

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～3)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。ただし、原子量は $H=1.0$, $C=12$, $O=16$ とする。

a M殻に電子が配置されていない原子。

- ① Ar ② C ③ Ca ④ Mg

b 原子間の共有結合には極性があるが、分子全体としては無極性分子になる物質。

- ① 窒素 ② 水 ③ メタン ④ 塩化水素

c 6.30gのシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を水に完全に溶解して、モル濃度が 0.200mol/L シュウ酸水溶液を調製した。調製したシュウ酸水溶液の体積として最も適当なものを、次の①～④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。 mL

- ① 200 ② 250 ③ 300 ④ 350

問2 中和滴定に関する次の記述について、下の問い(a～c)に答えよ。

濃度がわからない酢酸水溶液10.0mLをAを用いて三角フラスコにはかりとり、指示薬を数滴加えたのち、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液をBから滴下したところ、中和点までに要した水酸化ナトリウム水溶液は8.0mLであった。

a A, Bに当てはまるガラス器具として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。A B

- ① ビュレット ② メスシリンダー ③ メスフラスコ
④ コニカルビーカー ⑤ こまごめピペット ⑥ ホールピペット

b 下線部の指示薬と、中和点の前後における水溶液の色の変化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。

| | 指示薬 | 色の変化 |
|---|------------|---------|
| ① | メチルオレンジ | 無色から淡赤色 |
| ② | メチルオレンジ | 赤橙色から黄色 |
| ③ | メチルオレンジ | 黄色から赤橙色 |
| ④ | フェノールフタレイン | 無色から淡赤色 |
| ⑤ | フェノールフタレイン | 赤橙色から黄色 |
| ⑥ | フェノールフタレイン | 黄色から赤橙色 |

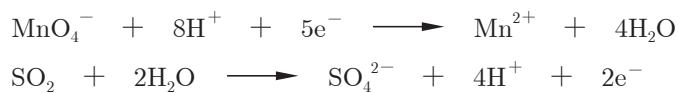
c 酢酸水溶液のモル濃度〔mol/L〕を決定するためには、上の文章中に記した数値以外に次のア～ウのうち何が必要か。必要なものをすべて含むものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ア 酢酸の電離度
イ 酢酸水溶液の密度
ウ 水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ
④ アとイ ⑤ アとウ ⑥ イとウ

化学基礎・化学

問3 硫酸で酸性にした0.25mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液60mLに二酸化硫黄を通した。このとき、次の酸化還元反応が起こっている。



過マンガン酸カリウムと二酸化硫黄が完全に反応したとすると、過不足なく反応する二酸化硫黄の体積は標準状態(0℃, 1.0×10⁵Pa)で何L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、標準状態(0℃, 1.0×10⁵Pa)における気体のモル体積は22.4L/molであるとする。 8 L

① 0.34

② 0.84

③ 1.7

④ 3.4

(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と図2は2種類の金属の結晶格子を表している。ともに原子の半径が等しく、また、となり合う原子どうしが互いに接しているときの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。

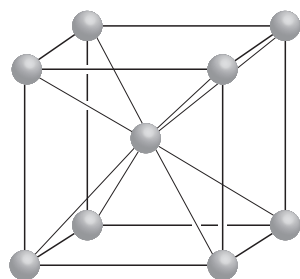


図 1

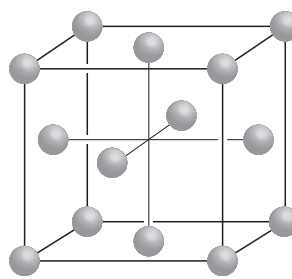


図 2

- ① 単位格子中に含まれる原子の数は、図1より図2の方が多。
- ② 単位格子1辺の長さは、図1より図2の方が長い。
- ③ 一つの原子に接している原子の数は、図1より図2の方が多。
- ④ 同じ体積中に含まれる原子の数は、図1より図2の方が少。

問2 80℃に保ったピストン付きの密閉容器内に窒素0.30molと水0.10molを封入し、容器内の圧力を 1.0×10^5 Paに保った。このとき容器内に液体の水は存在していなかった。次に、温度を80℃に保ちながら圧縮して、容積をはじめの $\frac{1}{3}$ にしたところ、容器内には水滴が生じていた。水の飽和蒸気圧と温度の関係は図3で表される。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。ただし、気体の水への溶解、および液体の体積は無視できるものとする。

