

理 科

科目：化学基礎・化学

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は表紙を含めて5枚、解答用紙は4枚、下書用紙は1枚です。
試験開始の合図があってから確かめなさい。
3. 解答用紙に受験番号を記入しなさい。ただし、氏名を書いてはいけません。
4. 文字などの印刷に不鮮明なところがあった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。ただし、「総得点欄」「採点欄」「得点欄」に記入してはいけません。また、裏面を使用してはいけません。
6. 問題用紙の余白は、下書きとして利用してかまいません。
7. 配付された問題用紙、下書用紙は持ち帰りなさい。
8. 計算問題は、別の指示がない限り有効数字3桁で解答しなさい。
必要があれば以下の値を用いなさい。
原子量：H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cu = 63.5, Zn = 65.4
標準状態での理想気体 1 mol の体積 = 22.4 L/mol, 0°C = 273 K
気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$, ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

問題用紙

(化学基礎・化学)

問題1 以下の(1)～(3)の問いに答えなさい。

(1) 次の文章中の [] 内から最もふさわしい選択肢を選び、記号を答えなさい。

- (a) 1.00 mol/L の食塩水 100 mL を作るために [ア) 0.100 mol イ) 1.00 mol ウ) 10.0 mol] の NaCl をはかりとって、[エ) ビーカー オ) メスフラスコ] に入れ、80 mL 程度の水を加えて完全に溶かした後、100 mL の [カ) ビーカー キ) メスフラスコ] の標線まで水を加えてよく振り混ぜた。
- (b) 炭酸水素ナトリウムは [ク) 酸性塩 ケ) 塩基性塩] であり、炭酸水素ナトリウムの水溶液は [コ) 酸性 サ) 中性 シ) 塩基性] を示す。
- (c) ある炭化水素Aについて、完全に燃焼したときに発生する CO_2 、 H_2O の質量をそれぞれ測定する事により、この炭化水素Aの [ス) 分子式 セ) 組成式 ソ) 構造式] が決定できる。さらに分子量が測定されればこの炭化水素Aの [タ) 分子式 チ) 組成式 ツ) 構造式] が決定できる。
- (d) 化学反応において触媒を加える事により [テ) 活性化エネルギー ト) 平衡定数 ナ) 衝突回数] が減少し [ニ) 反応速度 ヌ) 反応熱] は増加するが、[ネ) 反応速度 ノ) 反応熱] は変化しない。

(2) 雪国では雪を溶かすのに地下水がしばしば用いられている。 0°C の雪 18.0 kg を溶かすために、最低何 L の地下水が必要か、答えなさい。雪および地下水の成分は水のみであるとし、地下水の温度は 12.0°C 、水(液体)の密度を 1.00 g/cm^3 、水(液体) 1 g を 1 K 上昇させるために必要な熱量を $4.19\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とし、 0°C での雪の融解熱を 6.00 kJ/mol とする。また、雪と地下水の熱のやりとりのみを考慮し、それ以外の熱のやりとりは無いものとする。

(3) ニシキゴイやキンギョなどをポリ袋(気体を通さないもの)に入れ密封して運ぶのを知って、袋の中の水と空気の割合が袋の中の酸素の量にどのように関係するのかを考えてみた。袋の体積は 10.0 L、温度は 27.0°C 、空気中の酸素の分圧を $2.00 \times 10^4\text{ Pa}$ 、水中に溶けている酸素の濃度は $2.50 \times 10^{-4}\text{ mol/L}$ とし、気体は理想気体であるとする。

- (a) 空気中の酸素のモル濃度は何 mol/L か、答えなさい。
- (b) 袋を水で満たしたときの袋の中の全酸素量は何 mol か、答えなさい。
- (c) 袋の中を半分空気、半分水にしたときの袋の中の全酸素量は何 mol か、答えなさい。

問題用紙

(化学基礎・化学)

問題2 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えなさい。

水溶液中で単体の金属が陽イオンになろうとする性質を、金属の(ア)という。(ア)の大きさは金属によって異なり、(ア)の大きい金属ほど、(イ)を失い、陽イオンになりやすい。代表的な単体の金属を(ア)の大きいものから順に並べたものを、金属の(ウ)という。

(ア)の異なる金属を電解質の水溶液に浸すと電池になる。素焼き板で隔てた硫酸銅(Ⅱ)の水溶液と硫酸亜鉛の水溶液において、硫酸銅(Ⅱ)の水溶液に銅板を、硫酸亜鉛の水溶液に亜鉛板を浸し、銅板と亜鉛板を導線で結ぶと電流が流れる。電流が流れると、(i)銅板では(A)、(ii)亜鉛板では(B)が起きる。そして、(iii)銅板と亜鉛板の質量が変化する。

また、純度の高い銅を得るために、電解精錬が行われる。不純物として、ニッケル、鉄、亜鉛を含む粗銅を(C)、純度の高い純銅を(D)にして、50～60℃の硫酸銅(Ⅱ)の硫酸酸性の水溶液に浸し、外部電源を用いて、(iv)低電圧で電気分解を行うと、純銅の電極上には、99.99%以上の純度の高い銅が析出する。

