

平成23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」7ページ、「空白」1ページ、「生物」12ページ、「地学」9ページ、合計36ページである。解答用紙は、「物理」4枚、「化学」3枚、「生物」5枚、「地学」2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、該当箇所の解答を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～第3問において、必要であれば次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0

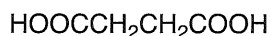
第 1 問 (30点)

次の問1と問2に答えよ。

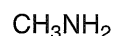
問1 次に3つの化合物の名称と示性式を示す。これらの化合物の電離に関して、(1)～(3)の問いに答えよ。ただし、温度は25℃で、電離定数および水のイオン積はすべて25℃での値である。



酢酸



コハク酸

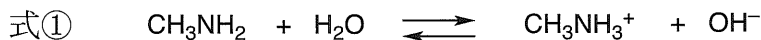


メチルアミン

- (1) 酢酸は弱酸であり、水溶液中で一部が解離して水素イオンを与える。酢酸の電離定数 K_a は 2.7×10^{-5} mol/L である。ある濃度 c [mol/L] の酢酸水溶液の電離度は 3.0×10^{-2} であった。酢酸の濃度 c [mol/L] を求めよ。
- (2) 次の文章を読み、 と に入る数字を記せ。

コハク酸は、分子内に2個のカルボキシル基をもつジカルボン酸であり、2段階で電離する。第1段の電離定数 K_1 は 6.3×10^{-5} mol/L、第2段の電離定数 K_2 は 2.5×10^{-6} mol/L である。コハク酸水溶液のpHを5.0にすると、電離していないコハク酸、1つだけ電離したコハク酸、2つとも電離したコハク酸の濃度の比は、1 : : になる。

- (3) メチルアミンは、式①に示すように水から水素イオンを受け取ってメチルアンモニウムイオンとなり、水酸化物イオンを生成するために、水溶液は塩基性を示す。0.50 mol/L のメチルアミン水溶液について、メチルアミンの電離度と水溶液の水素イオン濃度を求めよ。ただし、メチルアミンの電離定数 K_b は式②で表され、その値は 4.5×10^{-4} mol/L である。水のイオン積 K_w は 1.0×10^{-14} (mol/L)² である。また、メチルアミンの電離度は1に比べて十分に小さいものとする。



$$\text{式②} \quad K_b = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$

問2 次の①～⑥の反応に関する文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。文章中の

ア～オにあてはまる化合物はすべて異なり、下の化合物群の中にある。

- ① 硝酸鉛(II)の水溶液にアの水溶液を加えると黄色沈殿が生じる。
- ② 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると、アンモニアが発生する。
- ③ イの硫酸酸性水溶液に二酸化硫黄の水溶液を加えると、溶液の色が赤紫色からほぼ無色(淡桃色)へと変わる。
- ④ ウの水溶液に銅板を浸すと、銅板の表面に金属の単体が析出する。
- ⑤ エに希硫酸を加えると、二酸化硫黄が発生する。
- ⑥ オの水溶液にアンモニア水を少しずつ加えると白色沈殿を生じるが、アンモニア水を過剰に加えると、沈殿は溶解し、無色の溶液となる。

化合物群

硝酸銀、過マンガン酸カリウム、クロム酸カリウム、リン酸カルシウム、
塩化亜鉛、亜硫酸ナトリウム、硫酸鉄(II)

- (1) ①～⑥の反応から酸化・還元反応をすべて選び、番号で答えよ。
- (2) ①の反応で生じる黄色沈殿および⑥の反応で生じる白色沈殿の化学式を記せ。
- (3) ②および③の反応を化学反応式で記せ。
- (4) 二酸化硫黄が酸化剤としてはたらく物質を次の選択枝から一つ選べ。また、その物質と二酸化硫黄の反応を化学反応式で記せ。

