

平成21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」7ページ、「空白」1ページ、「生物」12ページ、「地学」12ページ、合計38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」3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・理科選択を志望する者は、「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) 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 (33点)

次の問1と問2に答えよ。

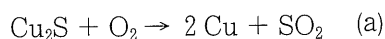
問1 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

周期表の2族に属する元素は、2個の を持ち、 を放出して2価の陽イオンになりやすい。2族元素の中で化学的性質が特に似ているカルシウム Ca、ストロンチウム Sr、バリウム Ba、ラジウム Ra の4つの元素を という。 に属するそれぞれの元素は、特有の を示すため、 はそれらの検出と確認に利用される。さらに、 のイオンを含む水溶液に イオンを含む水溶液を加えると白色の 塩を生じ、この塩は中性水溶液には溶けず、強酸性水溶液にもほとんど溶けない。カルシウムの 塩は天然に産出する。また、石灰水に二酸化炭素を通じると の白色沈殿を生じるが、さらに二酸化炭素を通じると になって溶ける。この溶液を加熱すると再び が沈殿するが、 の固体を高温で加熱すると の固体が得られる。一方、13族元素であるアルミニウム Al の酸化物は、塩酸とも、過剰の水酸化ナトリウム水溶液とも反応して溶ける。 14族元素である の酸化数が+2の酸化物も、酸性水溶液にも塩基性水溶液にも反応して溶ける。

- (1) ～ に当てはまる最も適切な語句を記せ。
- (2) ～ に当てはまる化合物の化学式を入れ、それぞれを同じ条件で水に溶かしたとき、最も強い塩基性を示す化合物を化学式で記せ。
- (3) 下線部に関して、アルミニウムの酸化物と塩酸との反応を化学反応式で記せ。
- (4) 下線部に関して、アルミニウムの酸化物と過剰の水酸化ナトリウム水溶液との反応を化学反応式で記せ。
- (5) に当てはまる元素を一つ元素記号で記せ。

問2 次の文章を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。

硫化銅 (I) Cu_2S に空気を吹き込みながら加熱すると、二酸化硫黄の発生をともなう次の反応 (a)～(c) が起こり、銅が得られる。



| |
|-----|
| (b) |
|-----|

| |
|-----|
| (c) |
|-----|

- (1) 反応 (a) において、硫化銅 (I) および二酸化硫黄に含まれる硫黄原子の酸化数をそれぞれ記せ。
- (2) 反応 (b) では、硫化銅 (I) が反応して酸化銅 (I) Cu_2O が生成し、また、反応 (c) では、硫化銅 (I) と反応 (b) で生成した酸化銅 (I) の反応によって銅が生じる。これらの二つの反応が連続して進行すると、結果的に反応 (a) と同じとなる。反応 (b) と (c) をそれぞれ化学反応式で記せ。
- (3) 8.0 kg の硫化銅 (I) をすべて銅に変えるためには、空気は標準状態で少なくとも何 m^3 必要か求めよ。計算式も記せ。ただし、体積百分率で空気の 20 % が酸素であるとし、原子量は $\text{O} = 16$, $\text{S} = 32$, $\text{Cu} = 64$ を用いよ。
- (4) 実際に銅鉱石から取り出した硫化銅 (I) に空気を吹き込みながら加熱すると、得られる銅の純度は 99 % 程度となる。この銅を陽極に、純粋な銅を陰極に用いて、硫酸酸性の硫酸銅 (II) 水溶液の電気分解を行うことによって、さらに純度の高い銅が得られる。これを電解精錬という。この電解精錬において、陽極と陰極で起こる変化をそれぞれ電子の授受を用いた式で記せ。

化 学

第 2 問 (34点)

次の問 1 と問 2 に答えよ.

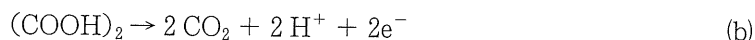
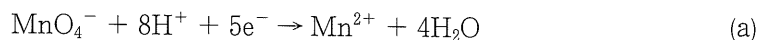
問 1 次の文章を読み, (1) ~ (3) の問いに答えよ.

