

2025 年度

京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻入学資格者選考試験

修士課程 一般学力選考及び特別選考 試験問題

専門科目（専門）

注意事項

1. 合図があるまでこの問題冊子を開いてはならない。
2. 問題冊子は、表紙を除き合計 13 ページ（下書き用紙は含まない）である。
この問題冊子には、専門科目（専門）に関するもので
(1) 必須問題（環境工学に関する語句説明）（6 題）、および
(2) 選択問題（6 題）の問題がある。
(1) については 6 題すべてに解答すること。
(2) については、合計 6 題の中から、3 題を選択し解答すること。4 題以上解答した場合は、全解答を無効とすることがある。
3. 問題冊子は、下書き用紙も含め切り離してはいけない。
4. 専門科目（専門）試験は、一般学力選考：400 点満点、特別選考：200 点満点である。
5. 解答用紙は 4 枚 1 組である。必須問題は 1 枚に、選択問題は 1 題につき必ず 1 枚に解答すること（足りない場合は裏面に解答してもよいが、その場合切り線（用紙上部の実線）より下部を使用すること）。また、すべての解答用紙の上部に必ず、受験番号・氏名、問題番号を記入すること。
6. 試験時間は、2 時間である。（午後 1 時から 3 時まで）
7. 試験時間が終了したら直ちに解答をやめ、室長の指示に従うこと。解答用紙を持ち帰ることはできない。

(下書き用紙 Sheet for drafting)

必須問題

問題番号： 1

(1枚の内1)

次に示す環境工学に関連する語句をそれぞれ5行程度で説明しない。

- [1] 伝熱の基本3形態
- [2] 騒音レベル
- [3] クロマトグラフィー
- [4] 化学分析における正確さと精度
- [5] AGP 試験
- [6] 自浄係数

選 択 問 題 (環 境 物 理 学)

問題番号： 2

(1 枚の内 1)

[1] A と B の 2 成分系では成分 A と成分 B の移動速度が相異なることにより拡散という現象が生じる。そこで、固定座標に対するそれぞれの移動速度を v_A 、 v_B [m/s]、モル物質移動流束を N_A 、 N_B [mol/(m²·s)] とする。また、成分 A と成分 B の濃度を単位体積当たりのそれぞれの成分のモル数 c_A 、 c_B [mol/m³] とし、 c_A と c_B の和を全モル濃度 c_T [mol/m³] とする。なお、 $x_A = c_A/c_T$ 、 $x_B = c_B/c_T$ をモル分率と呼ぶ。下記の問いに答えなさい。

[1-1] A と B の 2 成分系において、混合物のモル平均速度 v^* [m/s] を上記の記号を用いて表しなさい。

[1-2] 固定座標に対する成分 A のモル物質移動流束 N_A は、 $N_A = c_A v_A$ で表される。A と B の 2 成分系において、混合物のモル平均速度 v^* に対する成分 A のモル物質移動流束を J_A^* [mol/(m²·s)] とする。 J_A^* を N_A 、 N_B 、 x_A を用いて表しなさい。

[1-3] 今、円筒内に液体の成分 A と気体の成分 B が入っている。液体の成分 A が蒸発して気体の成分 A が成分 B 中を拡散する場合を考える (図-1)。液表面高さが $z = z_1$ に保たれ、この液表面上の気体の成分 A のモル分率を x_{A1} 、成分 B のモル分率を x_{B1} とする。 x_{A1} は系の温度での平衡濃度であり、気体の成分 A、B は理想気体とし、気体の成分 B は液体の成分 A に溶解しないと仮定する。円筒上端面である $z = z_2$ での組成はそれぞれ x_{A2} 、 x_{B2} で一定になっていると仮定する。つまり、この円筒内では気体の成分 B が静止し、気体の成分 A が拡散する現象を想定する。

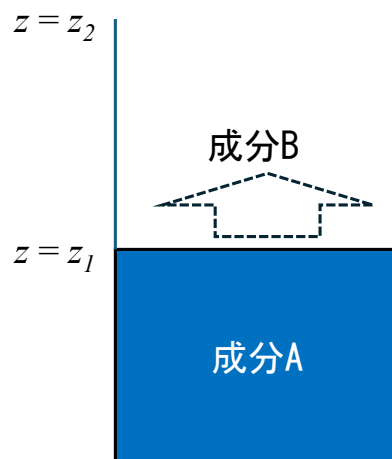


図-1 成分 A の成分 B への拡散

(1) J_A^* は Fick の法則で表され、式(i)の関係が成立する。

$$J_A^* = -c_T D_{AB} \frac{dx_A}{dz} \quad (i)$$

ここで、気体の成分 B への気体の成分 A の気相拡散係数 [m²/s] を D_{AB} とする。

N_A を c_T 、 D_{AB} 、 x_A 、 z を用いて表しなさい。

(2) c_T 、 D_{AB} が一定であれば、 z_1 から z_2 まで積分することができる。 c_T 、 D_{AB} を一定として積分して N_A を c_T 、 D_{AB} 、 z_1 、 z_2 、 x_{A1} 、 x_{A2} を用いて表しなさい。

