

平成 20 年度 大学院博士前期課程入学試験問題

| | |
|------|--|
| 受験番号 | |
|------|--|

生物化学工学

問題 1. 次の問いに答えなさい。(配点率 34/100)

図 1 は緩衝液に懸濁した大腸菌の死滅曲線である。

(1) 大腸菌の残存率 N/N_0 と加熱時間 θ [min] との関係を表す式を示しなさい。ただし、 N は残存細胞濃度 [細胞数 L^{-1}]、 N_0 は初期細胞濃度 [細胞数 L^{-1}] であり、熱死滅速度定数を k_d [min^{-1}] とする。

(2) 残存細胞濃度が初期細胞濃度の $1/10$ にまで減少する時間は D 値 [min] と呼ばれる。 D 値と熱死滅速度定数 k_d との関係を表す式を示しなさい。また、残存細胞濃度が 1 以下になるまでの時間を死滅時間 θ_d [min] とすると、死滅時間 θ_d と熱死滅速度定数 k_d との関係を表す式を示しなさい。

(3) 図 1 で加熱温度が $60^\circ C$ の場合、大腸菌の残存率 N/N_0 は最初の 2 分間で 10^{-3} まで減少している。この温度における熱死滅速度定数 k_d 、 D 値および死滅時間 θ_d を求めなさい。ただし、初期細胞濃度 N_0 は、 10^6 [細胞数 L^{-1}] とする。

(4) もし死滅曲線が図の様に直線で近似できない場合、どのような理由が考えられるかを簡単に説明しなさい。

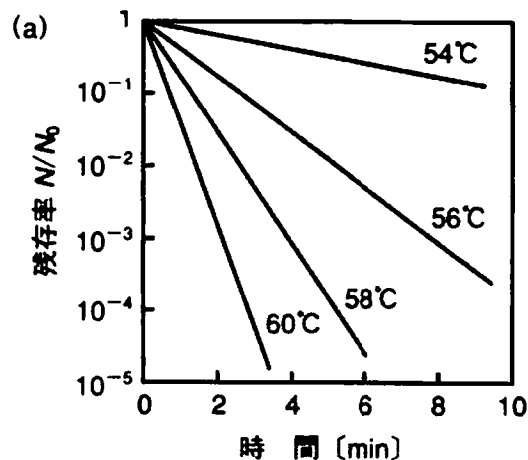


図 1 大腸菌の死滅曲線

問題2. 次の問いに答えなさい。(配点率 33/100)

図2に示すような細胞を分離して一部再循環して利用する培養法を細胞循環式連続培養と呼ぶ。この培養に関する以下の質問に答えなさい。なお、培養槽内では完全混合状態の仮定が成り立ち、分離槽では細胞は増殖しないものとする。必要があれば、図2に示した記号を用いなさい。

(1) 定常状態における培養槽ならびに分離槽における物質収支式(培養液、細胞、基質)を示しなさい。

(2) 単純な連続培養では、比増殖速度の最大値 μ_{max} よりも操作変数としての希釈率 D を上昇させることはできない。一方、細胞循環式単槽連続培養では、最大値 μ_{max} よりも高い希釈率で操作可能である。(1)で構築した物質収支式に基づき、定常状態において、比増殖速度 μ_{max} よりも高い希釈率で操作可能であることを説明せよ。

(3) 上で構築した基質に関する物質収支式に基づき、分離槽では基質は分離されないと仮定して、培養槽の容積を流入速度、基質濃度、細胞濃度等の関数として表現しなさい。なお、基質あたりの細胞収率を Y_{xs} とし、細胞の維持定数は無視する。

