

2021 年度
一般選抜試験問題

理科 ②
(化学基礎・化学)

(60 分)

(100 点)

注意事項

1. 理科①～④のうちから1つを選択し、解答しなさい。
2. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
3. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等がある場合は、手を挙げて試験監督者に知らせなさい。
4. 筆記用具は、黒鉛筆または黒のシャープペンシルに限ります。
5. 解答用紙に受験番号を記入しなさい。
6. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入しなさい。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

化学

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	C	12.0	N	14.0	O	16.0	Na	23.0
S	32.0	Cl	35.5	Cu	63.6				

問題文中に使用する単位と SI（国際単位系）との関連は以下の通りとする。

$$L = \text{dm}^3 \quad \text{mL} = \text{cm}^3 \quad 1 \text{ atm} = 1 \text{ 気圧} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

気体は，実在気体とことわりがない限り，理想気体として扱うものとする。

第 1 問 次の問い（問 1・2）に答えよ。（配点 26）

問 1 次の文中の [ア] ～ [オ] に入る語句として最も適当なものを，下の ① ～ ⑩のうちから一つずつ選び，その番号を記せ。

物質を構成する [ア] は，様々な方法で調べることができる。例えば，洗浄した [イ] 線を塩化ナトリウム水溶液に浸し，ガスバーナーの外炎に入れると，その炎は [ウ] 色になる。この [ウ] 色は [エ] 特有の色である。このように，物質を炎の中に入れた時に，成分として含まれる [ア] に特有の色が見られる現象を [オ] という。

- | | | | | |
|--------|---------|------|--------|-----|
| ① 元素 | ② ナトリウム | ③ 赤 | ④ 炎色反応 | ⑤ 銅 |
| ⑥ 沈殿反応 | ⑦ 化合物 | ⑧ 白金 | ⑨ 塩素 | ⑩ 黄 |

化学

問2 次の文中の [ア] ~ [ク] に入る語句として最も適当なものを, 下の ① ~ ⑭のうちからそれぞれ一つずつ選び, その番号を記せ。ただし, 同じ番号を二回以上選んでもよい。

原子の最外殻電子から1個の電子を取り去って, 1価の [ア] にするために必要なエネルギーを [イ] という。ナトリウム原子は, [イ] が [ウ] ため, 1価の [ア] になりやすく, [エ] が強い。一方, 原子が1個の電子を取り入れて, 1価の [オ] になるときに [カ] されるエネルギーを [キ] という。塩素原子は, [キ] が [ク] ため, 1価の [オ] になりやすい。

- | | | | |
|-------------|---------|-------|--------|
| ① 陰イオン | ② 陽性 | ③ 大きい | ④ 中性 |
| ⑤ イオン化エネルギー | ⑥ 電子親和力 | ⑦ 吸収 | ⑧ 陽イオン |
| ⑨ 化学エネルギー | ⑩ 電気陰性度 | ⑪ 放出 | ⑫ 陰性 |
| ⑬ 多原子イオン | ⑭ 小さい | | |

化学

第2問 次の問い（問1～3）に答えよ。（配点 24）

問1 質量パーセント濃度が28%の濃アンモニア水の密度は 0.90 g/cm^3 である。この濃アンモニア水のモル濃度は何 mol/L か。有効数字2桁で求めよ。

問2 濃度がわからない酢酸水溶液 20 mL を過不足なく中和するために、 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を必要とした。この酢酸水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字1桁で求めよ。

問3 次の文中の [ア] ～ [キ] に入る語句として最も適当なものを、下の ① ～ ⑪ のうちからそれぞれ一つずつ選び、その番号を記せ。

ナトリウム Na と塩素 Cl_2 が反応すると、塩化ナトリウム NaCl ができる。このとき、ナトリウムは電子を [ア] ので酸化され、塩素は電子を [イ] ので還元されている。すなわち、この [ウ] において、ナトリウムは [エ] としてはたらき、塩素は [オ] としてはたっている。その他にも、[エ] の代表的な例としては [カ] などが、[オ] の代表的な例としては [キ] などが挙げられる。

- | | | | |
|-----------------------------|----------|----------|--------------------|
| ① 還元剤 | ② 中和反応 | ③ 塩基 | ④ オゾン O_3 |
| ⑤ 硫化水素 H_2S | ⑥ 受け取る | ⑦ 酸化剤 | ⑧ 酸 |
| ⑨ 失う | ⑩ 酸化還元反応 | ⑪ ネオン Ne | |

