

令和 8 年度専攻科入学者選抜検査

(学力二次) 検査問題

生物応用化学専攻

専 門 科 目

(検査時間 120 分)

(注)

- 1 問題用紙は、表紙を含めて 1～7 ページです。
- 2 6 科目（無機化学、有機化学、物理化学、分析化学、化学工学、生物化学）
全てに解答してください。
- 3 電卓は、所定のものを使用可能です。
- 4 解答は、全て解答用紙に記入してください。
- 5 検査終了後、検査問題は持ち帰ってください。

科目名 無機化学

1. 典型元素の第一イオン化エネルギーは周期表において、「同じ族では原子番号が大きくなるに従わずかに小さくなる」理由を説明せよ。
2. 炭素原子によって構成される以下の構造の特徴について、原子間の化学結合や相互作用に言及して簡潔に説明せよ。
 - (1) ダイヤモンド構造
 - (2) グラファイト構造
3. 結晶場理論 (Crystal field theory) において、金属錯体では中心金属イオンの縮重していた d 軌道 ($d_{x^2-y^2}$, d_{z^2} , d_{xy} , d_{yz} , d_{zx}) が結合軌道と反結合軌道に分裂するが、その分裂した d 軌道が 10 個の電子で満たされた状態の錯体について、以下の問題にそれぞれ答えよ。
 - (1) 錯体の色
 - (2) その理由
4. 「ブレンステッドの酸・塩基」と「ルイスの酸・塩基」について、類似点および相違点をそれぞれ答えよ。
5. 超伝導現象について、それぞれ以下の問題に答えよ。
 - (1) 「零点振動」とは何か。物質の導電特性にも触れて説明せよ。
 - (2) 金属の超伝導現象を説明する「BCS 理論」で扱われる「クーパー対」とは何か。説明せよ。

科目名 有機化学

1. 有機化合物の酸性度について、以下の問いに答えよ。

(1) 以下の語句の中から酸性度に関わる 3 つの因子に○印を付けよ。

【 混成軌道、共鳴効果、電気陰性度、光学活性、誘起効果、遷移状態 】

(2) 以下の化合物を酸性度の強い順に①から⑥まで示性式で書け。

【 酢酸エチル、酢酸、エタン、エテン、エタノール、エチルアンモニウムイオン 】

2. カルボニル基を有する有機化合物について、以下の問いに答えよ。

(1) カルボニル基において、酸素原子の電子吸引性により π 結合の電子が移動して分極する効果を何効果と呼ぶか答えよ。この分極によりカルボニル基の炭素原子と酸素原子はそれぞれどのような化学種の攻撃を受けやすくなるか答えよ。

(2) 以下の化合物について、カルボニル基の炭素原子の反応性が高い順に示性式で書け。なお、アルキル基は R で表示すること。

【 エステル、ケトン、アミド、アルデヒド 】

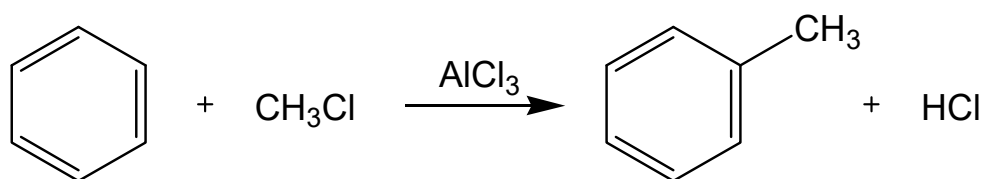
(3) カルボン酸が弱酸性であることを分子構造の観点から説明せよ。一方、カルボン酸が塩基として作用するにはどのような条件でなければならないか答えよ。

3. 芳香族化合物について、以下の問いに答えよ。

(1) 芳香族化合物は Lewis 酸触媒存在下でどのような反応が起こるか答えよ。また、ヒュッケル則ではこの化合物の π 電子の数はどのように定義されているか答えよ。

