

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2016年度

第3回 全統記述模試問題

理 科

(物理基礎 化学基礎) (1科目 30分)
(生物基礎 地学基礎)

2016年10月実施

(物 理 化 学) (1科目 60分)
(生 物 地 学)

試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かず、下記の注意事項をよく読むこと。

注 意 事 項

1. 問題冊子は88ページである(物理基礎 1~4ページ, 化学基礎 5~9ページ, 生物基礎 11~16ページ, 地学基礎 17~28ページ, 物理 29~39ページ, 化学 41~55ページ, 生物 57~74ページ, 地学 75~88ページ)。
2. 解答用紙は別冊になっている。(解答用紙冊子表紙の注意事項を熟読すること。)
3. 本冊子に脱落や印刷不鮮明の箇所及び解答用紙の汚れ等があれば、試験監督者に申し出ること。
4. 理科の「基礎を付した科目」のみを受験する場合は、1時間目の前半30分(2科目の場合は1時間目60分)が受験時間となる。「基礎を付した科目」と「基礎を付していない科目」の組み合わせで受験する場合は、1時間目が「基礎を付していない科目」の受験時間となる。
5. 試験開始の合図で解答用紙冊子の理科の解答用紙を切り離し、下段の所定欄に **氏名**・**在・卒高校名**・**クラス名**・**出席番号**・**受験番号** (受験票の発行を受けている場合のみ)を明確に記入すること。なお、氏名には必ずフリガナも記入のこと。
6. 解答には、必ず黒色鉛筆を使用し、解答用紙の所定欄に記入すること。解答欄外に記入された解答部分は、採点対象外となる。
7. 試験終了の合図で上記5.の事項を再度確認し、試験監督者の指示に従って解答用紙を提出すること。

