

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)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 下線部の語が元素ではなく単体の意味で使われているもの。

- ① 牛乳にはカルシウムが多く含まれている。
- ② 人体の65%(質量%)は酸素である。
- ③ 水道水の消毒に塩素が用いられている。
- ④ 有機化合物は炭素によってその骨格が形成されている。

b 非共有電子対のないもの。

- ① N_2
- ② CH_4
- ③ NH_3
- ④ CO_2

c ^{35}Cl が1価の陰イオンになったときの電子数。

- ① 16
- ② 18
- ③ 35
- ④ 36

問2 金属の結晶の単位格子に関する次の文章中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまる語および数式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

図1は銅の結晶の単位格子である。このような結晶構造は **ア** と呼ばれ、単位格子一辺の長さを a [m] とすると、銅原子の半径は **イ** [m] で表される。

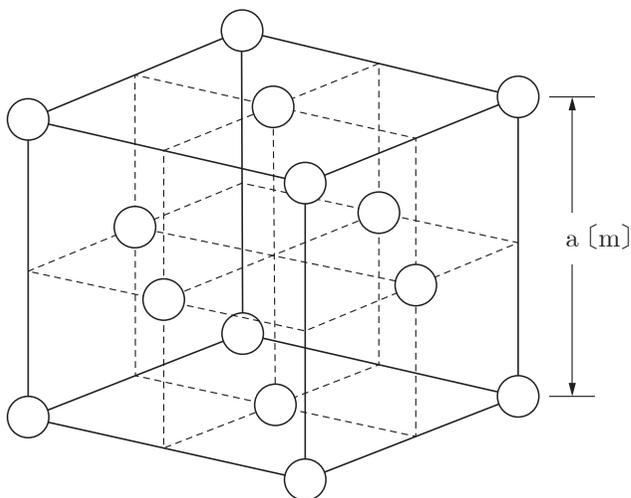


図 1

	ア	イ
①	体心立方格子	$\frac{\sqrt{2} a}{4}$
②	体心立方格子	$\frac{\sqrt{3} a}{4}$
③	体心立方格子	$\frac{3\sqrt{2} a}{2}$
④	面心立方格子	$\frac{\sqrt{2} a}{4}$
⑤	面心立方格子	$\frac{\sqrt{3} a}{4}$
⑥	面心立方格子	$\frac{3\sqrt{2} a}{2}$

化学基礎・化学

問3 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。

5

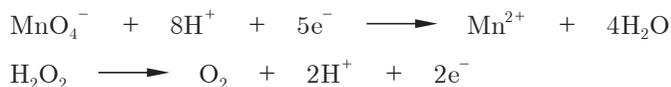
- ① ネオン原子はイオン化エネルギーが大きいため、陽イオンになりにくい。
- ② フッ素原子は電子親和力が大きいため、陰イオンになりやすい。
- ③ カリウムイオンと塩化物イオンは、ともにアルゴン原子と同じ電子配置をとる。
- ④ 硫酸アルミニウムには、アルミニウムイオンと硫酸イオンが3:2の物質質量比で含まれている。

問4 次の溶液①～④のうちから、塩基性を示すもの一つを選べ。ただし、強酸と強塩基は水溶液中で完全に電離しているものとする。

6

- ① 0.10mol/Lの酢酸水溶液50mLと0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液50mLを混合した溶液。
- ② 0.10mol/Lの硫酸水溶液50mLと0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液50mLを混合した溶液。
- ③ pHが4の塩酸を純水で10000倍に希釈した溶液。
- ④ 0.10mol/Lの塩化アンモニウム水溶液。

