

# 入学試験問題(1次)

## 理 科

令和6年1月22日

10時50分—12時10分

### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き43ページ(物理1～10ページ、化学11～23ページ、生物24～43ページ)である。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理、化学、生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した2科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は、各設問ごとに一つだけ選び、解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は、消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は、左から物理、化学、生物の順番になっているので、マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って、問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し、解答用紙の指定欄に受験番号、受験番号のマーク、氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を2つマークしなさい」の欄には、入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は、草稿用に使用してよい。ただし、切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は、持ち帰ってはならない。

受験番号				
------	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。

# 化 学

設問ごとに与えられた選択肢の中からもっとも適当なものを一つだけ選べ。  
(原子量は  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $Al = 27.0$ ,  $S = 32.0$ ,  $I = 127$  とし、  
理想気体の標準状態における  $1 \text{ mol}$  の体積は  $22.4 \text{ L}$ , ファラデー定数  
 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ , 気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ , アボガドロ定数は  
 $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$  である。)

1 次の文章のうち、正しいものはいくつあるか。

- ・ 貴ガス(希ガス)の価電子は2または8である。
- ・ 原子番号が同じで、中性子数だけが異なる原子を互いに同位体という。
- ・ アンモニウムイオンは配位結合で生じた2つの共有電子対をもつ。
- ・  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  はそれぞれの結晶内にイオン結合を形成している。
- ・ 原子がイオンになる場合、陰イオンの半径はもとの原子の半径より小さい。

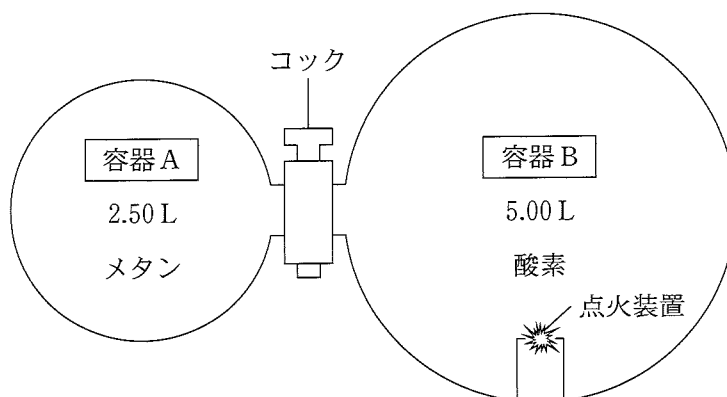
㉞ 1      ㉟ 2      ㊱ 3      ㊲ 4      ㊳ 5

2 ある金属は、体心立方格子をもつ密度  $7.16 \text{ g/cm}^3$  の結晶からできている。この金属の原子半径は  $1.25 \times 10^{-8} \text{ cm}$  である。この金属の原子量にもっとも近い値はどれか。必要があれば、 $\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$  を使うこと。

㉞ 48.0      ㉟ 52.0      ㊱ 56.1      ㊲ 85.1      ㊳ 96.1

次の文章を読み、以下の問い(問題3, 4)に答えよ。

図のように、27℃において、容器Aと点火装置のある容器Bはコック付き管で連結されている。容器Aにはメタンを $1.00 \times 10^5$  Pa、容器Bには酸素を $2.00 \times 10^5$  Pa となるようにそれぞれ充填した。ただし、コック付きの管および点火装置の体積は無視できるものとする。



3 容器Aと容器Bの間のコックを開き、メタンと酸素を混合させた。この混合気体の平均分子量として、もっとも近い値はどれか。

- ㉞ 24.0      ㉟ 25.6      ㊱ 26.6      ㊲ 28.8      ㊳ 29.8

4 点火装置により、問題3の混合気体を完全燃焼させた。その後、27℃に戻したときの残存する混合気体の全圧(Pa)として、もっとも近い値はどれか。ただし、水の飽和蒸気圧は27℃で $4.00 \times 10^3$  Paとし、生成した水の体積や気体の水への溶解は無視できるものとする。

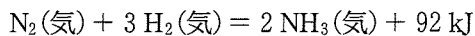
- ㉞  $1.00 \times 10^5$       ㉟  $1.04 \times 10^5$       ㊱  $1.37 \times 10^5$   
 ㊲  $1.66 \times 10^5$       ㊳  $2.00 \times 10^5$

5 溶質および濃度の不明な水溶液の凝固点が、0.200 mol/kg のグルコース水溶液の凝固点より 1.30 °C、低い値を示した。この水溶液の溶質と質量モル濃度として、もっとも適しているものはどれか。ただし、水のモル凝固点降下は 1.85 K・kg/mol とし、電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。