選択枝

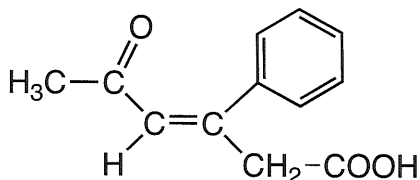
過酸化水素、塩化ナトリウム、酸素、硫酸ナトリウム、硫化水素

- (5) 硫酸銅(II)の水溶液に金属Aの板を浸すと板の表面に銅が析出した。「金属A」と「銅」と「④の反応で析出した金属」の3つをイオン化傾向の大きい順に並べよ。ただし、金属Aは「A」で、他は元素記号で答えよ。

化 学

第 2 問 (35点)

次の問 1 と問 2 に答えよ。ただし、構造式は次の例にならって記せ。



問 1 実験 1 ～ 4 を読み、(1) ～ (5) の問いに答えよ。

実験 1 炭素、水素からなり分子量が 106 である芳香族化合物 A の元素分析を行ったところ、質量パーセントで炭素 90.6 %、水素 9.4 % であった。

実験 2 A を硫酸酸性溶液中で過マンガン酸カリウムと反応させたところ、化合物 B が得られた。

実験 3 B を加熱すると、分子内で脱水反応が起こり化合物 C が得られた。

実験 4 分子式 C₁₀H₁₀O₄ で表される化合物 D に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、塩酸で中和すると B とメタノールが得られた。

(1) A の分子式は C_xH_y で表される。x, y にあてはまる数字を答えよ。

(2) 下線の反応は次の (a) ～ (d) のいずれに当てはまるか、記号で答えよ。

(a) 加水分解 (b) 還元 (c) 酸化 (d) 付加

(3) A, B, C, D の構造式を書け。

(4) B は、分子式 C₁₀H₈ で表される化合物 E を酸化バナジウム (V) V₂O₅ の存在下で酸化することによっても生じる。E の名称を記せ。

(5) B の構造異性体である化合物 F は、化合物 G との縮合重合により、ペットボトルに用いられる高分子化合物を生じる。F の構造式と G の名称を記せ。

問2 次の文章を読み、(1)～(8)の問いに答えよ。

エタノールは特有のにおいをもつ液体で水によく溶け、水溶液は中性を示す。②エタノールにナトリウムを加えると、水素が発生してナトリウムエトキシドが生じる。

エタノールに濃硫酸を加えて160～170℃に熱すると、化合物Aが得られる。化合物Aのように、分子内にC=C結合を1つ含む鎖式炭化水素をアルケンとよぶ。アルケンのうち、③3-ヘキセンには2個の立体異性体が存在する。このような異性体を という。

エタノールに濃硫酸を加えて約130℃に熱すると、化合物Bが得られる。

④エタノールと酢酸の混合物に少量の濃硫酸を加えて熱すると、化合物Cと化合物Dが生じる。この反応は可逆反応であり、濃硫酸は としてはたらいている。

- (1) 化合物Aと化合物Bの名称を答えよ。
- (2) と に当てはまる最も適切な語句を記せ。
- (3) 下線部②の反応を化学反応式で記せ。
- (4) 下線部③の2個の立体異性体の構造式を書け。ただし、3-ヘキセン(分子式： C_6H_{12})は直鎖状分子で、3は端から3番目と4番目の炭素原子間に二重結合があることを表す。
- (5) 下線部③のような立体異性体が存在するのは、二重結合のどのような性質によるものか記せ。
- (6) 分子式 C_5H_{10} で表されるアルケンに可能な異性体は全部で何個あるか答えよ。
- (7) 化合物Bの異性体には、不斉炭素原子を有する化合物が存在する。その化合物を二クロム酸カリウムで酸化して得られる生成物の構造式を書け。
- (8) 下線部④の反応を化合物Cと化合物Dの示性式も含め、化学反応式で記せ。

化 学

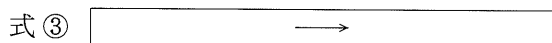
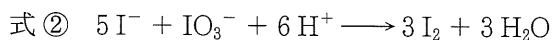
第 3 問 (35点)

次の問1と問2に答えよ。

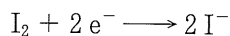
問1 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

