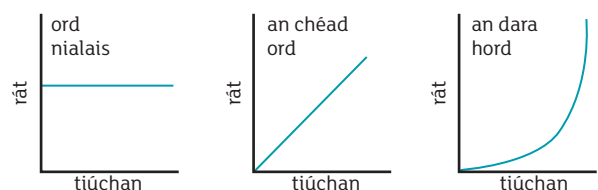
Is é an chothromóid ná ráta = k [A][C] agus  
k = 0.00045 mol<sup>-1</sup> dm<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>

**Graif a úsáid**

Do ghráf tiúcháin-ama, is é an ráta an grádán. Nuair is líne chuartha í, leis an ghrádán a aimsiú, ní mór duit grádán an tadhlaí leis an líne ag pointí difriúla a thógáil.



Is féidir graf ráta-tiúchana a bhreacadh le hord an imoibriúcháin seo a dhéanamh amach.



**Modhanna turgnamhacha le staidéar a dhéanamh ar rátaí imoibríthe**

Ráta imoibriúcháin ceimiceach a thomhas, tá sé ag brath ar bheith ábalta athrú ar méid nó ar thiúchan imoibreáin a thomhas le linn an imoibriúcháin. Is féidir modhanna difriúla a úsáid, ar a n-áirítear:

**1. Dathmhéadar a úsáid** – Déanann dathmhéadar an méid solais a thomhas a ionsúitear nuair a théann sé trí thuaslagán agus tá sé taifeadta mar ionsúiteacht. Tá sé úsáidte d'imoibreáin nó táirgí daite. An scagaire a roghnaítear, ba chóir dó gan ligean isteach ach an tonnfhad a ionsúnn an tuaslagán daite. Ba chóir cuair calabrúcháin a tharraingt ar dtús le tiúchaintí den imoibreán nó den táirge atá ar eolas, ionas gur féidir léamh an dathmhéadair a nascadh go díreach leis an tiúchan.

Déantar an meascán imoibriúcháin a chur i ndathmhéadar agus ag amanna difriúla, tóghtar léamh an dathmhéadair ag úsáid an chuair chalabrúcháin.

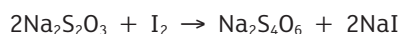
Tarraingítear graf de thiúchan in aghaidh ama. Grádán tadhlaí ag tiúchan ar bith ar an ghraf, tabharfaidh sin an ráta ag an ghrádán sin. Faightear grádán an tadhlaí ag tiúchaintí difriúla agus déantar graf ráta in aghaidh tiúchana a bhreacadh leis an ord a chinneadh.

© Science Photo Library



Is féidir dathmhéadar a úsáid le ráta imoibriúcháin a thomhas.

**2. Toirtmheascadh.** Cuirtear tús leis an imoibriúchán trí na tuaslagáin a mheascadh agus glactar sampla as le pipéad ag amanna éagsúla. Is minic a mhúchtar an sampla leis an imoibriúchán a stopadh trí fhuarú gasta nó trí thoirnt mhór uisce nó ceimiceán a bhaineann imoibreán as a chur leis. Déantar na samplaí a thoirntmheascadh ansin le tiúchan an imoibreáin nó an táirge a aimsiú agus is féidir graf den tiúchan in aghaidh ama a tharraingt. Má fhaightear grádán na dtadhlaí ag tiúchaintí difriúla ar an ghraf, tabharfaidh sin an ráta ag an ghrádán sin. Leis an ord a aimsiú breac ráta in aghaidh tiúchana. Is féidir an modh seo a úsáid le ráta imoibriúcháin eistearúcháin a oibriú amach; tá na samplaí toirtmheasctha le halcailí. Le ráta an imoibriúcháin a bhaineann le hiaidín a oibriú amach, mar shampla própánón ag imoibriú le hiaidín i láthair catalaíoch aigéadach, is féidir an modh seo a úsáid fosta. An t-iaidín neamhimoibrithe atá fágtha, déantar é a thoirntmheascadh le tuaslagán caighdeánach tiasulfáit sóidiam, go dtí go bhfuil sé ar dhath an tuí/buí, ansin cuirtear táscaire stáirse leis agus lean an toirtmheascadh go dtí go n-athraíonn an stáirse ó ghorm-dubh go héadathach.



**3. pH a thomhas** thar am ag úsáid méadar pH, agus tiúchan ian hidrigine a ríomh ag úsáid  $[\text{H}^+] = 10^{(-\text{pH})}$ . Is féidir graf de  $[\text{H}^+]$  in aghaidh ama a tharraingt agus arís is féidir grádáin na dtadhlaí ag  $[\text{H}^+]$  áirithe a thógáil agus tá an grádán cothrom

leis ag ráta ag an tiúchan seo  $\text{H}^+$ . Is féidir graf de thiúchan in aghaidh ama a tharraingt agus tugann an cruth an t-ord.

**4. Monatóireacht** a dhéanamh ar tháirge gásach thar am, ag úsáid **gás-steallaire** nó trí mheá a úsáid agus tomhas a dhéanamh ar an **chailteanas i mais**.