問5 硫酸酸性水溶液中で、過マンガン酸イオンと過酸化水素はそれぞれ次のように反応する。



この反応に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a この反応に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 硫酸は酸化剤としてはたらいている。
- ② 過酸化水素は過マンガン酸カリウムによって還元されている。
- ③ 硫酸酸性下で過マンガン酸カリウムと過酸化水素を物質量比 2 : 5 で反応させると、反応後の水溶液はほぼ無色になる。
- ④ 塩酸酸性水溶液中で反応させても、0.2molの過マンガン酸カリウムと過不足なく反応する過酸化水素の物質量は0.5molである。

b 0.10mol/L過酸化水素水20mLに硫酸を加え、ここに濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと20mL加えたところで、滴定の終点に達した。この過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度は何mol/Lか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 8 mol/L

- ① 0.040
- ② 0.050
- ③ 0.10
- ④ 0.25

第2問 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1は、ある物質を $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ のもとで加熱したときの、加えた熱量と温度の関係を示したものである。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。

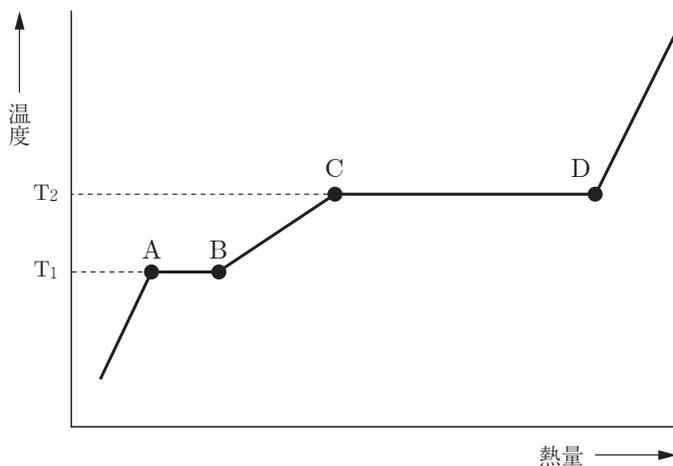


図 1

- ① AB間では固体と液体が、CD間では液体と気体がそれぞれ共存している。
- ② 温度 T_1 は融点、 T_2 は沸点である。
- ③ AB間、CD間でそれぞれ温度が上昇していないのは、加えられた熱エネルギーのすべてが状態変化に使われているためである。
- ④ C点とD点で、この物質の質量および体積を比較するといずれもD点のほうが大きい。

問2 自由に動くことのできるピストンがついた密閉容器に点火装置を取り付け、メタン CH_4 1.0 molと酸素 O_2 3.0 molを入れ、 27°C の大気圧下に置いた。点火してメタンを完全燃焼させたのち、温度を 127°C としたところ、液体の水は存在しなかった。燃焼後の体積は、燃焼前の体積の何倍か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ であるとする。 2 倍

- ① 0.75 ② 0.80 ③ 1.2 ④ 1.3

問3 図2は、純水と水溶液を冷却し、冷却時間とそれぞれの温度との関係をグラフにしたものである。水溶液の凝固点降下度を表している最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3 の温度差

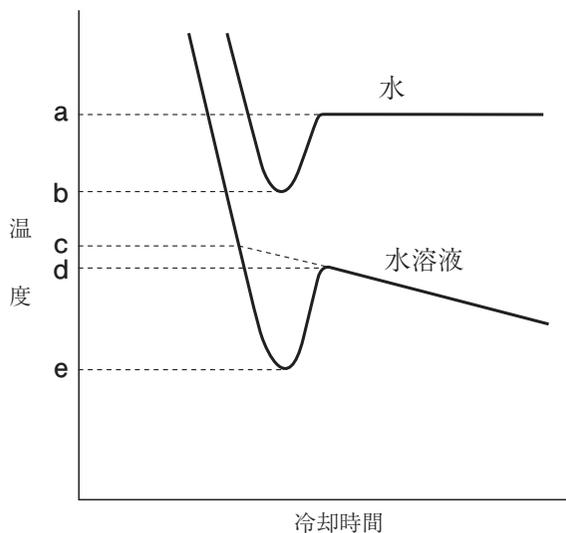


図 2

- ① a～c 間 ② a～d 間 ③ a～e 間 ④ b～e 間

化学基礎・化学

問4 次の水溶液ア～ウを25℃における浸透圧が大きい順に並べるとどうなるか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。 4

