

令和5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)

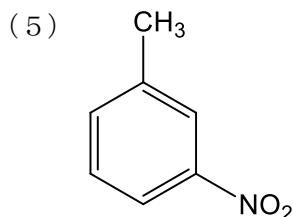
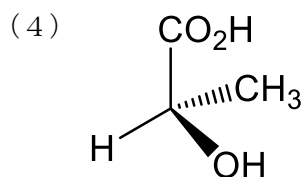
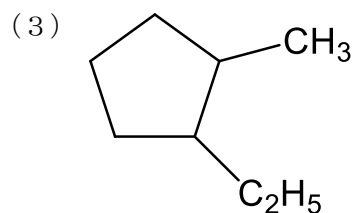
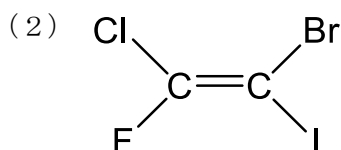
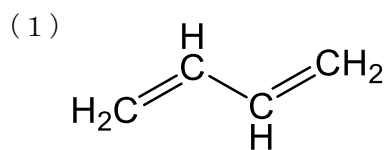
- 1 問題用紙は、表紙を含めて1～7ページです。
- 2 6科目(無機化学、有機化学、物理化学、分析化学、化学工学、生物化学)すべてに解答してください。
- 3 電卓は、所定のものを使用可能です。
- 4 解答は、全て解答用紙に記入してください。
- 5 検査終了後、検査問題は持ち帰ってください。

科目名：無機化学（1／全1枚）

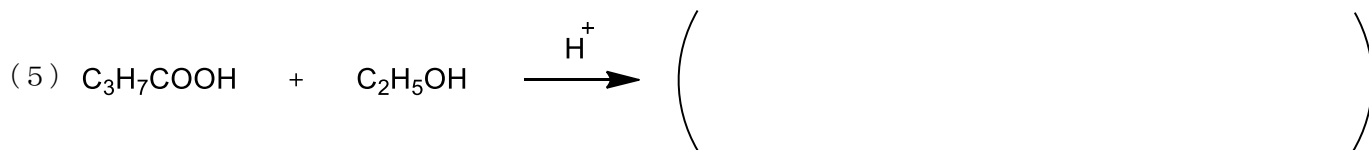
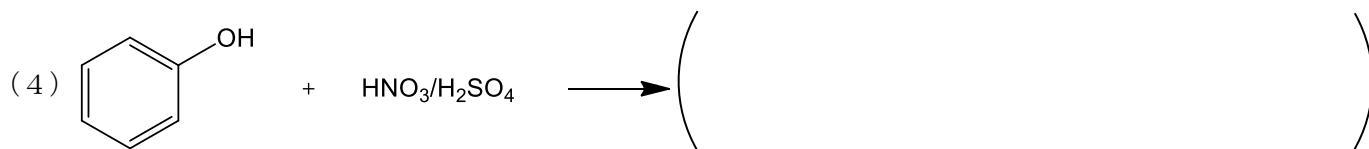
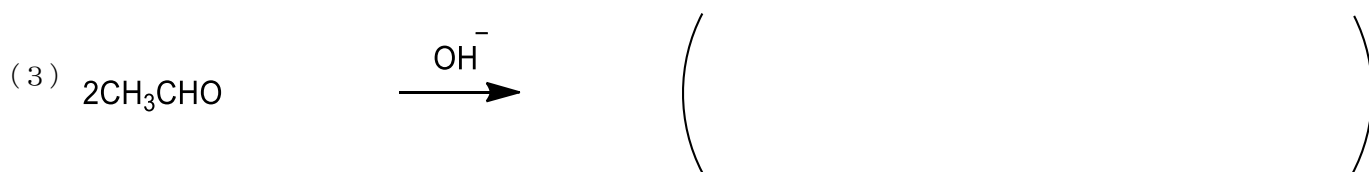
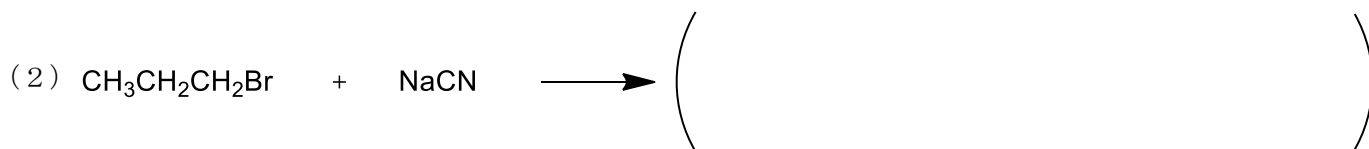
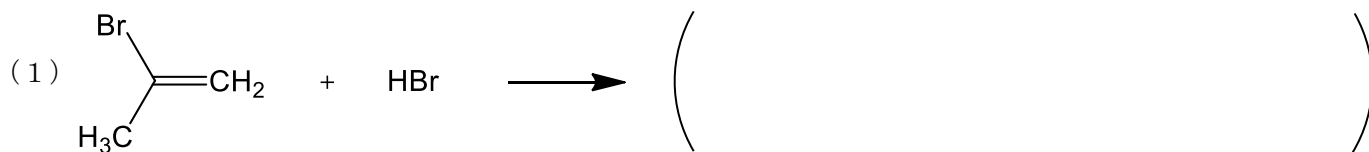
1. 不純物を含む二酸化マンガン 1.00 g に十分な量の塩酸を加え、加熱したところ、0.71 g の塩素ガスを生じた。この二酸化マンガンの純度（質量%）を求めよ。ただし、原子量を  $\text{Mn}=55$ 、 $\text{Cl}=35.5$ 、 $\text{O}=16$  とする。
2. 次の操作を行った場合に起こる反応を化学反応式で記せ。
  - (1) 濃硫酸を銅と熱する。
  - (2) 塩化アンモニウム水溶液に水酸化カルシウムを加える。
  - (3) 炭化カルシウム（カーバイド） $\text{CaC}_2$  に水を加える。
  - (4) アンモニアを飽和させた塩化ナトリウム水溶液に二酸化炭素を通ずる。
3. ある金属の結晶を X 線で調べたところ、構造は面心立方格子で、単位格子の一边が 0.36 nm の立方体に 4 個の割合で原子が含まれていることがわかった。そのときの結晶の密度を測ったら、 $9.0 \text{ g/cm}^3$  であった。この金属の原子量を求めよ。ただし、アボガドロ数は  $6.0 \times 10^{23}$  とする。

