

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次のa～cに当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 共有結合の結晶をつくるもの。

- ① SiO₂ ② NaCl ③ I₂ ④ Cu

b 非共有電子対をもたない分子。

- ① NH₃ ② CH₄ ③ HF ④ CO₂

c 質量数26のマグネシウムイオン ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$ に含まれる中性子数。

- ① 10 ② 12 ③ 14 ④ 16

問2 次の記述①～④のうちから誤りを含むものを一つ選べ。

- ① ${}^{13}\text{C}$ と ${}^{14}\text{C}$ は互いに同位体の関係にあり、電子配置が異なる。
② 酸素とオゾンは互いに同素体の関係にあり、化学的性質が異なる。
③ Li, Na, K のうちで、イオン化エネルギーが最も小さい原子はKである。
④ F, Cl, Br, I のうちで、電気陰性度が最も大きい原子はFである。

問3 図1は濃度未知の酢酸水溶液20mLに0.080mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を30mL滴下したときのpH変化を示したものである。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

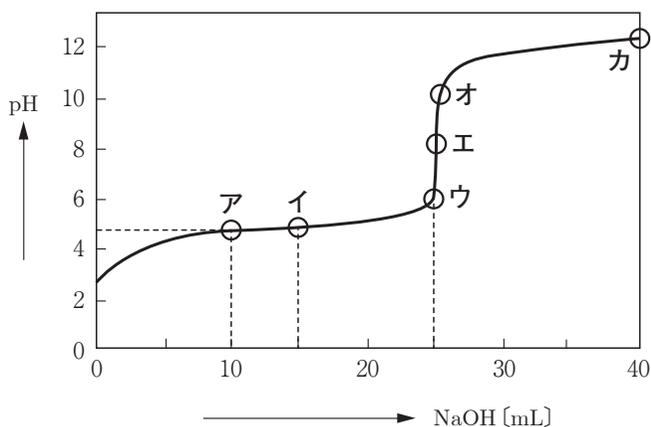


図 1

a この中和反応の中和点のpHは図1中のア～カのいずれの値で表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ

b この中和反応の中和点を知るために指示薬を用いる場合、次の①～④のうちから最も適当なものを一つ選べ。 6

- ① フェノールフタレインが無色から赤色に変化したときを中和点とする。
 ② フェノールフタレインの赤色が消えたときを中和点とする。
 ③ メチルオレンジが橙黄色から赤色に変化したときを中和点とする。
 ④ メチルオレンジが赤色から橙黄色に変化したときを中和点とする。

化学基礎・化学

問4 ある過酸化水素水の濃度を決定するために、その10mLに希硫酸を少量加えたのち、0.050mol/L過マンガン酸カリウム水溶液を用いて滴定することとした。この実験に関する記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

7

- ① 過マンガン酸カリウムにおけるマンガンの酸化数は +7 → +2 と変化する。
- ② 過酸化水素は次のように変化する。



- ③ 希硫酸は触媒としてはたらく。
- ④ この実験では、希硫酸の代わりに濃塩酸を用いてもよい。

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第2問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1に示すように、内容積がA:B=2:1の容器A、BがコックCを閉じた状態で連結されている。容器Aには温度746Kで 3.6×10^5 Paのヘリウムが封入されており、容器Bは真空である。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。ただし、連結部の体積は無視できるものとする。

