

2020年度専攻科入学者選抜検査

(学力一次) 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)すべ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。

1. 3d、4s、4f、5p、5d の軌道を、エネルギーの小さい方から左枠より順に書け。
2. $[\text{Ti}^{\text{III}}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 水溶液は赤紫色（すみれ色）を呈し、下図に示すように 500 nm の波長付近に光吸収ピークをもつ。この現象を錯体の結晶場理論に基づき、補色、d-d 遷移、電子配置、10Dq の語句をすべて使って説明せよ。

表 可視光の色と補色の関係

色	補色
紫	黄
青	橙
緑	赤
黄	紫
橙	青
赤	緑

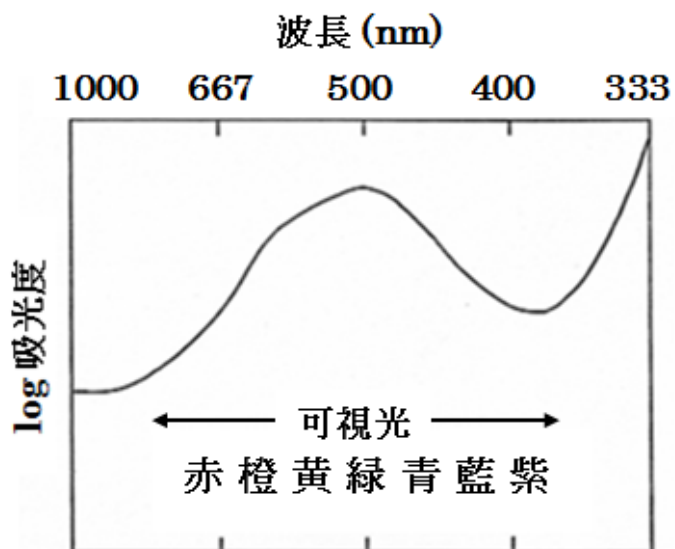


図 $[\text{Ti}^{\text{III}}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 水溶液の光吸収スペクトル。

3. 硫黄のオキシ酸に関する下記の表を完成せよ。

名 称	亜硫酸	硫酸	チオ硫酸
分子式			
構造式			
S の酸化数			

4. ジルコニウム (Zr、原子番号 40) とハフニウム (Hf、原子番号 72) は同じ属でそれぞれ第 5 周期と第 6 周期に位置し、Hf の原子半径が大きくなることが予想されるが、その原子半径がまったく同じである。それは、どのような理由から起こるか説明せよ。また、Zr と Hf の相反する性質を 1 つ述べよ。