第3問 次の問い（問1・2）に答えよ。（配点 25）

問1 ある気体が、温度 27°C 、圧力 $0.30 \times 10^5 \text{ Pa}$ において密度が 0.529 g/L であった。この気体が何であるかを調べたい。これについて、次の問い（a ~ h）に答えよ。なお、気体定数を $R [\text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})]$ とする。

a 温度が $T [\text{K}]$ 、圧力が $p [\text{Pa}]$ 、体積が $V [\text{L}]$ 、物質量が $n [\text{mol}]$ のとき、この気体の状態方程式を表す式として最も適当なものを、次の ① ~ ③ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

① $pT = nRV$ ② $pV = nRT$ ③ $TV = npR$

b この気体の物質量を $n [\text{mol}]$ 、分子量を M 、質量を $w [\text{g}]$ とするとき、これらの関係を表す式として最も適当なものを、次の ① ~ ③ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

① $n = w / M$ ② $n = M / w$ ③ $n = wM$

c この気体の体積が $V [\text{L}]$ 、質量が $w [\text{g}]$ であるとき、気体の密度 $x [\text{g/L}]$ を表す式として最も適当なものを、次の ① ~ ③ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

① $x = V / w$ ② $x = w / V$ ③ $x = wV$

化学

d **a** の気体の状態方程式に **b** の物質質量 n を表す式を代入して得られる式として最も適当なものを、次の ① ~ ⑨ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

- ① $pMT = wRV$ ② $pwT = MRV$ ③ $pT = wMRV$
④ $pMV = wRT$ ⑤ $pwV = MRT$ ⑥ $pV = wMRT$
⑦ $MTV = pwR$ ⑧ $wTV = pMR$ ⑨ $TV = pwMR$

e **d** で得られた式に **c** の密度 x を表す式を代入して得られる式として最も適当なものを、次の ① ~ ⑦ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

- ① $pxT = MR$ ② $pxM = RT$ ③ $pM = xRT$
④ $px = MRT$ ⑤ $p = xMRT$ ⑥ $MT = pxR$
⑦ $T = pxMR$

f **e** で得られた式を用いてこの気体の分子量を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、気体定数 R は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ であるとする。

g この気体として最も適当なものを、次の ① ~ ⑤ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

- ① CO_2 ② NH_3 ③ Cl_2 ④ H_2S ⑤ O_2

化学

h この気体の性質に関する記述として最も適当なものを、次の ① ～ ⑤ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

- ① 無色でそれ自身は燃えないが、燃焼を助ける作用がある。
- ② 刺激臭がある黄緑色の有毒な気体で、水溶液は消毒、漂白に用いられる。
- ③ 無色で刺激臭があり、水によく溶けて水溶液は弱塩基性を示す。
- ④ 無色無臭で水に少し溶け、その水溶液は弱酸性を示す。
- ⑤ 無色で腐卵臭があり、その水溶液は弱酸性を示す。

問2 窒素と硫黄の酸化物に関する次の文章について、下の問い（a ～ c）に答えよ。

大気の主成分である窒素は常温では反応性に乏しいが、高温では酸素と直接反応して気体 [ア] を生じる。[ア] は実験室では銅を希硝酸に溶かすと得られる。また、[ア] は水には [イ]、常温で空気中の酸素と反応して [ウ] 色の有毒な気体である [エ] になる。[エ] は水に溶けて硝酸を生成する。

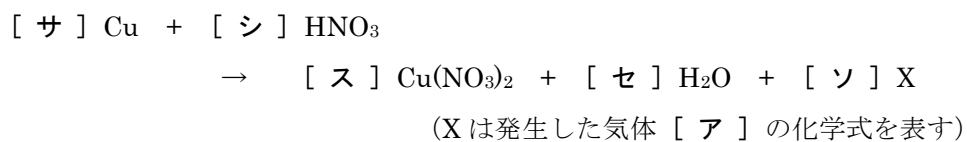
不純物として硫黄を含む化石燃料を燃やすと、[オ] 色で刺激臭のある気体 [カ] が生じる。この気体は水に溶けて [キ] を生成するので、その水溶液は [ク] を示す。また、[カ] は [ケ] 作用を示すので漂白剤として用いられ、常温では酸素と反応しないが、触媒として酸化バナジウム (V) が存在すれば酸化されて [コ] を生じる。

a 文章中の空欄 [ア] ～ [コ] に当てはまる語句として最も適当なものを、次の ① ～ ⑮ のうちから一つずつ選び、その番号を記せ。

- | | | |
|---------|---------|-------|
| ① 一酸化窒素 | ② 二酸化窒素 | ③ 不溶で |
| ④ よく溶け | ⑤ 無 | ⑥ 赤褐 |
| ⑦ 二酸化硫黄 | ⑧ 三酸化硫黄 | ⑨ 亜硫酸 |
| ⑩ 硫酸 | ⑪ 塩酸 | ⑫ 酸性 |
| ⑬ 塩基性 | ⑭ 酸化 | ⑮ 還元 |