## Meicníocht agus ráta – hidrealú halaigionalcáin príomhúla agus threasacha

Má tá roinnt céimeanna i gceist le himoibriúchán, b'fhéidir go dtarlódh cuid acu ar ráta níos gasta ná cuid eile, ach ní thig leis an imoibriúchán dul níos gasta ná an chéim is moille.

**An chéim a socraítear an ráta aici, is í an chéim is moille i meicníocht an imoibriúcháin í.** Is é sin an rud a chinneann an ráta foriomlán.

Gach speiceas sa chéim a socraítear an ráta aici, bíonn sé le fáil sa rátachothromóid.

Tá gaolmhaireacht idir an rátachothromóid agus an mheicníocht. Mar shampla, tá meicníocht  $\text{S}_\text{N}2$  ag hidrealú alcaileach na halaigionalcán príomhúil. Is é an rátachothromóid ná

$$\text{ráta} = k [\text{OH}^-][1^\circ \text{halaigionalcán}]$$

Ciallaíonn seo go bhfuil an t-ian hidrocсаáide agus an halaigionalcán araon bainteach sa chéim is moille, an chéim a socraítear an ráta aici.

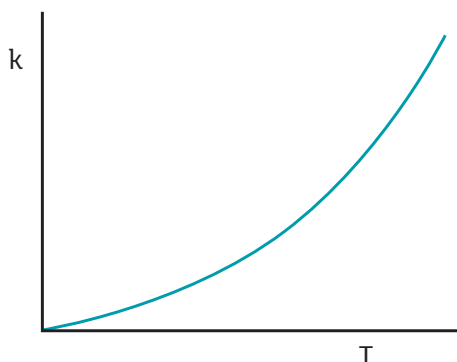
Tá meicníocht  $\text{S}_\text{N}1$  ag hidrealú alcaileach na halaigionalcán treasach. Is é an rátachothromóid ná

$$\text{ráta} = k [3^\circ \text{halaigionalcán}]$$

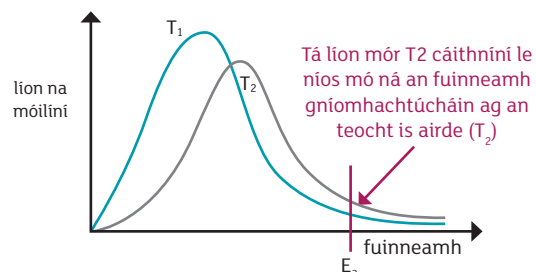
Ciallaíonn seo nach bhfuil ach halaigionalcán bainteach sa chéim is moille, an chéim a socraítear an ráta aici, mar atá taispeánta sa mheicníocht nach bhfuil ach an chéim is moille bainteach leis an halaigionalcán. (féach AS2)

## Éifeacht teochta ar an rátathairiseach

Is tairiseach teocht-spleách é an rátathairiseach. Bíonn a luach tairiseach d'imoibriúchán ar leith, ag teocht ar leith, ach méadaíonn an luach go heaspónantúil de réir mar a mhéadaíonn an teocht. Bheadh graf an rátathairisigh ( $k$ ) in éadan teochta (á tomhas ina ceilvin) déanta mar atá thíos:



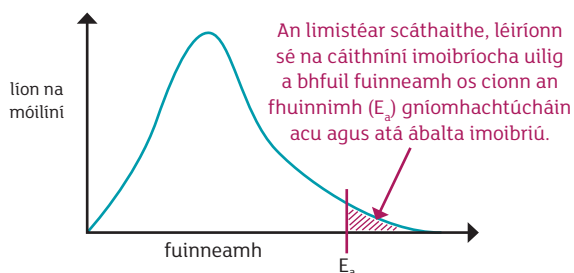
An limistéar faoin chuar, tugann sé líon na móilíní, uaidh sin, de réir mar a mhéadaítear an teocht, bogann an cuar ar dheis agus éiríonn sé níos leithne, agus mar sin de is mó líon na móilíní a bhfuil an fhuinneamh gníomhachtúcháin níos airde acu agus tá ráta an imoibriúcháin níos gasta.



## Éifeacht na teochta ar an fhuinneamh gníomhachtúcháin.

Ní tharlaíonn imoibriúchán mura bhfuil an fuinneamh gníomhachtúcháin  $E_a$  ag na cáithníní atá ag imbhuiladh (an t-íosfhuinneamh atá de dhíth le go dtarlódh imoibriú). Ag teocht níos airde, ciallaíonn fuinneamh cinéiteach méadaithe na gcaithníní go sáraíonn níos mó cáithníní an fuinneamh gníomhachtúcháin agus mar sin de, bíonn i bhfad níos mó imbhuailtí ann in aghaidh aonad ama, agus bíonn méadú ar an ráta imoibriúcháin mar gheall air sin.

Is cuar Maxwell-Boltzmann é seo.



