

令和7年度
入学者選抜学力検査

(後期日程)

理 科 (化 学)

山口大学理学部 化学科, 生物学科

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子および解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出願時に選択した科目の問題冊子が配られていることを確認してください。
- 3 配付物は、問題冊子1冊(1～5頁)、解答用紙3枚および下書用紙1枚です。
試験開始後、直ちにそろっているか確認してください。
- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙や下書用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 試験開始後、すべての解答用紙に氏名および受験番号を記入してください。
- 6 解答は指定された解答用紙に横書きで記入してください。
- 7 試験終了後、問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

【問題1】 次の文章を読み、問1～問7に答えなさい。(配点 100)

すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。

必要であれば、次の値を用いなさい。

原子量 : $H = 1.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$ 気体定数 : $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 肥料の原料となるアンモニア NH_3 は、工業的には

〔ア〕を主成分とする触媒を用いて窒素 N_2 と水素 H_2 を反応させ、生産されている。



この合成方法をハーバー・ボッシュ法という。反応物から生成物までのエネルギー変化の概略図を図1に示す。

また、 NH_3 は水によく溶け、水と反応し、次のような平衡状態になる。

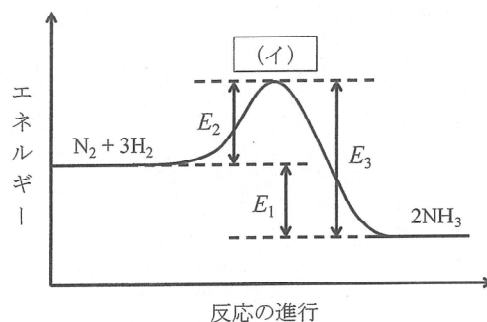


図1 反応物から生成物までのエネルギー変化

問1 文章中の〔ア〕に入る適切な語句を次の(A)～(E)の中から選び、記号で答えなさい。

- (A) 酸化マンガン(IV) (B) 酵素 (C) 白金
(D) 四酸化三鉄 (E) ニッケル

問2 図1の〔イ〕はエネルギーの高い不安定な状態である。この〔イ〕に入る適切な語句を答えなさい。

問3 (1) 式の正反応の活性化エネルギーを図1の $E_1 \sim E_3$ の中から選び、答えなさい。

問4 温度 T 、気体の全体積 V 、および全圧 p において、(1) 式が平衡状態にあるとする。このときの圧平衡定数 K_p を、それぞれの気体の分圧、 p_{N_2} 、 p_{H_2} 、および p_{NH_3} を用いて示しなさい。さらに、(1) 式が平衡状態にあるとき、下の操作 i)～iii) を行うとその平衡はそれぞれどのように移動するか、下の平衡の移動①～③の中から選び、番号で答えなさい。

操作

- i) 全圧 p と温度 T は一定のまま、触媒を加える。
ii) 全圧 p は一定のまま、温度 T を上げる。
iii) 温度 T は一定のまま、全体積 V を小さくする。

平衡の移動

- ① 左向きに移動する。
② 右向きに移動する。
③ どちらにも移動しない。

- 問5 問4で求めた K_p を, 濃度平衡定数 K_c , 気体定数 R , および温度 T を用いて示しなさい。
導出過程も示しなさい。ただし, N_2 , H_2 , および NH_3 の物質量とモル濃度をそれぞれ, n_{N_2} と $[N_2]$, n_{H_2} と $[H_2]$, および n_{NH_3} と $[NH_3]$ とする。
- 問6 (2) 式において, アンモニアの電離度 α を $\alpha \ll 1$ と仮定し, アンモニアのモル濃度 C $[mol/L]$ とアンモニアの電離定数 K_b を用いて, 水酸化物イオンのモル濃度 $[OH^-]$ を示しなさい。導出過程も示しなさい。
- 問7 質量パーセント濃度が 1.7% のアンモニア水のモル濃度 C $[mol/L]$ を求めなさい。さらに, このアンモニア水の pH を小数第 2 位まで求めなさい。これらの計算過程も示しなさい。ただし, このアンモニア水の密度は 1.0 g/cm^3 , アンモニアの電離定数は $2.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, および水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。また, $\sqrt{23} = 4.8$, $\log_{10} 2.1 = 0.32$ とする。

【問題2】 問1～問3に答えなさい。(配点100)

なお、数値計算においては、有効数字に留意すること。

必要であれば、次の値を用いなさい。

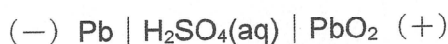
原子量：H = 1.0, O = 16.0, S = 32.0, Fe = 55.8, Pb = 207.2

