

平成22年度 大阪市立大学個別学力検査

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、「空白」1ページ、「物理」6ページ、「化学」9ページ、「空白」1ページ、「生物」10ページ、「地学」10ページ、合計37ページである。解答用紙は、「物理」5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 (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。

溶解度とは、一定温度で一定量の溶媒に溶ける溶質の限量のことである。固体の溶解度は、溶媒 100 g に溶ける溶質の g 単位の質量の数値で表す。溶質を溶解度まで溶かした溶液を 溶液という。 溶液にさらに溶質を加えると、溶質が溶液に溶け込む速さと溶液中から析出する速さが等しい 平衡の状態になる。塩化銀の 水溶液に塩化ナトリウムを加えると の濃度が高くなるため、 の濃度が減少する方向に平衡が移動し、塩化銀の固体が析出する。

- (1) ～ に当てはまる最も適切な語句を記せ。
- (2) 下線部 ① の現象を何というか、答えよ。
- (3) 水 100 g に対する硫酸銅 (II) CuSO_4 の溶解度曲線を図 1 に示す。溶媒が水である場合、水和物の溶解度は、無水物を溶質として考える。次の文を読み、(i)～(iii)の問いに答えよ。

硫酸銅 (II) 無水物 CuSO_4 (式量 (A) 160) の粉末 25 g を 60 °C の水 80 g に溶解した。この CuSO_4 水溶液を冷やしていくと、(B) ある温度で硫酸銅 (II) 五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (式量 (C) (D) 250) の結晶が析出し始めた。

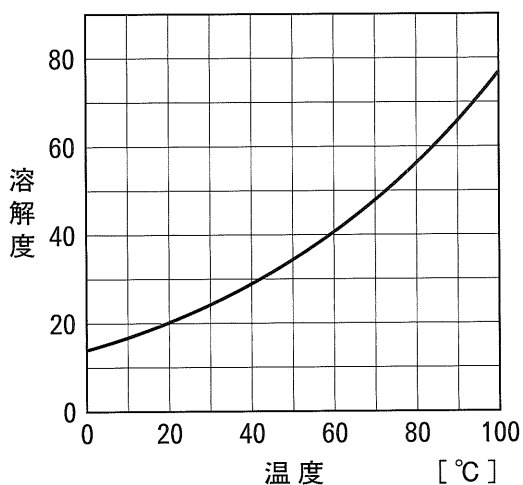


図 1 CuSO_4 の溶解度曲線

- (i) 下線部 (A) の粉末, (B) の溶液, および (D) の結晶の色として適当なものを次の選択肢からそれぞれ 1 つずつ選べ. 同じものを何度用いてもよい.

選択肢

白色 赤色 黄色 青色 黒色

- (ii) 図 1 に示す溶解度曲線をもとに, 下線部 (C) の温度は, 次の温度範囲 (a) ~ (d) のいずれにあるかを記号で記せ.

選択肢

(a) 20 °C 以上 30 °C 未満 (b) 30 °C 以上 40 °C 未満
(c) 40 °C 以上 50 °C 未満 (d) 50 °C 以上 60 °C 未満

- (iii) 下線部 (B) の CuSO_4 水溶液を 20 °C に冷却すると, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は何 g 析出するか, 小数点以下を四捨五入して答えよ. 計算式も記せ. 図 1 から読みとれる 20 °C の CuSO_4 の溶解度は 20 である.