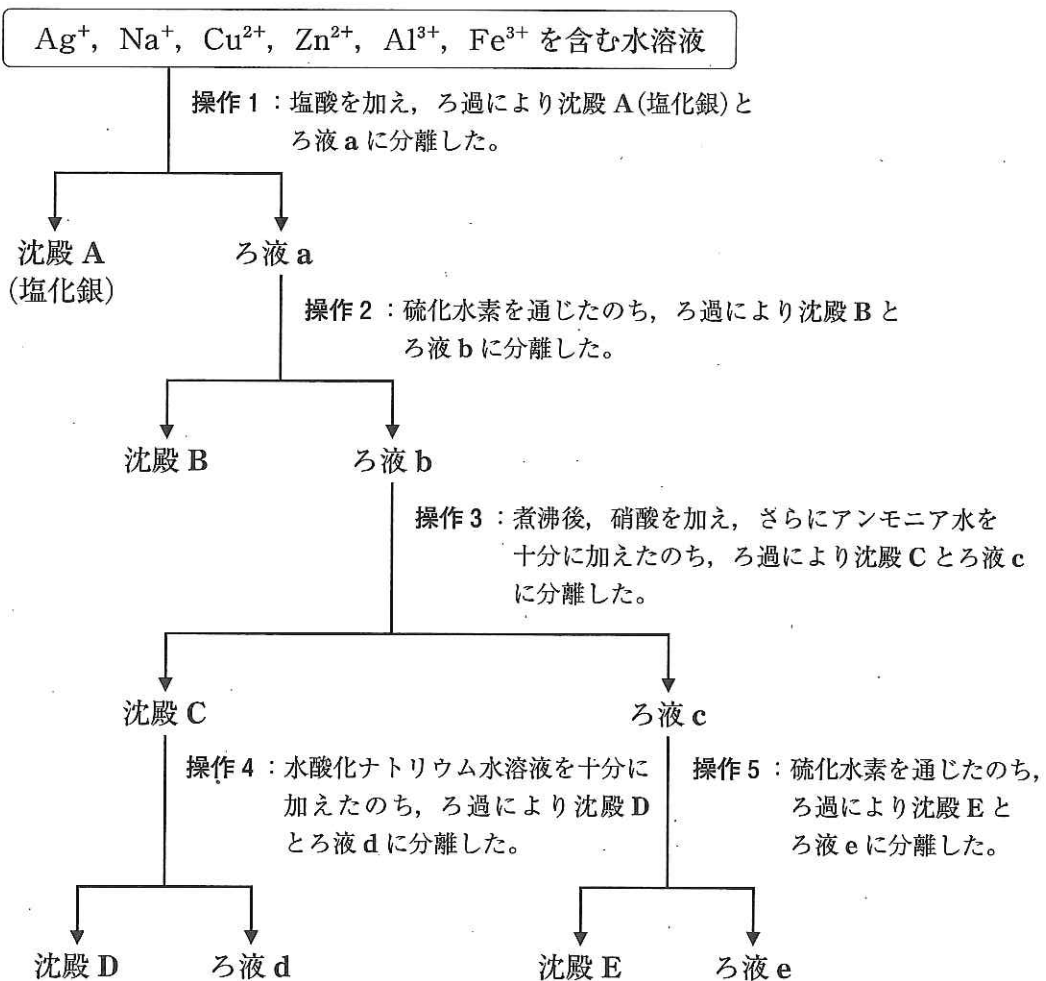


化 学

1 (配点 23点)

次の I, II に答えよ。

I 次の図のように、6種類の金属イオン Ag^+ , Na^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} を含む水溶液からそれぞれのイオンを分離した。これについて、問1～問5に答えよ。



問1 沈殿 A (塩化銀) を溶解させる操作として最も適当なものを、次の(ア)～(エ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 熱水を加える。
- (イ) 硫酸を加える。
- (ウ) アンモニア水を加える。
- (エ) 水酸化ナトリウム水溶液を加える。

問2 沈殿 B および D について、次の(1), (2)に答えよ。

- (1) それぞれの化学式を記せ。
- (2) それぞれの色として最も適当なものを、次の(ア)～(オ)のうちから一つずつ選び、その記号を記せ。

(ア) 白色 (イ) 黒色 (ウ) 赤褐色 (エ) 黄色 (オ) 青白色

問3 操作 3 で硝酸を加える目的を説明した次の文の に適する語句を 10 字以内で記せ。ただし、 Pb^{2+} などのイオン式を用いる場合、イオン式は 1 字と数えるものとする。

硝酸を加えるのは ためである。

問4 ろ液 c には、金属イオンとアンモニア分子からなる錯イオンが含まれている。この錯イオンの名称を記せ。

問5 ろ液 e に含まれる金属イオンは炎色反応によって確認することができる。このときの炎色反応の色を記せ。

II 次の実験に関して、問6、問7に答えよ。

[実験]

図1のように、銅板を硝酸銀水溶液に浸して放置したところ、銅板の表面に銀が析出し、金属板の質量が増加した。

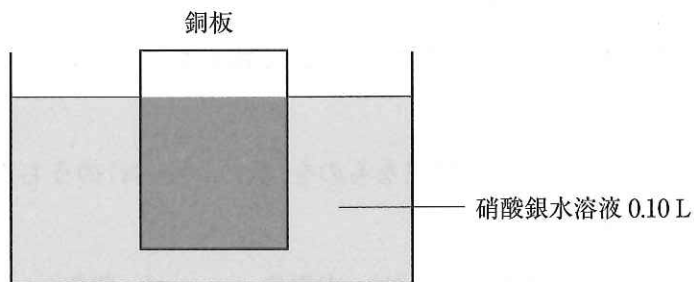


図1

問6 次の表の(ア)～(エ)の金属板と水溶液の組合せのうち、上記の[実験]と同様に、金属板を水溶液に浸して放置したとき、金属板の表面に別の金属が析出するものはどれか。(ア)～(エ)のうちから適するものを一つ選び、その記号を記せ。

	金属板	水溶液
(ア)	亜鉛	硝酸銅(II)水溶液
(イ)	鉄	硝酸亜鉛水溶液
(ウ)	スズ	硝酸カリウム水溶液
(エ)	銅	硝酸鉄(II)水溶液

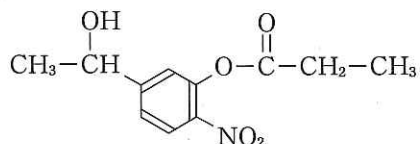
問7 上記の[実験]で、金属板の質量が0.304 g増加したとき、水溶液中の銅(II)イオンの濃度は何 mol/L になったか。四捨五入により有効数字2桁で記せ。ただし、水溶液の体積は0.10 Lのまま変化せず、析出した銀はすべて銅板の表面に付着したものとする。また、原子量は $\text{Cu} = 64$, $\text{Ag} = 108$ とする。