1. 次の化合物を IUPAC 命名法で、英語名および日本語名で命名せよ。*R, S, E, Z*を考える場合も明記せよ。

(例)  $C_2H_5OH$  ethanol, エタノール



2. 次の反応生成物を予想し、( )の中に解答せよ。また、2種類以上の生成物が予想される場合、主生成物、副生成物を区別して明記せよ。



科目名：物理化学（1／全1枚）

1. 気体定数を  $R$  とする。理想気体について、次の問いに答えよ。
  - (1) 単原子分子理想気体の定積モル熱容量  $C_{v,m}$  はいくらになるか答えよ。
  - (2) 二原子分子理想気体の定積モル熱容量  $C_{v,m}$  はいくらになるか答えよ。
  - (3) 理想気体の定積モル熱容量と定圧モル熱容量にはどのような関係があるか答えよ。
  - (4) 物質質量  $1.00 \text{ mol}$ 、初期温度  $298\text{K}$ 、初期体積  $4.00 \text{ m}^3$  である二原子分子理想気体を断熱可逆的に体積  $1.00 \text{ m}^3$  まで圧縮した。圧縮後の理想気体の温度を答えよ。
  
2. ヘンリーの法則について、次の問いに答えよ。
  - (1) ヘンリーの法則を式で表せ。ただし、ヘンリー定数は  $k_H$  とせよ。
  - (2) ヘンリーの法則が成立するとして圧力  $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  の空気中の酸素の水への溶解度を水中の酸素のモル分率で求めよ。ただし、酸素のヘンリー定数は  $4.42 \times 10^9 \text{ Pa}$  とする。また、空気中での酸素のモル分率は  $0.21$  とし、水蒸気分圧は無視できるものとする。
  - (3) 溶存酸素の濃度を  $\text{mg L}^{-1}$  単位で求めよ。ただし、水の密度は  $1.00 \text{ kg L}^{-1}$  とせよ。

【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】

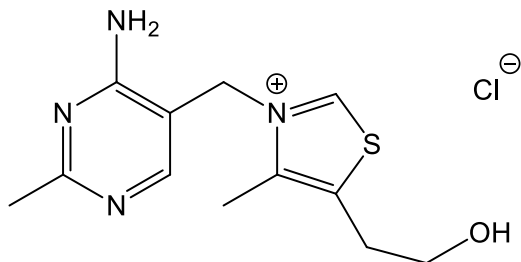
《 H=1.0、O=16、C=12、N=14、Na=23、Cl=35.5、Mn=55 》