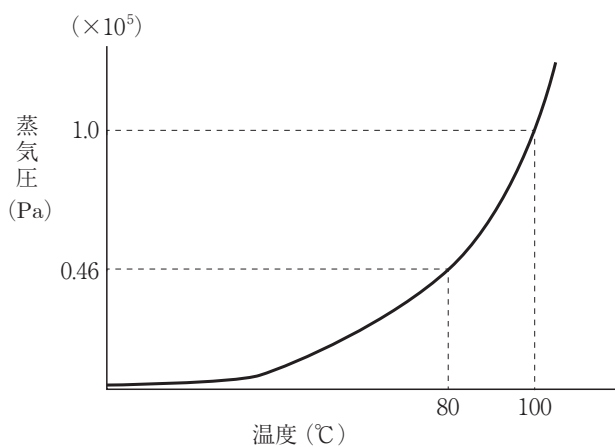


図 3

a 圧縮する前の容器内の窒素の分圧は何 Pa か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 Pa

- ① 2.5×10^4 ② 3.0×10^4 ③ 7.5×10^4 ④ 1.0×10^5

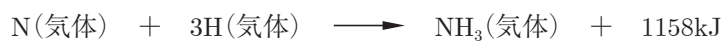
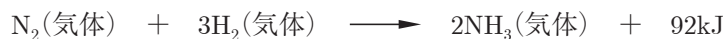
b 圧縮した後の容器内の気体の全圧は何 Pa か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 Pa

- ① 1.2×10^5 ② 2.0×10^5 ③ 2.3×10^5 ④ 2.7×10^5

化学基礎・化学

問3 反応熱に関する次の文章中の **ア** と **イ** に当てはまる語と数値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**

化学反応に伴って発生または吸収する熱量を反応熱という。物質 1 mol を成分元素の **ア** から生成するときの反応熱を生成熱といい、物質 1 mol を完全に燃焼したときの反応熱を燃焼熱という。次の熱化学方程式からアンモニアの生成熱は **イ** kJ/mol となる。



| | ア | イ |
|---|-----|------|
| ① | 単 体 | 46 |
| ② | 単 体 | 92 |
| ③ | 単 体 | 1158 |
| ④ | 原 子 | 46 |
| ⑤ | 原 子 | 92 |
| ⑥ | 原 子 | 1158 |

問4 図4に示すような装置を用いて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液と希硫酸の電気分解を行った。0.5Aの電流を一定時間流したところ、電極アは0.16g重くなった。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。ただし、原子量はCu=64、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$ であるとする。

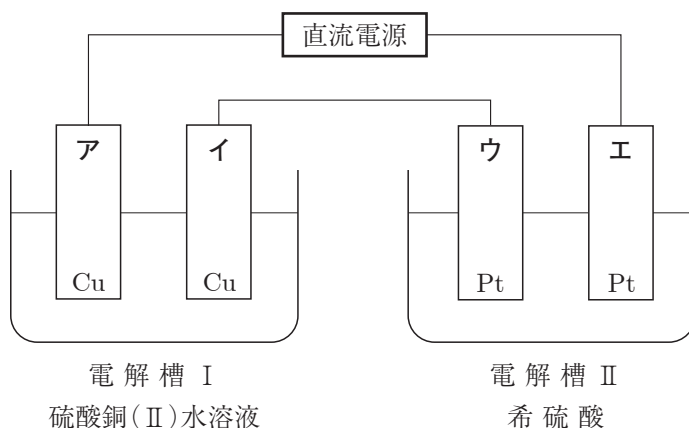


図 4

a 電極イ～エのうちから、気体が発生する電極をすべて選んだものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