1. アニリン $C_6H_5NH_2$ について、以下の問いに答えよ。アニリンは弱塩基性を示す。

(1) ルイスの酸塩基理論、ブレンステッド-ローリーの酸塩基理論のそれぞれに従って、塩基の定義を簡潔に述べよ。

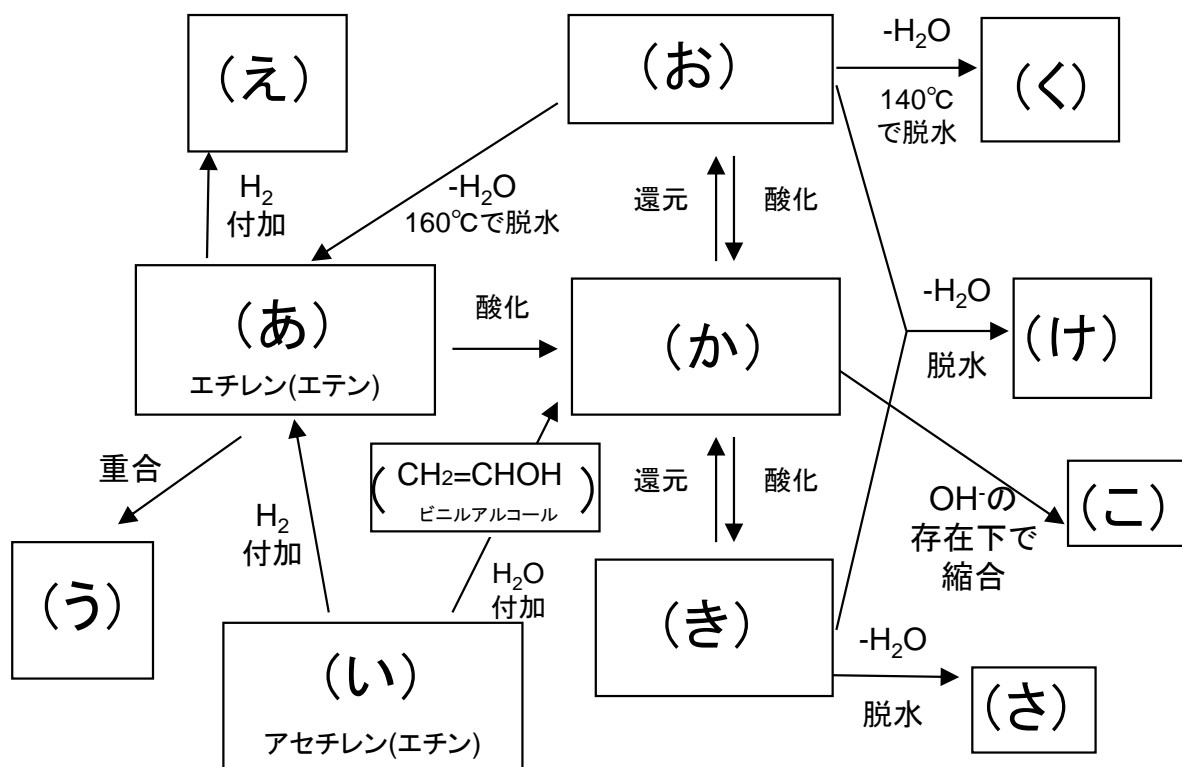
(2) アニリンの共鳴式を書け。

(3) (2) のアニリンの共鳴式から、エチルアミン $C_2H_5NH_2$ のような一般的な脂肪族アミンと比較して、アニリンの塩基性は強いのか、弱いのかを示せ。その理由を述べよ。

(4) アニリンに求電子置換反応を行うと、オルト、メタ、パラのいずれの配向性を示すか。また、その理由を説明せよ。

(5) アニリンに塩酸とともに亜硝酸ナトリウムを反応させるとジアゾニウム塩が生成される。これを原料にして様々な化合物を得ることができるため、工業的に有用である。この反応式と反応条件（反応を行う上で留意する点）を書け。

2. 以下の (あ) ~ (さ) にあてはまる有機化合物の構造式を書け。なお、脱水（縮合）の反応には一分子的（分子内）、二分子的（分子間）の可能性があるので注意せよ。



【問題を解くために必要であれば、次の気体定数 R の値を用いよ。】

$$R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

1. 25.0°C 、 2.00 mol の単原子理想気体を体積 1.00 dm^3 から断熱可逆的に膨張させた。以下の問いに答えよ。

- (1) 単原子理想気体の定積モル熱容量 \overline{C}_V を、気体定数 R を用いて示せ。
- (2) 5.00 dm^3 まで断熱可逆的に膨張させた時、断熱可逆膨張後の温度を求めよ。
- (3) 断熱可逆膨張後の温度が -150°C であった時、この断熱可逆過程での内部エネルギー変化 ΔU 、仕事 W 、熱 Q を求めよ。

2. 1次反応 $A \rightarrow B$ の半減期が 10 分であった。

- (1) 速度定数を k として A の濃度 $[A]$ を初濃度 $[A]_0$ と時間 t を用いて表せ。
- (2) A の初濃度が $2.00 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ であるとき、30 分後の A の濃度を求めよ。

科目名：分析化学（1／全1枚）

【問題を解くために必要であれば、次の原子量の値を用いよ。】

H=1.0、O=16、S=32

1. $2.00 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ の H_2SO_4 水溶液 500 mL を 98.0% H_2SO_4 （密度： $1.84 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ）から調製したい。必要な 98.0% H_2SO_4 の量[mL]を求めよ。

2. $1.0\times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ の NaCl 水溶液 50 mL に $1.0\times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ の AgNO_3 水溶液 50 mL を加えた。溶液中に残存している Cl^- イオン濃度を求めよ。ただし、 AgCl の溶解度積 K_{sp} は 1.0×10^{-10} とする。

1. 向流式二重管型熱交換器を用いて、内管に 500 K の熱流体（比熱容量 $2.0\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ）を流量 5.0 kg/s で流しながら 300 K まで冷却する。外管の冷却には 250 K の冷媒（比熱容量 $0.8\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ）を用いる。