ア 0.1mol/Lの塩化ナトリウム水溶液

イ 0.2mol/Lの硫酸ナトリウム水溶液

ウ 0.3mol/Lの尿素水溶液

- 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5 黒鉛の燃焼熱は394kJ/mol、黒鉛の昇華熱は715kJ/mol、二酸化炭素分子中のC=O結合の結合エネルギーは804kJ/molである。酸素分子中のO=O結合の結合エネルギー [kJ/mol] として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 5 kJ/mol

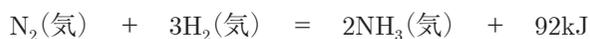
- ① 410 ② 499 ③ 893 ④ 1109

問6 触媒に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① 触媒は、反応の前後でそれ自身変化することがある。
② 触媒には、反応の反応熱を小さくするはたらきがある。
③ 触媒には、反応の活性化エネルギーを低下させるはたらきがある。
④ 過酸化水素の分解に用いられる酸化マンガン(IV)は均一触媒である。

問7 次の熱化学方程式で表される反応が、ある温度、圧力の下で平衡状態にあるとき、アンモニアの生成量を減少させる操作として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 7



- ① 窒素を加える。
- ② アンモニアを取り除く。
- ③ 温度を一定に保った上で、圧力を大きくする。
- ④ 圧力を一定に保った上で、温度を高くする。

問8 濃度未知の酢酸水溶液10mLを、0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、9.0mLで中和点に達した。この酢酸水溶液における酢酸の電離度 α として最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、 α は1に比べて十分小さく、 $1 - \alpha$ を1とみなせるものとし、酢酸の電離定数 $K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ とする。 8

- ① 1.7×10^{-2}
- ② 2.4×10^{-2}
- ③ 3.4×10^{-2}
- ④ 4.8×10^{-2}

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 硫化水素あるいは二酸化硫黄についての記述として硫化水素にのみ当てはまるものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 水に溶けると酸性を示す無色の気体である。
- ② 酸化剤としても還元剤としてもはたらく。
- ③ 還元剤としてはたらくと単体の硫黄が生じる。
- ④ 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると発生する。

問2 図1に示す実験装置を用いて、銅と希硝酸を反応させ、気体を発生させた。発生した気体として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

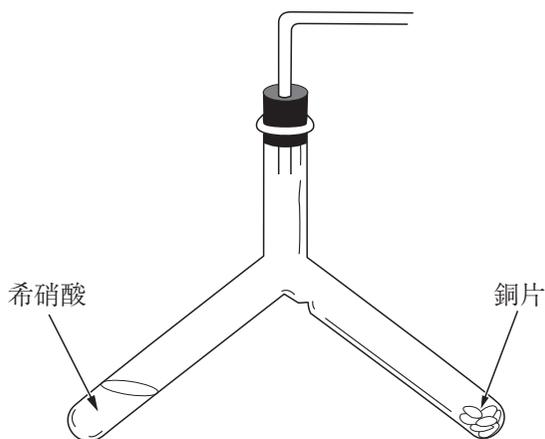


図 1

- ① 下方置換で捕集するのが適している。
- ② 酸素とは常温で容易に反応する。
- ③ 赤褐色で刺激臭をもつ。
- ④ 水に溶けて酸性を示す。

問3 鉄に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 鉄は人間が利用している全金属の約90%を占める。その理由として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 地殻中に酸化物や硫化物として多量に存在している。
- ② コークスや一酸化炭素により、比較的容易に還元できるため、安価に製造できる。
- ③ 窒素の含有量を調節することにより、さまざまな硬さや強さの製品が得られる。
- ④ イオン化傾向は比較的大きいが、クロムとニッケルとの合金(ステンレス鋼)にしたり、トタンなどに加工することにより、さびを防ぐことができる。

b 溶鉱炉内での反応として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \longrightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$
- ② $3\text{FeO} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}$
- ③ $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$
- ④ $\text{FeO} + \text{CO} \longrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