(3) z_1 では、 $x_{A1} + x_{B1} = 1$ 、 z_2 では、 $x_{A2} + x_{B2} = 1$ が成立している。ここで、 x_{Bm} を対数平均とすると、式(ii)の関係が利用できる。 N_A を c_T 、 D_{AB} 、 z_1 、 z_2 、 x_{A1} 、 x_{A2} 、 x_{Bm} を用いて表しなさい。

$$x_{Bm} = \frac{x_{B2} - x_{B1}}{\ln(x_{B2}/x_{B1})} \quad (ii)$$

(4) 最終的に N_A は物質移動の推進力と係数の掛け算で表される。この係数を何と呼ぶか答えなさい。

(5) 液表面上 (z_1) で 5.0 [vol%] の気体の成分 A が円筒上端面 (z_2) までの高さ 10 [mm] の気体の成分 B 中を 0.1013 [MPa]、25 [°C] の条件下で拡散する。 $z = z_2$ での気体の成分 A が 0.20 [vol%] の時、 N_A は 3.2×10^{-2} [mol/(m²·s)] であった。この時の気相拡散係数 D_{AB} を有効数字 2 桁で求めなさい。

選 択 問 題 (環 境 物 理 学)

問題番号 : 3

(1 枚 の 内 1)

図-1 に示す ^{40}K の壊変図式に関する次の文章の空欄 (①) から (⑦) および (⑭) に適切な語句または数値を答えなさい。数値は有効数字 3 桁で答えなさい。また、(⑧) から (⑬) は下記の選択肢から適切な語句を選んで答えなさい。

[1] ^{40}K は 10.7% が軌道電子捕獲 (EC 壊変) により ^{40}Ar に、89.3% が β^- 壊変により (①) へと壊変する。このような壊変を分岐壊変と呼ぶ。親核種 P が分岐壊変により娘核種 A、B に壊変する場合、娘核種 A、B への部分壊変定数 λ_A 、 λ_B と親核種の壊変定数 λ_P との関係は $\lambda_P = \lambda_A + \lambda_B$ となる。したがって、 ^{40}K が軌道電子捕獲によって ^{40}Ar へと壊変する際の部分壊変定数は (②) [y^{-1}] であり部分半減期は (③) [y] となり、(①) へと壊変する際の部分壊変定数は (④) [y^{-1}] であり部分半減期は (⑤) [y] となる。

[2] ^{40}K の軌道電子捕獲では、まず ^{40}Ar の励起状態に遷移した後に 1.46 MeV の (⑥) を放出して (⑦) に移る。一方で β^- 壊変では (⑥) の放出は伴わない。 β^- 壊変で放出される電子 (β^- 線) のエネルギースペクトルの測定には (⑧) などが用いられ、軌道電子捕獲後に放出される (⑥) のエネルギースペクトルの測定には (⑨) などが用いられ、 β^- 線の測定では (⑩) が、(⑥) の測定では (⑪) が得られる。(⑥) の測定では、バックグラウンドを効果的に低減させるために検出器の周囲を (⑫) で (⑬) する。 ^{40}K の壊変で放出される 1.46 MeV の (⑥) が 11.0 mm の厚さの (⑫) による (⑬) で強度が半分になる場合、強度を 1/10 にするには (⑭) mm の厚さの (⑫) が必要である。

<⑧, ⑨, ⑩, ⑪, ⑫, ⑬の選択肢>

【Ge 半導体検出器・GM サーベイメータ・シンクロトロン・液体シンチレーションカウンター・空間線量率・連続スペクトル・線スペクトル・プラスチック・鉛・水・遮へい・養生・汚染防止】

