

令和3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

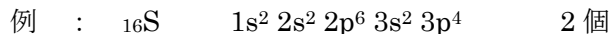
(検査時間 120分)

(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。

科目名：無機化学（1／全1枚）

1. ${}_{20}\text{Ca}$ と ${}_{24}\text{Cr}$ の基底状態における電子配置と不対電子数を、 ${}_{16}\text{S}$ の例にならぬ記せ。



2. 原子の壊変による放射線について、次の各問に答えよ。

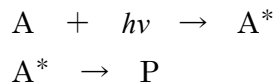
- (1) α 粒子を放ったとき、もとの放射性元素の原子番号および質量数はどのように変わるか。
- (2) γ 線とはどのようなものか。簡単に説明せよ。

3. 以下の3つ錯体の日本語名称を記せ。中心金属の価数を明記すること。



4. 結晶構造が立方晶系（格子定数： $a=0.513\text{ nm}$ ）で、 $(\text{ZrO}_2)_{0.85}(\text{CaO})_{0.15}$ （分子量：113）からなる組成物の理論密度を求めよ。 $(\text{ZrO}_2)_{0.85}(\text{CaO})_{0.15}$ の単位格子中に含まれる分子式の数（化学式数： Z ）は4で、アボガドロ数は 6×10^{23} とする。

5. 単純な光化学反応式は、



である。 A は光を吸収する物質、 $h\nu$ は光のエネルギー、 A^* は A の光励起状態、 P は反応生成物とする。

(1) A が光を吸収せずに他の物質 C が光励起して反応が起こる場合の光化学反応式を、上記の光化学反応式を参考にして示せ。

(2) 物質 C を何と呼ぶか。

科目名：有機化学（1 / 全1枚）

1. 以下の各元素の基底状態と sp^3 混成軌道の電子配置を示せ。

- (a) 炭素 (b) 酸素 (c) 窒素

2. 以下の化合物の構造を書け。

- (a) 3-ブロモ-4-エチル-7-メチルデカン
(b) *cis*-1, 2-ジメチルシクロブタン
(c) *p*-ヒドロキシベンズアルデヒド
(d) 4, 5-ジメチル-3-ヘキサノン
(e) *N, N*-ジメチル-2-プロペニルアミン
(f) 安息香酸エチル

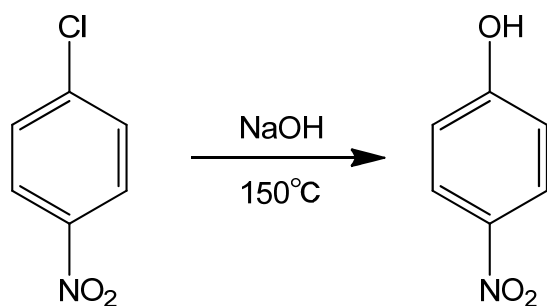
3. シクロペンテンと臭素の反応において、以下の問いに答えよ。

(1) この反応において、溶媒として四塩化炭素とメタノールを、それぞれ用いた場合に得られる生成物を構造式で書け。

(2) 四塩化炭素とメタノールは、活性な溶媒か不活性な溶媒か選択し、○印を付けよ。

(3) この2つの溶媒を用いた場合、異なる生成物が得られる理由を述べよ。

4. 以下の反応の反応機構を書け。



1. 熱力学変数（温度、質量、圧力、体積、密度、熱量）を、(a) 示量性変数と (b) 示強性変数に分類し、記号 (a)、(b) で答えよ。

2. ファン・デル・ワールスの状態方程式は次のとおりである。

$$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$$

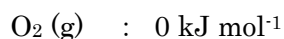
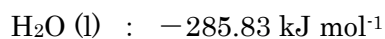
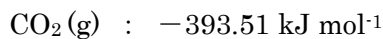
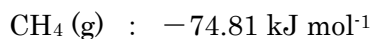
ここで、 V_m はモル体積、 a 、 b はファン・デル・ワールス定数である。臨界点での分子サイズパラメータ b を、臨界点での圧力、モル体積、温度 (P_c 、 V_c 、 T_c) を用いて表せ。ただし、 P_c 、 V_c 、 T_c のすべてを用いるとは限らない。臨界点では、次の関係式が成立している。

$$P_c = \frac{RT_c}{V_c - b} - \frac{a}{V_c^2}$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V_m}\right)_{T_c} = 0$$

$$\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V_m^2}\right)_{T_c} = 0$$

3. CH_4 (g)の標準燃焼エンタルピー(ΔH°)を求めよ。各物質の標準生成エンタルピー($\Delta_f H^\circ$)は、以下である。



科目名：分析化学（1／全1枚）

1. すべて「ランベルト・ベールの法則」に従うものとして、以下の問いに答えよ。

(1) 厚さ 10 cm のセルに、ある溶液を入れ、光を通したところ、その 90 %が吸収された。セルの厚さを 2 cm にすると何%の光が吸収されるか。

(2) 濃度 $0.0002 \text{ mol L}^{-1}$ のある溶液に光を通したところ、光の強さが初めの $1/10$ になったとすると、モル吸光係数はいくらか。ただし、セルの厚さを 2 cm とする。