化学の問題は次のページに続く。

2 (配点 33点)

次のⅠ～Ⅲに答えよ。ただし、有機化合物の構造式は次の【例】にならって記せ。

【例】



Ⅰ 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

油脂は、3価のアルコールである①グリセリンに、種々の脂肪酸がエステル結合した化合物である。構成脂肪酸として②ステアリン酸やパルミチン酸などの飽和脂肪酸を多く含む油脂は常温で固体のものが多く、不飽和脂肪酸を多く含む油脂は液体のものが多
い。

問1 下線部①のグリセリンの構造式を記せ。

問2 下線部②について、ステアリン酸は炭素数が18の飽和脂肪酸である。ステアリン酸の示性式を例にならって記せ。

例：C₂₁H₃₁COOH

問3 グリセリン1分子に、パルミチン酸2分子とステアリン酸1分子がエステル結合した油脂の分子は、光学異性体を区別すると何種類あるか。

II 次の文を読み、問4～問8に答えよ。

分子式が $C_{15}H_{14}O_3$ である中性の化合物 X がある。X を加水分解すると、いずれも芳香族化合物である A と B が得られた。

化合物 A はベンゼンの二置換体であり、次の手順で合成することができる。

トルエンに濃硝酸と濃硫酸を加えて穏やかに加熱すると、おもに2種類の化合物が生成する。この生成物のうちの一つを分離し、これを適当な触媒の存在下で水素で還元すると、化合物 C が得られる。C はベンゼンの二置換体であり、C のベンゼン環に結合している水素原子1個を塩素原子で置換した化合物は2種類ある。C を希塩酸に溶かし、③ 氷冷下で亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、化合物 D が生じる。 D の水溶液を加熱すると、気体の発生を伴って A が得られる。

化合物 B を過マンガン酸カリウムで酸化すると、化合物 E が得られる。E を加熱すると、分子内で脱水反応が起こり、分子式が $C_8H_4O_3$ である酸無水物 F が生じる。また、B を加熱すると、分子内で脱水反応が起こり、化合物 G が生じる。

問4 化合物 C の分子式を記せ。

問5 化合物 E の名称を記せ。

問6 下線部③の反応名を記せ。

問7 化合物 G, X の構造式をそれぞれ記せ。

問8 化合物 A, B の両方に当てはまる記述として最も適当なものを次の(ア)～(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

(ア) フェーリング液を還元する。

(イ) ヨードホルム反応を示す。

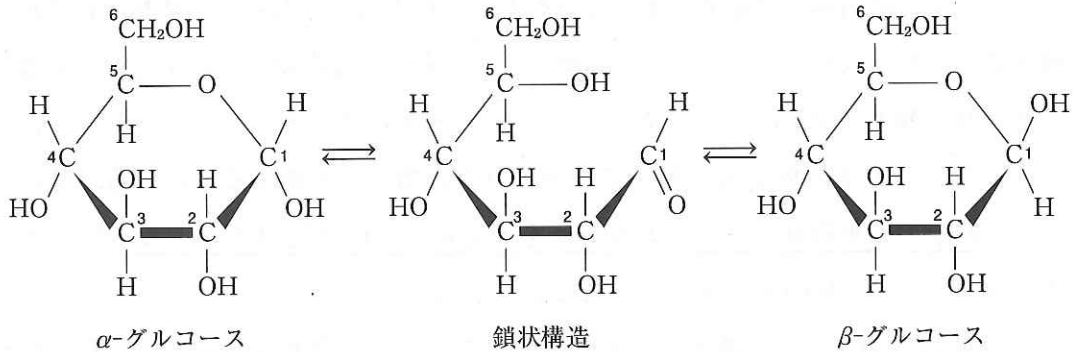
(ウ) さらし粉水溶液を加えると呈色する。

(エ) 塩化鉄(III)水溶液を加えると呈色する。

(オ) 無水酢酸を作用させると、アセチル化が起こる。

Ⅲ 次の文を読み、問9～問11に答えよ。

単糖であるグルコースは、植物の光合成により二酸化炭素と水から合成される。グルコースは水溶液中で次の平衡状態にあり、鎖状構造にはアルデヒド基があるため還元性を示す。



