

2024 年度入学試験問題

理 科(化学)

(60 分)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子は開かないでください。
2. この問題冊子は 9 ページあります。試験中、ページの脱落等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
解答用紙(マークシート)の汚れなどに気づいた場合も、同様に知らせてください。
3. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、汚したりしないでください。
4. 解答は、すべて解答用紙(マークシート)に記入し、解答用紙(マークシート)の枠外には、なにも書かないでください。
5. 試験問題は、問 1～問 30 まであります。
解答用紙(マークシート)には、問題番号が 1～50、選択肢が①～⑩まで印刷されていますが、解答にあたっては、各設問に指示された選択肢の数の中から選んで解答してください。
6. マークは必ず HB の黒鉛筆を使用し、訂正する場合は、完全に消してからマークしてください。
7. 監督者の指示に従って、解答用紙(マークシート)に解答する科目、受験番号をマークするとともに、受験番号および氏名を記入してください。
8. 解答する科目、受験番号、解答が正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

必要ならば、次の原子量および定数を用いなさい。

H = 1.0 C = 12 O = 16 Na = 23 S = 32 Cl = 35.5

Ca = 40

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 [\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})]$

水のイオン積(25℃)： $K_w = 1.0 \times 10^{-14} [(\text{mol}/\text{L})^2]$

I . 問 1 ～問 5 に答えなさい。

問 1 原油からガソリンや灯油などの成分を取り出す方法として、最も適当なものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① ろ過 ② 分留 ③ 昇華法
④ 抽出 ⑤ 再結晶

問 2 同位体に関する記述のうち、最も適当なものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 同位体どうしの原子番号は異なるが、質量数は同じである。
② 同位体どうしの陽子の数は異なるが、中性子の数は同じである。
③ 同位体どうしの化学的性質はほぼ同じである。
④ 同位体の天然存在比は北半球と南半球では大きく異なる。
⑤ 酸素とオゾンは互いに同位体の関係にある。

問 3 イオン結晶の一般的性質に関する記述のうち、最も適当なものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 自由電子が存在し、電気をよく通す。
② 水に溶けると、その水溶液は電気を通さない。
③ 延性や展性がある。
④ 硬く、特定な面に沿って割れやすい。
⑤ 融点が低く、昇華しやすい。

問 4 酸・塩基に関する記述のうち、最も適当なものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 強酸の電離度はほぼ 1 である。
- ② H_3PO_4 は HNO_3 よりも強い酸である。
- ③ CH_3COOH は 4 価の酸である。
- ④ Na_2SO_4 を水に溶かすと塩基性を示す。
- ⑤ pH 6 の塩酸を水で 2 倍にうすめると pH 3 になる。

問 5 次の金属のうち、常温の水と反応して水素を発生するものはどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① Ag ② Al ③ Na ④ Mg ⑤ Pt

II. 問6～問10に答えなさい。

問6 次のうち遷移元素はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① カルシウム ② アルミニウム ③ ナトリウム
④ カリウム ⑤ 銅

問7 酢酸に関する記述のうち、誤っているものはどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 酢酸は食酢中に4～5%含まれる。
② 酢酸の純粋なものは気温が低いと凝固し、氷酢酸とよばれる。
③ 酢酸の水溶液は弱酸性を示す。
④ 酢酸は無色透明で刺激臭のある液体である。
⑤ 微生物により、メタノールを酸化させることでつくられる。

問8 次の水素化合物のうち、沸点が最も低いものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 臭化水素 ② ヨウ化水素 ③ フッ化水素
④ 塩化水素 ⑤ 水

問9 溶液に関する記述のうち、誤っているものはどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 溶液1L中に溶けている溶質の量を物質量(mol)で示した濃度をモル濃度といい、単位をmol/Lで表す。
② 硝酸ナトリウムの溶解度は高温になっても変化しない。
③ 液体にほかの物質が溶けて均一に混じりあうことを溶解という。
④ 塩化ナトリウム75gを水300gに溶かすと、その水溶液の質量パーセント濃度は20%となる。
⑤ 一定量の溶媒に溶ける溶質の量には限度があることが多く、その限度まで溶質を溶かした溶液を飽和溶液という。