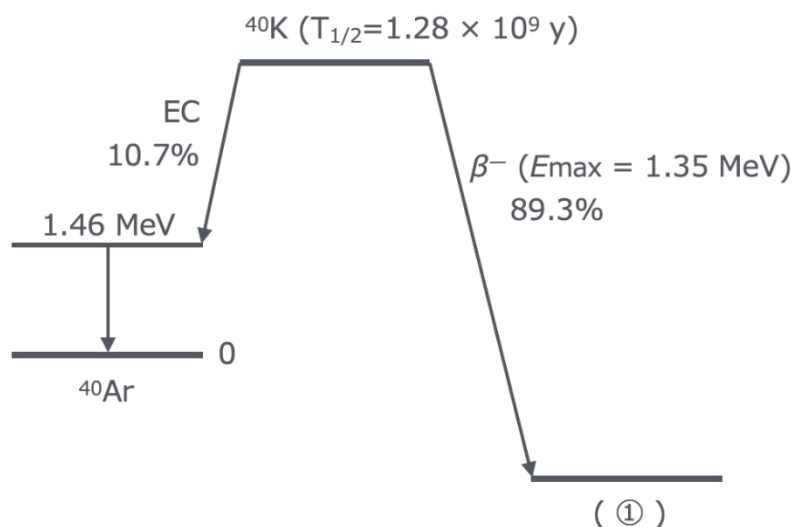


図-1 ^{40}K の壊変図式

選 択 問 題 (環 境 化 学)

問題番号： 4

(2 枚 の 内 1)

[1] 以下の吸着に関する文章を読んで、設問[1-1]～[1-3]に答えなさい。

粉末活性炭による水中の汚染物質の除去率の推定には以下の関係式を使うことが多い。

$$q_e = K_f C_e^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

ここで、 q_e は活性炭単位重量あたりの対象汚染物質の吸着量[mg/g]、 C_e は平衡時の対象汚染物質の水中濃度[mg/L]である。また、 n [-]と K_f [(mg/g)(L/mg)^{1/n}]は、実験によって決まる定数である。

[1-1] この関係式を何というか述べなさい。

[1-2] n と K_f は実験により得られる値ではあるが、定性的には物理的な意味を持つ。それぞれの意味を簡潔に説明しなさい。

[1-3] 粉末活性炭によるトリクロロエチレンの除去を考える。 n が 1.6、 K_f が 28 (mg/g)(L/mg)^{1/n} のとき、水中濃度 100 μg/L のトリクロロエチレンを平衡時濃度で 10 μg/L まで低減するためには、粉末活性炭を 1 L あたり何 g 添加したらよいか有効数字 1 桁で求めなさい。

[2] 以下の COD に関する文章を読んで、設問[2-1]～[2-5]に答えなさい。

COD は、水中の有機物の総量の指標であり、有機物と反応する酸化剤の消費量から算出する。(A) 酸化剤としては、過マンガン酸カリウム等が用いられる。(B) 過マンガン酸カリウムを用いる場合、検体に応じて、酸性で酸化する方法とアルカリ性で酸化する方法がある。(C) 酸性条件下では、過マンガン酸イオン(MnO₄⁻)は、有機物と反応して、Mn²⁺に還元される。アルカリ性条件下では、酸化反応中に MnO₄⁻は、有機物と反応して、MnO_{2(s)}に還元される (注: (s)は固体を意味する)。

[2-1] COD の正式名称を日本語と英語で記しなさい。

[2-2] 下線部(A)に関して、COD の測定で、過マンガン酸カリウム以外に用いられる酸化剤を一つあげなさい。

[2-3] 下線部(B)に関して、どのような場合にアルカリ性で酸化する方法が採用されるか、説明しなさい。

[2-4] 下線部(C)について、MnO₄⁻の酸性条件下と、アルカリ性条件下の半反応式をそれぞれ書きなさい。

[2-5] 上記の酸性条件下の MnO₄⁻の半反応式の標準電極電位は、1.51 V である。アルカリ性条件下の MnO₄⁻の半反応式 ([2-4]で解答したもの) の標準電極電位を有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、MnO_{2(s)}、水溶液中の Mn²⁺、水溶液中の OH⁻、液体の H₂O の標準生成ギブズエネルギーはそれぞれ、-465、-228、-157、-237 kJ/mol とし、ファラデー定数は 96500 s•A/mol とする。

選 択 問 題 (環 境 化 学)

問題番号： 4

(2枚の内2)