(図中のCの横の数字は、グルコース分子中の炭素原子の番号を表す。)

α -グルコースの1位のC原子のOH基と別のグルコースの4位のC原子のOH基が脱水縮合すると、二糖のマルトースが生成する。このとき、脱水縮合によりつくられるエーテル結合を、特に あ 結合という。

デンプンは、多数の α -グルコースが あ 結合により結びついた高分子化合物である。デンプンは、温水に可溶性アミロースと、温水にも溶けにくいアミロペクチンからなる。アミロースは、 α -グルコースの1位のC原子のOH基と4位のC原子のOH基が次々と縮合した直鎖状の構造をもつ。アミロペクチンは、1位と4位の他に、1位と い 位のC原子のOH基で縮合した枝分かれ構造をもつ。

④ デンプンを酵素アミラーゼによって加水分解すると、二糖のマルトースが得られる。マルトースも水溶液中でアルデヒド基をもつ構造を生じるため、還元性を示す。

問9 空欄 あ , い に適する語、または数字を記せ。

問10 水溶液が還元性を示さない糖を次の(ア)～(オ)のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) フルクトース (イ) ガラクトース (ウ) セロビオース
 (エ) ラクトース (オ) スクロース

問11 下線部④について、次の(1), (2)に答えよ。

- (1) このときの変化を化学反応式で記せ。ただし、デンプンの化学式を $(C_6H_{10}O_5)_n$ とし、マルトースは分子式で表せ。
- (2) デンプン 81 g から得られるマルトースの質量は最大何 g か。四捨五入により整数で記せ。ただし、原子量は $H=1.0$, $C=12$, $O=16$ とする。

3 (配点 24点)

次の I, II に答えよ。

I 次の文を読み, 問 1, 問 2 に答えよ。

純水の凝固点は 0°C であるが, 海水の凝固点は約 -1.8°C である。このように, 溶液の凝固点は, 純溶媒の凝固点より低くなる。この現象を凝固点降下といい, 純溶媒の凝固点 $t_0[^{\circ}\text{C}]$ と溶液の凝固点 $t[^{\circ}\text{C}]$ との差 $t_0 - t = \Delta t_f [\text{K}]$ を凝固点降下度という。一般に, 溶液の凝固点降下度 $\Delta t_f [\text{K}]$ は, 溶質粒子の質量モル濃度 $m [\text{mol}/\text{kg}]$ を用いて, 次式で与えられる。

$$\Delta t_f = K_f \cdot m \quad K_f [\text{K} \cdot \text{kg}/\text{mol}] : \text{溶媒のモル凝固点降下}$$

ベンゼンの凝固点は 5.50°C であり, ベンゼンのモル凝固点降下は $5.12 \text{ K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$ である。

問 1 ベンゼン 100 g にナフタレン C_{10}H_8 (分子量 128) 1.28 g を溶解させた溶液 X を冷却していき, 冷却時間と溶液の温度の関係を調べ, 図 1 のような冷却曲線を得た。これについて, 次の (1) ~ (3) に答えよ。

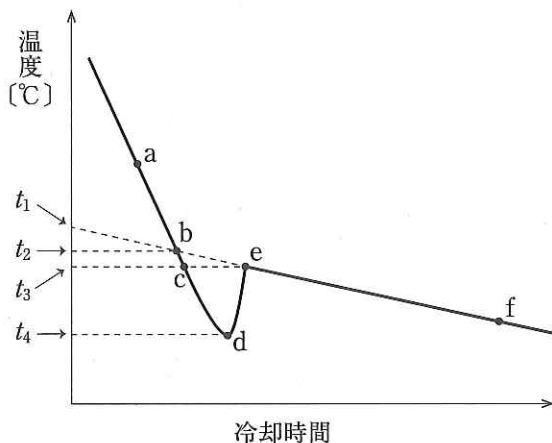
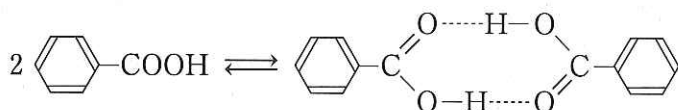