- ㉠ 塩化ナトリウム水溶液, 0.300 mol/kg
- ㉡ 塩化ナトリウム水溶液, 0.400 mol/kg
- ㉢ 硝酸マグネシウム水溶液, 0.300 mol/kg
- ㉣ 硝酸マグネシウム水溶液, 0.400 mol/kg
- ㉤ スクロース水溶液, 0.500 mol/kg

次の文章を読み、以下の問い(問題6～8)に答えよ。

窒素と水素からアンモニアを合成する反応の熱化学方程式は次の式で表される。



6 アンモニア水溶液は塩基性を示す。次の物質を水に溶解したときに、塩基性を示すものはいくつあるか。

- ・硫酸水素ナトリウム
- ・硝酸カルシウム
- ・炭酸水素ナトリウム
- ・硫化ナトリウム
- ・酸化カルシウム

- ㉠ 1      ㉡ 2      ㉢ 3      ㉣ 4      ㉤ 5

7 容積可変の反応容器に 3.0 mol の窒素と 9.0 mol の水素を入れ、触媒の存在下で一定の温度、一定の圧力条件で反応させたところ、平衡状態に達し、体積百分率で 25 % のアンモニアを含むようになった。反応によって発生した熱量(kJ)はいくらか。もっとも近い値を選べ。

- (ア)  $0.92 \times 10^2$       (イ)  $1.1 \times 10^2$       (ウ)  $1.4 \times 10^2$   
 (エ)  $1.6 \times 10^2$       (オ)  $1.8 \times 10^2$

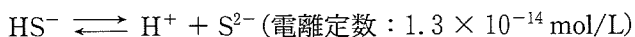
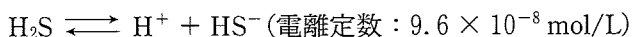
8 水素の H-H 結合、窒素の  $N \equiv N$  結合の結合エネルギーを、それぞれ a(kJ/mol)、b(kJ/mol) とする。アンモニアの生成熱を c(kJ/mol) としたとき、アンモニアの N-H 結合の結合エネルギー d(kJ/mol) はどのように表されるか。

- (ア)  $\frac{(3a + b + 2c)}{6}$       (イ)  $\frac{(3a + b + 2c)}{3}$       (ウ)  $\frac{(2a + 3b + c)}{6}$   
 (エ)  $\frac{(a + 3b + 2c)}{6}$       (オ)  $\frac{(3a + b - 2c)}{3}$

9 酸化アルミニウム 51.0 g を高温で融解させ、炭素を電極として電気分解した。すべての酸化アルミニウムを分解してアルミニウムの単体にするためには、9.65 A の電流を何秒間流せばよいか。もっとも近い値を選べ。

- (ア) 1500      (イ) 3000      (ウ) 10000      (エ) 15000      (オ) 30000

- 10 pHが2.0に保たれている硫化水素水において、硫化水素の濃度が0.10 mol/Lであったとき、硫化物イオンのモル濃度(mol/L)はいくらか。もっとも近い値を選べ。ただし硫化水素は以下のように2段階で電離し、それぞれの電離定数を右に示す。



- ㉞  $1.0 \times 10^{-18}$       ㉟  $1.2 \times 10^{-18}$       ㊱  $1.8 \times 10^{-18}$   
㊲  $1.2 \times 10^{-20}$       ㊳  $1.8 \times 10^{-20}$

次の文章を読み、以下の問い(問題11~13)に答えよ。

濃硫酸は工業的には接触法でつくられる。まず、硫黄を燃焼させてXを生成させる。次に、酸化バナジウム(V)を触媒に用いてXを酸化して【A：二酸化硫黄】とする。さらにAを【B：濃硫酸】に吸収させて【C：発煙硫酸】とし、これを【D：水】に吸収させて濃硫酸とする。

- 11 文中のAからDの語句について、正しいものの組み合わせはどれか。

- ㉞ AとB      ㉟ BとC      ㊱ CとD      ㊲ AとD      ㊳ BとD

12 X について、正しい組み合わせはどれか。

- A 無色の気体である。
- B 水に溶けて弱いアルカリ性を示す。
- C 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると生じる。
- D 銅に濃硫酸を加えて加熱すると生じる。
- E  $\text{Fe}^{2+}$  を含む中性水溶液と反応させると黒色沈澱を生じる。