2. 0.01 mol L^{-1} の Al^{3+} を含む水溶液がある。この溶液から $\text{Al}(\text{OH})_3$ の沈殿が生成し始める pH を求めよ。ただし、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ の溶解度積 (K_{sp}) は 2.0×10^{-32} とする。また、水のイオン積 (K_{w}) は 1.0×10^{-14} とする。

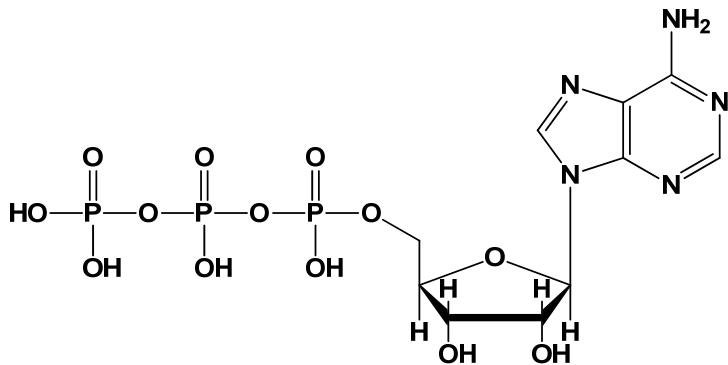
3. 未知濃度 Ca 含有溶液がある。その Ca 含有溶液中の Ca 量を原子吸光分析法にて「標準添加法」を用いて分析した。Ca 標準溶液の添加量と吸光度結果を下表に示す。この実験結果から未知濃度 Ca 含有溶液中の Ca 濃度 (ppm) を求めよ。フリーハンドにて、なるべく丁寧に描くこと。

試料番号	未知濃度 Ca 含有溶液/mL	Ca 標準溶液の添加量/ppm	吸光度
ブランク	0.00	0.000	0.00
1	10.00	0.050	0.16
2	10.00	0.100	0.22
3	10.00	0.150	0.28
4	10.00	0.200	0.34
5	10.00	0.250	0.40

科目名：化学工学 (1/全1枚)

1. 高さ 20.0 m のタンクへ、毎分 1.00 t の水を汲み上げるのに必要なポンプの軸動力は何 J/s か。ただし、ポンプの効率を 70 %、流れのエネルギー損失を 8.00 J/kg とする。
2. 表面温度が 50°C の物体がある。この物体からの 3.50 m² 当たりの総放射量 [J/s] はいくらか。物体の熱放射率は 0.750 とする。
3. 単一蒸発缶に、20.0°C、10.0 wt% の食塩水を 0.500 kg/s で供給し、20.0 wt% に濃縮したい。0.300 MPa の飽和水蒸気の潜熱で加熱するとして、以下の問いに答えよ。ただし、食塩水の比熱は濃度にかかわらず 4.20 kJ/(kg·K)、20.0 wt% 食塩水の沸点は 102°C とし、熱損失は無視せよ。
 - (1) 物質収支式から蒸気流量と濃縮液流量を求めよ。
 - (2) 加熱に必要な加熱用水蒸気の流量を求めよ。ただし、蒸気流量は 0.200 kg/s、濃縮液の沸点における蒸発潜熱は 2220 kJ/kg、加熱用水蒸気の蒸発潜熱は 2150 kJ/kg とする。

1. 以下の化合物 A についての問いに答えよ。



- (1) A の名称と略号を記せ。
- (2) A の分子式を記せ。
- (3) A が生体内代謝反応において果たしている役割について簡単に述べよ。
- (4) A がその機能を果たすとき、どのような化学反応を起こしているか、2 種のパターンについて述べよ。

2. 以下の酵素が触媒として働く化学反応式を示せ。

- (1) ピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体
- (2) カタラーゼ

3. クエン酸の示性式は $C(OH)(CH_2COOH)_2COOH$ である。以下の問いに答えよ。

- (1) クエン酸の簡易構造式を記せ。
- (2) 好氣的生物はクエン酸をイソクエン酸に変換する反応を行っている。イソクエン酸の簡易構造式を記せ。
- (3) イソクエン酸はさらに NAD^+ 依存性クエン酸脱水素酵素の作用により 2-オキソグルタル酸へと酸化脱炭酸される。2-オキソグルタル酸の簡易構造式を記せ。
- (4) 2-オキソグルタル酸が 2-オキソグルタル酸デヒドロゲナーゼによって変換される化合物の名称を記せ。
- (5) クエン酸回路とは基本的に何をしていると言えるか、簡単に述べよ。
- (6) オキソグルタル酸を酵素により還元的にアミノ化すると L-体のアミノ酸を合成できる。このアミノ酸の名称とフィッシャー投影法による構造式を記せ。