

理 科

(1～45ページ)

注 意

- 試験開始の合図があるまで、問題用紙を開いてはいけません。
- この問題用紙には、次の3科目の問題が収められています。

物 理 (1～12ページ)

化 学 (13～25ページ)

生 物 (27～45ページ)
- 3科目の中から、医学部出願者は2科目、その他の出願者は1科目を選択し、解答は解答用紙にマークしてください。解答用紙は3科目共通です。
- 解答用紙に受験番号・氏名・選択科目を記入してください。
 受験番号と選択科目は、下記の「受験番号欄記入例」「選択科目欄記入例」に従って正確にマークしてください。
- 試験時間は 60分 (2科目受験者は1科目につき60分) です。
- 試験開始後、問題用紙に不備(ページのふぞろい・印刷不鮮明など)があったら申し出てください。
- 中途退出は認めません。試験終了後、問題用紙は持ち帰ってください。

受験番号欄記入例・選択科目欄記入例

(アルファベットと数字の位置に注意してマークしてください)
(アルファベットのI・O・Qはありません)

受 験 番 号 欄	
H	5
7	0
9	

「物理」を選択した場合

選 択 科 目 欄	
☒	物 理
☐	化 学
☐	生 物

↑
解答する1科目に
必ずマークしてください

マーク式解答欄記入上の注意

- 解答は、HBの黒鉛筆を使用して丁寧にマークしてください。
 《マーク例》
 良い例 ●
 悪い例 ⊖ ⊙ ⊗ ⊡ ⊖
- 訂正する場合は、プラスチック消しゴムで、きれいにマークを消し取ってください。
- 所定の記入欄以外には、何も記入してはいけません。
- 解答用紙を汚したり、折り曲げたりしてはいけません。

化 学

この問題はⅠからⅦまであります。解答用紙には問題番号が 1 から 50 までありますが、解答に使用する問題番号は 1 から 28 までです。

原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Cu : 63.6, Ag : 108

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

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

対数 $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$

Ⅰ 物質の構成と化学結合に関する、次の(1)～(6)に答えなさい。

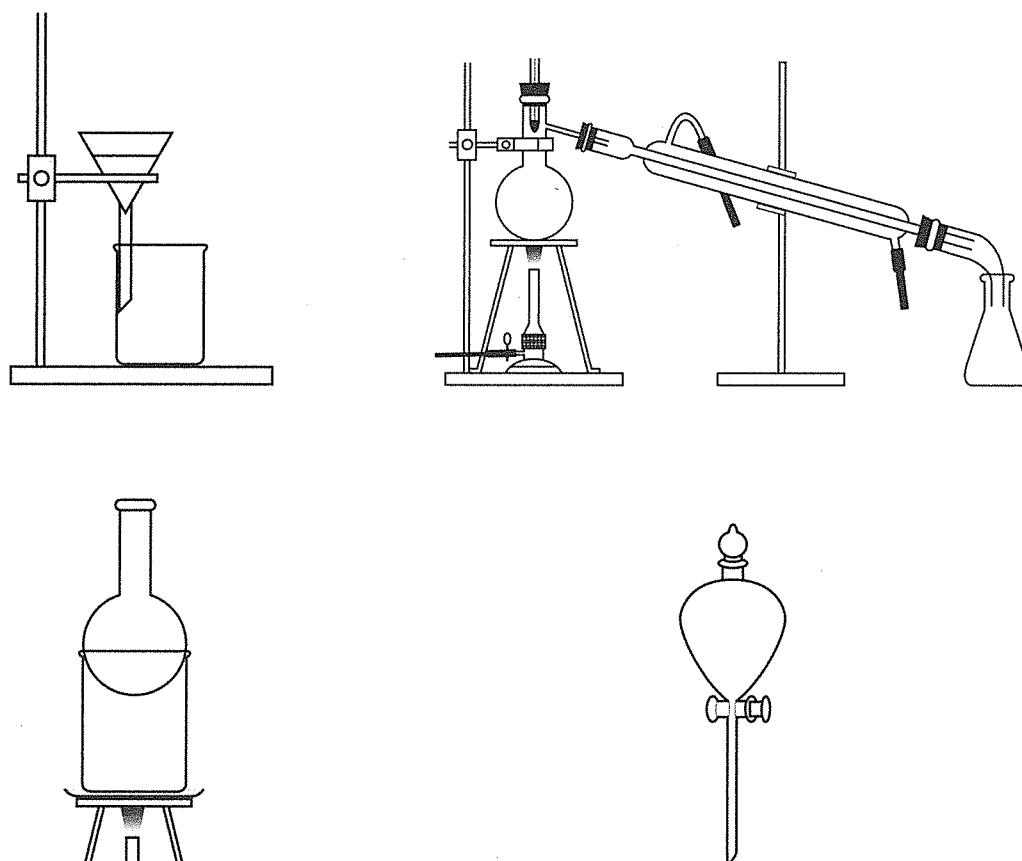
- (1) 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる数値と語句の組合せとして最も適するものを、1 の解答群から一つ選びなさい。

