



PROBLEMAS DE FUNDAMENTOS DE CINÉTICA QUÍMICA APLICADA

TEMA 10. REACCIONES ENZIMÁTICAS

1. La actividad enzimática de la fosfatasa alcalina se ha medido determinando la cantidad de p-nitrofenol (pNF) liberado al tratar un sustrato artificial formado por p-nitrofenol fosfato (pNNF). En la tabla adjunta se muestran los resultados de velocidad de reacción obtenidos para diferentes concentraciones de sustrato. Determinar los parámetros de la ecuación de Michaelis-Menten, empleando las representaciones de Lineweaver-Burk, Hanes y Eadie-Hofstee.

Comparar los valores obtenidos en cada representación con los determinados mediante regresión no lineal: $K_M = 1,63 \text{ mM}$; $r_{\text{máx}} = 8,56 \text{ mM(sustrato) h}^{-1} \text{ g(bacteria)}^{-1}$.

Concentración pNFF, mM	Velocidad, de reacción, $\text{mM(sustrato) h}^{-1} \text{ g(bacteria)}^{-1}$
0,1	0,40
0,13	0,49
0,17	0,65
0,25	0,88
0,50	1,80
1,00	3,32
2,00	4,90
4,00	6,19
8,00	7,13
15,00	7,79
25,00	7,83

2. Para estudiar el efecto de una enzima en un determinado sustrato se han realizado una serie de experimentos, reflejados en la tabla adjunta, en un reactor discontinuo isoterma en el que partiendo de una misma concentración de enzima y de diferentes concentraciones de sustrato, se ha analizado la concentración de éste al cabo de cierto tiempo de funcionamiento del reactor. Determinar la ecuación cinética con sus parámetros que describan los resultados experimentales obtenidos.

Nº exper.	$C_{\text{Enzima},0}$, mol m^{-3}	$C_{\text{S},0}$, mol m^{-3}	C_{S} , mol m^{-3}	tiempo, h
1	0,01	4000	1	7
2	0,01	500	1	3
3	0,01	100	1	2



PROBLEMAS DE FUNDAMENTOS DE CINÉTICA QUÍMICA APLICADA

TEMA 10. REACCIONES ENZIMÁTICAS

3. A partir de los datos proporcionados en la tabla, determinar los parámetros de Michaelis-Menten de la reacción de una enzima sobre un sustrato determinado.

Sustrato, nM	1,5	2,0	3,0	4,0	8,0	16,0
Velocidad, mg l ⁻¹ min ⁻¹	0,21	0,25	0,28	0,33	0,44	0,40

4. En la tesis publicada más tarde como libro, Monod propuso por primera vez la ecuación que lleva su nombre. Como prueba experimental que daba soporte a su ecuación presentó los resultados obtenidos con cuatro experimentos realizados en un recipiente cerrado, agitado e isoterma sobre el crecimiento de cultivo bacteriano puro en una disolución de lactosa. Los resultados experimentales son:

Δt , h	C_s	ΔC_M
0,54	137	15,5 a 23,0
0,36	114	23,0 a 30,0
0,33	90	30,0 a 38,8
0,35	43	38,8 a 48,5
0,37	29	48,5 a 58,3
0,38	9	58,3 a 61,3
0,37	2	61,3 a 62,5

Confirmar que estos resultados se ajustan a la ecuación de Monod y obtener el coeficiente de producción $Y_{P/S}$.

5. La velocidad de crecimiento de una bacteria *Stepinpooni* puede describirse por el siguiente modelo cinético:

$$r = \mu_{\max} \left(1 - \frac{C_M}{C_M^*} \right) C_M$$

donde $\mu_{\max} = 0,5 \text{ h}^{-1}$ y $C_M^* = 20 \text{ g dm}^{-3}$. El sustrato se encuentra en exceso. El crecimiento celular se efectúa en un reactor discontinuo de 2 dm^3 . Representar la velocidad de crecimiento y la concentración celular (g dm^{-3}) en función del tiempo tras una inoculación de 0.4 g de células en el reactor. Ignorar el tiempo de retardo.



PROBLEMAS DE FUNDAMENTOS DE CINÉTICA QUÍMICA APLICADA

TEMA 10. REACCIONES ENZIMÁTICAS

6. La caña de azúcar puede hidrolizarse en presencia de levadura. A partir de los datos tabulados de concentración y velocidad de reacción, determine los parámetros de la ecuación cinética del proceso

Concentración, mol l^{-1}	Velocidad, de reacción, $\text{mol l}^{-1} \text{min}^{-1} (\times 10^3)$
0,0052	0,919
0,0104	1,485
0,0208	2,15
0,0416	2,76
0,0833	3,22
0,167	3,52
0,333	3,685

7. Se han obtenido datos de velocidad de absorción de oxígeno por levadura (r_1) sin sulfamida y en presencia de sulfamida con una concentración de 20 mg ml^{-1} (r_2). Sabiendo que la presión de oxígeno se mide en mmHg y la velocidad en $\text{ml}(\text{O}_2) \text{ h}^{-1} \text{ mg}(\text{células})^{-1}$, determinar los parámetros cinéticos en ambos casos.

P_{O_2}	r_1	r_2
0	0	0
0,5	23,5	17,4
1	33	25,6
1,5	37,5	30,8
2,5	42	36,4
3,5	43	39,6
5	43	40



PROBLEMAS DE FUNDAMENTOS DE CINÉTICA QUÍMICA APLICADA

TEMA 10. REACCIONES ENZIMÁTICAS

1.

Método de análisis	K_M , mM	$r_{m\acute{a}x}$, mM(sustrato) h^{-1} $g_{(bacteria)}^{-1}$
Lineweaver-Burk	2,45	10
Hanes	1,82	8,53
Eadie-Hofstee	2,1	9,05

2.
$$r(mol\ h^{-1}\ m^{-3}) = \frac{1119,9C_S}{462,3 + C_S}$$

3.
$$r(mg\ l^{-1}\ min^{-1}) = \frac{0,55C_S}{2,51 + C_S}$$

4. a) $\mu_{m\acute{a}x} = 0,8\ h^{-1}$; $K_M = 29,2\ u.mol\ u.vol^{-1}$
b) 0,35

5.
$$C_M(g\ dm^{-3}) = \frac{20}{1 + 99\exp(-t/2)}$$

6.
$$r(mol\ l^{-1}\ min^{-1}) = \frac{2,32C_S}{1 + 59,9C_S}$$

7. sin inhibidor:
$$r(ml_{O_2}\ g_{celul}^{-1}\ h^{-1}) = \frac{90,9P_{O_2}}{1 + 1,818P_{O_2}}$$

con inhibidor:
$$r(ml_{O_2}\ g_{celul}^{-1}\ h^{-1}) = \frac{53,2P_{O_2}}{1 + 1,064P_{O_2}}$$