

平成18年度 大阪市立大学第2次試験

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
- 2 問題冊子は、「物理」6ページ、「化学」8ページ、「生物」10ページ、「空白」1ページ、「地学」8ページ、合計33ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」3枚、「生物」5枚、「地学」5枚である。脱落のあった場合には申し出ること。
- 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ氏名、受験学部、受験番号（最後のページは、左右2か所）を忘れずに記入すること。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
- 5 解答以外のことを書いたときは無効とすることがある。
- 6 理学部の受験者は、次により解答すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科を志望する者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうち2科目を選択解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」と、その他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 物質科学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
 - (4) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「化学」と、その他に「物理」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
- 7 工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。
- 8 医学部の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択解答すること。
- 9 生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」を解答すること。
- 10 机上に各自の「受験票」と「大学入試センター試験受験票」を出しておくこと。
- 11 問題冊子および選択しない科目の解答用紙は持ち帰ること。

化 学

第1問～第3問において、必要ならば次の原子量を用いよ。

$$H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Cl = 35, I = 127$$

第 1 問 (33点)

次の問1と問2に答えよ。

問1 液化石油ガスの平均分子量を求める実験を以下の手順で行った。

- (ア) 内部が液化石油ガスで満たされたガスボンベの質量 M_1 を測定する。
- (イ) 水槽に水を入れ、水を満たしたメスシリンダーを逆さに立てる。
- (ウ) 図1に示すように、ガスボンベにゴム管を装着し、ゴム管を通してメスシリンダー内に液化石油ガスをゆっくりと送り込む。
- (エ) ゴム管を取りはずし、再びガスボンベの質量 M_2 を測定する。
- (オ) メスシリンダー内の水面と外の水面が同じ高さになるように、メスシリンダーの高さを調整した後、気体の体積を測定する。

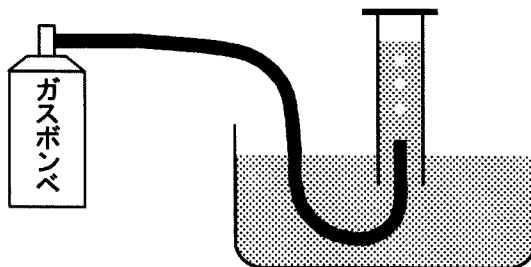


図1

実験室の気温を 27°C として、(1)～(4)の問いに答えよ。ただし、大気圧は 1.01×10^5 Pa [1.00 atm]、気体定数は 8.30×10^3 Pa \cdot l/(K \cdot mol) [0.0821 atm \cdot l/(K \cdot mol)]、 27°C における水の蒸気圧は 3×10^3 Pa [0.03 atm] とする。また、メスシリンダー内の液化石油ガスは理想気体とし、ゴム管内の気体の体積は無視できるものとする。

- (1) 下線部①のようにして気体の体積を測定する理由を答えよ。
- (2) 気体の体積が 100 ml、ガスボンベの質量変化 ($M_1 - M_2$) が 0.22 g であるとき、液化石油ガスの平均分子量を求めよ。

- (3) この液化石油ガスは、プロパンとブタンの混合物である。この液化石油ガスには、プロパン 1 mol に対して何 mol のブタンが含まれているか答えよ。
- (4) 手順(㊦)の後、水槽の水に食塩を加えて溶かし、手順(㊦)と同様にして気体の体積を測定した。食塩を加える前とくらべて、気体の体積はどのように変化するか。その理由とともに答えよ。

問2 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

ナトリウム原子 Na は 1 個の価電子を放出して 1 価の陽イオン Na^+ になりやすく、塩素原子 Cl は 1 個の電子を受け取って 1 価の陰イオン Cl^- になりやすい。 Na^+ の電子配置は 原子と同じであり、また Cl^- の電子配置は 原子と同じである。塩化ナトリウム NaCl の結晶中では、これらの陽イオンと陰イオンが 力でむすびついて交互に並んでいる。このような、陽イオンと陰イオンの間の 力による結合を 結合という。 結合によってできている結晶を 結晶と呼ぶ。 結晶は、中性の分子からできている結晶にくらべて、一般に融点が高くてかたい。

