

Fonaments d'Enginyeria Química  
MO70399

# Pràctica 1:

## Balanç de matèria

Grup B

Torn 2

Baldi Garcia, Isaac: 1667260  
Barbens Calzadilla, Carla: 1666167  
Belmonte Leiva, Marc: 1619451  
Bujones Umbert, Jun Shan: 1549086  
Franco Avilés, Eric: 1666739  
Gómez Rubio, Miquel: 1668850  
González Barea, Eric: 1672980  
Jacas García, Eira: 1666616

6 pàgines

Gener 2025

# Índex

1	Calibratge .....	1
1.1	Recta de calibratge: concentració sal - conductivitat dissolució .....	1
1.2	Corba de calibratge: cabal volumètric - revolucions per minut bomba.....	1
2	Resultats experimentals.....	2
2.1	Volum del tanc.....	2
2.2	Temps de residència .....	2
2.3	Concentració del cabal de sortida .....	2
3	Conclusions .....	3
A	Hipòtesis i càlculs .....	4
B	Taules dades experimentals.....	5

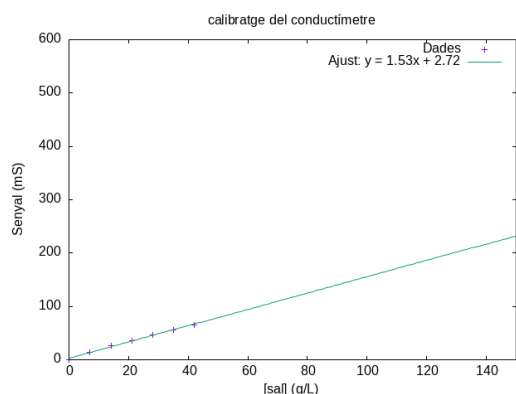
## Resum

En aquesta pràctica, el nostre objectiu era aplicar el balanç de matèria a un reactor de tanc agitat per on circula aigua mantenint el volum constant. Primerament, hem hagut de construir dues rectes de calibratge per poder relacionar les mesures instrumentals amb les dades que ens interessava estudiar. Segonament, hem muntat un sistema en què podem mesurar la variació de la concentració de sal d'una dissolució aquosa en el reactor en operació en continu. Així hem pogut comparar els resultats teòrics amb els experimentals.

## 1 Calibratge

Per dur a terme l'experiment primer hem calibrat els instruments que ho necessitaven, en aquest cas, la bomba i el conductímetre.

### 1.1 Recta de calibratge: concentració sal - conductivitat dissolució

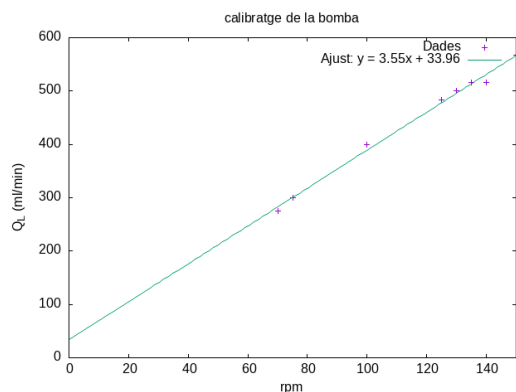


**Taula 1:** Calibratge del conductímetre

Conductivitat (mS)	Massa sal (g)
0,626	0,000
13,87	0,700
25,7	1,410
35,8	2,118
47,2	2,810
56,1	3,502
65,5	4,213

**Figura 1:** Recta de calibratge del Conductímetre

### 1.2 Corba de calibratge: cabal volumètric - revolucions per minut bomba



**Taula 2:** Calibratge de la Bomba

rpm	Cabal (mL/min)
150	566,6666667
140	516,6666667
135	516,6666667
130	500
125	483,3333333
100	400
70	275
75	300

**Figura 2:** Recta de calibratge de la bomba

Usant el programari Gnuplot© hem construït aquests gràfics i n'hem generat les equacions de la recta de regressió. Aquesta recta ens servirà en el primer cas per ajustar el cabal a partir de les revolucions de la bomba i en el segon cas per trobar els valors de la concentració de sal dins del tanc a partir de les dades conductiomètriques

## 2 Resultats experimentals

### 2.1 Volum del tanc

Hem mesurat el volum del tanc:  $V=4L$

Massa sal perquè concentració dins tanc sigui 40g/L:  $m_{sal} = 160g$

### 2.2 Temps de residència

Temps de residència cabal=270.16 mL/min calculat:  $\tau = 888.38s$

Temps de residència cabal=491.42 mL/min calculat:  $\tau = 488.39s$

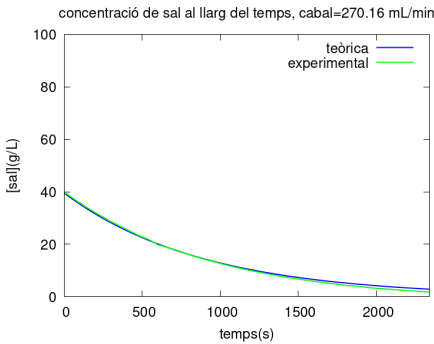
Temps de residència obtingut experimentalment pel cabal=270.16 mL/min :  $\tau_{regr} = 783.00s$