㉞ AとB    ㉟ BとC    ㊱ CとE    ㊲ DとE    ㊳ AとD

13 接触法により硫黄 1.6 kg をすべて硫酸に変えたとき、濃硫酸 5.1 kg がえられた。この濃硫酸の質量パーセント濃度にもっとも近いものはどれか。ただし、えられた濃硫酸は用いた硫黄に由来するものとする。

㉞ 90    ㉟ 92    ㊱ 94    ㊲ 96    ㊳ 98

次の文章を読み、以下の問い(問題 14, 15)に答えよ。

金属 A~E は Mg, Ca, Fe, Cu, Ag のいずれかの単体である。A~E を用いて以下の実験 1 ~ 5 を行った。

実験 1 : A は常温の水とは反応しないが、熱水とは反応し水酸化物を生じた。  
(1)

実験 2 : B は希硫酸には溶けず、熱濃硫酸には溶けた。B の硫酸塩を溶かした水溶液に硫化水素を通じると黒色沈殿が生じた。  
(2)

実験 3 : C は塩酸と反応して水素を発生しながら溶けた。この水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると緑白色沈殿が生じた。

実験 4 : D は塩酸とは反応しないが、濃硝酸とは反応して溶けた。D の硝酸塩を溶かした水溶液にアンモニア水を加えると沈殿が生じ、過剰に加えると沈殿が溶けて無色の溶液となった。  
(3)

実験 5 : E は常温で水と反応して水素と水酸化物を生じた。  
(4)



14 イオン化傾向の大きさについて正しいものはどれか。

- ㉗  $A > C > B > D$       ㉘  $B > A > C > E$       ㉙  $C > B > A > D$   
㉚  $D > A > E > C$       ㉛  $E > C > D > B$

15 以下の記述で、誤っているものはどれか。

- (い) 下線(1)は水に溶けにくい。  
(ろ) 下線(2)から析出した結晶を  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  に加熱すると赤色の結晶が生じる。  
(は) 下線(3)にクロム酸カリウム水溶液を加えると黒色沈殿が生じる。  
(に) Cは濃硝酸には不動態を形成するため溶けない。  
(ほ) 下線(4)の飽和水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿を生じる。

- ㉗ (い)と(ろ)      ㉘ (ろ)と(は)      ㉙ (は)と(に)      ㉚ (に)と(ほ)      ㉛ (い)と(ほ)

次の文章を読み、以下の問い(問題 16~18)に答えよ。

炭化水素 A, B, C, D は、メタン、エタン、プロパン、ブタンのいずれかであり、以下が明らかになっている。

- ・ 1 分子の C を完全燃焼すると 3 分子の水が生成される。
- ・ B は構造異性体を持たない。
- ・ A は D よりも沸点が高い。
- ・ B と C の炭素間結合は回転できる。

16 炭化水素 A~D に関する以下の記述のうち、正しいものはいくつあるか。

- ・理想気体を考えると C は B よりも気体密度が大きい。
- ・A と同じ炭素数をもつ環状飽和炭化水素が存在する。
- ・D を検出する家庭用装置は通常床近くに設置される。
- ・B の水素原子 1 個を塩素原子で置換して生じる異性体は 2 種類である。

ア 0      イ 1      ウ 2      エ 3      オ 4

17  $C_3H_8O$  で表される 3 種類の化合物 X, Y, Z のうち、X は炭化水素 B の水素原子の一つがヒドロキシ基に置き換わった分子であり、酸化することでケトンを生じる。また、Y は分子間で水素結合を形成する。以下の X, Y, Z に関する記述のうち、正しいものはいくつあるか。

- ・Y を酸化すると反応過程で  $CH_3CH_2CHO$  が生成される。
- ・X を酸化するとえられる分子は  $CH_3CH_2CHO$  の構造異性体である。
- ・X の沸点は Y, Z よりも高い。
- ・X, Y はナトリウムと反応するが、Z は反応しない。
- ・Z は単一アルコールの縮合によってえることができる。

ア 1      イ 2      ウ 3      エ 4      オ 5

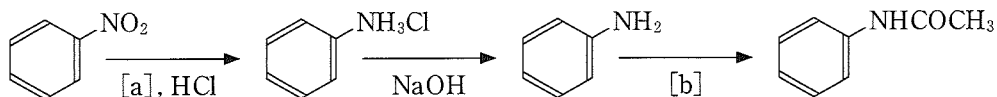
18 同じ体積の炭化水素 B と炭化水素 D をそれぞれ燃焼する時に生成される二酸化炭素 1 分子あたりの燃焼熱は D の方が  $1.100 \times 10^{-22}$  kJ 大きかった。D の燃焼熱を 800.0 kJ/mol とすると、B の燃焼熱 [kJ/mol] としてもっとも近いものを選び。