図 1

- (1) 図1の冷却曲線で、ベンゼンが凝固し始めたのはどの点か。a～fのうちから最も適切な点の一つを選び、その記号を記せ。
- (2) 図1で、溶液Xの凝固点を表すのはどの温度か。t₁～t₄のうちから最も適切な温度の一つを選び、その記号を記せ。
- (3) 溶液Xの凝固点は何℃か。四捨五入により小数第2位まで記せ。

問2 ベンゼン 100 g に安息香酸 C₆H₅COOH (分子量 122) 1.20 g を溶解させた溶液 Y の凝固点を測定したところ、5.20℃であった。これについて、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 溶液 Y の凝固点は、ベンゼン溶液中の安息香酸分子が電離も会合もせずに溶解していると仮定して計算したときの凝固点よりも高い。これは次式のように、ベンゼン溶液中で安息香酸 2 分子が会合し、二量体 (C₆H₅COOH)₂ を形成しているからであると考えられる。このとき、形成される結合(式中の……)の名称を記せ。



- (2) 測定された凝固点に基づいて、溶液 Y 中の溶質の見かけの分子量(平均分子量)を求め、四捨五入により整数で記せ。
- (3) 溶液 Y 中の安息香酸の会合度を求め、四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。ただし、会合度とは、溶解させた安息香酸の物質質量に対する二量体を形成している安息香酸の物質質量の比である。

$$\text{会合度} = \frac{\text{二量体を形成している安息香酸の物質質量}}{\text{溶解させた安息香酸の物質質量}}$$

II 次の文を読み、問3～問5に答えよ。ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

「一定温度で、溶解度の小さい気体が一定量の溶媒に溶けるとき、気体の溶解量(物質量または質量)は、その気体の圧力(分圧)に比例する」ことが知られており、これを **あ** の法則という。気体 Z は、 7°C で、その圧力が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、水 1.0 L に $5.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 溶解する。

図2のように、コックの付いたピストン付き容器と水および気体 Z を用いて、 7°C のもとで以下の実験を行った。ただし、 7°C における水の飽和蒸気圧、および、気体 Z の溶解による水溶液の体積変化は無視できるものとする。

〔実験〕

操作1：容器内に 0.50 mol の気体 Z と 2.0 L の水を封入し、ピストンの位置を調整して容器内の気体 Z の圧力を $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ち、長時間放置した。

操作2：次いで、ピストンの位置を操作1終了時の位置に固定し、コックを開いて容器内の水溶液を 1.0 L だけ素早く容器外に排出し、すぐにコックを閉じて長時間放置した。

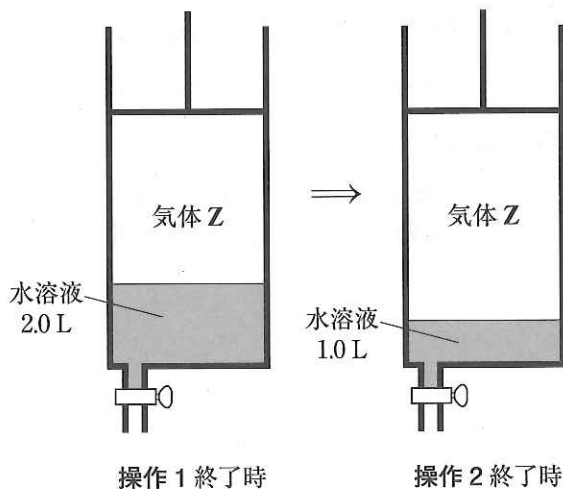


図2

問3 空欄

あ

 に当てはまる人名を、次のうちから選んで記せ。

アボガドロ、ドルトン、ヘス、ヘンリー、ルシャトリエ

問4 操作1について、次の(1)、(2)に答えよ。ただし、答の数値は四捨五入により有効数字2桁で記せ。

(1) 水2.0 Lに溶けた気体Zの物質量は何 mol か。

(2) 操作1終了時の容器内の気体部分の体積は何 L か。

問5 操作2終了時の容器内の気体Zの圧力は何 Pa か。四捨五入により有効数字2桁で記せ。

4 (配点 20点)

