

化 学

(注意) 解答はすべて解答用紙にマークすること。

なお、気体は全て標準状態として存在するものとする。

必要があれば、次の数値を用いて計算せよ。

原子量：H = 1.0, N = 14, O = 16, Na = 23

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, 気体の標準状態： 0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

1 以下の各問いに答えよ。〔解答は 1 - ア ~ サ〕

問1. 原子に関する以下の文章(a)~(f)のうち、正しいものはいくつあるか。数値をマークせよ。

〔解答は 1 - ア〕

- (a) 原子核の中の陽子数と中性子数は等しい。
- (b) 中性の原子では、原子核の中の陽子数と電子殻に存在する電子数は等しい。
- (c) 原子核には、陽子と中性子が必ず存在する。
- (d) 原子の質量は、原子核の中の陽子の質量と中性子の質量の和にほぼ等しい。
- (e) 原子の大きさは、原子核の大きさにほぼ等しい。
- (f) 陽子1個がもつ電荷と電子1個がもつ電荷は、正と負は逆であるが、その大きさは等しい。

問2. ある原子の原子核には7個の中性子があり、その質量数は14である。この原子として適切なものを解答群から選べ。

〔解答は 1 - イ〕

〔解答群〕 ① Li ② Be ③ B ④ C ⑤ N ⑥ O ⑦ F ⑧ Ne

問3. 下記の物質またはイオン(a)~(f)について、それぞれがもつ電子の総数が、 NH_4^+ がもつ電子の総数と等しいものはいくつあるか。数値をマークせよ。

〔解答は 1 - ウ〕

(a) SO_4^{2-} (b) Ar (c) Ca^{2+} (d) O^{2-} (e) H_2S (f) NH_3

問4. 金属は自由電子の存在により、金属光沢、高熱伝導性、高電気伝導性、展性および延性などのいくつかの特徴的な性質を有している。金、銀、銅およびアルミニウムの金属について、熱伝導性の序列として適切なものを解答群の中から選べ。

〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 ① Au > Ag > Cu > Al ② Au > Al > Ag > Cu
 ③ Ag > Au > Cu > Al ④ Ag > Cu > Au > Al
 ⑤ Cu > Ag > Au > Al ⑥ Cu > Al > Ag > Au
 ⑦ Al > Ag > Cu > Au ⑧ Al > Cu > Au > Al

問5. 次の文章を読んで、以下の各問いに答えよ。

物質を構成している基本的な成分を という。例えば、日本の研究チームが初めて合成に成功した原子番号 113 の 記号は、 であり、周期表に加わった。物質には と が存在し、水蒸気やドライアイスは , ダイヤモンドや酸素ガスは である。同じ からなる で性質が異なるものを であるという。成分 を検出する手法として、 がある。例えば は、食塩水を白金線の先端につけて、炎の中に入れると、その炎が黄色になるような現象を指す。

(1) に当てはまる語句として最も適切なものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 ① 混合物 ② 化合物 ③ 元素 ④ 結晶 ⑤ 炭素

(2) に当てはまる語句として最も適切なものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 ① Am ② Nh ③ Fl ④ Li ⑤ Np

(3) と に当てはまる語句として最も適切なものはどれか。解答群からそれぞれ選べ。

〔解答は - と 〕

- 〔解答群〕 ① 原子 ② 化合物 ③ 単体 ④ 混合物 ⑤ 不純物

(4) に当てはまる語句として最も適切なものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 ① 同位体 ② 同素体 ③ 同族元素 ④ 同族体

(5) (a)~(f)の組み合わせのうち、互いに の関係にあるものはいくつあるか。適切な数値をマークせよ。

〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 (a) 塩素と臭素 (b) 酸素とオゾン (c) 黄リンと赤リン
 (d) 斜方硫黄とゴム状硫黄 (e) 亜鉛と鉛 (f) 水と氷

(6) に当てはまる語句として最も適切なものはどれか。解答群から選べ。

[解答は -]

