

# 平成 16 年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

## 化 学

[教育学部, 医学部]

### (注 意)

- 1 問題紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 問題紙は本文 6 ページであり, 答案用紙は 2 枚である。
- 3 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入すること。
- 4 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

必要があれば、次の原子量および定数の値を使うこと。  
H 1.0 O 16.0 気体定数 0.082 atm・l/(K・mol)

〔1〕 次の文章は、亜鉛、アルミニウム、鉄、銅それぞれの金属元素の性質と反応について述べたものである。金属A～Dはそれらのいずれかである。下の(1)～(6)の問いに答えよ。

金属Aは赤みを帯びたやわらかい金属で、熱伝導性と電気伝導性が良い。熱濃硫酸中に入れると、刺激臭のある気体(a)を発生して溶ける。また、この金属イオンを含む溶液に硫化水素を通じると、黒色の沈殿(b)が生ずる。金属Bは軽くてやわらかく、空気に触れると、表面にち密な酸化膜(c)ができる。また、金属B<sup>(ア)</sup>を水酸化ナトリウム水溶液に入れると、気体を発生しながら溶ける。金属CとAの板を希硫酸に浸して導線でつなぐと、両板の間に電流が流れる(ボルタ電池)<sup>(イ)</sup>。金属Dを希硫酸中に入れると、無色無臭の気体(d)を発生して溶ける。生じた淡緑色の溶液に塩化バリウム水溶液を加えると、白色の沈殿(e)ができる。この白色沈殿をろ過後、ろ液に塩素ガスを通じると黄色の水溶液になる。この黄色溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生じ、これを集めて加熱すると赤色の粉末(f)が得られる。この粉末と金属Bの粉末を混ぜて着火すると、激しく反応する(テルミット反応)<sup>(エ)</sup>。

- (1) 金属A～Dをそれぞれ元素記号で記せ。
- (2) 下線部(a)～(f)の物質を化学式で記せ。
- (3) 下線部(ア)の反応を化学反応式で示せ。
- (4) 下線部(イ)で、この時に起こる全体の電池反応をイオン反応式で示せ。
- (5) 下線部(ウ)で、金属イオンと塩素との反応をイオン反応式で示せ。
- (6) 下線部(エ)の反応を化学反応式で示せ。

[2] 次の文章を読み、下の(1)~(5)の問いに答えよ。ただし、弱酸の電離定数は、溶液の希釈や混合によって変わらないものとする。

酢酸の濃度  $C$  mol/l の水溶液がある。酢酸の電離度を  $\alpha$  とすると、平衡状態で溶液中に存在する酢酸イオンの濃度は  mol/l、電離していない酢酸の濃度は  mol/l、水素イオンの濃度は  mol/l と表される。ここで、電離度が 1 より非常に小さく、 $1 - \alpha \approx 1$  と近似すると、電離定数は  mol/l と表される。いま、3.0 mol/l の酢酸水溶液をつくった。酢酸の電離定数  $2.7 \times 10^{-5}$  mol/l を用いると、電離度は  と求まり、水素イオンの濃度は  mol/l となる。また、この水溶液を水で希釈していくと、電離度は希釈前  なる。一方、 $5.0 \times 10^{-3}$  mol/l のギ酸水溶液の pH は 3.0 を示し、 $5.0 \times 10^{-2}$  mol/l のフェノール水溶液の pH は 5.5 であった。

次に、0.3 mol/l の酢酸水溶液 100 ml に 0.1 mol/l の水酸化ナトリウム水溶液 150 ml を加え、250 ml の水溶液をつくった。この混合溶液中に存在する酢酸イオンの濃度は  mol/l となり、電離していない酢酸の濃度は  mol/l、水素イオンの濃度は  mol/l となる。ここで得られた混合溶液は、水酸化ナトリウム水溶液を少量加えても、溶液の pH はあまり変化しない。このような溶液は一般に  と呼ばれる。さらに、酢酸がちょうど中和されるまで、水酸化ナトリウム水溶液を加えると、中和点における水溶液の pH は  なる。

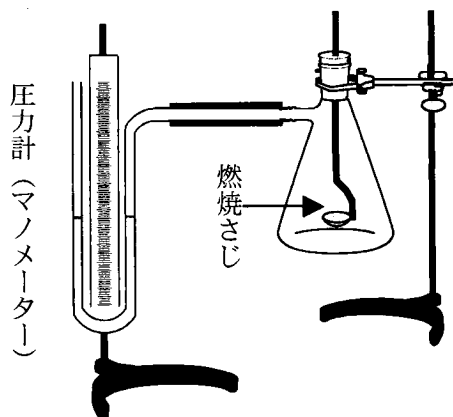
- (1) 酢酸、ギ酸、フェノールの電離平衡の反応式をそれぞれ記せ。
- (2) 文中の空欄  ~  に当てはまる式を  $C$  および  $\alpha$  で表せ。
- (3) 文中の空欄  ~  に当てはまる数値を有効数字 2 けたで記せ。
- (4) 文中の空欄  と  に当てはまる語句を次の(a)~(c)の中からそれぞれ選び、その記号を記せ。また、 に当てはまる語句を記せ。  
 : (a) より大きく (b) と同じに (c) より小さく  
 : (a) 7 より大きく (b) 7 に (c) 7 より小さく
- (5) 酢酸、ギ酸、フェノールの中で電離定数が最も大きいものを物質名で記せ。