酸素原子は、電子を ア 個受け取って イ と同じ電子配置をとることにより、安定な陰イオンになることができる。酸素原子の他に、電子を ア 個受け取って安定な陰イオンになる原子には ウ がある。

1 の解答群

	ア	イ	ウ
①	1	アルゴン	硫黄
②	1	アルゴン	塩素
③	1	ネオン	硫黄
④	1	ネオン	塩素
⑤	2	アルゴン	硫黄
⑥	2	アルゴン	塩素
⑦	2	ネオン	硫黄
⑧	2	ネオン	塩素

- (2) 混合物の分離、精製には、ろ過、蒸留、昇華法、抽出があり、その実験装置の概略は次に示すとおりである。分離操作に関する記述として**不適切なものを**、2 の解答群から一つ選びなさい。



2 の解答群

- ① 砂が混じった水からろ過によって砂を取り出す際は、あらかじめろ紙を水で濡らして、ろうとに密着させておく。
- ② 砂が混じった水からろ過によって砂を取り出す際は、試料をガラス棒に伝わせて注ぐ。
- ③ 塩化ナトリウム水溶液から蒸留によって水を取り出す際は、リービッヒ冷却器に冷却水を下から上の方向に流す。
- ④ 塩化ナトリウム水溶液から蒸留によって水を取り出す際は、受け器を密閉しない。
- ⑤ 砂が混じったヨウ素から昇華法によってヨウ素を取り出す際は、丸底フラスコの中に冷水を入れておく。
- ⑥ ヨウ素が溶けているヨウ化カリウム水溶液からヘキサンを用いた抽出によってヨウ素を取り出す際は、ヨウ素が溶けた下層のヘキサンを流し出す。

(3) 中性子の数が最も多い原子を、3 の解答群から一つ選びなさい。

3 の解答群

- | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| ① ^{40}Ar | ② ^{40}Ca | ③ ^{37}Cl |
| ④ ^{40}K | ⑤ ^{31}P | ⑥ ^{34}S |

(4) 4 の解答群にある分子の中で、共有電子対と非共有電子対の数が等しいものを一つ選びなさい。

4 の解答群

- | | | |
|---------|------|----------|
| ① アンモニア | ② 塩素 | ③ シアン化水素 |
| ④ 二酸化炭素 | ⑤ 窒素 | ⑥ メタン |

(5) 配位結合のないイオンを、5 の解答群から一つ選びなさい。

5 の解答群

- | | |
|-------------------|---------------------|
| ① アンモニウムイオン | ② オキシニウムイオン |
| ③ ジアンミン銀(I)イオン | ④ 水酸化物イオン |
| ⑤ テトラアンミン銅(II)イオン | ⑥ ヘキサシアニド鉄(III)酸イオン |

(6) コロイドに関する記述として正しいものを、6 の解答群から一つ選びなさい。

6 の解答群

- ① 硫黄などの無機物質が多数集まったコロイドを会合コロイドという。
- ② 流動性のあるコロイド溶液をゲルという。
- ③ ゼリーや寒天は、分散質が固体、分散媒が液体のコロイドである。
- ④ 水酸化鉄(III)のコロイド溶液に硫酸ナトリウム水溶液を少量加えると、コロイド粒子が沈殿する。この現象を塩析という。
- ⑤ コロイド粒子が激しい熱運動によって溶媒分子に衝突し、溶媒分子が不規則に動いている様子をブラウン運動という。
- ⑥ コロイド溶液に電圧をかけると、正の電荷をもっているコロイド粒子は陰極側に移動する。この現象を電気泳動という。