1. 10.2 wt% HCl（密度 1.05 g/cm<sup>3</sup>） 500 mL を作るのに 36.3 wt% HCl（密度 1.18 g/cm<sup>3</sup>） 何 mL が必要か。
2. 密度が 1.1 g/cm<sup>3</sup> で 20 wt% の塩酸 20 mL を中和するのに必要な NaOH は何 g か。
3. 蒸留水が CO<sub>2</sub> を吸収して [H<sup>+</sup>]=2.0×10<sup>-6</sup> mol/L になった。水溶液中の[H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>] を求めよ。ただし、H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> の K<sub>1</sub> = 4.3×10<sup>-7</sup> とし、K<sub>2</sub> = 5.6×10<sup>-11</sup> であるため、第 2 段の解離は無視して計算せよ。
4. 0.1 mol/L の酢酸水溶液 1 L に酢酸ナトリウム(CH<sub>3</sub>COONa・3H<sub>2</sub>O) 6.8 g を溶解した時の水溶液の pH を求めよ。ただし、酢酸の酸解離定数(K<sub>a</sub>)は 1.8×10<sup>-5</sup>、水のイオン積(K<sub>w</sub>)は 1.0×10<sup>-14</sup> とし、溶液の容積変化はないものとする。

科目名：化学工学（1／全1枚）

1. 水分率 20 wt%の粘土を 360 kg/h で乾燥器に供給し、水分率を 4.0 wt%にしたい。乾燥器で取り除かれる水分は何 kg/h か。
2. 30°Cの NaOH 水溶液 2.0 kg/s を加熱して 100°Cで沸騰させ、0.80 kg/s で水蒸気を発生させるのに必要な熱量を求めよ。ただし、水溶液の比熱は 4.18 kJ/(kg·K)、蒸発熱は  $2.26 \times 10^3$  kJ/kg とする。
3. 鋼管に密度 600 kg/m<sup>3</sup>、粘度 1.7 mPa·s の高分子流体を 500 kg/h で流したとき、乱流で流すには鋼管の内径を何 mm 以下とすべきか。

1. 下に構造式を示した生体物質について以下の問いに答えよ。



- (1) この化合物の分子式を示せ。
- (2) この化合物の慣用的な名前を記せ。
- (3) 我々の体内では、この化合物のピロリン酸誘導体が、グルコースの異化代謝において重要な酵素反応系の補酵素として働いている。その酵素名を答えよ。
- (4) その酵素が触媒として働く化学反応式を簡易的に示せ。

2. 以下の文の空欄を適切な語句で埋めよ。

大腸菌がラクトースを代謝するとき、ラクトースの（ア）に働くβ-ガラクトシドパーミアゼや取り込んだラクトースの（イ）を行い（ウ）と（エ）に変換する（オ）などの酵素群が必要である。これらの酵素タンパク質は、フランソワ・ジャコブとジャック・モノーによって（オ）と名付けられたひとかたまりの遺伝子単位としてコードされ遺伝子発現の調節が行われていると提唱され、その後の研究でその推理の正しさが証明されていった。それによると、（オ）の中には一連の酵素遺伝子群の他に、（カ）と（キ）と名付けられた領域があり、ラクトースが無いときには、（カ）に（ク）が結合して転写を妨げている。グルコースがなくラクトースがある環境では、（ク）にラクトースが結合して、その結果（カ）への結合が妨げられ、遺伝子の発現に結びつくことになる。他方、グルコースが存在する場合には、カタボライト抑制と呼ばれる発現調節機構によってラクトース代謝系酵素の発現は抑制される。この現象は、グルコース存在下でアデニル酸シクラーゼ活性の減少に伴い細菌内の（ケ）濃度が低下して、（キ）の5'上流にあるカタボライト遺伝子活性化蛋白質（CAP）結合部位へCAPがCAP-（ケ）の複合体として結合して（コ）を行うことができなくなるからである。

3. 以下に説明した反応を行う酵素の名前と化学反応式を記せ。

- (1) 過酸化水素を分解して水と酸素にする。
- (2) フマル酸を水和してL-リンゴ酸を合成する、あるいは逆反応を行う。