ヨウ素酸はヨウ素のオキシ酸である。ヨウ素酸カリウム KIO_3 の水溶液に、亜硫酸水素ナトリウム NaHSO_3 と硫酸およびデンプンを含む水溶液を加えたところ、以下の式①～③の酸化・還元反応が進行した。反応開始からしばらく時間が経過すると、それまでは無色であった反応溶液がヨウ素デンプン反応により突然青紫色に変化した。

なお、反応開始の時点で KIO_3 は NaHSO_3 より過剰に存在した。式①の反応は②や③の反応にさきがけて起こり、②や③より遅い。またヨウ素デンプン反応は平衡反応であり、式①～③の反応より速い。



- (1) ヨウ素酸イオン IO_3^- 中のヨウ素原子の酸化数とヨウ化物イオン I^- の酸化数を記せ。
- (2) 式②の反応の酸化剤と還元剤は何か、それぞれイオン式で答えよ。
- (3) 式③の反応では、ヨウ素 I_2 と亜硫酸水素イオン HSO_3^- が、それぞれ I^- と硫酸イオン SO_4^{2-} に変化する。ここで酸化・還元反応に関与する電子を e^- として、 I_2 の反応式を以下に示した。この例にならい HSO_3^- の反応式を記せ。



(4) 式③の反応のイオン反応式を記せ.

(5) 下線部には二つの内容が含まれている. それらについて(i)と(ii)の問いに答えよ.

(i) 一つ目の内容は, 反応開始からしばらくの間は I_2 の濃度が極めて低かったことである. この現象が起こるためには, 式②と③の反応の速さの間にどのような関係が成り立っていなければならないか, 解答欄に②または③を記入して文章を完成させよ.

(ii) 二つ目の内容は, 反応開始からある時間が経過した後に I_2 の濃度が一気に上昇したことである. その理由を, 特定のイオンの濃度の変化と, 式③の反応の速さの変化をもとにして, 簡潔に述べよ.

問2 (1)～(3)の問いに答えよ。ただし、気体は理想気体であるとする。

(1) ドライアイスが、 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ の下で昇華すると体積は何倍になるか、有効数字3桁で答えよ。ドライアイスの密度は 1.57 g/cm^3 である。

(2) 次の文章は、液体への気体の溶解について説明している。 ～ に下の選択肢から最も適切な語句を選べ。

溶解度が 気体の場合、一定温度で、一定量の液体に溶ける気体の は、その気体の に比例する。これをヘンリーの法則と呼ぶ。ある温度における気体の水への溶解度は、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ のもとで水1 mLに溶ける気体の体積を標準状態($0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$)における体積[mL]に換算して表す。

選択肢

(3) 次の文章を読み、(i)～(iii)の問いに答えよ。

容積600 mLのペットボトルに入っている500 mLの水に、二酸化炭素を溶け込ませ、平衡状態に達したのち密封することを考える。容器内における水蒸気圧は無視でき、ヘンリーの法則が成り立つとする。また、容器内には水と二酸化炭素しか存在せず、ペットボトルの容積と水の体積は変化しないとする。

(i) 標準状態において2000 mLの体積を占める二酸化炭素を、このペットボトル中の $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水に溶け込ませるのに必要な二酸化炭素の圧力は何 Pa か、有効数字3桁で答えよ。ただし、 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ における二酸化炭素の水への溶解度は 1.43 [mL] である。

(ii) (i)で平衡に達したのちペットボトルを密封した。ペットボトルに含まれる二酸化炭素は標準状態における体積に換算すると何 mL か、有効数字2桁で答えよ。計算式も示せ。

(iii) (ii)で密封したペットボトルを夏の暑い日に自動車内に置き忘れた。このペットボトルを開けたところ、内容物が吹き出した。水の温度は $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。開ける前のペットボトル内部の二酸化炭素の圧力は何 Pa であったか、有効数字2桁で答えよ。計算式も示せ。ただし、 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ における二酸化炭素の水への溶解度は 0.53 [mL] である。

(空 白)