ファラデー定数： $F = 96485 \text{ C/mol}$

アボガドロ定数： $N_A = 6.0221 \times 10^{23} / \text{mol}$

問1 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

鉛蓄電池の構成は次のように書くことができる。



- (1) 両電極を導線でつないだとき、それぞれの電極で起こる反応を電子 e^- を含む反応式で書きなさい。
- (2) 鉛蓄電池を放電させたところ、負極が放電前よりも 14.4 g 重くなった。このとき流れた電気量 [C] を求めなさい。ただし、放電した電気量は、(1) の電極で起こる反応のみに使われたものとする。計算過程も示しなさい。
- (3) 鉛蓄電池を充電するとき、電池内の電解質水溶液の密度は、充電前と比べてどのように変化するか、次の選択肢①～③の中から選び、番号で答えなさい。その理由も説明しなさい。
 - ① 電解質水溶液の密度は増える。
 - ② 電解質水溶液の密度は減る。
 - ③ 電解質水溶液の密度は変わらない。

問2 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

硫黄の単体には (ア)、(イ)、ゴム状硫黄等の同素体が存在する。硫黄は空気中で燃焼させると、強い刺激臭をもつ無色の気体 (ウ) を生じる。この気体は、(エ) を触媒として三酸化硫黄に酸化される。三酸化硫黄から濃硫酸が製造される。^(a) 硫化鉄(II)と希硫酸の反応から、腐卵臭をもつ無色の気体 (オ) が得られる。 この気体は、様々な金属イオンの分離と確認に利用される。

- (1) (ア) と (イ) の名称を書きなさい。
- (2) (ウ)、(エ)、(オ) の化合物名、または化学式を書きなさい。
- (3) 下線部(a)の変化を、化学反応式で書きなさい。
- (4) (ウ) と (オ) はともに還元性の気体であるが、混合すると反応する。その化学反応式を書きなさい。

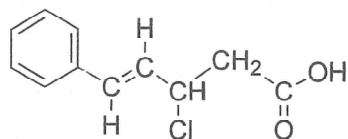
問3 以下の問いに答えなさい。

- (1) 硫酸鉄(II)水和物の結晶 0.5556 g を希硫酸 30 mL に溶解し、これに 4.00×10^{-2} mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液 10.0 mL を加えたところで、水溶液の色が淡赤色に変化した。この硫酸鉄(II)水和物 1.00 mol に含まれている水分子の個数を答えなさい。計算過程も示しなさい。
- (2) 硝酸銀水溶液と塩化亜鉛水溶液のそれぞれに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、どちらの水溶液からも沈殿が生じる。これらの変化を、化学反応式でそれぞれ書きなさい。また、生じる沈殿の色も書きなさい。さらに、水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると塩化亜鉛水溶液から生じた沈殿だけが溶ける。このときの変化を化学反応式で書きなさい。

【問題3】 次の文章を読み、問1～問3に答えなさい。(配点 100)

なお、化合物の構造式は、以下の例にならって書きなさい。

構造式の書き方の例



分子式 C_9H_{12} で表される芳香族化合物 **A**～**D** がある。**A** と **B** は、高温・高圧の条件下で3分子の化合物①を鉄触媒の作用により重合させると得られる。①には三重結合が含まれる。**A** を過マンガン酸カリウムで酸化すると化合物②が生成した。また、②を加熱すると分子内で脱水反応が起こり、分子式 $C_9H_4O_5$ で表される化合物③が生成した。**B** を鉄触媒の存在下、暗所で塩素と反応させると、ベンゼン環の水素が塩素で置換され、分子式 $C_9H_{11}Cl$ で表される化合物が1種類のみ生成した。**B** の反応と同じ条件下で **C** と **D** をそれぞれ塩素と反応させると、同様の置換反応がベンゼン環で起こり、どちらの反応からも、分子式 $C_9H_{11}Cl$ で表される2種類の化合物が生成した。**C** から生成した2種類の化合物はベンゼンの三置換体で、**D** から生成した2種類の化合物はベンゼンの四置換体であった。**C** を過マンガン酸カリウムにより酸化すると化合物④が得られた。④をエチレングリコールと縮合重合させて得られる高分子化合物は、衣料品やペットボトルの原料になる。

問1 分子式 C_9H_{12} で表される芳香族化合物には、全部で何種類の異性体が存在するか、答えなさい。

問2 化合物 **A**～**D** の構造式をそれぞれ書きなさい。

問3 化合物①～④の構造式をそれぞれ書きなさい。