結晶の例として、ナトリウムのハロゲン化物と 2 族元素の酸化物の融点を表 1 に示す。結晶中での陽イオンと陰イオンの並び方は、これら 6 種類の物質では、すべて同じである。ナトリウムのハロゲン化物の中では、NaF の融点が最も高く、NaI の融点が最も低い。 力は、イオン間の距離が大きいほど 。ハロゲン化物イオンの半径は、^① 力は、ハロゲンの原子番号が大きくなるにつれて なる。したがって、 力は原子番号が大きくなるにつれて なり、融点は原子番号が大きくなるにつれて なる。

表 1

	NaF	NaCl	NaBr	NaI	MgO	CaO
融点 (°C)	993	801	747	651	2826	2572
イオン間距離 (pm)	(A)	282	(B)	(C)	210	240

(1 pm = 10^{-12} m)

- (1) と に当てはまる元素記号を記せ。
- (2) と に当てはまる適当な語句を記せ。
- (3) 表 1 には、融点とともに、結晶中での陽イオンと陰イオンの間の距離（原子核間の距離）が示されている。表中の (A) ~ (C) に当てはまる数値をそれぞれ次の解答群から選び記せ。

解答群

323	297	231
-----	-----	-----

- (4) 下線部 ① は、ナトリウムのハロゲン化物の融点が、表 1 に示した順番になる理由を説明したものである。 ~ に当てはまる語句を次の解答群から選び、記号 (a または b) で記せ。

解答群

オ	カ	キ	ク
a 強い	a 大きく	a 強く	a 高く
b 弱い	b 小さく	b 弱く	b 低く

- (5) MgO と CaO の融点は、ナトリウムのハロゲン化物にくらべて、かなり高い。この理由を説明せよ。

(第2問は次ページ)

化 学

第 2 問 (33点)

次の問1と問2に答えよ。

問1 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

①塩化銅(Ⅱ)水溶液を2本の炭素棒を電極として電気分解すると陰極側では金属の銅が析出し、陽極では塩素の気体が発生する。塩素は、わずかに水に溶解し、水と反応して次亜塩素酸を生じる。この反応は可逆反応である。②冷却した水酸化ナトリウム水溶液に塩素を溶かして得られる溶液は強い酸化力を持ち、塩素系漂白剤として利用されている。家庭用としては、過酸化水素などを主成分とした酸素系漂白剤も用いられているが、これも③過酸化水素の酸化力を利用している。

- (1) 塩素をヨウ化カリウム水溶液に通じるとヨウ素が遊離する。1 mol の塩素が消費される場合、遊離するヨウ素は何 g か答えよ。
- (2) 下線部①と同様に、塩化ナトリウム水溶液を電気分解した場合にも、陽極から塩素が発生する。このとき陰極側で起こる反応をイオン反応式で記せ。また、塩化銅(Ⅱ)水溶液から1 mol の塩素を発生させるのに必要な電気量で塩化ナトリウム水溶液の電気分解を行った場合、何 mol の塩素が発生するか答えよ。
- (3) 下線部②で起こる反応を化学反応式で記せ。
- (4) 酢酸の電離定数は $2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ 、次亜塩素酸の電離定数は $2.9 \times 10^{-8} \text{ mol/l}$ である。下線部②の溶液に酢酸を加えると刺激臭をもつ気体が生じる。この理由を述べよ。
- (5) 下線部③を利用した反応の例として、硫化水素を過酸化水素水に通じたときに起こる反応を化学反応式で記せ。

問2 アンモニアに関する次の文章を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。

アンモニアは刺激臭のある無色の気体で、化学肥料や合成高分子の原料として有用である。例えば、① 高温かつ高圧のもとで、アンモニアを二酸化炭素と反応させると、尿素が得られる。尿素とホルムアルデヒドから得られる樹脂は、接着剤やボタンなどに用いられている。アンモニアは次のように工業的に硝酸へと変換されている。約10%のアンモニアを含む空気を、800℃で② 白金と短時間接触させると、ただちに が主に生じる。 を含む混合気体を140℃に冷却すると と が反応して、赤褐色の気体へと変化する。③ 赤褐色の気体を温水に吸収させると硝酸が得られる。アンモニアは金属イオンの分析にも広く用いられる。多量のアンモニア水を、硝酸鉄(Ⅲ)、硝酸銅(Ⅱ)、硝酸カルシウムを含む混合水溶液に加えると、④ 色の沈殿が生じる。沈殿を分離して得られるろ液の色は 色である。