[3] 以下のリンに関する文章を読んで、設問[3-1]～[3-4]について答えなさい。

リンはすべての生物にとり必須の元素であり、遺伝、細胞の成長と分化、エネルギー運搬、神経・筋機能など広範な役割を担う。DNA の基本構成要素は、塩基、デオキシリボース、リン酸がそれぞれ 1 分子ずつが結合したものである。これが多数線形に結合して DNA 鎖が形成される。DNA は高等生物では相補的な 2 本鎖が 2 重らせん構造をとる巨大分子である①。

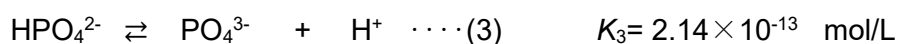
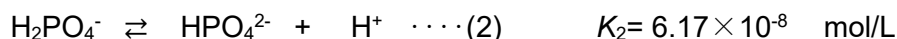
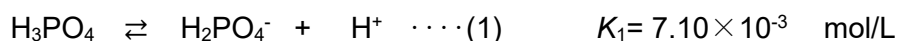
公共用水域への汚濁物質の負荷が高まり、水中の窒素・リン濃度が増加すると、それらを利用する植物プランクトンが急速に増殖するようになる。このような状態は富栄養化②と呼ばれる。

ところで、リン酸塩の水溶液は、pH 緩衝液③としても広く活用されている。研究上も欠かせないものとして広く用いられているが、使用後の排水は適切な処理④が求められる。

[3-1] 下線部①に関して、塩基、デオキシリボース、リン酸はどのように結合して DNA を構成しているか、その概略を図示しなさい。

[3-2] 下線部②に関して、富栄養化状態になった時の、環境への影響や利水上の障害について説明しなさい。

[3-3] 下線部③に関して、pH=7.21 のリン酸緩衝液を作るときにどのような混合水溶液を作ったらよいか。ただし、リン酸は次のように 3 段階に電離して、各々の電離定数は以下の値であるとする。また使用するリン酸塩は、ナトリウム塩とする。ただし、イオン強度の影響は無視できる。



[3-4] 下線部④に関して、下排水中の物理化学的リン除去方法をひとつ取り上げ、その処理機構について簡潔に説明しなさい。

選 択 問 題 (環 境 化 学)

問題番号： 5

(2 枚 の 内 1)

[1] ある大気汚染物質 P は大気中で反応による変化を受けることにより大気中から除去されるが、その除去速度は物質質量についての一次反応で表現できるとし、その反応速度定数を k [1/s] とする。ただし、物質 P について $k=0.1$ であることは分かっている。以下の 2 つの設定条件のもとで、それぞれの問いに答えなさい。

設定条件 1

発電所の煙突から大気汚染物質 P が、大気中へ E [g/s] で定常的に排出されている。図 1 のように、この発電所を含む縦、横、高さ方向にそれぞれ $200\text{ m} \times 200\text{ m} \times 100\text{ m}$ の大気の領域 A を設定し、その領域に含まれる大気汚染物質 P の時刻 t における物質質量 $M(t)$ [g] の時間変化を以下の方法で求める。物質 P は領域 A の中でよく混合され、領域外とのやり取りは無いものとする。

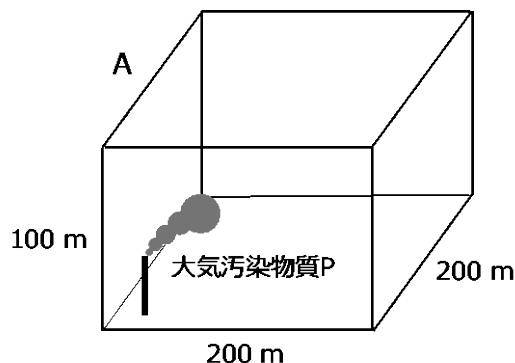


図 1 設定条件 1

領域 A における大気汚染物質 P の物質収支は以下の式のようにになる。

$$\frac{dM}{dt} = E - \boxed{\text{(ア)}} \quad (1)$$

この発電所からの物質 P の排出量として $E=2.5 \times 10^2$ g/s が得られている。時刻 $t=0$ s において領域 A における物質 P の存在量は $M(0)=5.0 \times 10^2$ g であり、その時刻から発電所が稼働し大気汚染物質の排出が始まるとする。このとき、以下の設問 [1-1]~[1-4] に答えなさい。数値は有効数字 3 桁で示しなさい。