過酸化水素 H_2O_2 水溶液の濃度を定めるため, 次の実験 I, II を行った.

実験 I ① 濃度の分かっているシュウ酸 $(\text{COOH})_2$ 水溶液を用いて過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液の濃度を次のようにして決めた. 濃度 0.0300 mol/L のシュウ酸水溶液 10.0 mL に ② 酸を加えて酸性にし, これに過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していった. シュウ酸が残っているとき, および, すべて消費されたときの水溶液の色はほぼ無色であるので, わずかに過剰の過マンガン酸イオンの薄い赤紫色を確認し, これを終点とした. また, 終点までに滴下した過マンガン酸カリウム水溶液の体積を滴下量とした. 滴下量は 12.0 mL であった.

実験 II 20 倍に希釈した過酸化水素水溶液 10.0 mL に ③ 酸を加えて酸性にし, これに実験 I で用いた過マンガン酸カリウム水溶液を滴下し, 滴下量を求めた. 過マンガン酸カリウム水溶液の滴下量は 14.0 mL であった.

なお, 過マンガン酸イオン, シュウ酸, 過酸化水素の電子の授受を表す式をそれぞれ次の(a), (b), (c)で示す.



(1) 下線部①の実験をする理由について、最も適切と思われる理由を次のア～ウから一つ選び、その記号を解答欄に記せ。

ア：過マンガン酸カリウムは昇華しやすく、質量を正確にはかることが難しいため。

イ：このような練習実験を行い、実験器具が正しく働くことを確認し、不安定な過酸化水素水溶液の酸化還元反応の実験を確実に進めるため。

ウ：過マンガン酸カリウムは純度が低い可能性があるため。

(2) 下線部②および③において、酸を加えて酸性にしている。加えた酸とそれを選択した理由として最も適切と思われるものを次のア～エから一つ選び、その記号を解答欄に記せ。

ア：リン酸を用いる。リン酸は3価の酸で、 H^+ を供給しやすいため。

イ：塩酸を用いる。塩酸は水酸化ナトリウムとの中和滴定でもよく用いられるため。

ウ：ギ酸を用いる。ギ酸は弱酸であるので、(a)式で消費された H^+ をおだやかに供給することができるため。

エ：硫酸を用いる。この実験条件で、硫酸は酸化還元反応を示さないため。

(3) 本実験での滴下量を反応が完結した点における値とみなし、希釈する前の過酸化水素水溶液は何 mol/L の濃度であったか求めよ。有効数字2桁で答えよ。計算式も記せ。

問2 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

化学反応で出入りするエネルギーを反応熱といい、燃焼熱・生成熱・・・蒸発熱などに分類できる。例えば、炭素（黒鉛）の燃焼熱は 394 kJ/mol 、一酸化炭素の生成熱は 111 kJ/mol 、水酸化ナトリウム水溶液と希塩酸の反応で水が生じるときの は 56.5 kJ/mol 、固体の水酸化ナトリウムが多量の水に溶けるときの は 44.5 kJ/mol である。

原子間で結合を形成したり、結合を切断したりするときにもエネルギーの出入りがある。複数の原子が結合して分子ができるのは、原子がばらばらで存在するよりも結合をつくった状態のほうがエネルギー的に安定になるからである。気体の状態で原子間の化学結合を切断するために必要なエネルギーを結合エネルギーといい、結合 1 mol あたりのエネルギーで表わす。H-H 結合（水素分子）の結合エネルギーは 432 kJ/mol 、O = O 結合（酸素分子）の結合エネルギーは 492 kJ/mol である。

- (1) と に当てはまる適切な語句を記せ。
- (2) 下線部に関連する次の文章の ～ に当てはまる最も適切な語句を記せ。

黒鉛や は、たがいに炭素の として知られ、いずれも同じ元素からできているが、性質の異なる炭素の単体である。黒鉛は、黒色でやわらかく、電気を通すが、 は、無色透明でかたく、電気を通さない。 がかたいのは、すべての炭素原子が 結合でつながっているからである。