問2 次の文章を読み、(1)～(3)の問いに答えよ。

① 過酸化水素 H_2O_2 (構造式 $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$) の中性水溶液に少量の酸化マンガン (IV) を加えると、 H_2O_2 が激しく分解して酸素 O_2 が発生する。この反応で酸化マンガン (IV) は、 H_2O_2 の分解を促進する働きをするだけで、自分自身は していない。このように反応の前後で せず、その反応速度を大きくする物質を という。 が存在すると、 が存在しない場合と比べて、反応は エネルギーの小さい別の反応経路で進む。

H_2O_2 の分解反応のように、一方向だけに進む反応を 反応という。 反応は、反応熱が特に 場合によくみられる。

- (1) ～ に当てはまる最も適切な語句を記せ。
- (2) 下線部①の化学反応式を記せ。
- (3) 下線部①の反応により 1 mol の H_2O_2 が分解したときの反応熱を求め、kJ 単位で記せ。計算には下の表に示した結合エネルギーの値を用い、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、 H_2O_2 と H_2O の $\text{O}-\text{H}$ 結合エネルギーは異なり、それぞれ、 $\text{O}-\text{H}$ (H_2O_2) と $\text{O}-\text{H}$ (H_2O) の欄に示されている。

結 合	$\text{O}-\text{H}$ (H_2O_2)	$\text{O}-\text{H}$ (H_2O)	$\text{O}-\text{O}$	$\text{O}=\text{O}$
結合エネルギー [kJ/mol]	377	459	213	494

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)～(4)の問いに答えよ。

塩素 Cl_2 は、黄緑色で刺激臭のある有毒な気体であり、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると発生する。 Cl_2 は水に少し溶け、一部は水と反応して と塩化水素 HCl を生じる。この水溶液を塩素水という。 は強い があるため、塩素水は殺菌や漂白に利用されている。

塩素と同じ 17 族に属する元素はハロゲンと呼ばれる。フッ素、塩素、臭素、ヨウ素の各原子は 個の価電子をもち、1 価の イオンになりやすい。これら 4 つの元素の単体はすべて二原子分子で、 がある。臭素 Br_2 は室温・大気圧で赤褐色の 体である。 Br_2 の は Cl_2 よりも いので、臭化カリウム水溶液に Cl_2 を通じると Br_2 を生じる。また、エチレンに Br_2 を反応させると、付加反応が起こり、 が生じる。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素の単体は水素 H_2 と反応してハロゲン化水素を生じる。塩化水素 HCl は、塩化ナトリウムに濃硫酸を加え、加熱することでも得られる。同じ濃度のハロゲン化水素の水溶液を比較した場合に、最も酸性が弱いものは の水溶液である。

ハロゲンの単体は、分子量が大きいほど、沸点が高くなる。これは、分子量が大きいほど が強くなるためである。一方、ハロゲン化水素の沸点は、 HCl が最も低く、臭化水素 HBr 、ヨウ化水素 HI 、フッ化水素 HF の順に高くなる。 HF は HCl よりも分子量が小さいにもかかわらず沸点が著しく高い。これは、 HF 分子間に働く水素結合のためである。

- (1) ～ に当てはまる化合物の名称を記せ。
- (2) ～ に当てはまる最も適切な語句または数字を記せ。
- (3) 下線部 ① および ② の反応を化学反応式で記せ。
- (4) 一般に水素結合とはどのような結合か、50字以内で記せ。

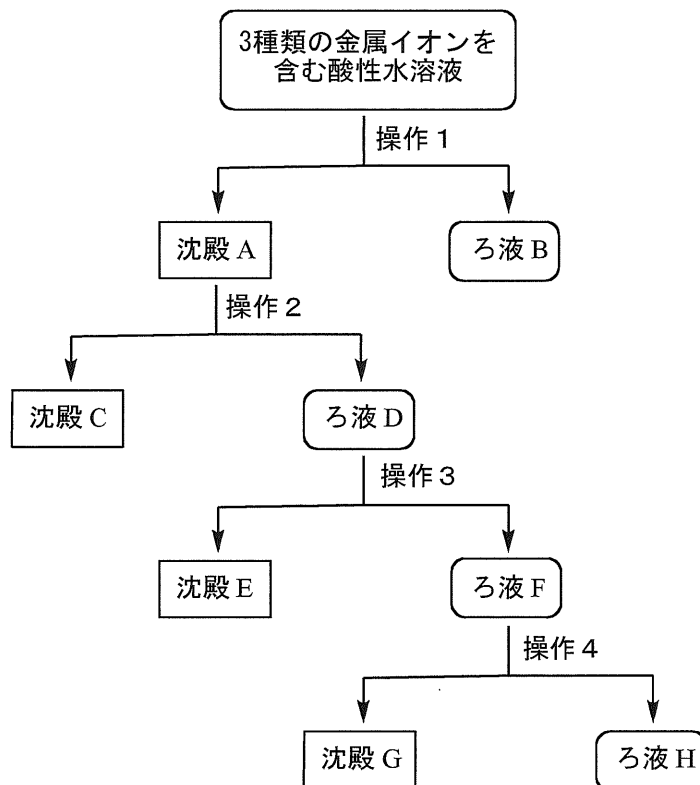
問2 3種類の金属イオン (Cu^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}) を含む酸性水溶液がある。これらの金属イオンを分離するために次の操作1～4を行った。次のページの(1)～(5)の問いに答えよ。