- [1-1] (ア) に当てはまる式を示しなさい。
- [1-2] 時刻 $t_1=10$ s のときの $M(10)$ を求めなさい。
- [1-3] 発電所が稼働して長時間経過後には、排出量と除去量がつり合って見かけ上定常状態になる。このときの P の領域 A における存在量 $M(\infty)$ を求めなさい。また、その時の領域 A における大気汚染物質濃度 $C(\infty)$ [g/m³] を求めなさい。
- [1-4] $t_1=10$ s のとき発電所が停止し、それ以降大気汚染物質 P の排出量 E が 0 になったとする。これ以降、P の濃度は次第に減少していくが、発電所稼働開始時刻 ($t=0$ s) の濃度に戻る時刻 t_2 を求めなさい。

設定条件 2

風速 u [m/s] の風が一方向に定常的に吹いている。図 2 に示すように、地表面に風下方向 L [m] にわたり風下方向と直角な方向に帯状に分布している大気汚染物質 P の排出源がある。この排出源からは単位時間・面積あたりの排出量 F [g/(s·m²)] で大気汚染物質 P が排出されている。この排出源帯を風下方向に通過してゆく空気塊に含まれる P の濃度 C [g/m³] を求めたい。

(次ページに続く)

選 択 問 題 (環 境 化 学)

問題番号 : 5

(2 枚 の 内 2)

このために、水平方向に単位面積 ($1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$) を持ち、鉛直方向に十分混合されると考えられる高さ h [m] を持つ領域 B を設定し、これが風下方向に流されていくと考えるモデルを作る。ただし、排出源帯の大きさは領域 B の水平方向の大きさに比べて十分大きいものとし、風下方向と直角な水平方向への汚染物質 P の移動は考えないものとする。なお、排出源情報として $F = 4.5 \times 10^{-1} \text{ g}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ であることは分かっている。

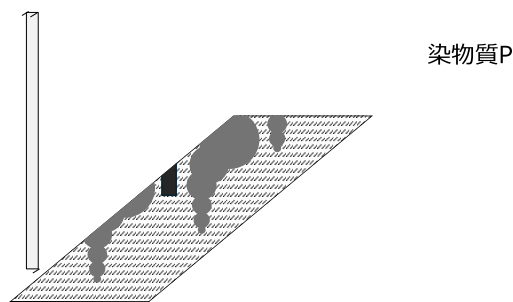


図 2 設定条件 2

このとき、以下の設問 [1-5] および [1-6] に答えなさい。
また数値は有効数字 3 桁で示しなさい。

- [1-5] 領域 B 内における物質 P の質量保存を考えることにより、濃度 C の時間変化に関する微分方程式を F と k を用いて作成しなさい。
- [1-6] 大気汚染物質 P はこの排出源からのみ排出される物質であり、バックグラウンド濃度は 0 であるとする。また既知の情報として、 $L = 100 \text{ m}$, $h = 2000 \text{ m}$, $u = 5.0 \text{ m/s}$ が得られている。このときの領域 B 内の物質 P の濃度 C [g/m^3] を、排出源帯の風上側端を原点とした風下距離 x [m] の関数として求め、風下距離を横軸、濃度を縦軸にとったグラフを書きなさい。ただし、グラフには濃度変化を説明する上で必要な数値を書き入れること。

選択問題(環境生物学)

問題番号： 6

(2枚の内1)

問1. 表-1は、慢性毒性を有する有害化学物質に関する水道水質基準値を設定する際、わが国で採用されている基本的な考え方を分類しまとめたものである。以下の[1]~[3]に答えなさい。

表-1 有害化学物質の水道水質基準値設定における考え方

分類		基準値設定の根拠
有害化学物質	【ア】性物質	遺伝子障害性あり 【イ】はないとみなし、生涯を通じて摂取した場合の発生確率の増加が【ウ】となるレベルをもとに設定
		遺伝子障害性なし
非【ア】性物質		【イ】があるとみなし、【エ】をもとに設定

[1] 【ア】～【エ】に適切な用語または数値を記しなさい。なお、用語は日本語で答えること。

[2] 【エ】を利用して基準値を導出するときの計算方法について簡潔に説明しなさい。

[3] 生涯を通じて摂取した場合の発生確率の増加が【ウ】となるレベルは VSD ともよばれている。VSD の英語名と日本語名を答えなさい。

問2. 化学物質の遺伝毒性試験に関する次の文章を読み、以下の[4]~[9]に答えなさい。

エームス試験は化学物質や環境試料の遺伝毒性(a)を調べる代表的な方法である。試験に使用されるサルモネラ菌 TA100 株は、ヒスチジン生合成に関わる遺伝子の塩基配列に 1 か所塩基置換があり、ヒスチジンを合成できない。