〔3〕 次の文章を読み、下の(1)~(8)の問いに答えよ。

硫黄の燃焼実験を図に示した装置で行った。燃焼さじに硫黄をのせ、フラスコの外で着火した。ただちに、フラスコ内に入れて燃焼気体が漏れないように栓をし、容器内の圧力変化を測定した。その結果、以下の現象が順に観察された。

- (a) 燃焼が進行している間にフラスコ内の圧力は増加した。
- (b) 燃焼終了後、室温にまで温度が下がる間に圧力は減少した。
- (c) 室温に戻った時の圧力は反応前にくらべて変化がなかった。
- (d) フラスコ内に水を加えると、圧力はゆっくりと減少した。

硫黄は燃焼によって酸素と結合し二酸化硫黄を生成する。フラスコ内の酸素がなくなると燃焼反応は終了した。二酸化硫黄は五酸化バナジウム触媒を用いてさらに酸化すると三酸化硫黄に変換できる。



- (1) 硫黄の 3 種類の同素体の名称をそれぞれ記せ。また、その中で常温において最も安定な同素体の名称を答えよ。
- (2) 二酸化硫黄が硫黄と酸素分子の燃焼により生成する化学反応式を記せ。
- (3) 実験の結果、発生した気体は三酸化硫黄ではなく二酸化硫黄であると推定できる。その根拠として最も適切な観察結果を(a)~(d)のうちから 1 つ選び、その記号を記せ。また、その理由を 50 字以内で述べよ。
- (4) 硫化鉄(II)と硫酸を反応させると気体 A が発生する。この反応の化学反応式を記せ。
- (5) 二酸化硫黄と気体 A の水溶液を反応させると白色の懸濁液が得られる。この反応の化学反応式を記せ。
- (6) 三酸化硫黄と水の反応の化学反応式を記せ。
- (7) 二酸化硫黄と過マンガン酸イオンの反応のイオン反応式を記せ。
- (8) 二酸化硫黄、三酸化硫黄、気体 A の硫黄原子の酸化数をそれぞれ記せ。

〔4〕 次の文章を読み、下の(1)~(4)の問いに答えよ。

デンプンは多数の **ア** (図1)が、セルロースは多数の **イ** が脱水縮合し、 **ウ** 結合によりつながったものである。水溶液中のグルコースの一部は **エ** をとり、これを中間体として **ア** ・ **エ** ・ **イ** が一定の割合で平衡状態にある。また、 **エ** に存在する **オ** 基のためにグルコースの水溶液にフェーリング液を加えて加熱すると、赤色沈殿が生じる。デンプンの水溶液はグルコースと異なりフェーリング液を還元しないが、 **カ** 溶液を加えると紫色を示す。デンプンとは異なり、セルロースは水やその他の溶媒に溶けにくく、 **カ** デンプン反応を示さない。セルロースを **キ** 試薬に溶かし、細い穴から希硫酸中に押し出して繊維状にしたものが銅アンモニアレーヨン(キュプラ)である。

絹糸はタンパク質の一種で、多数のアミノ酸が **ク** 結合してできたものである。この絹糸によく似た合成繊維がナイロンである。6,6-ナイロンはアジピン酸とヘキサメチレンジアミンを **ケ** 重合させたもので多数の **コ** 結合を持つ。

一方、スチレンとp-ジビニルベンゼンを **サ** 重合させると **シ** をもつ合成樹脂が得られ、それを濃硫酸で **ス** 化させると **セ** イオン交換樹脂が得られる。

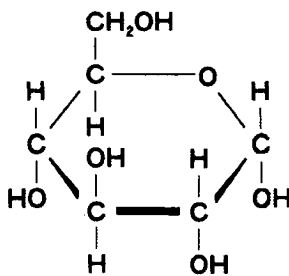


図1

(1) 文中の ア ~ セ に入れる語句として最も適当なものを下の語群から一つずつ選び記号で記せ。

- |                    |             |                     |
|--------------------|-------------|---------------------|
| (あ) フルクトース         | (い) ガラクトース  | (う) $\alpha$ -グルコース |
| (え) $\beta$ -グルコース | (お) エステル    | (か) アミド             |
| (き) ペプチド           | (く) グルコシド   | (け) 鎖状構造            |
| (こ) 網目状構造          | (さ) 環状構造    | (し) ヒドロキシル          |
| (す) アルデヒド          | (せ) カルボキシル  | (そ) ケトン             |
| (た) スルホン           | (ち) シュバイツァー | (つ) ヨウ素             |
| (て) ニンヒドリン         | (と) 開環      | (な) 付加              |
| (に) 縮合             | (ぬ) 陰       | (ね) 陽               |

(2) 図1の構造式にならって イ と エ の構造式を記せ。

(3) 下線部(a)の赤色沈殿を化学式で記せ。

(4) 下線部(b)で6,6-ナイロンが合成される化学反応式を構造式を用いて記せ。

なお、6,6-ナイロンの構造式は下図の例にならって記せ。