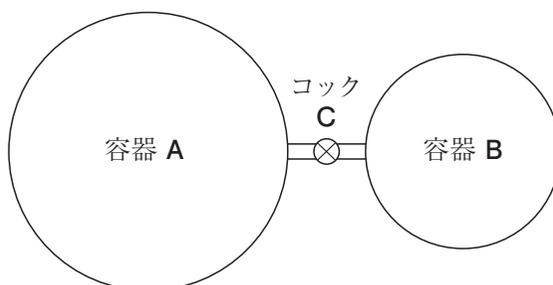


図 1

a 温度を746Kに保ったままコックCを開いて放置したとき、容器A内の圧力は何Paになるか。最も適当な数値を、下の解答群①～⑤のうちから一つ選べ。

Pa

b aの状態から、温度を373Kに低下させて放置したとき、容器A内の圧力は何Paになるか。最も適当な数値を、次の解答群①～⑤のうちから一つ選べ。

Pa

・ の解答群

① 8.0×10^4

② 1.0×10^5

③ 1.2×10^5

④ 1.8×10^5

⑤ 2.4×10^5

問2 次の水溶液ア～ウを、沸点の高いものから順に並べるとどのようになるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水溶液の濃度はすべて0.010mol/kgであるとする。 3

ア 塩化ナトリウム (NaCl) 水溶液

イ 塩化カルシウム (CaCl₂) 水溶液

ウ ショ糖 (C₁₂H₂₂O₁₁) 水溶液

- ① ア > イ > ウ ② ア > ウ > イ ③ イ > ア > ウ
 ④ イ > ウ > ア ⑤ ウ > ア > イ ⑥ ウ > イ > ア

問3 図2は2molのH₂と1molのO₂から気体のH₂Oが生じる際のエネルギー図であり、Qはそれぞれの過程で出入りするエネルギーの大きさを表している。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 4

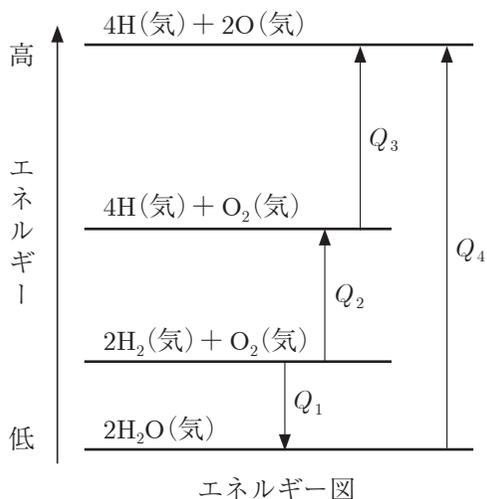


図 2

- ① $\frac{1}{2} Q_1$ は気体の水の生成熱を表している。
 ② Q_3 はO=Oの結合エネルギーであり、共有結合を切断するのに必要なエネルギーである。
 ③ $Q_2 = 872\text{kJ}$ とすると、H-Hの結合エネルギーは436kJ/molである。
 ④ $\frac{1}{2} Q_4$ はO-Hの結合エネルギーを表している。

化学基礎・化学

問4 電池に関する記述として正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① ダニエル電池が放電すると，電子は外部回路を銅板から亜鉛板に向かって流れる。
- ② ダニエル電池が放電すると，亜鉛イオンと銅イオンの濃度はともに小さくなる。
- ③ 鉛蓄電池が放電すると，正極，負極ともに硫酸鉛(Ⅱ)でおおわれる。
- ④ 鉛蓄電池が放電すると，硫酸の濃度は大きくなる。

問5 1価の弱酸HAは次のように電離する。

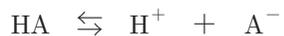


図3はHA水溶液のモル濃度とHAの電離度との関係を示したものである。これを利用して、下の水溶液ア・イのpHを求めるとそれぞれいくらとなるか。最も適当な数値を、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、 $\log_{10}2 = 0.30$ とする。