(2) フェノールのニトロ化はベンゼンのニトロ化よりも反応速度が速い。その理由を説明せよ。また、フェノールのニトロ化で最も多く生成される化合物を構造式で答えよ。ニトロ基は 1 つだけ結合するものとする。

(3) 以下の反応の反応機構を答えよ。



科目名 物理化学

1. 理想気体の性質を微視的立場から2つ挙げよ。
2. 298 K の温度にある 1.00 mol の理想気体を以下の条件 (1)、(2) において、体積 2.00 L から 10.0 L まで膨張させた。この変化に伴う仕事量 W 、熱量 Q 、内部エネルギー変化 ΔU 、エンタルピー変化 ΔH 、エントロピー変化 ΔS をそれぞれ求めよ。単位も示すこと。気体定数 $R = 8.31 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ 、定積モル熱容量 $\bar{C}_V = (3/2)R$ で与えられるとする。
 - (1) 等温条件下で、準静的 (可逆的) に膨張
 - (2) 断熱条件下で、準静的 (可逆的) に膨張
3. 次の物理量を示強性状態量、示量性状態量、状態量でない量に分類し、各分類に該当する物理量を以下から選択し番号で答えよ。
 - ① 物質質量、② 温度、③ 内部エネルギー、④ エントロピー、⑤ モル体積、⑥ 密度、⑦ 仕事量、⑧ 圧力、⑨ 熱量、⑩ 化学ポテンシャル

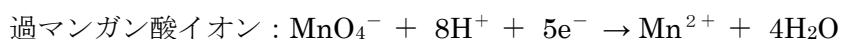
科目名 分析化学

1. 水素イオン指数 (pH) に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 濃度 1.0×10^{-2} mol/L の塩酸 20 mL を水で薄めて、全体で 200 mL にしたときの溶液の pH を有効数字 2 桁で計算しなさい。ただし、塩酸は全て電離するものとして考え、水の解離を無視して考えること。
- (2) 濃度 1.0×10^{-7} mol/L の塩酸の pH を有効数字 2 桁で計算しなさい。ただし、塩酸は全て電離するものとして考え、水の自己解離を考慮して計算すること。

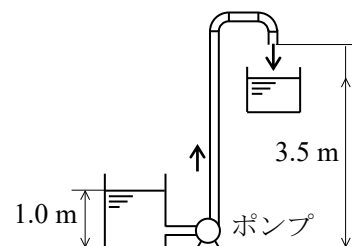
2. 酸化還元滴定に関する以下の問いに答えよ。

濃度不明のビタミン C ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) を含む水溶液 100 mL 中に対して、濃度 1.0×10^{-2} mol/L の過マンガン酸カリウム標準溶液を使って硫酸酸性条件で酸化還元滴定を行ったところ、滴定の終点までに 2.05 mL を要した。ビタミン C と過マンガン酸イオンの半反応式についてそれぞれ下記のようになるとして、過マンガン酸カリウム標準溶液のファクターを考慮しない ($f = 1.000$) とき、水溶液中のビタミン C 濃度 (mol/L) を有効数字 2 桁で計算しなさい。



科目名 化学工学

1. 空気を用いてメタンを完全燃焼させる。酸素の過剰率を 130% とするとき、メタン 1.0 kg あたりの空気は何 kg か。ただし、空気の平均分子量は 29、空気中の酸素組成は 21 mol% とする。
2. 熱移動に関して次の問いに答えよ。
 - (1) 熱の伝わり方には 3 種類ある。それぞれの名称を書け。
 - (2) 20°C のエタノール 50 kg に 2.2×10^4 kJ の熱を加えたところ、沸点 78°C に達して沸騰し、一部が蒸発した。蒸発したエタノールは何 kg か。ただし、エタノールの比熱容量は 2.4 kJ/(kg·K)、蒸発熱は 838 kJ/kg とする。
3. 右図のような管路を通して、水深 1.0 m に保たれた地上タンクから、高さ 3.5 m の出口まで、ポンプで水をくみ上げる。水の流量が 2.5 kg/s のとき、ポンプの軸動力を求めよ。ただし、管の内径は 46 mm、管路の摩擦損失は 30 J/kg、ポンプ効率は 60%、水の密度は 1.0×10^3 kg/m³ とし、地上タンクも水の出口も大気開放している。