Ⅱ 酸と塩基に関する、次の(1)～(4)に答えなさい。ただし、水溶液の温度はすべて 25℃とする。

(1) 0.020 mol/L の塩酸に含まれる水酸化物イオン濃度は何 mol/L か。最も近いものを、7 の解答群から一つ選びなさい。

7 の解答群

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ① 2.5×10^{-14} mol/L | ② 4.0×10^{-14} mol/L | ③ 5.0×10^{-14} mol/L |
| ④ 2.5×10^{-13} mol/L | ⑤ 4.0×10^{-13} mol/L | ⑥ 5.0×10^{-13} mol/L |

(2) pH が 2 番目に大きい水溶液を、8 の解答群から一つ選びなさい。

8 の解答群

- ① 0.050 mol/L の希硝酸
- ② 0.10 mol/L の希塩酸
- ③ 0.20 mol/L のフッ化水素酸(電離度 0.10)
- ④ 0.40 mol/L の塩化ナトリウム水溶液
- ⑤ 0.10 mol/L の水酸化バリウム水溶液
- ⑥ 0.50 mol/L のアンモニア水(電離度 0.0060)

(3) 0.20 mol/L の酢酸水溶液の pH はいくらか。最も近いものを、9 の解答群から一つ選びなさい。ただし、酢酸の電離定数は $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$ mol/L とする。

9 の解答群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 2.1 | ② 2.3 | ③ 2.4 |
| ④ 2.6 | ⑤ 2.7 | ⑥ 2.9 |

(4) 1.0×10^{-2} mol/L の希塩酸 100 mL に、 0.99×10^{-2} mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を加えてできた水溶液の pH はいくらか。最も近いものを、10 の解答群から一つ選びなさい。

10 の解答群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 3.4 | ② 3.7 | ③ 4.0 |
| ④ 4.3 | ⑤ 4.6 | ⑥ 4.9 |

Ⅲ 酸化還元反応に関する，次の(1)～(4)に答えなさい。

(1) 実際に反応が起こるものを， 11 の解答群から一つ選びなさい。

11 の解答群

- ① 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に銀を加えると銅が析出する。
- ② 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に亜鉛を加えると銅が析出する。
- ③ 硫酸亜鉛水溶液に鉄を加えると亜鉛が析出する。
- ④ 硫酸亜鉛水溶液に鉛を加えると亜鉛が析出する。
- ⑤ 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液に銅を加えると鉄が析出する。
- ⑥ 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液にスズを加えると鉄が析出する。

(2) 金属のイオン化傾向に関する記述として正しいものを， 12 の解答群から一つ選びなさい。

12 の解答群

- ① 鉄は常温で乾燥空气中に置くと速やかに酸化される。
- ② ナトリウムは常温の水と反応して水素を発生する。
- ③ マグネシウムは熱水と反応して酸素を発生する。
- ④ 銅は希塩酸に溶ける。
- ⑤ アルミニウムは濃硝酸に溶ける。
- ⑥ 白金は王水に溶けない。

- (3) 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句および文の組合せとして最も適するものを、13 の解答群から一つ選びなさい。

酸化剤と還元剤が ア をやり取りすることによって起こる反応を酸化還元反応という。例えば、硫酸酸性下における過マンガン酸カリウム水溶液と過酸化水素水の反応では、過酸化水素は イ として働いており、ア を過マンガン酸カリウム ウ。

13 の解答群

	ア	イ	ウ
①	水素イオン	酸化剤	から受け取っている
②	水素イオン	酸化剤	へ与えている
③	水素イオン	還元剤	から受け取っている
④	水素イオン	還元剤	へ与えている
⑤	電子	酸化剤	から受け取っている
⑥	電子	酸化剤	へ与えている
⑦	電子	還元剤	から受け取っている
⑧	電子	還元剤	へ与えている

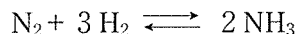
- (4) 反応の前後において、下線をつけた原子の酸化数の変化量が最も大きい化学反応式を、14 の解答群から一つ選びなさい。

