

2024（令和6）年度 福岡女子大学 一般選抜個別学力検査

〔 前期日程試験問題 〕

化 学

【 90 分 】

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 問題は4ページから11ページにあります。問題は全部で**4題**です。
- 3 解答用紙には裏にも解答欄があります。
- 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の汚れ等気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 試験開始と同時に解答用紙の**受験番号欄**に**受験番号**を記入してください。
- 6 試験終了後、**問題冊子は持ち帰ってください。**

[注意] 必要であれば，原子量 H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5, Ca = 40.1 を用いよ。

I 次の文章を読み，下記の問いに答えよ。

(1) オストワルト法は，(ア)を原料として硝酸を工業的に製造する場合に用いられる。オストワルト法では，まず①白金などを触媒として(ア)を酸化し，(イ)にする。次に②(イ)を酸化し，(ウ)にする。最後に，③(ウ)を水に吸収(水と反応)させて，硝酸を得る。

問1 文章中の(ア)～(ウ)に入る化学式を答えよ。

問2 下線部①～③における3つの化学反応式を1つにまとめた化学反応式を答えよ。

問3 濃硝酸の性質として正しいものを下記からすべて選び，ア～オの記号で答えよ。

ア. 不揮発性の液体である。

イ. 還元作用が強い。

ウ. 乾燥剤として利用される。

エ. 鉄を入れると，鉄は不動態を形成する。

オ. ニッケルを入れると，ニッケルは不動態を形成せずに溶解する。

問4 硝酸は光により分解し，酸素を生成する。13.5 mol/Lの濃硝酸 500 mL中の硝酸が全て光で分解したとすると，酸素は何 mol 生成するか。有効数字3桁で答えよ。

(2) 硫酸を工業的に製造する場合には(エ)法が用いられる。(エ)法では，(オ)を触媒として，二酸化硫黄を空気中の酸素と反応させて三酸化硫黄をつくる。つづいて，三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させて(カ)硫酸とし，これを希硫酸で薄めて濃硫酸とする。

問5 文章中の(エ)および(カ)に入る最も適切な語句，(オ)に入る化学式を答えよ。

問6 濃硫酸の性質として誤っているものを下記からすべて選び、ア～オの記号で答えよ。

- ア. 不揮発性の液体である。
- イ. 粘性が低い。
- ウ. 乾燥剤として利用される。
- エ. 加熱した濃硫酸は還元作用が強い。
- オ. 加熱した濃硫酸は白金を溶かす。

(3) 炭酸ナトリウムを工業的に製造する場合には、ソルベー法とも呼ばれる（キ）法が用いられる。（キ）法では、まず④塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを吸収させた後、二酸化炭素を通じる。⑤このときの生成物を集めて、焼く（熱分解する）ことにより炭酸ナトリウムを得る。

問7 文章中の（キ）に入る最も適当な語句を答えよ。

問8 下線部④で起こる反応の化学反応式を答えよ。

問9 塩化アンモニウムと十分な量の水酸化カルシウムの反応により得られたアンモニアを下線部④の反応で用いるとする。このとき、下線部④と⑤の反応により 4.24 kg の炭酸ナトリウムを得るためには、塩化アンモニウムは何 kg 必要か。有効数字 3 桁で答えよ。

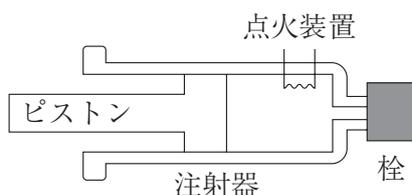
問10 炭酸ナトリウムの性質として正しいものを下記からすべて選び、ア～オの記号で答えよ。

- ア. 赤色の固体である。
- イ. 炭酸ナトリウム水溶液は酸性を示す。
- ウ. 希塩酸を加えると酸素を発生する。
- エ. 希硫酸を加えると二酸化炭素を発生する。
- オ. 炭酸ナトリウムを水溶液から再結晶させると無色透明の一水和物の結晶が得られる。

II 次の文章を読み、下記の問いに答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とし、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 、 $T [\text{K}] = t [^\circ\text{C}] + 273$ とする。

- (1) 温度によって体積が変化しない注射器 (図1) に、 0.10 mol のメタンと 0.30 mol の酸素を封入し、ピストンを動かして混合気体の体積が 9.0 L となるようにしたのち、ピストンを固定した。続いて、この混合気体に点火して完全燃焼させた。 27°C の水の飽和蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。また、生成した水 (液体) の体積および水 (液体) への気体の溶解は無視できるとする。