化学基礎・化学

問4 Ca^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} を含む水溶液がある。次の実験ア～ウを行い、これらの金属イオンをそれぞれ分離した。

ア 水溶液を酸性にしたのち、硫化水素を通じたところ沈殿Aが得られた。

イ アの沈殿をろ過したのち、ろ液を煮沸して硫化水素を追い出した。これにアンモニア水を加えると沈殿Bが得られた。

ウ イの沈殿をろ過して得られたろ液に、炭酸アンモニウム水溶液を加えると沈殿Cが得られた。

沈殿A, B, Cに含まれている金属イオンの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

	沈殿A	沈殿B	沈殿C
①	Ca^{2+}	Al^{3+}	Cu^{2+}
②	Ca^{2+}	Cu^{2+}	Al^{3+}
③	Al^{3+}	Ca^{2+}	Cu^{2+}
④	Al^{3+}	Cu^{2+}	Ca^{2+}
⑤	Cu^{2+}	Ca^{2+}	Al^{3+}
⑥	Cu^{2+}	Al^{3+}	Ca^{2+}

第4問 次の各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 炭化水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 メタンと塩素の混合気体に光を照射すると置換反応が起こる。
- ② プロパンには構造異性体が存在しない。
- ③ プロペンには幾何異性体が存在する。
- ④ アセチレン分子では炭素原子、水素原子が同一直線上に存在する。

問2 炭素、水素、酸素からなる有機化合物Xに対して、図1のような装置を用いて元素分析を行った。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

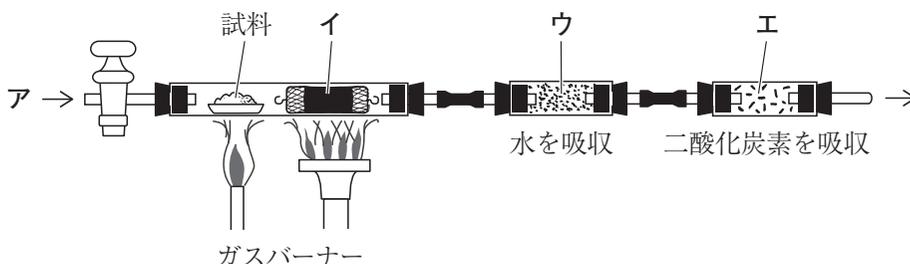


図 1

a 図1の装置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 アより乾燥した酸素または空気を送る。
- ② イの質量は、分析の前より後の方が大きくなる。
- ③ ウには塩化カルシウムを詰める。
- ④ ウとエの配置する順序を逆にしてはいけない。

b 元素分析の結果，化合物Xの構成元素の質量比は炭素：水素：酸素 = 6 : 1 : 2であった。また，別の実験により，化合物Xは分子量80以下で，環構造をもたず，臭素水の脱色もしないことがわかった。化合物Xに当てはまる構造は何種類考えられるか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，原子量はH = 1.0, C = 12, O = 16とする。 3 種類

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問3 エチレン，アセチレン，および2-ブテンに，それぞれ適当な条件で水1分子を付加させると，エチレンからは化合物アが，アセチレンからは化合物イが，2-ブテンからは化合物ウがそれぞれ生成した。化合物ア，イ，ウ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。 4

- ① 化合物ア，イ，ウのいずれにも不斉炭素原子は存在しない。
 ② 化合物イのみが銀鏡反応を示す。
 ③ 化合物ア，イ，ウはいずれもヨードホルム反応を示す。
 ④ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると，化合物アとイからは酸性の物質が得られる。

問4 油脂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。 5

- ① 油脂は脂肪酸とグリセリンとのエステルである。
 ② 脂肪油にニッケルを触媒として水素を付加させると，融点が低くなる。
 ③ 分子内に炭素原子間の二重結合を多く含む油脂は塗料や印刷インキなどの原料に用いられる。
 ④ 油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化するとセッケンが得られる。