Temps de residència obtingut experimentalment pel cabal=491.42 mL/min :  $\tau_{regr} = 448.67s$

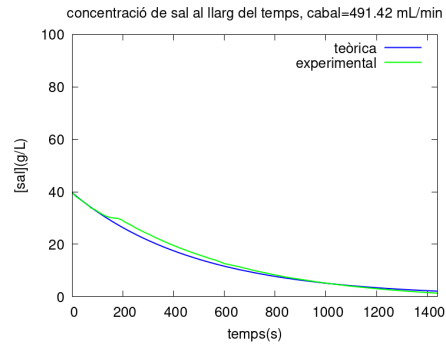
Error relatiu de  $\tau_{Q_L=270.16mL/min} = 11,86\%$

Error relatiu de  $\tau_{Q_L=491.42mL/min} = 8,132\%$

### 2.3 Concentració del cabal de sortida



(a) Concentració al llarg del temps per al cabal de 300 L/min (exp:270 L/min).



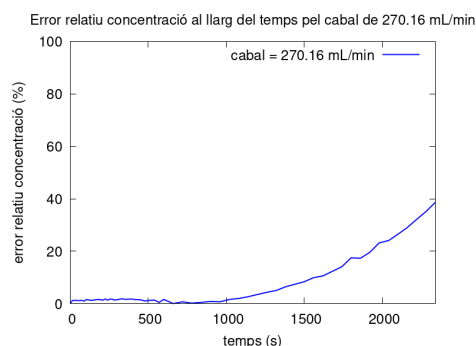
(b) Concentració al llarg del temps per al cabal de 500 L/min (exp:491 L/min).

**Figura 3:** Concentració cabal de sortida

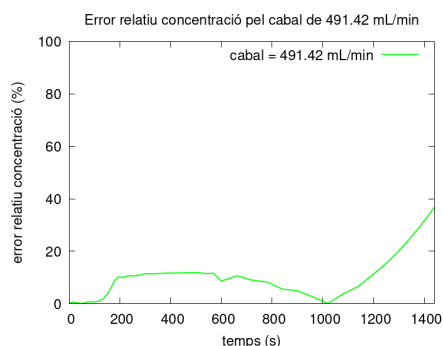
A  $t = 3\tau$  obtenim les següents dades teòriques i experimentals.

**Taula 3:** Concentracions a temps  $3\tau$

cabal	$C_{teo}$ (g/L)	$C_{exp}$ (g/L)	Error relatiu
cabal=500	2,837248504	1,73982068	38,68%
cabal=300	2,078515395	1,315083715	36,73%



(a) Error relatiu per al cabal de 300 L/min (exp: 270.16 L/min).



(b) Error relatiu per al cabal de 500 L/min (exp: 491.42 L/min).

**Figura 4:** Error relatiu concentració cabal de sortida

A la figura 4a observem que l'error incrementa exponencialment amb el temps. Aquesta és la tendència que s'observa quan els errors són deguts a alguna aproximació teòrica. En canvi a la figura 4b observem l'efecte combinat entre aquest tipus d'error i l'originat per l'operari.

### 3 Conclusions

Amb aquesta pràctica hem pogut comprovar que l'equació del balanç de matèria ens serveix per descriure el que ocorre en un reactor de tanc agitat en règim transitori. Com dicta aquest balanç hem vist que el cabal és inversament proporcional al temps de residència i, per tant, directament proporcional a la disminució de sal dins del reactor.

El model teòric és consistent amb els resultats experimentals com podem veure en les diverses gràfiques. Tot i així sí que hi ha una certa discrepància entre els valors que podrien ser causa de les aproximacions i els errors experimentals.

## Annex

### A Hipòtesis i càlculs

En aquesta pràctica hem considerat que el reactor de tanc agitat és ideal i, per tant, la mescla dins del tanc és perfecta. Això vol dir que podem assumir que la concentració de dins del tanc és la mateixa que la del cabal de sortida. Per aquesta raó, mesurem la conductivitat de la dissolució quan encara està en el tanc.

També hem considerat que la concentració de sal de l'aigua de l'aixeta és tan petita que la podem despreciar. Per tant  $c_{ref} = 0$ .