14 の解答群

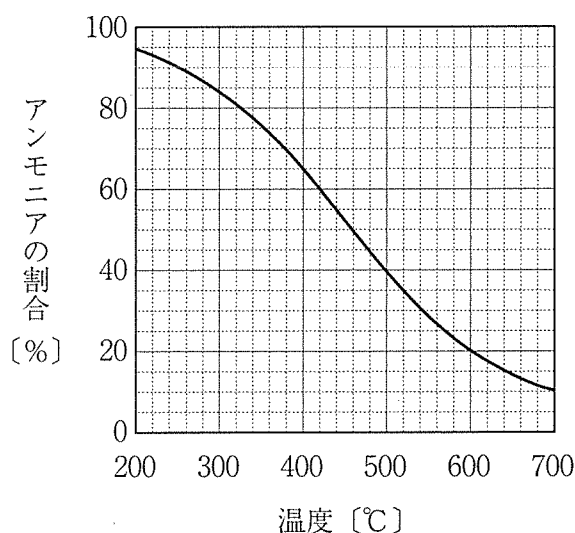
- ① $\underline{\text{Zn}} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$
- ② $\text{K}_2\underline{\text{Cr}}_2\text{O}_7 + 2 \text{KOH} \longrightarrow 2 \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- ③ $2 \underline{\text{C}}_2\text{H}_6 + 7 \text{O}_2 \longrightarrow 4 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- ④ $\underline{\text{H}}\text{NO}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- ⑤ $\text{H}_2\underline{\text{O}}_2 + 2 \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- ⑥ $\underline{\text{Mn}}\text{O}_2 + 4 \text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

IV 化学平衡に関する、次の文章を読み、下の(1)～(4)に答えなさい。

アンモニアは工業的には四酸化三鉄 Fe_3O_4 を触媒として、窒素と水素から ア とよばれる方法で製造される。窒素と水素からアンモニアが生成する反応は可逆反応であり、次のように表される。



窒素と水素が物質質量比 1 : 3 で含まれる混合気体を、全圧 $6.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ に保って様々な温度のもとで反応させたとき、平衡時の混合気体におけるアンモニアの割合(物質質量の百分率)と温度の関係は次の図のようになった。この図より、反応容器内の温度を高くすると平衡は イ ことがわかるため、正反応は ウ と推測できる。



- (1) 文章中の空欄 ア に当てはまる工業的製法の名称として正しいものを、15 の解答群から一つ選びなさい。

15 の解答群

- | | | |
|-------------|--------------|--------|
| ① オストワルト法 | ② ハーバー・ボッシュ法 | ③ 接触法 |
| ④ アンモニアソーダ法 | ⑤ イオン交換膜法 | ⑥ クメン法 |

- (2) この可逆反応の平衡状態に関する記述として正しいものを、16 の解答群から一つ選びなさい。ただし、触媒を加えることによる気体の体積変化は無視できるものとする。

16 の解答群

- ① 窒素を加えても平衡は移動しない。
- ② 窒素を加えると平衡は左に移動する。
- ③ 温度一定で圧縮して容器の容積を小さくしても平衡は移動しない。
- ④ 温度一定で圧縮して容器の容積を小さくすると平衡は右に移動する。
- ⑤ 触媒を新たに追加すると平衡は右に移動する。
- ⑥ 触媒を新たに追加すると平衡は左に移動する。

- (3) 文章中の空欄 イ および ウ に当てはまる文および語句の組合せとして最も適するものを、17 の解答群から一つ選びなさい。

17 の解答群

	イ	ウ
①	右に移動している	発熱反応
②	右に移動している	吸熱反応
③	移動していない	発熱反応
④	移動していない	吸熱反応
⑤	左に移動している	発熱反応
⑥	左に移動している	吸熱反応

- (4) この反応を 500℃で行ったとき、平衡時の窒素の分圧として最も近いものを、18 の解答群から一つ選びなさい。

18 の解答群

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① $6.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ | ② $9.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ | ③ $1.2 \times 10^7 \text{ Pa}$ |
| ④ $1.5 \times 10^7 \text{ Pa}$ | ⑤ $2.7 \times 10^7 \text{ Pa}$ | ⑥ $3.6 \times 10^7 \text{ Pa}$ |

V 無機物質に関する，次の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 硫黄および硫黄の化合物に関する記述として正しいものを，19 の解答群から一つ選びなさい。

19 の解答群

- ① 斜方硫黄，単斜硫黄，ゴム状硫黄は互いに同位体の関係にある。
 - ② 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると二酸化硫黄が生成する。
 - ③ 二酸化硫黄が水と反応すると硫酸が生成する。
 - ④ 硫化水素は黄色，腐卵臭の酸性気体である。
 - ⑤ 硫化水素は二酸化硫黄と接触すると還元剤として働いて硫黄を生じる。
 - ⑥ 硫酸は揮発性の酸である。
- (2) 不純物として銀のみを含む粗銅板を陽極とし，純銅板を陰極として硫酸銅(Ⅱ)水溶液中で電解精錬を行う。19.3 A の電流を 50 分間通じたところ，1.82 g の銀が陽極泥として沈殿した。この電解精錬で減少した陽極の質量として最も近いものを，20 の解答群から一つ選びなさい。

