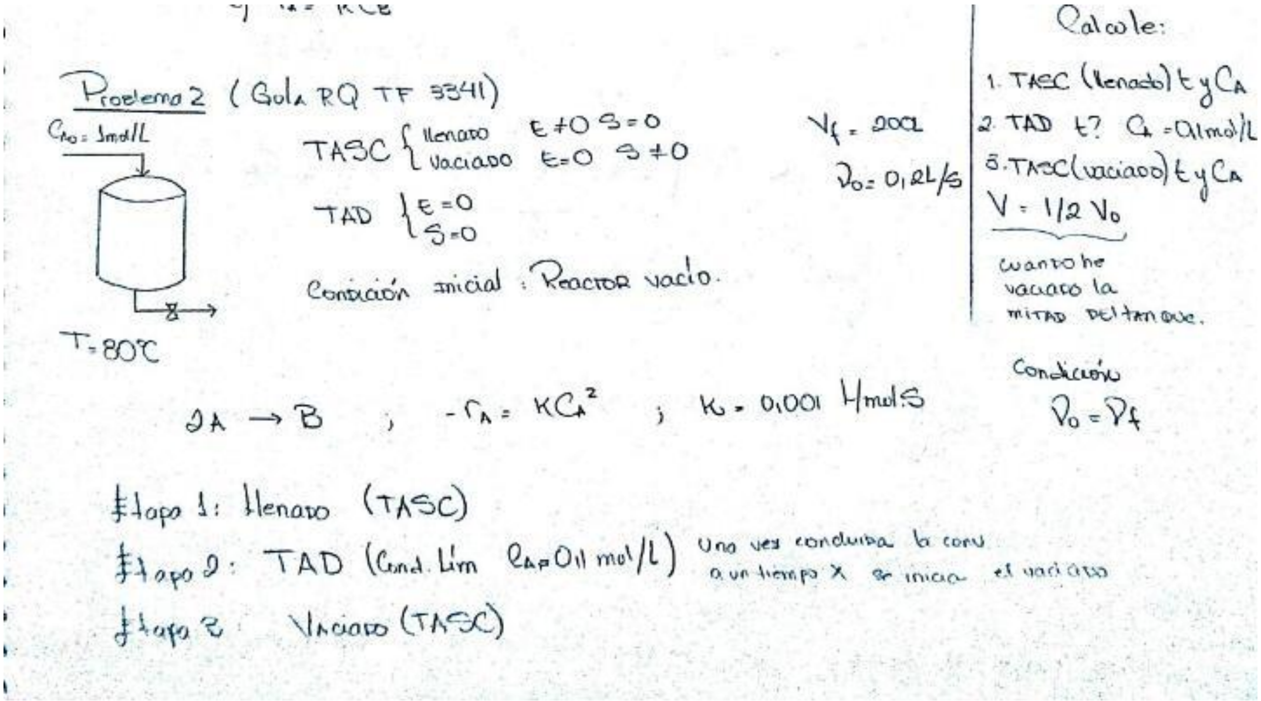
TANQUE AGITADO SEMI CONTINUO



Problema 2 (Guía RQ TF 3341)

$C_{A0} = 1 mol/L$

TASC { llenado E≠0 S=0; vaciado E=0 S≠0 }

TAD { E=0; S=0 }

Condición inicial: Reactor vacío.

$V_f = 200L$

$v_0 = 0,2 L/s$

$T = 80°C$

$2A \rightarrow B$; $-r_A = KC_A^2$; $k = 0,001$ L/mol s

Calcule:

1. TASC (llenado) t y C_A
2. TAD t? $C_A = 0,1 mol/L$
3. TASC (vaciado) t y C_A

$V = 1/2 V_0$ cuando he vaciado la mitad del tanque.

Condición $v_0 = v_f$

Etapa 1: llenado (TASC)

Etapa 2: TAD (Cond. Lím $C_A = 0,1$ mol/L) Una vez concluida la conv. a un tiempo X se inicia el vaciado

Etapa 3: Vaciado (TASC)

Solución para etapa de llenado:

La particularidad de este ejercicio es que presenta una ecuación diferencial que no puede ser resuelta con variables separables, y a diferencias de como se ve en Principios de IQ, donde el volumen era constante, tampoco se puede hacer un cambio de variable para resolverla como una integral de Bernoulli. Ahora, lo que sí se puede hacer es un sistema de ecuaciones diferenciales.

Se hace lo que siempre se hace, comenzamos con el balance, esta vez, en estado no estacionario:

$$\frac{dNa}{dt} = ra * V = -k1 * Ca^2 * V$$

Reescribimos él diferencial en función de la concentración:

$$\frac{d(V * Ca)}{dt} = V * \frac{dCa}{dt} + Ca * \frac{dV}{dt} = -k1 * Ca^2 * V$$

Como el volumen está variando con el tiempo, la ecuación que lo describe es V=V0+v0*t, por lo tanto dV/dt=v0, lo que podemos sustituir en la ecuación anterior:

$$V * \frac{dCa}{dt} + Ca * v0 = -k1 * Ca^2 * V$$

Y reescribiendo para dejar solo el diferencial dCa/dt:

$$\frac{dCa}{dt} = -k1 * Ca^2 - \frac{Ca * v0}{V}$$

Como podemos ver, dado que el volumen depende de T no podemos resolver esta ecuación diferencial por si sola, necesitamos una segunda ecuación diferencial que relacione volumen con tiempo:

$$\frac{dV}{dt} = v0$$

Ahora, con estas dos ecuaciones, podemos ir al CALNUM. Ingresamos por ecuaciones diferenciales, asistente, dos ecuaciones. La variable independiente es el tiempo.