Amb el volum del reactor ja podem calcular la quantitat de sal que necessitem perquè la concentració inicial dins del tanc sigui de  $40g/L$ .  $m_{sal} = V_{tanc} \frac{40g_{sal}}{1L} = \boxed{160g \text{ sal}}$  Amb el volum del tanc també podem calcular el temps de residència teòric per cada cabal.  $\tau = V \frac{V}{Q_L}$

Calculem la concentració per a cada temps mitjançant l'equació proporcionada al guió:

$$c(t) = c_{j_1} + (c_o - c_{j_1}) \exp\left(-\frac{Q_L}{V}t\right) \quad (1)$$

on  $c_{j_1}$  és la concentració del cabal d'entrada. En aquest cas, és la concentració de sal que té la propia aigua d'aixeta (que hem considerat nul·la) i  $c_o$  la concentració inicial de sal dins del tanc. Gràfic 1 (teoric + exp cabal1), Gràfic2 (teo+exp cabal2)

Linealitzant l'equació (1) fem el gràfic  $\log(c'(t))$  enfront  $t$  i evaluant-ne el pendent obtenim el temps de residència fent un petit càlcul.

$\tau_{regr} = \frac{-1}{2.303m}$  on  $m$  és el pendent de la recta de regressió.

Estudiem les diferències calculant l'error relatiu de les concentracions i del temps de residència, expressem el resultats en percentatges.

$$\text{Error relatiu de } c(t) = \frac{|c(t)_{teo} - c(t)_{exp}|}{c(t)_{teo}} 100$$

$$\text{Error relatiu de } \tau_{Q_L} = \frac{|\tau_{teo} - \tau_{exp}|}{\tau_{teo}} 100$$

## B Taules dades experimentals

**Taula 4:** Concentracions al llarg del temps pel cabal de 270.16 mL/min

Temps (s)	Conductivitat (mS)	Concentració (g/L)	Temps (s)	Conductivitat (mS)	Concentració (g/L)
0	63,2	39,5	600	33	19,8
15	62,9	39,3	660	31,5	18,8
30	61,9	38,7	720	29,8	17,7
45	60,9	38,0	780	27,9	16,5
60	59,9	37,4	840	26,1	15,3
75	59	36,8	900	24,5	14,2
90	57,9	36,1	960	23,1	13,3
105	57,3	35,7	1020	21,6	12,3
120	56,3	35,0	1080	20,3	11,5
135	55,3	34,4	1140	19,04	10,7
150	54,5	33,8	1200	17,84	9,9
165	53,7	33,3	1260	16,73	9,2
180	52,9	32,8	1320	15,72	8,5
195	52	32,2	1380	14,69	7,8
210	51,1	31,6	1440	13,79	7,2
225	50,5	31,2	1500	12,96	6,7
240	49,5	30,6	1560	12,13	6,2
255	48,9	30,2	1620	11,45	5,7
270	48,1	29,7	1680	10,72	5,2
285	47,2	29,1	1740	10,05	4,8
300	46,5	28,6	1800	9,3	4,3
330	45,2	27,8	1860	8,88	4,0
360	43,7	26,8	1920	8,32	3,7
390	42,4	25,9	1980	7,72	3,3
420	41	25,0	2040	7,34	3,0
450	39,7	24,2	2100	6,9	2,7
480	38,3	23,3	2160	6,49	2,5
510	37,2	22,5	2220	6,09	2,2
540	36,1	21,8	2280	5,73	2,0
570	34,7	20,9	2340	5,38	1,7

**Taula 5:** Concentracions al llarg del temps pel cabal de 491.42 mL/min

Temps (s)	Senyal (mS)	Concentració (g/L)	Temps (s)	Senyal (mS)	Concentració (g/L)
0	63,4	39,65249559	390	33,2	19,91856277
15	61,2	38,21492432	420	31,4	18,7423681
30	59,6	37,16941795	450	29,7	17,63151757
45	58	36,12391157	480	28,1	16,5860112
60	56,5	35,14374935	510	26,6	15,60584897
75	54,4	33,77152223	540	25,1	14,62568675
90	53,5	33,1834249	570	23,8	13,77621282
105	52	32,20326267	600	22	12,60001815
120	50,7	31,35378874	660	20,1	11,35847933
135	49,6	30,63500311	720	17,86	9,894770402
150	48,9	30,17759407	780	16,02	8,692438071
165	48,6	29,98156162	840	14,19	7,496640155
180	48,4	29,85087333	900	12,8	6,588356492
195	47,6	29,32812014	960	11,44	5,699676074
210	46,1	28,34795791	1020	10,24	4,915546293
225	45	27,62917228	1080	9,12	4,18369183
240	43,8	26,8450425	1140	8,21	3,58906008
255	42,5	25,99556857	1200	7,33	3,014031574
270	41,4	25,27678294	1260	6,57	2,517416046
285	40,3	24,55799731	1320	5,88	2,066541422
300	39,3	23,90455582	1380	5,27	1,667942116
330	37,1	22,46698456	1440	4,73	1,315083715
360	35,1	21,16010159			