問10 次のうち無極性分子はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

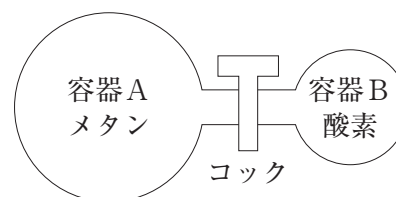
- ① メタノール ② 塩化水素 ③ メタン
④ 水 ⑤ アンモニア

Ⅲ. 問11～問15に答えなさい。

問11 0.83 Lの容器に二酸化炭素を封入して27℃に保った。このとき、圧力は 1.5×10^5 Paであった。封入した二酸化炭素の質量は何gか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、二酸化炭素は理想気体とみなせるものとする。

- ① 0.50 ② 2.2 ③ 5.0 ④ 20 ⑤ 40

問12 右図のように、一定温度のもと容積3.0 Lの容器Aに 3.0×10^4 Paのメタンを入れ、容積1.0 Lの容器Bに 6.0×10^4 Paの酸素を入れて連結させた。その温度で、コックを開いて両気体を混合した。この混合気体の全圧は何kPaか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、メタン及び酸素は理想気体とみなせるものとし、互いに反応しないものとする。また、コック部分の体積は無視できるものとする。



- ① 1.5 ② 3.5 ③ 9.0 ④ 15 ⑤ 38

問13 質量パーセント濃度40%の硫酸(密度 1.3 g/cm^3)の質量モル濃度は何mol/kgか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 1.3 ② 4.0 ③ 6.8 ④ 18 ⑤ 98

問14 質量パーセント濃度18%の水酸化ナトリウム水溶液(密度 1.2 g/cm^3)を希釈して、 1.0 mol/L 水酸化ナトリウムを 1.0 L 調製したい。希釈前の水溶液は何L必要か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

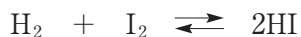
- ① 0.050 ② 0.19 ③ 0.80 ④ 1.2 ⑤ 2.5

問15 水 50.0 g に、ある質量の塩化カルシウムを溶かして調製した水溶液の沸点は、水の沸点に比べて 1.56 K 高かった。溶かした塩化カルシウムの質量は何gか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、水のモル沸点上昇を $0.520 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ とし、塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離しているものとする。

- ① 5.55 ② 8.32 ③ 16.7 ④ 33.4 ⑤ 41.7

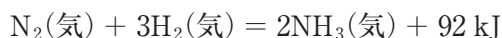
IV. 問16～問20に答えなさい。

問16 水素 2.0 mol とヨウ素 2.0 mol を密閉容器に入れ、ある温度に保ったところ、次の反応が平衡状態に達した。このとき、ヨウ化水素が 2.0 mol 生成していた。この反応の平衡定数はいくらか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。



- ① 1.0 ② 2.0 ③ 4.0 ④ 8.0 ⑤ 16

問17 次の熱化学方程式で示される可逆反応が平衡状態にある。この反応に関する記述として正しいものはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。



- ① 一定の温度・体積のもとで外部から H_2 を加えると、平衡は N_2 が増える方向へ移動する。
② 一定の温度で加圧すると、平衡は N_2 が増える方向へ移動する。
③ 一定の温度・圧力のもとで外部から触媒を加えると、平衡は N_2 が増える方向へ移動する。
④ 圧力一定で温度を上げると、平衡は NH_3 が増える方向へ移動する。
⑤ 正反応と逆反応の速さは等しい。

問18 25℃での $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム水溶液の pH はいくらか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 3 ② 5 ③ 7 ④ 11 ⑤ 14

問19 25℃での 0.27 mol/L の酢酸水溶液の水素イオン濃度は何 mol/L か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、25℃での酢酸の電離定数 $K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とする。