操作1 金属イオンを含む水溶液が弱い塩基性を示すまで硫化ナトリウム Na_2S 水溶液を加えると沈殿が生じた。この沈殿を含む溶液を加熱した後、ろ過して沈殿Aとろ液Bに分離した。

操作2 沈殿Aに過剰の塩酸を加えると気体が発生し、沈殿の一部が溶解した。この沈殿を含む酸性溶液を煮沸した後、ろ過して沈殿Cとろ液Dに分離した。

操作3 ろ液Dに水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、緑白色の沈殿が生じ、放置すると沈殿の色は赤褐色へと変化した。これをろ過して沈殿Eとろ液Fに分離した。

操作4 ろ液Fを塩酸で中和すると白色沈殿が生じた。これをろ過して沈殿Gとろ液Hに分離した。



- (1) 操作1で用いる Na_2S 水溶液は塩基性を示す。この理由を述べよ。
- (2) 操作1で Fe^{3+} は S^{2-} によって Fe^{2+} に還元され、硫化鉄(II) FeS と硫黄 S が沈殿する。次の $\boxed{\text{a}}$ ~ $\boxed{\text{d}}$ に整数を入れてイオン反応式を完成させよ。反応式の係数が1の場合、解答欄に1と記せ。



- (3) 操作2で発生する気体の化学式を記せ。
- (4) 3種類の金属イオンは沈殿 C, E, G のいずれかに分離された。沈殿 C および G に主として含まれる化合物を化学式で記せ。
- (5) Cu^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} に K^+ と Zn^{2+} を加えた5種類の金属イオンを含む酸性水溶液を用いて操作1~4の順に同様の操作を行った。このとき、 K^+ および Zn^{2+} は、B, C, E, G のうち、いずれの部分に含まれるか。それぞれのイオンについて記号で答えよ。

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)～(6)の問いに答えよ。

キシレンにはベンゼン環と結合した2個のメチル基の位置関係により、、、の三つの異性体がある。キシレンのベンゼン環の水素原子一つを臭素原子で置換して得られる生成物を考える。反応物がの場合、生成物は1種類である。これに対して反応物がの場合は2種類の生成物、の場合は3種類の生成物を得ることができる。したがって、生成物の数から、反応物のベンゼン環に結合した置換基の位置関係を定めることができる。また、分子の極性もベンゼン環を持つ化合物の構造に関する情報を与えてくれる。

ベンゼン環に結合した置換基はベンゼン環の反応性に大きな影響を与える。例えば、ベンゼンと臭素を反応させてベンゼンの水素原子を臭素原子で置換するためには鉄粉が必要であるが、フェノールは過剰の臭素と混合するだけで臭素化され、芳香族化合物Aが主として生成する。① 一方、ベンゼン環に結合した置換基の性質はベンゼン環の影響を大きくうける。例えば、アニリンはアンモニアよりもい塩基性を示す。また、トルエンは過マンガン酸カリウムによりされて安息香酸を与えるが、アルカンはされにくい。