- (1) 下線部①の反応を化学反応式で記せ。
- (2) 下線部②の白金のような働きをもつ物質を一般に何というか答えよ。
- (3) と に当てはまる化合物の名称を記せ。
- (4) 下線部③の反応を化学反応式で記せ。
- (5) 文章中の と に当てはまる語句として最も適当なものを、次の(a)～(e)のうちから一つずつ選び記号で記せ。
(a)黄 (b)赤褐 (c)青 (d)黒 (e)緑
- (6) 下線部④の沈殿の化合物名を記せ。
- (7) 課題研究として、実験室で次のような実験を行った。

(実験)

15 ml の濃アンモニア水を 100 ml のビーカーへ入れ、その器壁に赤熱させた白金線をアンモニア水に浸からないようにぶら下げた。ガラス板でふたをすると、ビーカーやガラス板の内壁に水滴がつくとともに、その内部が水蒸気とは異なる ⑤ 白い煙で曇った。

下線部⑤の白い煙はある化合物の微粒子である。考えられる化合物の名称を記せ。

化 学

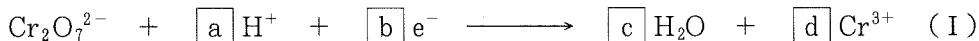
第 3 問 (34点)

次の問1と問2に答えよ。

問1 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

① エタノールを二クロム酸カリウムの希硫酸溶液と加熱するとアセトアルデヒドが得られる。また、らせん状の銅線をバーナーの外炎で赤熱し、表面が黒くなった後、エタノールの蒸気と反応させることによってもアセトアルデヒドが生成する。アセトアルデヒドをフェーリング液（フェーリング液は、 価の イオンの水溶液と、ロッシュェル塩と水酸化ナトリウムを溶かした水溶液を混合して得られる）に加え加熱すると、 イオンが され、 の赤色沈殿を生じる。その際、アセトアルデヒドは に変化する。

- (1) , , , に当てはまる最も適切な語句あるいは数字を書け。
- (2) に当てはまる化合物を化学式で記せ。
- (3) 下線部①の反応は電子を含むイオン反応式 (I) と (II) で表すことができる。(I) の ～ は反応式の係数である。反応が完全に起こるとして、1 mol の二クロム酸カリウムは何 mol のエタノールをアセトアルデヒドに変換することができるかを答えよ。



- (4) 下線部①の反応で、反応が進行すると反応溶液の水素イオン濃度はどのように変化するか、理由とともに答えよ。
- (5) 下線部②において、銅線はバーナーの外炎で加熱することによりどのように変化するか、化学反応式で記せ。

問2 次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。なお化合物の構造式は、解答用紙に示した例のように簡略化してもよい。

分子量120以下の炭化水素、A、B、C、D、E、F、Gは同じ分子式を持ち、常温、常圧で安定に存在する。いずれもベンゼン環を1つ持ち、それ以外の環状構造は含まれない。A～Gそれぞれに水素を反応させたところ、1 molのA～Gに対して1 molの水素が付加した。このとき、ベンゼン環には水素は付加せず、A、B、Cから化合物Hが、D、E、Fからベンゼン環上の置換基Xに対してオルト、メタ、あるいはパラ位に置換基Yを持つI、J、Kが、また、化合物Gから化合物Lが生じた。化合物Lを空気酸化したのち、希硫酸を作用させると化合物Mとアセトンを生じた。化合物Mは、次に示す(ア)～(エ)の操作によっても合成できる。

- (ア) ベンゼンを濃硫酸とともに加熱して化合物Nを合成する。
- (イ) 化合物Nを水酸化ナトリウム(固体)とともに融解して化合物Oを合成する。
- (ウ) 化合物Oの水溶液を調製する。
- (エ) その水溶液に二酸化炭素を通じて化合物Mを遊離させる。

- (1) 化合物AとBは互いに幾何異性体の関係にある。化合物Cの構造式を記せ。
- (2) 化合物Kは、置換基Xに対してパラ位に置換基Yを持つ。化合物Kの構造式を記せ。
- (3) 化合物Lの構造式を記せ。
- (4) 操作(イ)の化合物NとOの構造式を記せ。
- (5) 操作(エ)によって、化合物Mが遊離する理由を簡潔に記せ。
- (6) 芳香族炭化水素のうち、化合物H～Lと構造異性体の関係にある化合物の構造式を1つ記せ。