図1



問1 燃焼前の 27°C における混合気体の全圧 [Pa] および酸素の分圧 [Pa] を求め、有効数字2桁で答えよ。

問2 燃焼後の 27°C における混合気体の全圧 [Pa] を求め、有効数字2桁で答えよ。

問3 燃焼後の混合気体の体積を、ピストンを動かして 18 L とした。このときの 27°C における混合気体の全圧 [Pa] を求め、有効数字2桁で答えよ。

- (2) 点火装置のない図1の注射器に、 0.50 mol の四酸化二窒素を封入し、ピストンを固定して 47°C にしたところ、圧力は $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。その後、ピストンを固定したままで 47°C で放置したところ、四酸化二窒素の一部が二酸化窒素に解離して平衡状態 ($\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$) に達し、圧力が $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ になった。

問4 注射器内の平衡状態 ($\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$) における圧平衡定数 K_P を、四酸化二窒素の分圧 $P_{\text{N}_2\text{O}_4}$ および二酸化窒素の分圧 P_{NO_2} を用いて式で示すと、以下のどれか。a ~ h の記号で答えよ。

a. $K_P = \frac{2P_{\text{NO}_2}}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}$

b. $K_P = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}$

c. $K_P = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{2P_{\text{NO}_2}}$

d. $K_P = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{(P_{\text{NO}_2})^2}$

e. $K_P = \frac{(P_{\text{NO}_2}/RT)^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}/RT}$

f. $K_P = \frac{2P_{\text{NO}_2}/RT}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}/RT}$

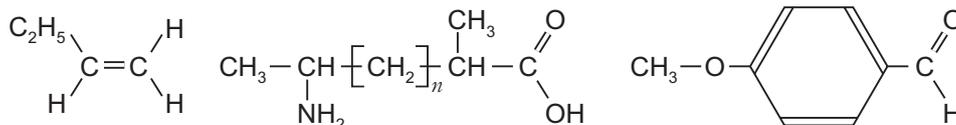
g. $K_P = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}/RT}{(P_{\text{NO}_2}/RT)^2}$

h. $K_P = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}/RT}{2P_{\text{NO}_2}/RT}$

- 問5 ピストンを固定した注射器内の体積は何Lか。有効数字2桁で答えよ。
- 問6 平衡状態では0.50 molの四酸化二窒素は何%が解離したかを答えよ。また、圧平衡定数 K_p の値を求め、単位がある場合は単位とともに答えよ。なお、数値は有効数字2桁で答えよ。
- 問7 平衡状態に達したのちに、温度は47℃に保ったままで、ピストンを動かして混合気体の体積を1/2にして放置した。このときに生じる変化として正しいものを下記からすべて選び、a～fの記号で答えよ。
- a. 圧平衡定数の値が変化する。
 - b. 四酸化二窒素の解離している割合が増加する。
 - c. 混合気体の全圧は、圧縮前の全圧の2倍に増加する。
 - d. 二酸化窒素の分圧は、圧縮前の分圧の2倍までは増加しない。
 - e. 混合気体中の四酸化二窒素のモル分率が増加する。
 - f. 四酸化二窒素の分圧と二酸化窒素の分圧の比は一定のままである。
- 問8 温度を37℃で放置したところ、圧平衡定数の値が約1/2になった。この理由として最も適当なものを下記から1つ選び、a～fの記号で答えよ。
- a. 温度の低下により、気体分子どうしが衝突して反応する確率が減少したため
 - b. 温度の低下により、気体の圧力が減少したため
 - c. 温度の低下により、活性化エネルギーが高くなったため
 - d. 温度の低下により、活性化エネルギーが低くなったため
 - e. 四酸化二窒素が二酸化窒素に解離する反応が発熱反応であるため
 - f. 四酸化二窒素が二酸化窒素に解離する反応が吸熱反応であるため

Ⅲ 次の文章を読み、下記の問いに答えよ。なお、構造式については以下の例にならって答えよ。

(構造式の例)



操作1：エタノールを濃硫酸とともに約 130°C に加熱すると、有機化合物 A が得られた。

操作2：トルエン，フェノール，安息香酸，アニリンをすべて A に溶かした。

操作3：操作2で得られたものを分液ろうとに入れ，塩酸を加えて振り混ぜた。その後，しばらく静置すると上下の層に分かれた。

操作4：操作3の上層を取り出し，別の分液ろうとに入れ，炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜた。その後，しばらく静置すると上下の層に分かれた。

操作5：操作4の上層を取り出し，別の分液ろうとに入れ，水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜた。その後，しばらく静置すると上下の層に分かれた。