化学基礎・化学

問5 ニトロベンゼンの合成実験に関する次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまるものの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

6

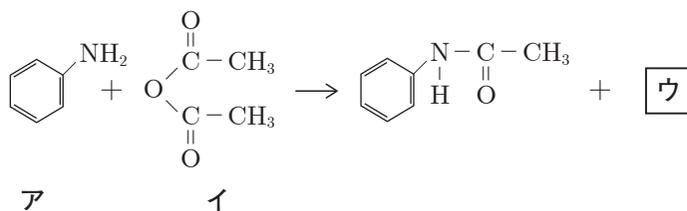
ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて約60℃で反応させると、**ア** 反応が進行してニトロベンゼンが生成する。反応液をビーカー中の冷水に注ぐと **イ** 色のニトロベンゼンが **ウ**。

	ア	イ	ウ
①	置換	黄	水に浮く
②	置換	黄	底に沈む
③	置換	黒	水に浮く
④	置換	黒	底に沈む
⑤	付加	黄	水に浮く
⑥	付加	黄	底に沈む
⑦	付加	黒	水に浮く
⑧	付加	黒	底に沈む

問6 フェノールに関する次の文章中の下線部①~⑤のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 **7**

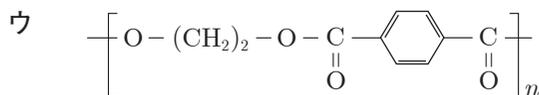
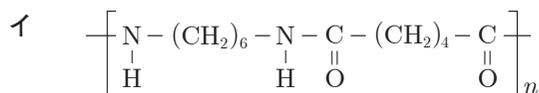
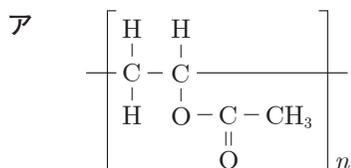
フェノールは分子式 ① C_6H_6O の芳香族化合物で、特有の刺激臭をもつ無色の ② 固体である。フェノールはアルコールと同様ヒドロキシ基をもつため、金属ナトリウムと反応して ③ 水素を発生するが、アルコールとは異なり、フェノールのヒドロキシ基は水溶液中で電離して ④ 強酸性を示す。また、塩化鉄(Ⅲ)の薄い水溶液を加えると、 ⑤ 紫色に呈色する。

問7 次の反応に関する記述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



- ① この反応は、アセチル化と呼ばれる反応の一種である。
- ② 化合物イは無水酢酸で、水によく溶けて酸性を示す液状の物質である。
- ③ アセトアニリドは、アミド結合をもち、水に溶けて塩基性を示す物質である。
- ④ アセトアニリドとともに生成する化合物ウは水である。

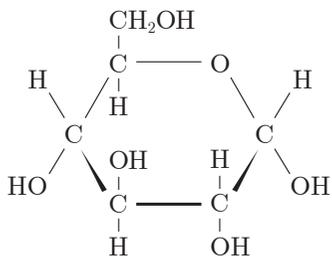
問8 二つの官能基から水のようなかんたんな分子がとれて結合する反応を縮合といい、縮合が次々に起こって高分子化合物ができる反応を縮合重合という。次のア～ウの構造式で表される高分子化合物のうち、縮合重合で生成したものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 9



- ① アのみ
- ② イのみ
- ③ ウのみ
- ④ アとイ
- ⑤ アとウ
- ⑥ イとウ
- ⑦ アとイとウ

化学基礎・化学

問9 デンプンの加水分解により得られる図2の化合物Aに関する記述として最も
適切なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 10



化合物 A

図 2

- ① 化合物Aはガラクトースと呼ばれる単糖類であり、水によく溶ける。
- ② ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液(ヨウ素液)に化合物Aを加えると、青紫色に呈色する。
- ③ フェーリング液に化合物Aを加えて加熱すると、赤色沈殿を生じる。
- ④ 化合物Aはアルコール発酵により、エタノールと水を生じる。