- (1) ～に当てはまる化合物の名称を記せ。
- (2) とに当てはまる最も適切な語句を記せ。
- (3) ベンゼンの水素原子1個もしくは複数個を臭素原子で置換して得られる芳香族化合物(一般式： $C_6H_{6-n}Br_n$ 、ただし $1 \leq n \leq 6$)の中より、無極性分子を3つ選び、その構造式を書け。
- (4) 下線部①の反応で得られる芳香族化合物Aの構造式を書け。

(5) 次のエタノールやフェノールの反応に関する (あ)～(え) の記述から、フェノールのみ
に当てはまるものをすべて選び、その記号を記せ。

- (あ) 水酸化ナトリウムと反応して塩を作る。
- (い) 酸化するとアルデヒドを生成する。
- (う) 塩化鉄 (III) 水溶液を加えると青紫色を呈する。
- (え) 金属ナトリウムと反応して水素を発生する。

(6) 医薬品として使用されるアセトアミノフェンをフェノールからつくる経路を図 1 に
示した。反応経路中の カ と キ に当てはまる適切な物質を選択肢の中より
選び、記号で記せ。

選択肢

- | | | | | |
|----------|--------------------|--------------------|---------------------|----------|
| (a) HCl | (b) H ₂ | (c) N ₂ | (d) CO ₂ | (e) 無水酢酸 |
| (f) アセトン | (g) エタノール | | | |

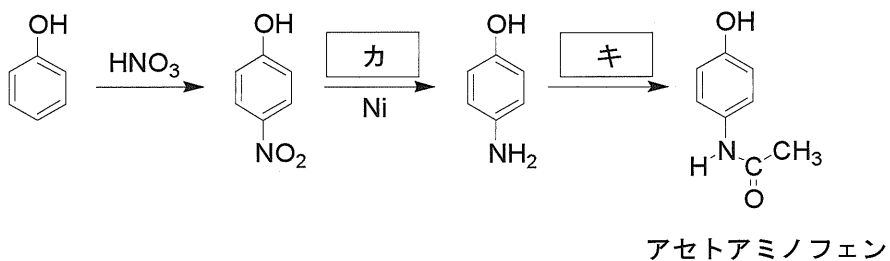
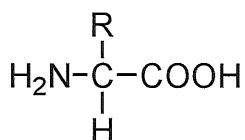


図 1

問2 次の α -アミノ酸とペプチドに関する文、および、操作1～3を読み、下の(1)～(3)の問いに答えよ。なお、原子量は、C = 12.0, H = 1.0, O = 16.0, N = 14.0とし、すべての反応は完全に進行するものとする。

同一の炭素原子にアミノ基、カルボキシ基（カルボキシル基）、水素原子が結合した化合物を α -アミノ酸という。2個の α -アミノ酸の縮合により生じたアミド結合をペプチド結合という。2個の α -アミノ酸が縮合して生じた化合物はジペプチド、3個の α -アミノ酸が縮合して生じた化合物はトリペプチドという。ペプチド結合を加水分解するとアミノ基とカルボキシ基が生じる。



Rは、原子または原子団を表す。

α -アミノ酸

操作1 分子量が150以下であるジペプチドAとメタノールの混合物を酸性条件下で加熱すると、エステル化反応が進行し化合物Bが得られた。

操作2 Bのペプチド結合のみを酵素を用いて加水分解すると α -アミノ酸Cと化合物Dが得られた。CとDの分子量は同じであった。

操作3 Dに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱するとEとメタノールが生成した。この溶液を塩酸で中和するとEから α -アミノ酸Fが得られた。

- (1) A, C, D, E, Fの構造式を書け。
- (2) C, D, Fのうち、光学異性体が存在するものをすべて選び、その記号を記せ。
- (3) ジペプチドAの代わりにトリペプチドGを用いて操作1を行い、得られた化合物のペプチド結合のみを酵素を用いて加水分解するとCとDのみが得られた。このとき、2.17 gのGからCは何g生成するか、小数第2位までの値で答えよ。計算式も記せ。

(空 白)