操作6：操作5の下層を取り出し，別の分液ろうとに入れ，塩酸を加え，さらに A を加えて振り混ぜた。その後，しばらく静置すると上下の層に分かれた。

問1 有機化合物 A の構造式を答えよ。

問2 操作3の下層に主に存在する有機化合物の構造式を答えよ。

問3 操作3の下層に水酸化ナトリウム水溶液を加えると，ある有機化合物が遊離した。このときの反応式を構造式を用いて答えよ。

問4 問3で得られた有機化合物に無水酢酸を反応させると，どのような化学反応が起こるか。このときの反応式を構造式を用いて示し，さらに反応生成物のうち芳香族化合物の名称を答えよ。

問5 問3で得られた有機化合物に希塩酸を加え，さらに氷冷しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると，有機化合物が得られた。このときの反応式を構造式を用いて答えよ。

問6 操作5の上層に溶けている主な有機化合物の名称と構造式を答えよ。

問7 操作5の上層に溶けている主な有機化合物を単離して過マンガン酸カリウム水溶液で酸化し、さらに、この溶液に希硫酸を加えると、どのような有機化合物が得られるか。名称と構造式を答えよ。

問8 操作6の上層に溶けている主な有機化合物の名称と構造式を答えよ。

問9 操作6の上層に溶けている主な有機化合物と水酸化ナトリウム水溶液を反応させた場合の反応式を構造式を用いて答えよ。

問10 問5で得られた有機化合物の水溶液を氷冷しながら問9の生成物を加えると、赤橙色の有機化合物が得られた。このときの反応式を構造式を用いて答えよ。

IV 次の文章を読み、下記の問いに答えよ。なお、構造式については8ページに示す構造式の例にならって答えよ。

(1) エチレンやプロピレン (プロペン) のように、(ア) 基をもつ化合物の多くは付加重合すると、加熱によって軟らかくなり、冷却によって再び硬くなる性質をもつ鎖状構造の(イ) 性樹脂をつくることができる。一方、(ウ) 性樹脂は加熱によって硬くなり、再び熱を加えてもほとんど軟らかくなることはない。

問1 エチレンとプロピレン (プロペン) の構造式をそれぞれ答えよ。

問2 (ア)~(ウ) に入る最も適切な語句を答えよ。

問3 直鎖状ポリエチレンの構造式を答えよ。ただし、重合度を n とする。

(2) 水酸化ナトリウムを用いてポリエチレンテレフタレート (PET) をけん化し、その後、強酸で処理すると原料であるテレフタル酸とエチレングリコールに再生できる。

問4 テレフタル酸とエチレングリコールの構造式をそれぞれ答えよ。

問5 下線部の反応式を構造式を用いて答えよ。ただし、重合度を n とする。

問6 96 g の PET を完全にけん化するために必要な水酸化ナトリウムは何 g か。有効数字2桁で答えよ。ただし、重合度 n は十分に大きいとする。

(3) 現在、さまざまな機能をもつ高分子化合物が開発されている。一般的に高分子化合物は電気を通さないが、白川英樹らはポリ（ウ）とヨウ素から、銅などの金属並みに電気を通す（エ）性高分子をつくった。

一方、架橋したポリアクリル酸ナトリウムは（オ）性高分子と呼ばれ、多量の水分を保持することが出来るため、紙おむつや土壌保水材などに用いられている。多量の水分を保持できる要因のひとつとして、（オ）性高分子に存在する $-\text{COONa}$ の電離が挙げられる。電離の結果、 $-\text{COO}^-$ どうしが（カ）的に反発して高分子の（キ）構造が拡大し、生じた空間にさらに水分子がしみこみ、保持されるようになる。

また、生体内の酵素や微生物などの作用により分解される（ク）性高分子は、回収が困難な場所でも使用できる。例えば、自然界に廃棄されても環境などへの負荷を小さくできる可能性がある。実際、①ポリ乳酸や②ポリグリコール酸は、分解されると最終的に水と二酸化炭素になる。

問7 （ウ）～（ク）に入る最も適切な語句を答えよ。

問8 下線部①のポリ乳酸の構造式を答えよ。ただし、重合度を n とする。

問9 下線部②のポリグリコール酸の構造式を答えよ。ただし、重合度を n とする。

(4) ゴムの木の樹皮に傷をつけると、（ケ）とよばれる乳白色で粘性のある樹液が得られる。（ケ）に酢酸などを加えて凝固させたのち、乾燥させたものを（コ）または天然ゴムという。（コ）の主成分はポリイソプレンである。

問10 （ケ）と（コ）に入る最も適切な語句を答えよ。

問11 シス形のポリイソプレンの構造式を答えよ。ただし、重合度を n とする。