- ① 2.7×10^{-3} ② 5.4×10^{-4} ③ 2.7×10^{-4}
④ 5.4×10^{-5} ⑤ 2.7×10^{-5}

問20 0.20 mol/L の酢酸水溶液 10 mL に 0.10 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液を 10 mL 加えて、25℃に保った。この水溶液の水素イオン濃度は何 mol/L か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、25℃での酢酸の電離定数 $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L とする。

① 2.7×10^{-3}

② 5.4×10^{-4}

③ 2.7×10^{-4}

④ 5.4×10^{-5}

⑤ 2.7×10^{-5}

V. 問21～問25に答えなさい。

問21 次の(a)および(b)の操作で共通して発生する気体はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- (a) 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えた。
(b) 銅に濃硫酸を加えて加熱した。

- ① H₂ ② O₂ ③ NO₂ ④ H₂S ⑤ SO₂

問22 硝酸の工業的製法であるオストワルト法の一部に、二酸化窒素を温水に吸収させて硝酸を生成させる反応がある。この反応における二酸化窒素のはたらきはどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 酸化剤としてはたらく(還元剤ではない)。
② 還元剤としてはたらく(酸化剤ではない)。
③ 酸化剤としても還元剤としてもはたらく。
④ 触媒としてはたらく。
⑤ 緩衝作用を示す。

問23 炭酸ナトリウムの工業的製法であるアンモニアソーダ法は、下記5つの反応から成り立っている。このすべての反応が完全に進行するとして、1.0 kgの炭酸ナトリウム無水塩の製造に塩化ナトリウムは何 kg 必要か。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- 1) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
2) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
3) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$
4) $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
5) $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

- ① 0.32 ② 1.1 ③ 2.2 ④ 5.5 ⑤ 10

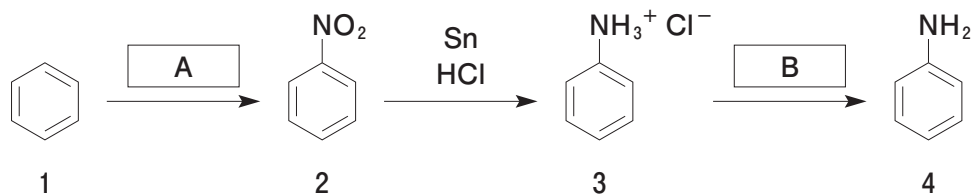
問24 ガラスを侵すために、ポリエチレン容器で保存する物質はどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① ナトリウム ② 黄リン ③ 臭化銀
④ フッ化水素酸 ⑤ 硝酸

問25 白金線を用いた炎色反応で黄緑色を呈し、その溶液に希硫酸試液を加えると、白色の沈殿を生じる金属イオンはどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。



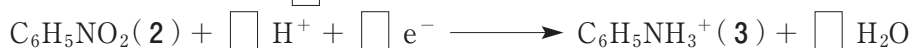
VI. 芳香族化合物の反応に関する問26～問30に答えなさい。



問26 図の第一段階はニトロ化反応である。 **A** として最も適当な化合物の組合せはどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 濃硫酸と濃塩酸 ② 濃硫酸と濃硝酸 ③ 濃硫酸と氷酢酸
 ④ 濃硫酸とアンモニア ⑤ 濃塩酸とアンモニア

問27 図の第二段階は還元反応である。化合物2は何電子還元されて、化合物3となるか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、酸化還元それぞれの半反応式(係数は書かれていない)は以下のとおりである。



(半反応式であるので、下段の式の3に関して、塩化物イオン(Cl^-)は省略されている。)

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 6 ⑤ 8

問28 図の第三段階は弱塩基の遊離である。 **B** として最も適当な化合物はどれか。①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 濃硫酸 ② ギ酸 ③ ホルマリン
 ④ エタノール ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液

問29 化合物4の化合物名はどれか。最も適当なものを①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① フェノール ② トルエン ③ アニリン
 ④ サリチル酸 ⑤ アセトアニリド

問30 硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液へ化合物4を加えると水に難溶の着色物質が生じた。この物質は何色か。最も適当な色を①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 黒色 ② 黄色 ③ 赤色 ④ 濃青色 ⑤ 淡桃色