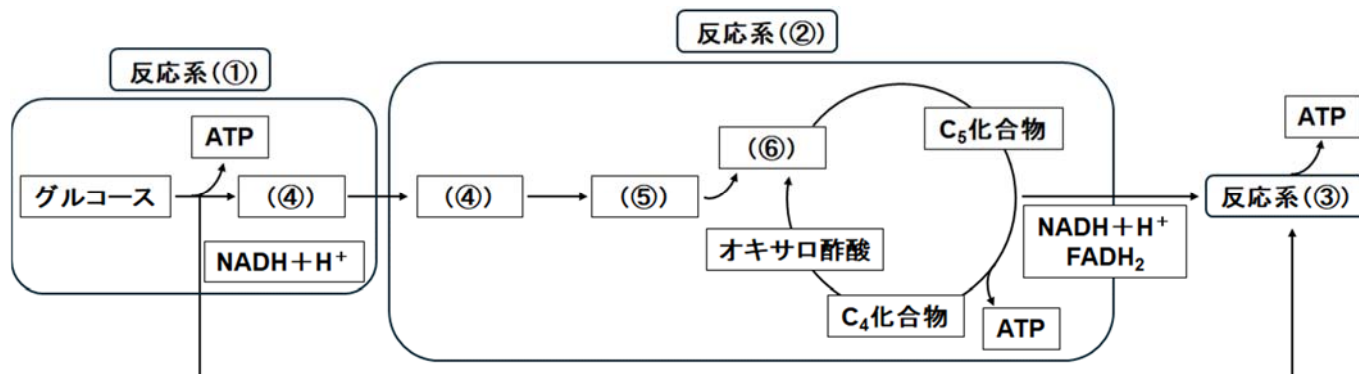


科目名 生物化学

1. 代謝について、以下の問いに答えよ。

(1) 同化と異化の違いについて述べよ。

(2) 下図は、呼吸における反応の経路を示したものである。以下の問いに答えよ。



(イ) 図の空欄①～⑥に適する語句を答えよ。

(ロ) 反応系①および②で生成される $\text{NADH} + \text{H}^+$ および FADH_2 の役割を述べよ。

(ハ) 反応系①②および③で起こる ATP 合成をそれぞれ何というか答えよ。

(ニ) 次の現象は、図中の反応系①～③のいずれにおいて起こるか①～③の数字で答えよ。

(a) O_2 を消費する。 (b) CO_2 を放出する。 (c) H_2O が生成される。

2. タンパク質と酵素に関する以下の問いに答えよ。

(1) 次の説明はタンパク質の二次構造、三次構造、四次構造のいずれにあたるか、それぞれ答えよ。

(イ) アミノ酸側鎖どうしの相互作用によって、ポリペプチド鎖に多くのねじれや曲がりが生じ、コンパクトに折りたたまれている。

(ロ) 骨格原子間の水素結合によって、ポリペプチド鎖の構造が、シート状の規則的なパターンとなっている。

(ハ) 複数のポリペプチド鎖が集合して、機能的なタンパク質を形成する。

(2) 次の文章を読んで、空欄を埋めよ。

酵素は生体内で様々な化学反応を促進するタンパク質であり、(①) と呼ばれる。酵素の作用を受ける反応物質を (②) といい、酵素と (②) が結合すると (③) が形成され、反応が進行した後、酵素は (④) を放出して、再び元の状態に戻る。酵素は (②) の形を認識し、適合した (②) 以外とは反応しない。この特性を (⑤) という。さらに、酵素は、どのような反応を触媒するか決まっており、これを (⑥) という。

(3) 最適温度が 30°C の酵素について、温度を 30°C から 70°C に上昇させた場合、反応速度がどのように変化するか、その理由とともに述べよ。

(4) 酵素における、競争的阻害と非競争的阻害について、基質濃度との関連をふまえた阻害様式をそれぞれ述べよ。