

2024 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	N	14	O	16	Na	23
Cl	35.5	Cu	64						

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。

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

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 22）

問 1 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のうちから一つずつ選び，その番号を記せ。

同じ 1 種類の元素でできていながら，構造や性質の異なるものを互いに【ア】という。例えば，ダイヤモンドと黒鉛は，どちらも【イ】でできた【ウ】であり，互いに【ア】である。

これらは，色や硬さ，電気の伝えやすさなどの性質が異なる。例えば，ダイヤモンドは【エ】で非常に硬く，電気を【オ】のに対して，黒鉛は【カ】でやわらかく，電気を【キ】。

- | | | | |
|-------|-------|--------|--------|
| ① 単体 | ② 同位体 | ③ 酸素 | ④ 通す |
| ⑤ 化合物 | ⑥ 赤色 | ⑦ 同素体 | ⑧ 通さない |
| ⑨ 炭素 | ⑩ 黒色 | ⑪ 無色透明 | |

化学

問 2 中和反応について述べた次の文中の [ア] ～ [エ] 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。

[ア] と [イ] が反応して水が生じ，それぞれの性質を互いに打ち消し合う反応を中和反応，または中和という。例えば，塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混合すると，水と [ウ] を生じる。[ウ] のような，[ア] の陰イオンと [イ] の陽イオンが結びついた化合物を [エ] という。

- | | | | |
|-----------|--------|------------|--------|
| ① 酸化物 | ② 陰イオン | ③ 塩 | ④ 塩基 |
| ⑤ 水素 | ⑥ 水 | ⑦ 酸 | ⑧ 陽イオン |
| ⑨ 塩化ナトリウム | ⑩ 酸素 | ⑪ 水酸化ナトリウム | |

化学

第2問 次の問い（問1～3）に答えよ。（配点28）

問1 次の **a** ～ **c** の原子に含まれる陽子の数, 電子の数, 価電子の数をそれぞれ答えよ。

a : ${}_1\text{H}$

b : ${}_6\text{C}$

c : ${}_{10}\text{Ne}$

問2 水酸化ナトリウム 1.00 g を水に溶かして 200 mL の溶液にした。この水溶液のモル濃度を有効数字三桁で求めよ。

問3 硫酸酸性にした 0.060 mol/L のシュウ酸水溶液 20 mL を, 濃度不明の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ, 30 mL 加えたところで終点に達した。この過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度を有効数字二桁で求めよ。

第3問 次の問い（問1～3）に答えよ。（配点25）

問1 気体について述べた次の文章を読み、下の問い（a～d）に答えよ。

気体の状態方程式は【ア】で表される（ここで、 n [mol]は物質量、 P [Pa]は圧力、 R [Pa・L/(mol・K)]は気体定数、 T [K]は絶対温度、 V [L]は体積である）。この状態方程式に厳密に従う気体を【イ】という。通常、我々が扱う気体は【ウ】と呼び、状態方程式に従わない場合がある。【ウ】が状態方程式に従わなくなるのは、①圧力が【エ】ときや②温度が【オ】ときである。

a 文章中の空欄【ア】～【オ】に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つずつ選び、その番号を記せ。

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| ① $VT = nRP$ | ② $PV = nRT$ | ③ $PT = nRV$ |
| ④ 理想気体 | ⑤ 希薄気体 | ⑥ 実在気体 |
| ⑦ 高い | ⑧ 低い | |

b 下線部(1)および下線部(2)のとき、【ウ】が状態方程式に従わなくなる理由として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つずつ選び、その番号を記せ。

- ① 単位体積当たりの分子数が増えることにより、分子自身の体積が無視できなくなるため。
- ② 単位体積当たりの分子数が減ることにより、分子自身の体積が無視できなくなるため。
- ③ 分子の熱運動が小さくなることにより、分子間力の影響が小さくなるため。
- ④ 分子の熱運動が小さくなることにより、分子間力の影響が大きくなるため。

化学

- c 物質質量比 4 : 1 の水素と酸素の混合気体がある。この混合気体が標準状態 (0 °C, 1.013×10^5 Pa) にあるとき、酸素の分圧は何 Pa か。最も適当な数値を、次の ① ~ ⑥ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

- ① 0.203×10^5 ② 0.253×10^5 ③ 0.452×10^5
④ 0.661×10^5 ⑤ 0.810×10^5 ⑥ 1.013×10^5

- d 物質質量比 4 : 1 の水素と酸素の混合気体が標準状態 (0 °C, 1.013×10^5 Pa) で 22.4 L の体積にあるとき、酸素の物質質量は何 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。必要であれば、気体定数として 8.31×10^3 Pa · L / (mol · K) を用いよ。

- ① 0.1 ② 0.2 ③ 0.3 ④ 0.4 ⑤ 0.5

問2 0.400 mol/L の塩酸 200 mL と 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 800 mL を混合した。これについて次の問い (a ~ c) に答えよ。

- a 混合後の水溶液の液性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 酸性 ② 中性 ③ 塩基性

- b 混合による中和反応で発生する中和熱は何 kJ 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。ただし、酸と塩基が中和して水 1.00 mol が生じるときの中和熱を 56.5 kJ とする。

- ① 3.39 ② 4.52 ③ 5.11 ④ 7.03 ⑤ 8.86

- c 混合後の水溶液の温度は何°C 上昇するか。水の密度を 1.00 g/mL, 水の比熱容量 (比熱) を 4.18 J/(g · K) として有効数字三桁で求めよ。ただし、混合前の塩酸および水酸化ナトリウム水溶液の温度は同じであるとする。