化学

- b 下線部の反応を表す次の化学反応式中の [サ] ~ [ソ] に当てはまる係数として最も適当なものを、次の ① ~ ⑩ のうちからそれぞれ一つずつ選び、その番号を記せ。ただし、係数は最も簡単な整数となるようにし、同じ番号を二回以上選んでもよい。また、係数が 1 の場合は 1 と表すものとする。



- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 10 |

- c 下線部の反応において、38.16 g の銅が完全に反応したときに発生する気体の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の ① ~ ⑤ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-------|
| ① 0.20 | ② 0.40 | ③ 0.60 | ④ 0.80 | ⑤ 1.0 |
|--------|--------|--------|--------|-------|

第4問 次の問い（問1～4）に答えよ。（配点 25）

問1 次の①～⑤のアルコールに関する記述のうち、誤りを含むものをすべて選び、その番号を記せ。

- ① 2-メチル-2-プロパノールは第二級アルコールに分類される。
- ② アルコールとは、脂肪族炭化水素の水素原子をヒドロキシ基に置き換えた化合物をいう。
- ③ 1価アルコールは、炭素数が多いほど水に溶けやすい性質をもつ。
- ④ 第二級アルコールを酸化するとアルデヒドになる。
- ⑤ エタノールにナトリウムを加えると、水素が生成する。

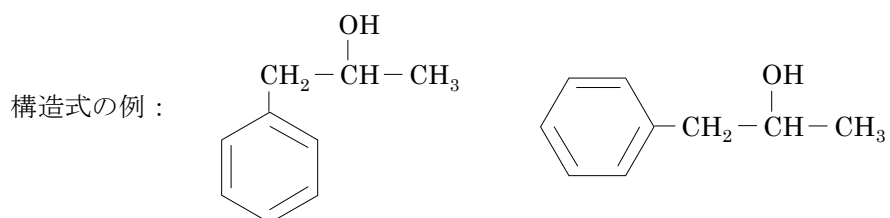
問2 次の①～⑤の記述のうち、正しいものを一つ選び、その番号を記せ。

- ① ナイロン66はε-カプロラクタムが開環重合すると得られる。
- ② タンパク質は熱や酸に強く、分子の形状が変化することはない。
- ③ 有機化合物を構成する成分元素は、無機化合物を構成する成分元素よりも種類が多い。
- ④ 芳香族炭化水素は、非常に水に溶けやすい。
- ⑤ グルコースはフェーリング液を還元する。

問3 パルミチン酸 $C_{15}H_{31}COOH$ とグリセリン $C_3H_5(OH)_3$ からなる油脂がある。この油脂が 50.0 g あるとき、これを完全にけん化するためには水酸化ナトリウムが何 g 必要か。有効数字3桁で答えよ。

化学

問 4 試験管にニトロベンゼン，スズ，濃塩酸を入れて加熱した。加熱後，水酸化ナトリウム水溶液を加えると水面に油状の物質 A が遊離した。これについて，次の問い（**a** ～ **c**）に答えよ。なお，構造式を書く場合には，下の例を参考に書くこと。



- a** 物質 A の化合物名および構造式を書け。
- b** 物質 A を溶液 B に滴下すると赤紫色を呈する。溶液 B として最も適当なものを，次の ① ～ ⑤ のうちから一つ選び，その番号を記せ。
- ① さらし粉水溶液
 - ② 塩化鉄（Ⅲ）水溶液
 - ③ 濃硫酸
 - ④ 蒸留水
 - ⑤ エタノール
- c** 物質 A を無水酢酸と反応させると白色の固体 C が生成した。この反応の名称として最も適当なものを，次の ① ～ ④ のうちから一つ選び，その番号を記せ。また，生成した固体 C の構造式を書け。

- ① ニトロ化
- ② アルキル化
- ③ アセチル化
- ④ エステル化