- (1) 熱交換器全体の伝熱速度 $[\text{J/s}]$ はいくらか。
- (2) 冷媒の最小所要流量 $[\text{kg/s}]$ はいくらか。

2. 下図のようにタンクの水をタンク底部の排水口から排水している。水面の高さは底から 10 m の位置にある。排水口からの水の流速 $[\text{m/s}]$ を求めよ。タンク上部、排水口ともに大気開放下であり、タンクは十分に大きいと考えよ。

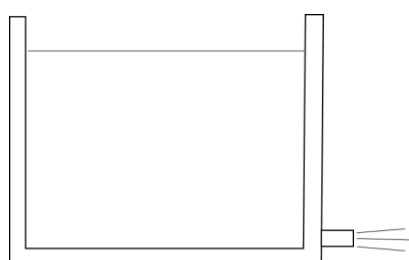
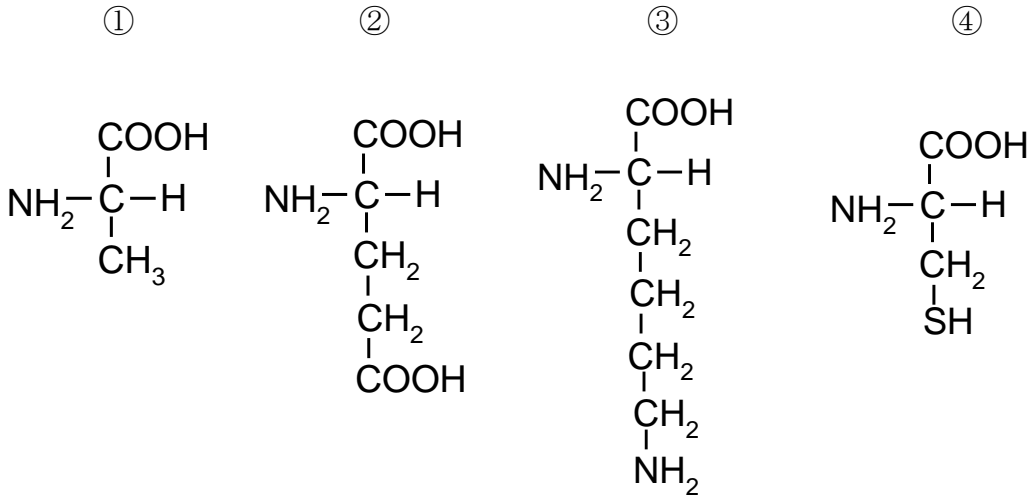


図 タンク.

1. 次の4つのアミノ酸の名称を記せ。また、それぞれのアミノ酸を、A：非極性アミノ酸、B：極性だが無電荷のアミノ酸、C：正電荷を持つ極性アミノ酸（pH 7.0）、D：負電荷を持つ極性アミノ酸（pH 7.0）に分類し、その記号を記せ。



2. アラニン 3 分子、トリプトファン 2 分子、アスパラギン酸 1 分子から構成されるペプチドは理論上何種類の構造が可能であるか。

3. 次の文章は酵母によるグルコースの代謝について述べたものである。文章を読み、以下の問いに答えよ。

1モルのグルコースは（ a ）モルのピルビン酸に代謝される。この過程は、（ ① ）と呼ばれ、（ b ）モルの ATP と（ c ）モルの NADH が生成する。酸素の無い条件では、ピルビン酸はエタノールと（ ② ）に代謝される。酸素が存在するとピルビン酸は、酸化的脱炭酸反応により（ ③ ）となり、これが（ ④ ）と反応してクエン酸となる。クエン酸は、（ ⑤ ）と呼ばれる代謝経路で（ ④ ）にもどる。この過程で、1モルのクエン酸から（ d ）モルの二酸化炭素が発生する。また、同時に1モルのクエン酸から（ e ）モルの NADH、（ f ）モルの FADH₂、（ g ）モルの GTP が生成する。

（1）文章中の（ a ）～（ g ）にあてはまる数字を入れよ。

（2）文章中の（ ① ）～（ ⑤ ）にあてはまる語句を入れよ。

（3）酸素の無い条件において、下線部のように代謝される必要がある理由を述べよ。

（4）18 g のグルコース（C₆H₁₂O₆）がアルコール発酵により、エタノール（C₂H₅OH）に変換された時、理論的にはエタノールは何 g 生成するか。原子量は、H=1、C=12、O=16 とする。