図-1 は、TA100 株を変異原物質または溶媒（陰性対照）に曝露した後、ヒスチジンを含まない最小グルコース寒天培地で培養し、形成されたコロニーの様子を示したものである。化学物質の遺伝毒性は、陰性対照と比べてコロニー数が増えるか否かをみることによって検出できる(b)。

選 択 問 題 (環 境 生 物 学)

問題番号： 6

(2枚の内2)

TA100 株を用いて化学物質 A および B の遺伝毒性評価を行った結果を表-2 に示す。S-9 mix は、ラット肝臓をすり潰したものを遠心力 $9,000 \times g$ で遠心分離して得た上清画分 (S-9) に、NADH や NADPH 等の補酵素を混合したものである。化学物質 A の単独曝露は陰性対照と比較してコロニー数が増加したが、S-9 mix の添加によりコロニー数が減少した(c)。一方、化学物質 B の単独曝露は陰性対照と比較してコロニー数に変化が見られなかったが、S-9 mix の添加によりコロニー数が増加した(d)。これらの結果から、化学物質 A および B はいずれも遺伝毒性をもつことが分かった。

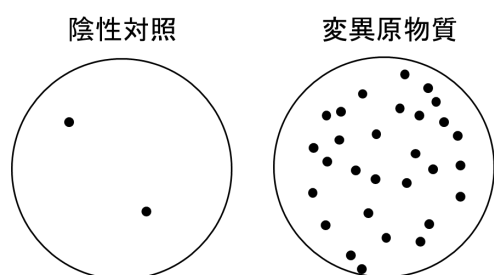


表-2 TA100 株の形成コロニー数

	S-9 mix なし	S-9 mix あり
陰性対照	113	135
化学物質 A	428	140
化学物質 B	108	529

図-1 変異原物質曝露時の培養結果の例

[4] 下線部(a)について、エームス試験は下記の遺伝毒性のうちどれを検出する方法か、記号で答えなさい。

- (i) DNA 損傷 (ii) 突然変異 (iii) 染色体異常 (iv) 小核形成 (v) 発がん
- (vi) DNA 付加体形成

[5] 下線部(b)について、変異原物質の曝露によりヒスチジンを含まない最小グルコース寒天培地で TA100 株のコロニーが増加する理由を 2 行程度で答えなさい。

[6] ヒスチジンを含まない最小グルコース寒天培地における TA100 株のコロニーは、陰性対照でもある程度観察される。その理由を 2 行程度で答えなさい。

[7] エームス試験で S-9 mix を添加する目的について 2 行程度で答えなさい。

[8] 下線部(c)について、その理由を 2 行程度で答えなさい。

[9] 下線部(d)について、その理由を 2 行程度で答えなさい。さらに、このような性質を示す化学物質を 1 つ示しなさい。

選 択 問 題 (環 境 生 物 学)

問題番号： 7

(4枚の内1)

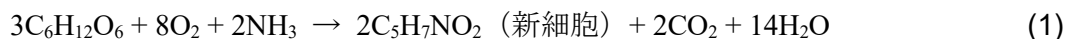
環境中の微生物の代謝および管理に関する以下の文章を読み、[1]～[9]に答えなさい。計算に際して必要な場合、原子量は H=1、C=12、N=14、O=16、Ca=40 とすること。

微生物の代謝反応は、自由エネルギーを投入して低分子化合物から高分子化合物を合成する【ア】反応および高分子化合物を分解して自由エネルギーを得る【イ】反応に分けられる。細胞のエネルギー通貨と呼ばれる【ウ】は3分子のリン酸が付いたヌクレオチドで、加水分解により【エ】とリン酸に分解する反応の標準自由エネルギー変化は -30.5 kJ/mol であり、細胞内で自由エネルギーの投入を必要とする数多くの生化学反応に利用されている。

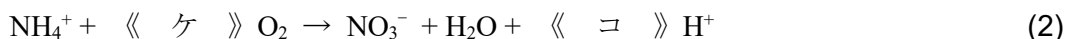
炭素源として無機物だけを利用して有機物を合成し生活できる微生物を【オ】微生物、有機物を利用する微生物を【カ】微生物という。

微生物が二酸化炭素を取り込み、有機物につくりかえるはたらきを炭酸【ア】という。【カ】微生物は、これにより生じた有機物を利用して生活している。光エネルギーを用いて、二酸化炭素と水から有機物をつくる反応は【キ】と呼ばれる。二酸化炭素と水からグルコースが60gできる場合、《ク》molの二酸化炭素が用いられる。無機物(a)を酸化し、そのとき生じる化学エネルギーを用いて炭酸【ア】を行う微生物も存在する。