20 の解答群

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 17.3 g | ② 19.1 g | ③ 20.9 g |
| ④ 36.3 g | ⑤ 38.2 g | ⑥ 40.0 g |

- (3) 次の説明文を読み、合金 A および合金 B の最も適切な組合せを、21 の解答群から一つ選びなさい。

合金 A：ブロンズともよばれ、強度が高く^{いもの}鋳物などに利用される。

合金 B：アルミニウムを主成分とする合金で、軽くて強度が高く航空機材料などに利用される。

21 の解答群

	合金 A	合金 B
①	黄銅	ステンレス鋼
②	青銅	ジュラルミン
③	白銅	アマルガム
④	黄銅	ジュラルミン
⑤	青銅	アマルガム
⑥	白銅	ステンレス鋼

- (4) 次の単体または化合物のうち、常温において水によく溶けるものはいくつあるか、22 の解答群から一つ選びなさい。

Zn CH₃COONa NaNO₃ MgSO₄ Al₂O₃ SiO₂

22 の解答群

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

VI 有機化合物の構造と反応に関する、次の(1)および(2)に答えなさい。

- (1) 炭素、水素、酸素からなる有機化合物 A 45 mg を完全燃焼させたところ、66 mg の二酸化炭素と 27 mg の水が生じた。

- 1) 有機化合物 A の実験式として最も適するものを、23 の解答群から一つ選びなさい。

23 の解答群

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| ① CHO | ② CH ₂ O | ③ CH ₃ O |
| ④ C ₂ H ₃ O | ⑤ C ₂ H ₄ O | ⑥ C ₂ H ₃ O ₂ |

- 2) A の分子量は 80 以上 100 以下であることがわかっている。また、A に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体が発生した。A の構造として考えられるものはいくつあるか、24 の解答群から一つ選びなさい。ただし、立体異性体は区別する必要はない。

24 の解答群

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 | ⑥ 6 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

- (2) サリチル酸は医薬品の原料として利用されており、サリチル酸にメタノールと濃硫酸を作用させてエステル化すると化合物 X が得られ、また、サリチル酸に無水酢酸を作用させてアセチル化すると化合物 Y が得られる。

- 1) 化合物 X および化合物 Y の組合せとして最も適するものを、25 の解答群から一つ選びなさい。

25 の解答群

	化合物 X	化合物 Y
①	酢酸フェニル	サリチル酸メチル
②	酢酸フェニル	アセチルサリチル酸
③	アセチルサリチル酸	酢酸フェニル
④	アセチルサリチル酸	サリチル酸メチル
⑤	サリチル酸メチル	酢酸フェニル
⑥	サリチル酸メチル	アセチルサリチル酸

- 2) サリチル酸および化合物 X、化合物 Y に関する記述として正しいものを、26 の解答群から一つ選びなさい。

26 の解答群

- ① サリチル酸は銀鏡反応を示す。
- ② サリチル酸は塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても呈色を示さない。
- ③ 化合物 X は銀鏡反応を示す。
- ④ 化合物 X は塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても呈色を示さない。
- ⑤ 化合物 Y は銀鏡反応を示す。
- ⑥ 化合物 Y は塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても呈色を示さない。

VII 合成高分子に関する次の文を読み、下の(1)および(2)に答えなさい。

ポリエチレンテレフタレート(PET)は、飲料容器や、ポリエステル系繊維としてワイシャツなどの衣類に利用されている。

(1) PETの原料を、27の解答群から一つ選びなさい。

27 の解答群

- ① エチレングリコールとテレフタル酸
- ② カプロラクタム
- ③ 酢酸ビニルとアクリロニトリル
- ④ イソプレン
- ⑤ ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸
- ⑥ 1,3-ブタジエンとスチレン

(2) 平均分子量 1.92×10^4 の PET 1 分子にはエステル結合がいくつ含まれているか。最も近いものを、28 の解答群から一つ選びなさい。

28 の解答群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 50 | ② 100 | ③ 150 |
| ④ 200 | ⑤ 250 | ⑥ 300 |

化学の問題はここまでです