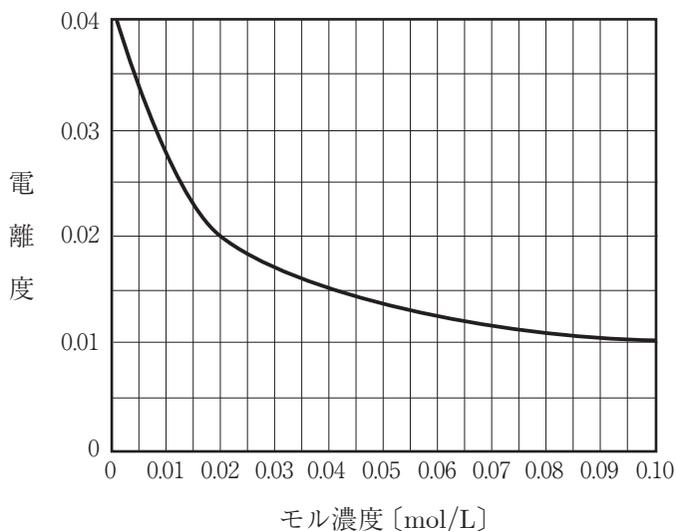


図 3

ア 0.10mol/LのHA水溶液。

6

イ アの水溶液を5倍に希釈したもの。

7

① 1.0

② 2.0

③ 2.4

④ 2.6

⑤ 3.0

⑥ 3.4

⑦ 4.0

⑧ 4.6

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 硫酸の性質に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 希硫酸は強い酸化剤なので、銅とも反応する。
- ② 塩化バリウム水溶液に希硫酸を加えると白い沈殿が生じる。
- ③ 濃硫酸を希釈するときは、溶解熱を考え、水に濃硫酸を入れて希釈する。
- ④ 塩化ナトリウムに濃硫酸を作用させ、加熱すると塩化水素が発生する。

問2 14族元素の炭素、ケイ素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ケイ素の単体は、ダイヤモンドと同様の結晶構造をもつ。
- ② ダイヤモンドは電気を通さないが、ケイ素の単体は半導体の性質を示す。
- ③ 二酸化ケイ素は両性酸化物であり、酸にも塩基にもよく溶ける。
- ④ 二酸化炭素の固体は昇華性を示す。

問3 図1は、工業的に炭酸ナトリウムを製造する方法を模式的に示したものである。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

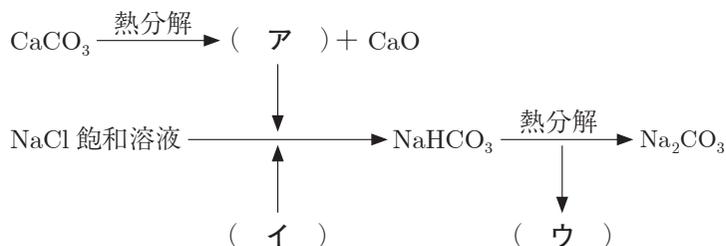


図 1

a ア、イ、ウに当てはまる気体を次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ただし、同じものを何度選んでもよい。ア イ ウ

- ① CO ② CO₂ ③ NO₂ ④ NH₃

b この工業的製法の名称は何か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① オストワルト法 ② ハーバー・ボッシュ法
 ③ アンモニアソーダ法(ソルベー法) ④ 接触法

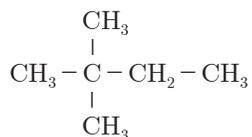
問4 銀イオンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 銀イオンを含む水溶液に銅線を浸すと、銅が溶けて銀が析出する。
 ② 銀イオンを含む水溶液に、濃アンモニア水を過剰に加えると、錯イオン [Ag(NH₃)₂]⁺が生成する。
 ③ 銀イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、褐色の水酸化銀 AgOH の沈殿が生じる。
 ④ 銀イオンを含む水溶液に塩酸を加えると、白色の塩化銀 AgCl の沈殿が生じる。

第4問 次の各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 次の構造式をもつ炭化水素の水素原子1個を塩素で置換したとき、何種類の構造異性体が考えられるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。

種類



① 2

② 3

③ 4

④ 5

問2 エチレン、アセチレンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

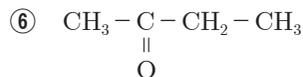
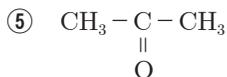
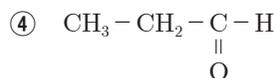
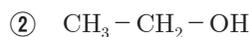
- ① エチレンを臭素水に通じると、付加反応が起こり臭素水の赤褐色が脱色される。
- ② エチレンに塩化水素を付加させると、塩化ビニルが生成する。
- ③ アセチレンは炭化カルシウムと水を反応させると発生する。
- ④ アセチレンに水を付加させると、アセトアルデヒドが生成する。