次の文を読み、問1～問5に答えよ。ただし、以下で、 $[X]$ は平衡状態における水溶液中の X のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を表す。また、温度は 25°C で一定とし、必要があれば次の値を用いよ。

$$\sqrt{2} = 1.4, \log_{10} 2 = 0.30, \log_{10} 3 = 0.48$$

二酸化炭素は水に少し溶け、次の①、②式のように二段階に電離し、その水溶液は酸性を示す。



①、②式の電離定数 K_1 、 K_2 はそれぞれ次の③、④式で与えられる。

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} = 5.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L} \quad \dots \text{③}$$

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = 5.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L} \quad \dots \text{④}$$

二酸化炭素の水溶液のpHを考える場合、 K_2 の値は K_1 の値に比べて非常に小さいため、②式の電離で生じる H^+ は無視することができ、また、非常に希薄な水溶液でなければ水の電離によって生じる H^+ も無視できるので、結局、①式の電離で生じる H^+ だけを考えればよい。したがって、 $[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-]$ の関係が成り立つので、これと③式より、 $[\text{H}^+]$ は、 K_1 および $[\text{CO}_2]$ を用いて、次のように表すことができる。

$$[\text{H}^+] = \boxed{\text{A}}$$

水溶液中の $[\text{CO}_2]$ は、その水溶液と接する気体の二酸化炭素の分圧に比例し、0.040%の二酸化炭素を含む $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の大気と接触している水溶液の場合、 $[\text{CO}_2] = 1.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ であることが知られている。したがって、この水溶液中の $[\text{H}^+]$ およびpHはそれぞれ次のように計算できる。

$$[\text{H}^+] = \boxed{\text{B}} \text{ mol/L,}$$

$$\text{pH} = \boxed{\text{C}}$$

地球の大気中には約 0.04 % の二酸化炭素が含まれているが、大気中に他の酸性成分が含まれていると、地表に降る雨水の pH は より小さくなる。これを酸性雨という。

問 1 二酸化炭素の性質として誤っているものを次の (ア) ~ (エ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 無色無臭の空気より重い気体である。
- (イ) 石灰水に通じると白濁し、さらに通じると白濁が消える。
- (ウ) 地球上空のオゾン層を破壊する。
- (エ) 固体はドライアイスとよばれ、大気圧のもとで昇華しやすい。

問 2 二酸化炭素が発生しない操作を次の (ア) ~ (エ) のうちから一つ選び、その記号を記せ。

- (ア) 石灰石に希塩酸を加える。
- (イ) 固体の炭酸水素ナトリウムを加熱する。
- (ウ) 炭酸水素ナトリウム水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- (エ) シュウ酸の結晶に硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加える。

問 3 空欄 に適する式を記せ。

問 4 空欄 , に適する数値を、いずれも四捨五入により、
 は有効数字 2 桁で、 は小数第 1 位まで記せ。

問5 0.040 % の二酸化炭素を含む 1.0×10^5 Pa の大気と接触している二酸化炭素の水溶液に少量の硫酸 H_2SO_4 を溶かして放置したところ、pH が 2.0 になった。これについて、次の(1)～(3)に答えよ。ただし、硫酸の溶解による水溶液の体積変化は無視できるものとする。

(1) 水溶液中の $[\text{HCO}_3^-]$ は、硫酸を溶かす前にくらべて、どのように変化したか。

次の(ア)～(ウ)のうちから最も適当なものを一つ選び、その記号を記せ。

(ア) 増加した (イ) 減少した (ウ) 変化しなかった

(2) 硫酸を溶かした後の水溶液中の $[\text{HCO}_3^-]$ は何 mol/L か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

(3) 水溶液 1 L 当たりに溶かした硫酸の物質は何 mol か。四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。ただし、水溶液中で硫酸は次のように二段階に電離し、(i) 式の第一段の H_2SO_4 の電離度は 1、(ii) 式の第二段の HSO_4^- の電離度は 0.50 とする。



生物の問題は次ページから始まる。