ア 250.0      イ 600.0      ウ 1400      エ 2200      オ 2600

19 複数種の脂肪酸とグリセリンからなる油脂がある。この油脂 0.443 g にヨウ素を十分量反応させたところ、ヨウ素が 0.254 g 付加した。この油脂に含まれる脂肪酸の組み合わせは以下のどれか。ただし、この油脂は一種類の油脂からなるものとする。

- ア  $C_{17}H_{35}COOH$ ,  $C_{17}H_{29}COOH$     ①  $C_{17}H_{35}COOH$ ,  $C_{17}H_{31}COOH$   
 ウ  $C_{17}H_{33}COOH$ ,  $C_{17}H_{31}COOH$     ②  $C_{17}H_{35}COOH$ ,  $C_{17}H_{33}COOH$ ,  $C_{17}H_{31}COOH$   
 オ  $C_{17}H_{35}COOH$ ,  $C_{17}H_{33}COOH$ ,  $C_{17}H_{29}COOH$

20 以下の反応過程における a, b に入る適切な組み合わせはどれか。



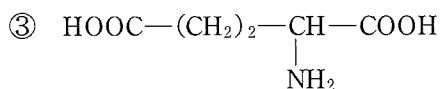
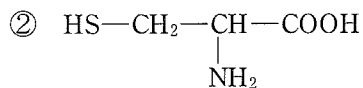
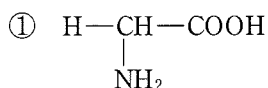
- ア [a] Fe    [b]  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$     ① [a] Ni    [b]  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
 ウ [a] Sn    [b]  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{OH}$     ② [a] Sn    [b]  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$   
 オ [a] Pt    [b]  $\text{CH}_3\text{COOH}$

21 アミロースをアミラーゼで完全に分解したところ、生成物は全てマルトースであった。この反応で生じたマルトースが 85.5 g であったとすると、元のアミロースは何 g だったか。もっとも近い値を選べ。

- ア 64.8    ① 68.0    ウ 74.5    ② 81.0    オ 87.5

次の文章を読み、以下の問い(問題 22, 23)に答えよ。

細胞内に含まれるグルタチオンはグルタミン酸、システイン、グリシンからなるトリペプチドである。次に示す①～③の3つの構造式はグルタチオンを構成するアミノ酸のいずれかを示している。



22 次の中に正しい記述はいくつあるか。

- ・①～③の全てのアミノ酸に鏡像異性体が存在する。
- ・①のアミノ酸は $\alpha$ -アミノ酸で2番目に分子量が小さい。
- ・②のアミノ酸はタンパク質が三次構造を取る際のジスルフィド結合に関与する。
- ・③のアミノ酸は塩基性アミノ酸である。
- ・グルタチオンはビウレット反応を示す。

ア 1      イ 2      ウ 3      エ 4      オ 5

23 ①, ②, ③の3種のアミノ酸, 各1分子からなるトリペプチドはグルタチオンを含め何種類の構造異性体の可能性があるか。ただし, 鏡像(光学)異性体による違いは区別しないものとする。

ア 3      イ 6      ウ 10      エ 12      オ 24

24 新型コロナウイルス感染症への対応にあたり，従来型ワクチンに加えて核酸医薬の技術を用いたワクチンが新たに開発された。核酸に関する以下の記述で正しいのはいくつあるか。

- ・ DNA と RNA はいずれもヌクレオチドが付加重合してできた，鎖状の高分子化合物である。
- ・ RNA を構成する塩基は DNA とは異なり，チミンの代わりにウラシルが用いられている。
- ・ RNA は通常二重らせん構造をとる。
- ・ RNA は C, H, O, N の 4 つの元素のみから構成される。
- ・ DNA と RNA を構成する糖はどちらも  $C_5H_{10}O_5$  である。

㉞ 1      ㉟ 2      ㊀ 3      ㊁ 4      ㊂ 5

25 次の[1]～[3]を埋めるのに適切な組み合わせを選べ。

医療用の手袋の素材の一つに天然ゴムがある。この天然ゴムは主に[1]が[2]重合した構造である。天然ゴムはアレルギーの原因にもなることから、近年では代替品として天然ゴムと同様に伸縮性・高い強度・耐油性・耐薬品性があるアクリロニトリル-ブタジエンゴムも手袋に用いられている。この合成ゴムに含まれる構造は[3]である。