- (3) 一酸化炭素の燃焼を示す熱化学方程式を記せ。
- (4) 固体の水酸化ナトリウムと希塩酸が反応して塩化ナトリウム水溶液ができるときの反応熱を求めよ。
- (5) 水素と酸素から水蒸気ができるときの生成熱は 242 kJ/mol である。水分子における水素原子と酸素原子の結合エネルギーを求めよ。計算式も記せ。

化 学

第 3 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。

炭素原子と水素原子だけから構成される化合物を炭化水素という。分子式が一般式 C_nH_{2n+2} で表され、炭素原子間に 結合を持たない鎖式炭化水素をアルカンという。代表的なアルカンにはエタンがある。直鎖状アルカンの沸点は分子量が大きくなるほど高い。

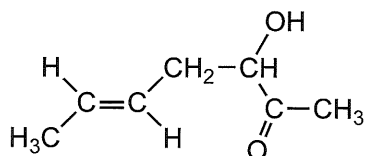
鎖式の 炭化水素には二重結合を一つ持つアルケン、三重結合を一つ持つアルキンがあり、一般式はそれぞれ C_nH_{2n} 、 C_nH_{2n-2} である。代表的な化合物としてそれぞれエチレン、アセチレンがある。炭素原子間の 結合は炭素原子間の 結合よりも切れやすい結合を含んでいるので、これらの 炭化水素はアルカンより反応しやすい。

- (1) と に当てはまる最も適切な語句を記せ。
- (2) エタンの立体構造を全ての結合の方向がわかるように記せ。ただし、紙面上に存在する結合を実線——，紙面から後ろに突き出ている結合を破線---，紙面から手前に突き出ている結合をくさび型▲で記せ。
- (3) 下線部に関して分子と分子の間に働く引力の名称を記せ。
- (4) C_nH_{2n+2} で表されるアルカン 10 g を完全燃焼させた場合、発生する二酸化炭素の質量を n を含む式で記せ。ただし、原子量は $H = 1.0$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ を用いよ。
- (5) 化合物 は酢酸を合成する原料であり、以下の反応でアセチレンから得られる。 と に入る化合物を構造式で記せ。



問2 次の(ア)～(カ)を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。ただし、構造式は次の例にならって記せ。光学異性体は区別しなくてよい。

例



- (ア) 化合物Aと化合物Bの分子式はいずれも $C_8H_{12}O_4$ である。
- (イ) ① 化合物Aと化合物Bをそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液に加え、加熱して反応させた。得られた溶液を室温まで冷却した後、エーテルを加えて抽出し、エーテル層と水層を分けた。エーテル層を注意深く濃縮すると、化合物Aからは化合物Cとメタノールが得られ、化合物Bからは化合物Dのみが得られた。次に、それぞれの水層に注意深く希塩酸を加えて中和した後、エーテルを加えて抽出し、そのエーテル層を濃縮すると、化合物Aと化合物Bのいずれからも化合物Eのみが得られた。
- (ウ) ② 化合物Cを二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液と反応させると化合物Fが得られた。③ 化合物Fは、アンモニア性硝酸銀水溶液と反応して銀を析出した。
- (エ) 化合物Dは不斉炭素原子を一つもつ。
- (オ) ④ 化合物Eを臭素水に加えて振り混ぜたところ、臭素水の赤褐色が消えた。
- (カ) ⑤ 化合物Eを加熱すると、分子式が $C_4H_2O_3$ である環状の化合物Gが得られた。

- (1) 下線部①、②、④、⑤の反応は次のいずれに当てはまるか、記号で答えよ。
 (a) 加水分解 (b) 脱水 (c) 付加 (d) 重合 (e) 酸化
- (2) 下線部③の実験結果は特定の官能基の存在を示している。その官能基の名称を答えよ。
- (3) 化合物C、D、Gの構造式を記せ。
- (4) 化合物Bは特定の官能基を持つため、その沸点は化合物Aよりも高いと予想される。この判断の根拠となる官能基の名称を答え、その官能基が化合物の沸点を高くすると考えられる理由を記せ。

(空 白)