- ① イのみ ② ウのみ ③ エのみ ④ イとウ
 ⑤ イとエ ⑥ ウとエ ⑦ イとウとエ

b この電気分解で電流を流した時間は何分か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 分

- ① 4 ② 8 ③ 16 ④ 32

化学基礎・化学

問5 緩衝液の性質に関する次の記述ア～ウについて、正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

| |
|---|
| 7 |
|---|

ア 一般に、弱酸と強酸の塩または弱塩基と強塩基の塩の混合水溶液が緩衝液になる。

イ 緩衝液に少量の強酸や強塩基を加えてもpHの値はほぼ一定に保たれる。

ウ 生物の体内では、体液の大きなpH変化は致命的な影響を及ぼすため、緩衝液によってpHを調整している。

| | ア | イ | ウ |
|---|---|---|---|
| ① | 正 | 正 | 正 |
| ② | 正 | 正 | 誤 |
| ③ | 正 | 誤 | 正 |
| ④ | 正 | 誤 | 誤 |
| ⑤ | 誤 | 正 | 正 |
| ⑥ | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑦ | 誤 | 誤 | 正 |
| ⑧ | 誤 | 誤 | 誤 |

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 リ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 リンは15族に属する典型元素で、価電子数は5である。
- ② リンの単体を空气中で燃焼させると、十酸化四リンを生じる。
- ③ 赤リンは毒性がほとんどなく、点火するとよく燃える。
- ④ 黄リンは毒性が強く空气中で自然発火するため、石油中に保存する。

問2 次の記述 a～d における気体ア～エの化学式として正しい組合せを、下の①～

④のうちから一つ選べ。

- a 気体アは還元性を示し、気体エの水溶液に通すと白濁を生じる。
- b 気体イは水に溶け、その水溶液は消毒剤や漂白剤に用いられる。
- c 気体ウの水溶液は強酸性を示す。
- d 気体アとエは無色、イとウは有色の気体である。

| | ア | イ | ウ | エ |
|---|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| ① | CO | NO ₂ | SO ₂ | HCl |
| ② | H ₂ S | HCl | CO ₂ | SO ₂ |
| ③ | NO ₂ | SO ₂ | HCl | H ₂ S |
| ④ | SO ₂ | Cl ₂ | NO ₂ | H ₂ S |

問3 塩酸にも水酸化ナトリウム水溶液にも溶解する酸化物の組合せとして最も適当

なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① Fe₂O₃, ZnO
- ② Al₂O₃, ZnO
- ③ MgO, CuO
- ④ Al₂O₃, MgO
- ⑤ CuO, Fe₃O₄

問4 1族と2族の金属元素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。 4

- ① Naは黄色，Kは赤紫色，Mgは橙赤色の炎色反応を示す。
- ② Na，K，Mg，Ca，Baの酸化物はいずれも水によく溶け，水溶液は強塩基性を示す。
- ③ Na，Kの炭酸塩は水に溶けるが，Ca，Baの炭酸塩は水に溶けにくい。
- ④ Na，Kの硫酸塩は水に溶けにくい，Ca，Baの硫酸塩は水に溶けやすい。

問5 水溶液に過剰に水酸化ナトリウム水溶液を加えても沈殿が再溶解しないイオン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

- ① Al^{3+}
- ② Zn^{2+}
- ③ Pb^{2+}
- ④ Cu^{2+}

第4問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕 (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

- ① シクロアルカン是一般式 C_nH_{2n} ($n \geq 3$) で表される。
- ② 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。
- ③ プロパンには構造異性体が存在する。
- 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 次にあげるアルコール①～④のうちから、分子内脱水で得られる化合物に幾何異性体が存在するもの一つ選べ。 2

- ① $\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
- ② $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- ③ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- ④ $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{OH}$

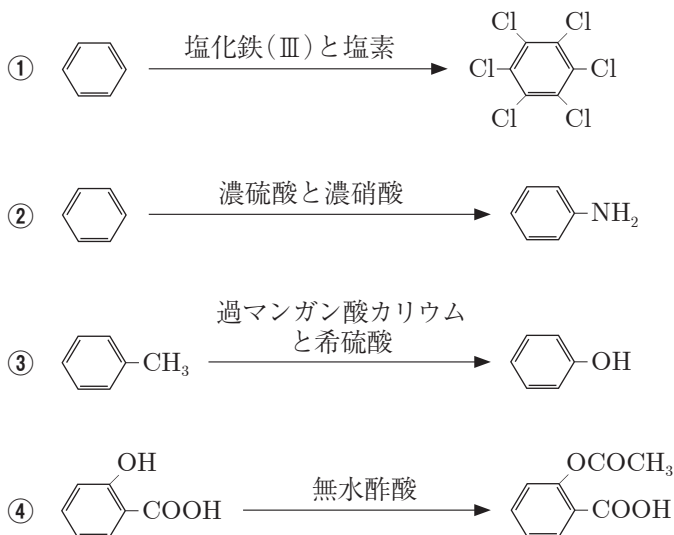
問3 分子式 $C_4H_8O_2$ のエステルを加水分解したところ、生成物の一方はアンモニア性硝酸銀を還元した。また、もう一方の生成物を酸化すると、酸性物質が生成した。このエステルとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