IMPORTANTE Este tipo de ecuaciones diferenciales, al menos en la calculadora, e inclusive en MATLAB no se la lleva bien con ciertas condiciones iniciales. Es decir, si dicen que su volumen inicial es cero, la calculadora no lo podrá resolver. MATLAB lo resuelve con un volumen de 0,01 porque es más potente, pero la HP no. Para poder resolver, lo que haremos es poner como condición inicial, para el volumen en tiempo cero, por ejemplo, 1 litro. Cuando la calculadora arroje el perfil, en lugar de buscar 200 L, buscaremos el tiempo que tarda en llegar a 201 litros.

¿Cómo elegimos un intervalo de tiempo? Tanteo. Sugeriría, por ejemplo, dividir el caudal v0 por el volumen final, lo que da 1000 s. Y pondría el tiempo de 0 a 1100 s, por ejemplo.

Para las condiciones:

T=[0 1500] s

Ca0(t=0)=1

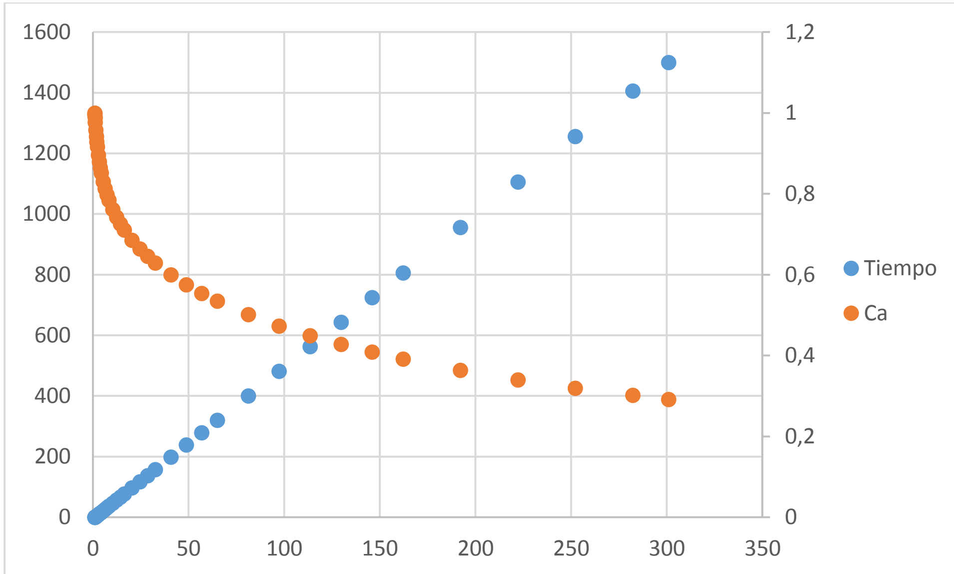
V(t=0)=1

Del perfil, presentado más adelante, se pudo ver extraer que los 201 Litros se alcanzan a los 1000 s, a una concentración Ca=0,3567. Resultado que puede obtenerse por extrapolación.

Este perfil se generó en MATLAB, no se preocupen si con la HP que es una herramienta menos poderosa, les da ligeramente diferente. El procedimiento para el vaciado sería similar cambiando las condiciones de borde, y tomen la misma precaución con el volumen final de no ponerle cero o algo muy cercano a cero para que la calculadora pueda resolverlo.

Espero les sea de ayuda, éxito mañana.

t(s)	Ca	V
0	1	1
0,03952847	0,99917336	1,00790569
0,11858541	0,99754056	1,02371708
0,2766993	0,9943538	1,05533986
0,59292706	0,98827342	1,11858541
1,22538259	0,9771349	1,24507652
2,49029366	0,95805443	1,49805873
3,75520472	0,9420852	1,75104094
5,02011579	0,92835578	2,00402316
6,28502685	0,91631334	2,25700537
8,81484898	0,89589863	2,7629698
11,3446711	0,87899409	3,26893422
13,8744932	0,86453229	3,77489865
16,4043154	0,85187761	4,28086307
21,4639596	0,83046556	5,29279192
26,5236039	0,81269032	6,30472077
31,5832481	0,79743518	7,31664963
36,6428924	0,78403223	8,32857848
46,7621809	0,76120486	10,3524362
56,8814694	0,74208172	12,3762939
67,0007579	0,72552759	14,4001516
77,1200464	0,71086769	16,4240093
97,3586235	0,68564038	20,4717247
117,5972	0,66425964	24,5194401
137,835778	0,64558195	28,5671555
158,074355	0,62892427	32,6148709
198,551509	0,60004454	40,7103017
239,028663	0,5754224	48,8057325
279,505817	0,55386396	56,9011633
319,982971	0,53464209	64,9965941
400,937279	0,50143508	81,1874558
481,891587	0,4733675	97,3783174
562,845895	0,4490706	113,569179
643,800203	0,42768331	129,760041
724,754511	0,40862093	145,950902
805,708819	0,39146426	162,141764
955,708819	0,36370349	192,141764
1105,70882	0,34005063	222,141764
1255,70882	0,31957474	252,141764
1405,70882	0,30162618	282,141764
1500	0,29141983	301



1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
0
50
100
150
200
250
300
350
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
Tiempo
Ca