微生物は、細胞の構造や酵素をつくるために窒素が必要である。生物が体外から無機窒素化合物を取りこみ有機窒素化合物をつくる働きを窒素【ア】という。好気性微生物による有機物の分解および微生物細胞の増殖は、グルコースを有機物の例にすると、窒素の収支を含めて式(1)で表される。



微生物や動植物に取りこまれた窒素成分は、生物体が環境中で分解されるとアンモニウムイオンとして放出される。アンモニウムイオンは、式(2)に従い硝化細菌により硝酸イオンに変換される。



硝酸イオンに含まれる窒素原子は、脱窒反応により窒素ガスとなり大気中に放出される。多くの生物は大気中の窒素を直接利用できない。マメ科植物の根に共生する根粒菌などは空気中の窒素をアンモニアに変換する窒素固定を行い、大気中の窒素を生物が利用できる形に変える。現代では、電力を使用して、工業的に大気中の窒素に水素を反応させアンモニアを生産している。

以上のように環境中の微生物は、地球上の炭素や窒素の循環に重要な役割を果たしている。一方、水環境中には、水系感染症を引き起こす病原微生物(b)が存在し、それらの適切な管理が求められる。

選 択 問 題 (環 境 生 物 学)

問題番号： 7

(4 枚 の 内 2)

微生物の代謝反応において触媒として働くタンパク質は、酵素と呼ばれる。酵素がそれぞれ決まった基質にしか働かない性質を、基質特異性という。酵素にはそれぞれ基質と結合する部位（活性部位）があり、その活性部位の構造と合致する物質だけが結合して基質となり、酵素-基質複合体をつくり、反応が進行する。反応速度は温度とともに増加するものの、最適温度以上では反応速度が低下する。

反応速度を V 、最大反応速度を V_m 、基質濃度を S 、基質濃度に対する半飽和定数を K_m とすると、反応速度は式(3)で表される。

$$V = V_m \cdot \frac{S}{K_m + S} \quad (3)$$

酵素の活性を減少させる物質を阻害剤という。競争（拮抗）阻害(c)では、本来の基質と阻害剤の間で、同じ結合部位を奪い合う。本来の基質濃度が低いときには、阻害剤と酵素が出会う確率が高いのに対して、本来の基質濃度が高くなると、阻害剤と酵素が出会う確率が下がる。従って、競争阻害では、最大反応速度は変わらず、半飽和定数は大きくなる。非競争（非拮抗）阻害(d)では、阻害剤が酵素や酵素-基質の複合体に結合するものの、本来の基質とは結合部位が異なっている。このため半飽和定数は変化せず、最大反応速度が低下する。

[1] 【 ア 】～【 キ 】にあてはまる適切な語句、および《 ク 》～《 コ 》にあてはまる整数を答えなさい。

[2] 下線部(a)に合致する無機物の例として適切な物質を、下記からすべて選びなさい。

グルコース・二酸化炭素・アンモニア・硝酸・硫黄・硫酸・鉄・過マンガン酸カリウム

[3] 式(1)において、1 g のグルコースから何 g の新細胞が合成されるか、そして何 g の窒素が必要かを、計算しなさい。有効数字 2 桁まで求めること。

[4] 式(2)において、1 gN のアンモニア性窒素を硝化するのに何 g の酸素が必要かを、計算しなさい。有効数字 2 桁まで求めること。

[5] 式(2)において、1 gN のアンモニア性窒素を硝化するのに何 gCaCO₃ のアルカリ度が消費されるかを、計算しなさい。有効数字 2 桁まで求めること。

選択問題(環境生物学)

問題番号： 7

(4枚の内3)

