

令和3年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

# 理 科

## 試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

|    | 問 題   | ページ     |
|----|-------|---------|
| 物理 | 1 ~ 3 | 1 ~ 6   |
| 化学 | 1 ~ 3 | 7 ~ 12  |
| 生物 | 1 ~ 3 | 13 ~ 24 |
| 地学 | 1 ~ 4 | 25 ~ 33 |

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
  2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙の2箇所受験番号を必ず記入しなさい。  
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
  3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
  4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
  5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
  6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
  7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

# 化 学

必要があれば、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, O = 16, S = 32, Cu = 64

1 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

物質を構成する原子どうしを結びつける化学結合には、共有結合とイオン結合などがある。共有結合は、 元素の原子どうしが価電子を出し合い、それらを共有することで形成され、多くの場合、各原子は  原子と同じ電子配置をとる。分子は一般に共有結合によってつくられている。<sup>a)</sup> 分子からなる物質の沸点は、その物質の分子量と関連している。<sup>b)</sup> イオン結合は陽性の強い  元素のイオンと陰性の強い  元素のイオンとが結びつく化学結合である。イオン結合によってつくられるイオン結晶は一般に水に溶けやすい。<sup>c)</sup>

(問 1) 文中の  ~  に入る適切な語句を記せ。

(問 2) 水分子、メタン分子、アンモニア分子について、下線部 a) に関する以下の問いに答えよ。

(ア) それぞれの分子中に存在する共有電子対と非共有電子対の数、ならびに分子の形を記せ。

(イ) 分子中の隣りあう二つの結合がなす角を結合角という。結合角は電子対の間の静電的な反発の影響をうける。反発力の大きさは共有電子対より非共有電子対の方が大きいことから結合角に違いが生じると考えて、各分子名を結合角が大きいものから順に並べよ。

(ウ) アンモニア分子に水素イオンが結合すると、安定なアンモニウムイオンができる。アンモニウムイオンを電子式で表せ。また、この結合が形成されるしくみを簡潔に説明せよ。

(問 3) 下線部 b)に関する以下の問いに答えよ。

- (ア) アルカンのような無極性分子からなる物質は、一般に分子量が大きくなると沸点が高くなる。その理由を簡潔に述べよ。
- (イ) メタンと水の分子量は同程度であるが、水の沸点(100℃)はメタンの沸点(-161℃)に比べ非常に高い。その理由を簡潔に述べよ。
- (ウ) 0℃の水54gを加熱して、すべてを100℃の水蒸気にする。このときに必要な熱の総量を求め、整数で答えよ。なお、必要があれば以下の値を用いよ。  
水の0℃での融解熱：6.0 kJ/mol, 水の100℃での蒸発熱：41 kJ/mol, 水の比熱(物質1gの温度を1K上昇させるために必要な熱量)：4.2 J/(g·K)

(問 4) 下線部 c)に関する以下の問いに答えよ。

- (ア) 80℃の硫酸銅(Ⅱ)の飽和水溶液200gを20℃まで冷却したところ、硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶が析出した。以下の設問(a), (b)に答えよ。ただし、硫酸銅(Ⅱ)は20℃の水100gに20g, 80℃の水100gに56g溶けるものとする。
- (a) 80℃の飽和水溶液200gに溶けていた硫酸銅(Ⅱ)の質量を求め、整数で答えよ。
- (b) 析出した硫酸銅(Ⅱ)五水和物の質量を求め、整数で答えよ。
- (イ) 炭酸カルシウムや硫酸バリウムはイオン結晶であるが水に溶けにくい。その理由を簡潔に述べよ。

2 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

濃度が不明の過酸化水素水 5.0 mL を **ア** を用いて正確にはかりとり、メスフラスコに入れた。これに硫酸を加えて酸性にし、100 mL の水溶液を作製した。この水溶液 15.0 mL をビーカーに入れ、過剰のヨウ化カリウム水溶液を加えたところ、ヨウ素が生成して溶液が **イ** 色に変化した。続いて、ビーカーを軽く振って溶液を混ぜながら、**ウ** を用いて 0.20 mol/L のチオ硫酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 水溶液を滴下すると、溶液の色が薄くなった。これにデンプン水溶液を少量加えると、溶液は **エ** 色に変化した。さらに、チオ硫酸ナトリウム水溶液の滴下を続けると、合計 10.0 mL 滴下したところで溶液の色が **オ** 色に変化したため、滴定を終了した。

(問 1) 文中の **ア** ~ **オ** に適切な語句を以下から選び、番号で答えよ。

ただし、同じ番号を 2 回以上使用しないこと。

- |            |           |         |      |
|------------|-----------|---------|------|
| ① コニカルビーカー | ② 電子てんびん  | ③ ビュレット | ④ ろ紙 |
| ⑤ 薬さじ      | ⑥ ホールピペット | ⑦ 赤     | ⑧ 無  |
| ⑨ 黄        | ⑩ 銀       | ⑪ 黒     | ⑫ 白  |
| ⑬ 青紫       | ⑭ 黄緑      | ⑮ 青白    | ⑯ 褐  |