3

- ① $\text{H} - \underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- ② $\text{H} - \underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}} - \text{O} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
- ③ $\text{CH}_3 - \underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- ④ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}} - \text{O} - \text{CH}_3$

問4 次の①～④のうちから、反応物と生成物の関係が正しいものを一つ選べ。

4



問5 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。

5

- ① *o*-キシレンの酸化によって得られる。
- ② 加熱すると酸無水物が生成する。
- ③ ポリエチレンテレフタレート (PET) の原料となる。
- ④ 炭酸水素ナトリウム水溶液と反応させると、気体を発生しながら溶解する。

問6 次のアに示す化合物にイに示す溶液を加えたとき、化学変化を起こさない組合せを、次の①～④のうちから一つ選べ。

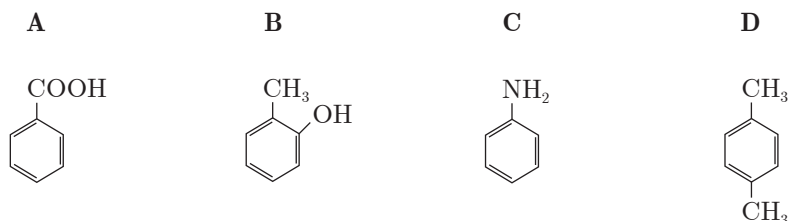
6

| | ア | イ |
|---|-------|-------------|
| ① | エタノール | 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ② | エチレン | 臭素水 |
| ③ | フェノール | 塩化鉄(III)水溶液 |
| ④ | アニリン | さらし粉水溶液 |

化学基礎・化学

問7 次の文章中の **ア** ～ **エ** に当てはまる芳香族化合物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。 **7**

以下に示す4種類の芳香族化合物 **A** ～ **D** を含むエーテル溶液がある。



化合物 **A** ～ **D** のジエチルエーテル溶液を分液ろうとうに入れ、水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ、静置すると **ア** と **イ** が水層に移り、**ウ** と **エ** がジエチルエーテル層に残った。分離した水層に二酸化炭素を吹き込むと **ア** が析出する。残った水溶液に塩酸を加えると **イ** が析出する。次に上で分離したジエチルエーテル溶液に塩酸を加えると **ウ** が水層に移り、**エ** がジエチルエーテル溶液に残る。この水層に水酸化ナトリウム水溶液を加えると **ウ** が遊離する。

| | ア | イ | ウ | エ |
|---|----------|----------|----------|----------|
| ① | A | B | C | D |
| ② | A | B | D | C |
| ③ | A | D | B | C |
| ④ | B | A | C | D |
| ⑤ | B | A | D | C |
| ⑥ | B | D | A | C |

問8 次の①～④のうちから、水溶液がフェーリング液を還元する二糖を一つ選べ。

8

- | | |
|----------|---------|
| ① ガラクトース | ② ラクトース |
| ③ フルクトース | ④ スクロース |

問9 次の操作①～④のうちから、タンパク質中の芳香族アミノ酸を検出する操作として最も適当なものを一つ選べ。 9

- ① ニンヒドリン水溶液を加えて温める。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、少量の硫酸銅(Ⅱ)を加える。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち酢酸で中和し、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加える。
- ④ 濃硝酸を加えて加熱し、冷却後にアンモニア水を加える。

問10 次の高分子化合物①～④のうちから、窒素原子を含まないものを一つ選べ。

10

- ① フェノール樹脂
- ② 尿素樹脂
- ③ ナイロン66
- ④ ポリアクリロニトリル