[6] 下線部(b)について、水系感染症を引き起こす病原微生物は、細菌、ウイルス、原虫（または原生動物）の3つの群に大別される。

[6-1] 細菌、ウイルス、原虫の大きさは、図-1 に示す①、②、③のいずれに当てはまるか。それぞれに対して、細菌、ウイルス、原虫のいずれかを答えなさい。

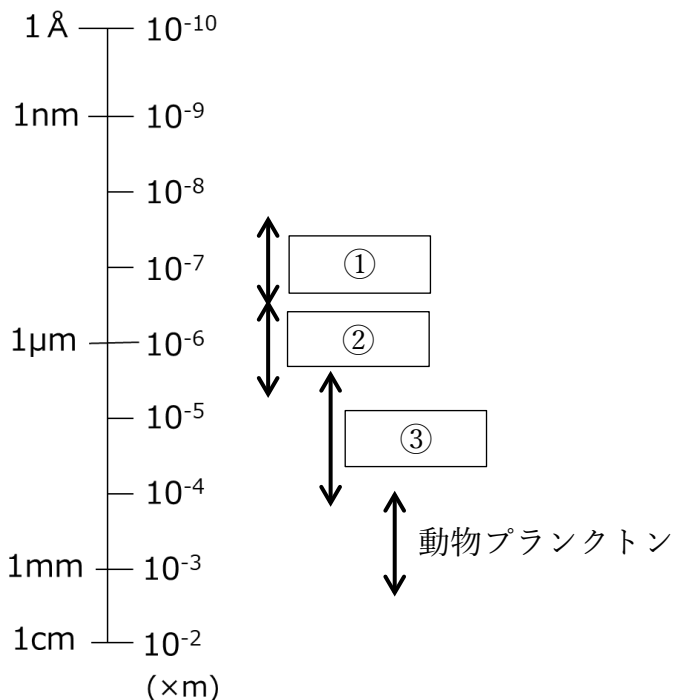


図-1 微生物のスケール

[6-2] 衛生指標として用いられるものに大腸菌がある。わが国の水道水質基準では、2004年に大腸菌群が大腸菌に変更された。また、水質汚濁に係る環境基準（水質環境基準）でも、2022年に大腸菌群が大腸菌に変更されている。大腸菌の方が大腸菌群よりも衛生学的水質指標として適当である理由を5行程度で説明しなさい。

[6-3] 水系感染の発生を防止することなどを目的として浄水処理や下水処理では消毒が行われる。また、消毒に類似した用語に滅菌・殺菌、不活化がある。(1)消毒、(2)滅菌・殺菌、(3)不活化の各用語の意味するところを、相違点を明確にしつつ、それぞれ1行程度で説明しなさい。

[7] 式(3)において、基質濃度と半飽和定数の関係が意味する内容を2行以内で説明しなさい。

[8] 下線部(c)および下線部(d)で述べられている阻害剤の影響を表す適切な式を、それぞれ下記から選び、記号(i)～(iii)で答えなさい。

阻害剤濃度を I 、阻害剤と酵素間の平衡定数を K_i として、

(i)
$$V = V_m \cdot \frac{S}{K_m + S \left(1 + \frac{S}{K_i}\right)}$$

(ii)
$$V = V_m \cdot \frac{S}{(K_m + S) \left(1 + \frac{I}{K_i}\right)}$$

(iii)
$$V = V_m \cdot \frac{S}{K_m \left(1 + \frac{I}{K_i}\right) + S}$$

[9] 下線部(c)および下線部(d)で述べられている阻害剤の影響を表す適切な曲線を、それぞれ図-2から選び、記号(I)～(III)で答えなさい。図中で「阻害剤なし」の曲線が、式(3)の関係を表す。

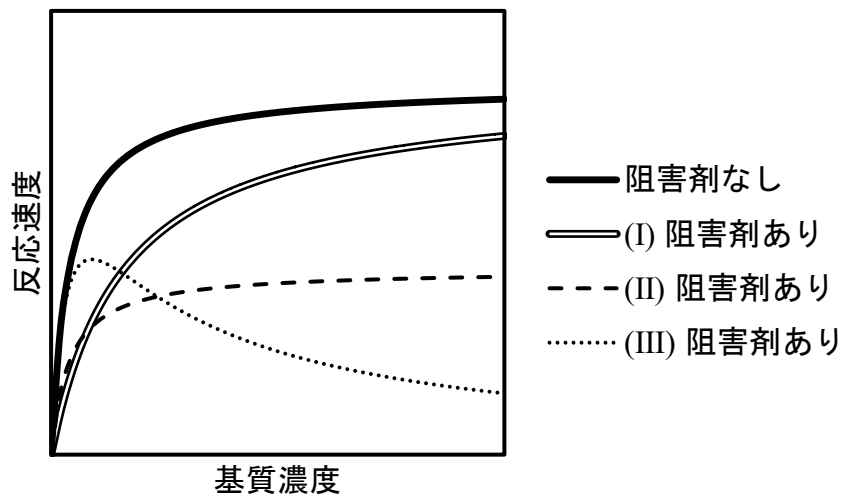


図-2 基質濃度と反応速度の関係

(下書き用紙 Sheet for drafting)

(下書き用紙 Sheet for drafting)