(4) 実プロセスで用いられる細胞循環式連続培養の代表例は、活性汚泥処理システムである。大阪大学にいる24,000名が1人1日あたり50Lの水を利用するとして、これを処理するために必要な培養槽(曝気槽)の容積を算出なさい。なお、計算にあたり、曝気槽内の活性汚泥濃度を $2.5 \text{ [kg-dry cell weight m}^{-3}\text{]}$ 、活性汚泥の比増殖速度 $\mu=0.05 \text{ [h}^{-1}\text{]}$ 、基質あたりの細胞収率 $Y_{xs}=0.5 \text{ [kg-dry cell weight kg-BOD}^{-1}\text{]}$ とし、流入基質濃度 $0.5 \text{ [kg-BOD m}^{-3}\text{]}$ を $0.05 \text{ [kg-BOD m}^{-3}\text{]}$ にまで低下させて自然界に放流するものとする。なお、計算結果は有効数字2桁にて示し、計算の過程も示すこと。

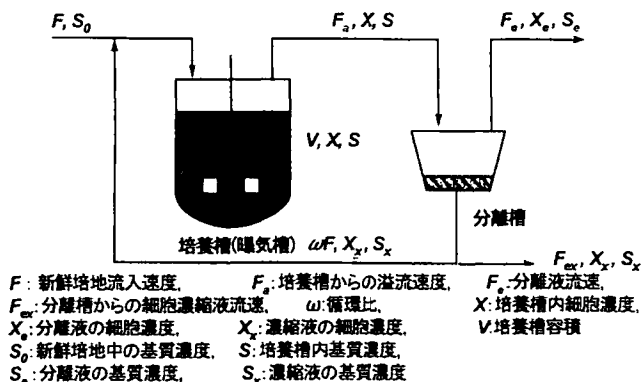


図2 細胞循環式連続培養の概略図

問題3. 次の問いに答えなさい。(配点率 33/100)

問3-1

遠心分離において、粒子の沈降速度 v [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]と遠心加速度 $r\omega^2$ [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]との比の値を沈降係数という。ただし r は回転半径[m]、 ω は角速度 [s^{-1}]である。

- (1) 64,000 rpm で遠心分離する時、角速度はいくらか。有効数字2桁で答えよ。
- (2) 直径が D [m]、密度 ρ_0 [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]の粒子が密度 ρ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]、粘度 μ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$]の溶媒中にある。この粒子の沈降係数 S_d [s]と、 D 、 ρ_0 、 ρ および μ の関係式を記せ。
- (3) 沈降係数 S_d の粒子を回転軸から r_0 [m]の位置から r_1 [m]の位置まで沈降させる時、沈降に要する時間 t [s]と S_d の関係を導け。(ヒント: $v=dr/dt$)
- (4) 沈降係数 6×10^{-13} s の粒子を 64,000 rpm で遠心分離し、 $r_0=0.05$ m から $r_1=0.10$ m まで沈降させるには何時間を要するか、有効数字1桁で答えよ。

問3-2

以下は、化合物Xを精製する手順に関する記述である。化合物Xは、解離基として $\text{p}K_a$ が 5.0 のカルボキシル基を一つもつとして、以下の設問に答えよ。

ある微生物を培養して培地中に化合物Xを生産させた。まず、培養上清の pH を (A) に調整した。次に、溶媒Yを加えて攪拌し、しばらく静置して溶媒相を回収した。回収した溶媒相を減圧濃縮した後、pH (B) の緩衝液を加えて攪拌し、しばらく静置して水相を回収した。

- (1) 化合物Xの電離度と pH の関係を図示せよ。
- (2) A と B に入る数値の組み合わせとして最も適切なものを番号で答えよ。
① A=3, B=3 ② A=3, B=5 ③ A=3, B=7
④ A=5, B=3 ⑤ A=5, B=5 ⑥ A=5, B=7
⑦ A=7, B=3 ⑧ A=7, B=5 ⑨ A=7, B=7
- (3) 溶媒Yとして最も適切なものを以下の中から番号で答え、その理由を簡潔に述べなさい。
① メタノール ② エタノール ③ イソプロパノール ④ n-ブタノール