- [解答群] ① 中和反応 ② 炎色反応 ③ 可逆反応 ④ 付加反応
⑤ 脱水反応

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ キ〕

問 1. 一次電池に関する以下の文章を読み、あとの問いに答えよ。

2 種類のイオン化傾向が異なる金属（電極）を電解質が含まれる水溶液（電解液）に浸すことで電池が作製できる。このとき、2 種類の電極のうち、酸化反応が起こって導線に電子が流れ出す電極を **ア**，導線から電子が流れ込んで還元反応が起こる電極を **イ** という。例えば、イギリスのダニエルは、亜鉛板を浸した硫酸亜鉛水溶液と銅板を浸した硫酸銅（Ⅱ）水溶液を仕切り、両金属板を導線で繋ぐと電流が流れる現象を発見した。このとき、亜鉛板は **ウ**，銅板は **エ** になる。

鉛蓄電池から電流を取り出すことを **オ** といい、その逆向きの電流を流す操作を **カ** という。鉛蓄電池を **オ** させると、2 種類の電極の表面が難溶性の白色物質である **キ** で覆われるため、質量が増加する。

(1) **ア** と **イ** に当てはまる語句として最も適切なものはどれか。解答群からそれぞれ選べ。

〔解答は 2 - **ア** と **イ**〕

〔解答群〕 ① 負極 ② 陽極 ③ 正極 ④ 陰極 ⑤ 対極 ⑥ 動作極

(2) **ウ** と **エ** に当てはまる語句として最も適切なものはどれか。解答群からそれぞれ選べ。

〔解答は 2 - **ウ** と **エ**〕

〔解答群〕 ① 負極 ② 陽極 ③ 正極 ④ 陰極 ⑤ 対極 ⑥ 動作極

(3) **オ** と **カ** に当てはまる語句として最も適切なものはどれか。解答群からそれぞれ選べ。

〔解答は 2 - **オ** と **カ**〕

〔解答群〕 ① 短絡 ② 発電 ③ 充電 ④ 送電 ⑤ 放電 ⑥ 受電

(4) **キ** に当てはまる語句として最も適切なものはどれか。解答群から選べ。

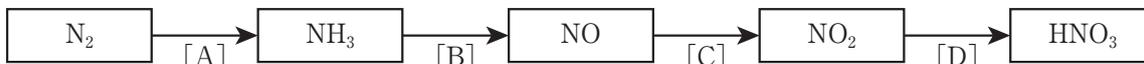
〔解答は 2 - **キ**〕

〔解答群〕 ① 鉛 ② 硫酸鉛(Ⅱ) ③ 酸化鉛(Ⅳ)
④ 硫酸銅(Ⅱ) ⑤ 酸化マンガン(Ⅳ)

3 以下の各問いに答えよ。〔解答は 3 - ア ~ コ 〕

問1. 以下の各問いについて、最も適切なものを解答群よりそれぞれ選べ。

硝酸は、次のような工程で、窒素を原料として工業的に製造される。なお、各化合物の係数、および各反応過程にて添加する化合物は省略されている。



(1) 図の [A] ~ [D] の各反応について、最も適切なものを解答群からそれぞれ選べ。なお、解答群の中の選択肢は、何回使ってもよい。

〔解答は、[A]が 3 - ア , [B]が 3 - イ , [C]が 3 - ウ , [D]が 3 - エ 〕

- 〔解答群〕
- ① 水素を添加する酸化反応
 - ② 酸素を添加する酸化反応
 - ③ 水素を添加する還元反応
 - ④ 酸素を添加する還元反応
 - ⑤ 水を添加する反応
 - ⑥ 他の化合物との反応を伴わない変化

(2) 図中 [A] の反応に関する説明について、誤りを含むものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は 3 - オ 〕

- 〔解答群〕
- ① ハーバーは N_2 からの NH_3 合成に成功、その後ボッシュは本反応の工業化に成功した。
 - ② この反応は、 Fe_3O_4 を主成分とする触媒を用いると、 NH_3 の生成が促進される。
 - ③ この反応の工業化では、 900°C 以上の高温条件が必須となる。
 - ④ この反応の工業化では、 $1 \times 10^7 \sim 3 \times 10^7 \text{ Pa}$ 付近の高圧を用いると、 NH_3 の生成が促進される。
 - ⑤ この反応で生成した NH_3 は冷却分離され、未反応の N_2 は原料として再利用される。

(3) NH_3 の特徴について、誤りを含むものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は 3 - カ 〕

- 〔解答群〕
- ① 水に容易に溶解し、水溶液は塩基性を示す。
 - ② 無色の気体で、強い刺激臭をもつ。
 - ③ 二酸化炭素と反応すると尿素となり、肥料などに用いられている。
 - ④ 実験室では、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを反応させて生成することができる。
 - ⑤ 塩酸に通じると、塩化アンモニウムの白色懸濁を生じる。