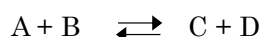
問3 次の文章を読み、下の問い（a ～ c）に答えよ。

反応には、化学反応式の左右両方向に進行するものも多い。両方向に進行する反応は【ア】と呼ばれ、右向きの矢印は正反応を、左向きの矢印は逆反応を表している。これにおいては正反応と逆反応は同時に起こり、反応開始直後は正反応の速度が逆反応の速度より【イ】く、時間が経過すると両者の速度が接近してくる。両者の速度が共に【ウ】とき、この状態が【エ】である。

a 文章中の空欄【ア】～【エ】に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑫のうちから一つずつ選び、その番号を記せ。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 可逆反応 | ② 不可逆反応 | ③ 酸化反応 |
| ④ 還元反応 | ⑤ 大き | ⑥ 小 |
| ⑦ 等しくなった | ⑧ 最大となった | ⑨ 最小となった |
| ⑩ 飽和状態 | ⑪ 活性化状態 | ⑫ 平衡状態 |

b 4成分A, B, C, Dからなる次の可逆反応（正反応ではA一分子とB一分子が反応してC, Dが一分子ずつ生成する反応。逆反応も同様）がある。



この反応の平衡定数を表す式として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選び、その番号を記せ。ただし、成分Aの濃度は[A]と表し、他成分についても同様とする。

- | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $\frac{[A][B]}{[C][D]}$ | ② $\frac{[C][D]}{[A][B]}$ | ③ $\frac{[A]^2[B]^2}{[C]^2[D]^2}$ | ④ $\frac{[C]^2[D]^2}{[A]^2[B]^2}$ |
| ⑤ $\frac{[A]+[B]}{[C]+[D]}$ | ⑥ $\frac{[C]+[D]}{[A]+[B]}$ | ⑦ $\frac{[A]^2+[B]^2}{[C]^2+[D]^2}$ | ⑧ $\frac{[C]^2+[D]^2}{[A]^2+[B]^2}$ |

化学

- c b の可逆反応において、次のように表されることがわかっている。

$$\text{正反応の速度 } v_1 = k_1[A][B]$$

$$\text{逆反応の速度 } v_2 = k_2[C][D]$$

- b の反応が平衡状態にあるとき、各成分の濃度は下のようであった。

$$[A] = 1.0 \text{ mol/L}$$

$$[B] = 4.0 \text{ mol/L}$$

$$[C] = 3.0 \text{ mol/L}$$

$$[D] = 2.0 \text{ mol/L}$$

これより、正反応と逆反応の反応速度定数の関係を次式で表した場合、 α にあてはまる数値を有効数字二桁で答えよ。

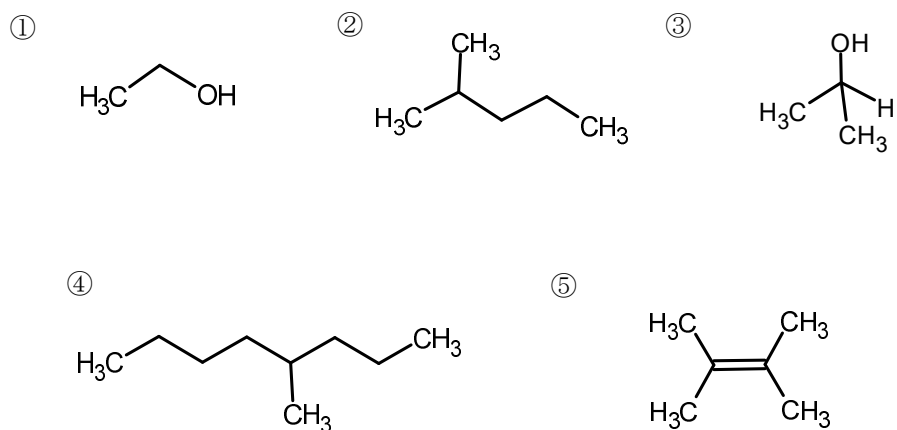
$$k_1 = \alpha k_2$$

第4問 次の問い（問1～4）に答えよ。（配点25）

問1 次の表中の示性式で表される有機化合物とその官能基の組み合わせのうち、官能基が誤っているものの番号を一つ選び、正しい官能基の名称を答えよ。

番号	示性式	官能基
①	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	カルボニル基
②	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	アミノ基
③	$\text{C}_2\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$	スルホ基
④	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	ヒドロキシ基
⑤	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$	ニトロ基

問2 次の①～⑤の構造式で示される有機化合物のうち、鏡像異性体が存在するものを一つ選び、その番号を記せ。



化学

問3 ある有機化合物の元素組成は、炭素 85.7 %、水素 14.3 %であり、その分子量は 84.0 であった。この有機化合物の組成式と分子式を答えよ。

問4 次の ア ～ オ の記述で示される糖は、単糖類、二糖類、多糖類のどれに当てはまるか。下の ① ～ ③ のうちから最も適当なものを一つずつ選び、その番号を記せ。ただし、同じ番号を二回以上選んでよい。

ア 哺乳類の乳汁中に含まれる。ガラクトースとグルコースとが脱水縮合した構造をもち、その水溶液は還元性を示す。

イ 果実やはちみつに含まれており、生体内でのエネルギー源として重要である。

ウ 植物の細胞壁の主成分である。熱水や有機溶媒にも溶解しにくい。

エ 天然に最も多く存在する糖であり、サトウキビ中に多量に存在する。強い甘味をもつ。

オ 糖類の中で最も強い甘味をもつ。結晶中では六員環構造をとっているが、水溶液中では鎖状構造、五員環構造も含む混合物に変化する。

① 単糖類 ② 二糖類 ③ 多糖類