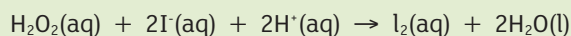


## Ceisteanna Athbhreithnithe

- 1 Tá an ráta imoibriúcháin idir X agus Y, go foriomlán is den tríú hord é. Cé acu de na rátachothromóidí seo a leanas **nach bhfuil** ceart?

- A Ráta =  $k[X]^1[Y]^3$   
 B Ráta =  $k[X]^1[Y]^2$   
 C Ráta =  $k[X]^2[Y]^1$   
 D Ráta =  $k[X]^2[Y]^1[Z]^0$

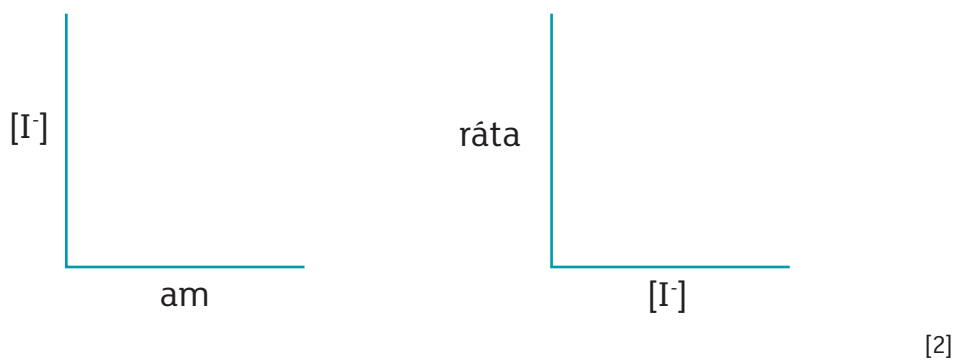
- 2 Déanann sárocsaíd hidrigine iain iaidíde a ocsaídiú de réir na cothromóide thíos:



- a) Ainmnigh an t-imoibriú agus an toradh ionchais lena thaispeáint go dtáirgtear iaidín san imoibriúchán.

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

- b) (i) Tá an t-imoibriúchán den chéad ord maidir le hiain iaidíde. Úsáid na haiseanna thíos le cruthanna na ngraf a mbeifí ag dúil leo a tharraingt.



- (ii) An tábla thíos, taispeánann sé rátaí tosaigh imoibrithe do thiúchaintí difriúla de shárocsaíd hidrigine agus iain hidrigine ag teocht thairiseach.

turgnamh	$[\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})]$ ( $\text{mol dm}^{-3}$ )	$[\text{H}^+(\text{aq})]$ ( $\text{mol dm}^{-3}$ )	ráta tosaigh $e \times 10^{-6}$ ( $\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$ )
1	0.00075	0.10	2.1
2	0.00150	0.10	4.2
3	0.00150	0.20	4.2

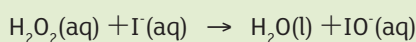
(iii) Luaigh an rátachothromóid don imoibriúchán idir  $\text{H}_2\text{O}_2$  agus iain  $\text{I}^-$  aigéadaithe.

..... [1]

(iv) Do thurgnamh 1 ba é  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  é tiúchan na n-ian iaidíde. Ríomh luach an rátathairisigh, agus luaigh a aonaid, má tá aonaid ar bith ann.

..... [1]

c) Tarlaíonn an t-imoibriúchán in dhá chéim. Is é an chéad chéim an chéim a socraítear an ráta aici agus is é seo:



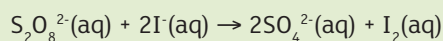
(i) Cad é a chiallaíonn **an chéim a socraítear an ráta aici**?

..... [1]

(ii) Luaigh an chothromóid don dara céim san imoibriúchán.

..... [2]

**3** Fuarthas na torthaí seo a leanas i dturgnamh leis an ráta imoibriúcháin a oibriú amach idir iain shársulfáite ( $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ) agus iain iaidíde i dtuaslagán.



tiúchan de $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{mol dm}^{-3}$	tiúchan de $\text{I}^-/\text{mol dm}^{-3}$	ráta tosaigh $/\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
0.050	0.050	0.18
0.100	0.050	0.36
0.100	0.100	0.72

(i) Cuir síos ar an dóigh a ndéanfa staidéar ar ráta gníomhúcháin an imoibriúcháin. Ní mór tiúchan ceann de na himoibreáin nó táirgí a thomhas maidir leis an am agus ansin is féidir iad a úsáid le ráta an imoibriúcháin a oibriú amach.

..... [3]

Caighdeán na cumarsáide scríofa [2]

(ii) Oibrigh amach ord an imoibriúcháin maidir le gach ceann de na himoibreáin.

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

(iii) Scríobh an rátachothromóid don imoibriúchán.

..... [2]

(iv) Bain úsáid as an imoibriúchán lena mhíniú cad é a chiallaíonn an téarma ord foriomlán imoibriúcháin.

..... [1]

(v) Ríomh an rátathairiseach agus luaigh a aonaid.

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