(4) HNO_3 の特徴について、誤りを含むものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は - 〕

- 〔解答群〕
- ① 水に容易に溶解し、水溶液は酸性を示す。
 - ② 強酸の一つであり、強い酸性を示す。
 - ③ 濃度の薄い水溶液を銀と反応させると、一酸化窒素を発生させる。
 - ④ 濃度の濃い水溶液を銀と反応させると、二酸化窒素を発生させる。
 - ⑤ 濃度の濃い水溶液をアルミニウムと反応させると、水素を発生させる。

(5) 本反応の [B]・[C]・[D] の反応について、誤りを含むものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は - 〕

- 〔解答群〕
- ① NH_3 から NO 、 NO_2 を経て HNO_3 を生成する反応を、オストワルト法という。
 - ② 反応 [B] では、高温に熱した白金が触媒として用いられる。
 - ③ 反応 [C] では、 NO を冷却して反応させ NO_2 を生成させる。
 - ④ 反応 [D] では、 HNO_3 のほかに NO の生成を伴うため、ここで生じる NO は再度 [C] からの反応へと用いられる。
 - ⑤ この反応で生成する化合物は、すべて無色の気体または液体である。

(6) 本反応により 0.500 mol の N_2 がすべて HNO_3 になった場合、 g の HNO_3 が得られる。 に当てはまる数値をマークせよ。

〔解答は - と 〕

4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ~ サ〕

問1. 以下の文中の空欄 ア ~ キ に当てはまる数値を、それぞれマークせよ。

(1) 5.0×10^{-2} mol/L の酢酸水溶液の pH が 3.00 であったとき、この酢酸の電離度は ア .
イ $\times 10^{-2}$ である。

〔解答は 4 - ア と イ 〕

(2) 密度が 1.20 g/mL である 18.0 % (質量%) 水酸化ナトリウム水溶液は、ウ . エ mol/L
に相当する。

また、この水溶液 5.00 L を調製するために必要な水酸化ナトリウムは、オ . カ キ
kg である。

〔解答は 4 - ウ ~ キ 〕

問2. $C_4H_8O_2$ の分子式をもつカルボン酸は、構造異性体がいくつ存在するか。ただし立体異性体は区
別しないものとする。当てはまる 1 ケタの数値をマークせよ。

〔解答は 4 - ク 〕

問3. 以下の文章の中で、正しいものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は 4 - ケ 〕

- 〔解答群〕
- ① 分子式が $C_4H_{10}O$ である有機化合物はアルコールあるいはエーテルである。
 - ② 分子式が $C_4H_{10}O$ である有機化合物に不斉炭素原子を有するものは存在しない。
 - ③ 分子式が C_4H_8O である有機化合物には必ず炭素-炭素二重結合が存在する。
 - ④ 分子式が C_3H_6O である有機化合物には、立体異性体も含めて 2 種類のケトンの異性体が存在する。
 - ⑤ 分子式が C_3H_6O である有機化合物には、立体異性体も含めて 2 種類のアルデヒドの異性体が存在する。
 - ⑥ 分子式が C_6H_{14} である有機化合物には、不斉炭素原子を有するものがある。

問4. 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ベンゼン環にヒドロキシ基が直接結合した構造の化合物をフェノール類という。フェノール類はヒドロキシ基をもつためアルコールと共通した性質がよく観察される。しかし、フェノール類の水溶液は、アルコールとは異なり を示す。

に当てはまる語句として適切なものを以下の解答群から選べ。

[解答は -]

[解答群] ① 酸性 ② 中性 ③ 弱酸性 ④ アルカリ性 ⑤ 弱アルカリ性

問5. 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

アニリンから得られる塩化ベンゼンジアゾニウムをフェノールと反応させると、橙赤色のアゾ化合物が生成する。この反応をジアゾカップリングという。芳香族アゾ化合物は一般に黄色から赤色の化合物で、pH 指示薬であるメチルオレンジやメチルレッドなどもアゾ化合物である。これらのアゾ化合物は と結びついて色が変わるため、pH 指示薬として用いられている。

に当てはまる語句として適切なものを、以下の解答群から選べ。

[解答は -]

[解答群] ① アンモニウムイオン ② 水素イオン ③ 塩素イオン
④ ヒドロキシイオン ⑤ 酸素イオン