(1) (ア)～(ウ)に入る適切な語を答えなさい。

(2) (A)～(D)に入る適切な語を【 】から選び答えなさい。

【 酸化反応 ・ 還元反応 ・ 陽極 ・ 陰極 】

(3) 下線部(i)と(ii)の反応と、この電池で起こる全体の反応をイオン反応式で表しなさい。

(4) 下線部(iii)において、この電池から0.500 Aの電流を193分間流したとき、下の問いに答えなさい。

(a) この電池が放電した電気量を計算しなさい。

(b) 銅板と亜鉛板の質量はそれぞれ何g変化したか、計算しなさい。増加した場合は数値に+を、減少した場合は数値に-の符号をつけること。また、途中の計算過程も示しなさい。

(5) 下線部(iv)において、純度の高い銅が析出する理由を説明しなさい。

問題用紙

(化学基礎・化学)

問題3 水素の輸送手法に関する次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えなさい。ただし、気体は理想気体であるものとする。

脱炭素社会にむけた取り組みとして、水素をエネルギー源として利用しようという動きがある。実用化へ向けた一つの課題は、高密度の状態でも高効率に水素を海上輸送する手法の確立である。

一つの手法が液化すること。(i)水素を液体にすると沸点における密度は 70.80 kg/m^3 となる。

別の手法は水素化合物にすること。水素化合物のうち、(ii)15~17 族の非金属元素と
の水素化合物には酸性、中性、塩基性の化学的性質を示すものがある。一方、金属元素との水素化合物のうち NaH は常温で固体であって (ア) の化学的性質を示す。この化学的性質を利用して、(iii)自然界に豊富にある中性の物質と反応させて水素を得ることができる。 NaH の密度は 1400 kg/m^3 であるから、この反応を経て標準状態での体積 1.00 m^3 の水素を得るために必要な NaH の体積は (イ) m^3 である。

(1) 下線部(i)について標準状態にある気体の水素および沸点にある液体の水素は体積 1.00 m^3 あたり何 mol となるか、それぞれ求めなさい。

(2) 下線部(ii)のうち、第 2 周期の水素化合物で弱酸性および弱塩基性の性質を示すものをそれぞれ物質名で答えなさい。

(3) 下線部(iii)に適切な化学反応を式で示しなさい。

(4) (イ) に適切な数値を答えなさい。

(5) 以上に列挙した問いの解答を参考にし、文章中にある「水素化合物 NaH にする手法」について、「液化する手法」と比較して有利な点を一つだけ挙げて文章で解答しなさい。なおその際、「高密度」あるいは「高効率」のどちらかの言葉を必ず解答する文章中に使いなさい。

問題用紙

(化学基礎・化学)

問題4 次の文章を読み、(1)～(7)の問いに答えなさい。

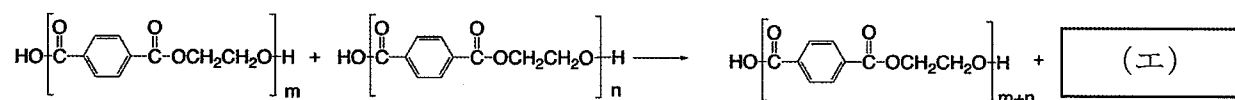
ポリエチレンテレフタレート(PET)は、日本ではリサイクル率が85%以上というプラスチックリサイクルの優等生である。プラスチックのリサイクルには、モノマーまで分解して再度重合する(ア)リサイクル、物理的に粉砕して成形あるいは紡糸する(イ)リサイクル、燃焼させて発生する熱を利用する(ウ)リサイクルの3つがある。地球環境保持のためには、(ウ)リサイクルよりも(ア)リサイクル、(イ)リサイクルの方が望ましいと一般には考えられている。PETの(イ)リサイクルで問題になるのが分子量の低下である。回収後に、固体状態のまま重合させ分子量を回復させる技術が開発されたことにより、リサイクル率は大きく上昇した。

(1) (ア)～(ウ)に適切な語を記入しなさい。

(2) PETは工業的には、2種類の有機化合物を重合させて作られる。これらの有機化合物の名称と構造式を示しなさい。

(3) PETの分解のモデル実験として、酢酸エチルを水酸化ナトリウム水溶液で加水分解した。この反応を化学反応式で示しなさい。

(4) 下線部の反応の一つとして、次の化学反応式で表される反応があると考えた。(エ)に当てはまる化合物の分子式を示しなさい。



(5) プラスチックの環境負荷を減らすには使用量を減らすことも大事である。あるPETボトルは1本あたり34.00gから26.00gまで減量できたという。これにともない、完全燃焼する場合の二酸化炭素の排出量は標準状態で何L削減できたか。また、減量前に比べて何%削減できたか。なお、PETボトルはPETのみからなるとする。

(6) 次の文章の(オ)～(キ)に適切な語を記入しなさい。

長岡市では生ごみを発酵してメタンガスを発生し、それを燃焼して発電し、ごみ処理場の施設の運転と余剰電力の売電を行っている。生ごみに含まれる有機物は、微生物が作りだした(オ)という生体触媒によりメタンに変換される。ほとんどの(オ)は(カ)という化合物が多数連結した(キ)という高分子化合物を主成分とする。

(7) メタンの完全燃焼の熱化学方程式を示しなさい。燃焼熱の計算には次の結合エネルギーの値を用いなさい。C-C 370 kJ/mol, H-H 436 kJ/mol, C-H 415 kJ/mol, C=O 803 kJ/mol, O-H 463 kJ/mol, O=O 498 kJ/mol