(問 2) 下線部 a), b) の反応について、それぞれ化学反応式を示せ。

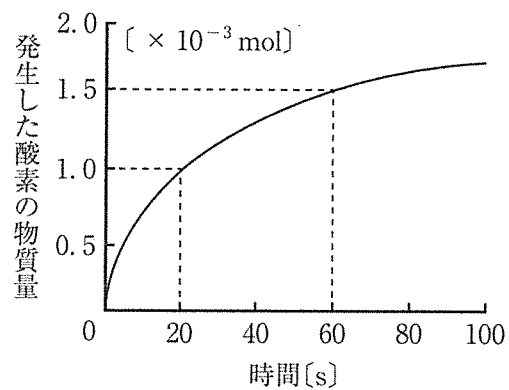
(問 3) 過酸化水素水を酸性にするために、硫酸のかわりに塩酸を使用しない理由は何か。

20 字程度で説明せよ。

(問 4) 濃度不明の過酸化水素水のモル濃度と質量パーセント濃度をそれぞれ求めよ。なお、有効数字はいずれも 2 桁で解答し、溶液の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。

(問 5) 下線部 c) は「ヨウ素デンプン反応」に関する記述である。デンプン溶液に、ある酵素を添加して静置すると、この反応は起こらなくなる。添加する酵素の名称と、反応が起こらなくなる理由を 20 字程度で説明せよ。

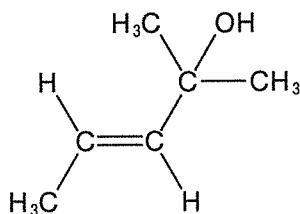
(問 6) 常温で過酸化水素水に少量の塩化鉄(Ⅲ)水  
d) 溶液を加えると、速やかに水と酸素が生じ  
る。ある一定温度で、 $1.0 \text{ mol/L}$  の過酸化水  
 素水  $15.0 \text{ mL}$  に少量の塩化鉄(Ⅲ)を加え、  
 時間とともに発生した酸素の物質量を調べた  
 ところ、右図の結果が得られた。



(ア) 下線部 d) の反応において、塩化鉄(Ⅲ)の役割を記せ。

(イ) 反応開始後 20 秒から 60 秒の間の過酸化水素の平均分解速度を、有効数字 2 桁で解答せよ。

- 3 分子式  $C_4H_6O_2$  の化合物 A～E がある。以下の実験結果を読んで、各問に答えよ。なお、構造式は次の例にならって記せ。



【実験】

- (1) Aはフェーリング液を加えて加熱すると赤色沈殿を生じた。また、Aを水素化ホウ素ナトリウムにより還元したところ、直鎖状の二価の第一級アルコールが得られた。
- (2) BとCは水溶液中で酸性を示し、赤褐色の臭素水に加えると溶液が無色へと変化した。このとき、BとCは不斉炭素原子を二つ有するジプロモ体へと変換された。また、BとCは核磁気共鳴(NMR)スペクトルにより、どちらもメチル基を有していることが明らかとなった。さらに、BとCは白金存在下、水素を作用させると  $C_4H_8O_2$  をもつ同じ飽和脂肪酸へ変換された。
- (3) Dを加水分解すると、酢酸とアセトアルデヒドが得られた。また、Dを白金存在下、中性条件で水素を作用させると酢酸エチルが生じた。
- (4) Eを加水分解すると、 $C_4H_8O_3$  の直鎖状のカルボン酸Fが得られた。Fを酸性水溶液中で過マンガン酸カリウムにより酸化したところ、ジカルボン酸であるコハク酸が得られた。

(問 1) 化合物 A～F の構造式を記せ。

(問 2) BとCはお互いにどのような関係の立体異性体か、名称を記せ。

(問 3) 下線部 a) に示したフェーリング液による検証について、以下の各問に答えよ。

- (ア) この検証実験で得られる赤色沈殿の化学式を記せ。
- (イ) フェーリング液の実験と同じ検証ができる実験を以下の選択肢から選び、番号を記せ。
  - ① ニンヒドリン溶液を加えて温める。
  - ② さらし粉水溶液を加える。
  - ③ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温める。
  - ④ 塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加える。

(問 4) 下線部 b) の不斉炭素原子について、以下の各問に答えよ。

(ア) 不斉炭素原子を一つもつ化合物には、一对の立体異性体が存在する。この立体異性体の名称を記せ。

(イ) (ア) の異性体について、それぞれの異性体で異なるものはどれか、以下の選択肢から一つ選び、番号を記せ。

① 融点      ② 沸点      ③ 密度      ④ 旋光性

(ウ) ヒトのタンパク質を構成する  $\alpha$ -アミノ酸のうち、不斉炭素原子をもたないアミノ酸の名称を記せ。