問3 次の記述(a・b)中の **ア** と **イ** に当てはまる化合物の構造式として最も適当なものを、下の解答群①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

a **ア** を酸化して生じるカルボン酸は、還元性を示す。 **3**

b **イ** はヨードホルム反応を示し、また **イ** を還元して生じるアルコールにはそれ自身以外に2種類の構造異性体が存在する。 **4**

3 ・ **4** の解答群

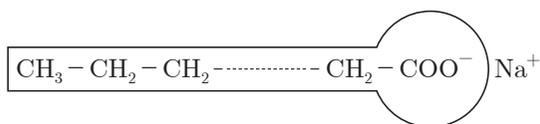


問4 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ の分子式をもつ化合物Aに、少量の希硫酸を加えて加熱すると、酸性を示す化合物Bと、中性の化合物Cが生成した。化合物Cを酸化すると、中性の化合物を経て化合物Bが生成した。化合物Aの示性式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**



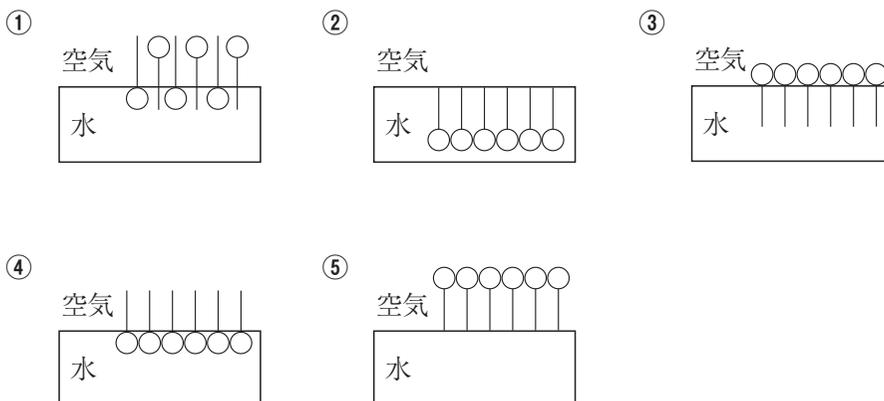
化学基礎・化学

問5 図1は、セッケンの構造を表したものである。この図から、セッケンは水に溶かしたとき、水溶液の表面でどのように配列していると考えられるか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 6



セッケンの構造

図 1



問6 フタル酸とテレフタル酸に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① フタル酸とテレフタル酸は、互いに幾何異性体の関係にある。
- ② テレフタル酸とエチレングリコールからポリエチレンテレフタレートが合成される。
- ③ フタル酸は加熱により分子内で脱水して酸無水物に変化する。
- ④ テレフタル酸は加熱しても分子内で脱水して酸無水物に変化しない。

問7 図2は、ベンゼンから始まる一連の反応経路を表したものである。ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸を加え加熱したところ、物質Aが得られた。Aの構造式として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 8

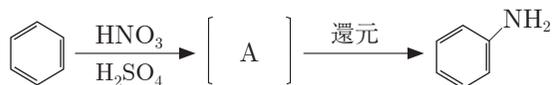


図 2



問8 タンパク質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 加水分解したときに、 α -アミノ酸だけを生じるタンパク質を単純タンパク質という。
- ② ポリペプチド鎖にある二つのシステインは、ジスルフィド結合(S-S結合)をつくることができる。
- ③ タンパク質の二次構造は、ペプチド結合の部分で水素結合が形成されることによって安定化している。
- ④ 一般に、加熱によって変性したタンパク質は、冷却すると元の構造にもどる。

問9 メタクリル樹脂は、光ファイバーやプラスチックレンズとして用いられる合成樹脂である。メタクリル樹脂の単量体の構造式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

