

# 選択科目

(医学部)

— 2月3日 —

物理  
化学  
生物学

この中から1科目を選択して解答しなさい。

| 科 目 | 問 題 の ペ ー ジ |
|-----|-------------|
| 物 理 | 1 ~ 6       |
| 化 学 | 7 ~ 13      |
| 生 物 | 14 ~ 23     |

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

# 化 学

解答に必要があれば、次の値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

1 アルミニウム、鉄、亜鉛、金、鉛の単体の粉末試料ア～オを用いて、次の【実験1】～【実験3】を行った。

【実験1】 試料ア～オを試験管にそれぞれ入れ濃硝酸を加えたところ、試料イ、オはすべて溶けたが、試料ア、ウ、エは溶けなかった。

【実験2】 試料ア～オを試験管にそれぞれ入れ希硫酸を加えたところ、試料ウ、エ、オはすべて溶けたが、試料ア、イは溶けなかった。

【実験3】 試料ア～オを試験管にそれぞれ入れ水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、試料イ、ウ、オはすべて溶けたが、試料ア、エは溶けなかった。

以下の各問い合わせなさい。

問1 試料アに関する次の(1)～(5)の記述のうち、誤っているものはいくつあるか。A～Eの中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- (1) 高温の水蒸気と反応する。
- (2) 硝酸銀水溶液に溶ける。
- (3) 热濃硫酸に溶ける。
- (4) 濃塩酸3体積と濃硝酸1体積の混合溶液に溶ける。
- (5) 空気中で容易に酸化される。

A. 1つ      B. 2つ      C. 3つ      D. 4つ      E. 5つ

## 化 学

問2 試料イの金属に関する次の(1)～(5)の記述のうち、正しいものはいくつあるか。A～Eの中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- (1) この金属の酢酸塩は水に溶けにくい。
- (2) この金属のクロム酸塩は水に溶けにくい。
- (3) この金属の塩化物は水によく溶ける。
- (4) この金属の硫酸塩は水によく溶ける。
- (5) この金属の水酸化物はアンモニア水によく溶ける。

A. 1つ      B. 2つ      C. 3つ      D. 4つ      E. 5つ

問3 【実験2】の後、試料ウが溶けた溶液にアンモニア水を加えると沈殿が生じた。この沈殿の化学式を解答欄に書きなさい。

問4 【実験2】の後、試料エが溶けた溶液に硝酸を加え、続いて水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。生じた沈殿の色は何色か。次のものの中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

A. 白色      B. 黄色      C. 青白色      D. 黒色      E. 赤褐色

問5 【実験3】における試料オの反応の反応式を解答欄に書きなさい。

# 化 学

**2**

燃焼によって液体状態の水が生じるとき、メタンとプロパンの燃焼熱はそれぞれ 890 kJ/mol と 2220 kJ/mol である。これらの値を用いて以下の各問いに答えなさい。

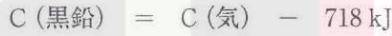
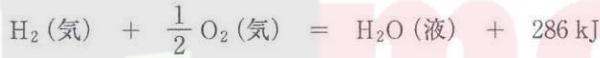
問 1 温度 25°C, 圧力  $1.0 \times 10^5$  Pa に保たれた容器にメタンとプロパンと酸素の混合気体が入れてある。この混合気体に点火したところ、炭化水素は完全に燃焼して 155 kJ の熱量が発生し、燃焼後の気体の体積は燃焼前より 6.2 L 減少した。次の(1)と(2)に答えなさい。ただし、燃焼によって生じた水の体積は無視できるとする。

(1) 混合気体中のメタンとプロパンの物質量をそれぞれ  $x$  [mol] と  $y$  [mol] とする。燃焼前の気体の物質量から燃焼後の気体の物質量を引いた差  $\Delta n$  [mol] を  $x$  と  $y$  を用いた式で表し、解答欄に書きなさい。

(2) メタンとプロパンは合計で何 g あったか。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 1.0 g      B. 2.0 g      C. 3.0 g      D. 4.0 g      E. 5.0 g      F. 6.0 g

問 2 次の熱化学方程式を用いて、以下の(1)～(3)に答えなさい。



(1) メタンの生成熱は何 kJ/mol か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 65 kJ/mol      B. 70 kJ/mol      C. 75 kJ/mol      D. 80 kJ/mol      E. 85 kJ/mol  
F. 90 kJ/mol

(2) メタン分子の C-H 結合エネルギーは何 kJ/mol か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 385 kJ/mol      B. 415 kJ/mol      C. 445 kJ/mol      D. 485 kJ/mol  
E. 515 kJ/mol      F. 545 kJ/mol

(3) プロパン分子の C-C 結合エネルギーは何 kJ/mol か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、プロパン分子とメタン分子の C-H 結合エネルギーは同じ値であるとする。

- A. 300 kJ/mol      B. 320 kJ/mol      C. 340 kJ/mol      D. 360 kJ/mol  
E. 380 kJ/mol      F. 400 kJ/mol

# 化 学

**3**

アンモニアは、工業的には触媒を用いて、式(i)の平衡反応を利用して製造される。



いま、体積可変の反応容器に 2.0 mol の窒素と 6.0 mol の水素を封入し、全圧を  $1.0 \times 10^7$  Pa、温度を 277°C に保って放置すると、体積が 2.3 L になって平衡状態 I に達した。以下の各問いに答えなさい。

問 1 式(i)の反応の圧平衡定数  $K_p$  と濃度平衡定数  $K_c$  の関係を表す式はどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、T は絶対温度、R は気体定数である。

- A.  $K_p = K_c \times (RT)^{-2}$       B.  $K_p = K_c \times (RT)^{-1}$       C.  $K_p = K_c$   
 D.  $K_p = K_c \times (RT)$       E.  $K_p = K_c \times (RT)^2$

問 2 平衡状態 I におけるアンモニアの物質量は何 mol か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 1.0 mol      B. 2.0 mol      C. 3.0 mol      D. 4.0 mol      E. 5.0 mol

問 3 式(i)の平衡状態について記述した(ア)～(オ)のうち、正しいものはいくつあるか。ただし、式(i)の正反応は発熱反応である。A～Eの中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- (ア) 温度を一定にして全圧を高くすると、アンモニアの生成量は増加する。
- (イ) 温度を一定にして全圧を低くすると、アンモニアの生成量は減少する。
- (ウ) 全圧を一定にして温度を高くすると、アンモニアの生成量は増加する。
- (エ) 全圧を一定にして温度を低くすると、アンモニアの生成量は減少する。
- (オ) 温度と全圧を一定にして触媒を増やすと、アンモニアの生成量は増加する。

- A. 1つ      B. 2つ      C. 3つ      D. 4つ      E. 5つ

問 4 平衡状態 I から、全圧を  $3.0 \times 10^7$  Pa、温度を 427°C に保って放置すると、体積が 1.1 L になって平衡状態 II に達した。次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 平衡状態 II での反応容器中の気体の物質量は何 mol か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 1.8 mol      B. 3.1 mol      C. 4.4 mol      D. 5.7 mol      E. 7.0 mol

(2) 平衡状態 II でのアンモニアの物質量は何 mol か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 0.9 mol      B. 1.7 mol      C. 2.3 mol      D. 2.8 mol      E. 3.4 mol

# 化 学

4

以下の各問いに答えなさい。

問1 濃度のわからない酢酸水溶液 10.0 mL をホールピペットでビーカーに量り取り、そこに水 10.0 mL と指示薬を加えた。これに、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 20.0 mL を滴下したところ終点に達した。次の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 水酸化ナトリウム水溶液を 5.0 mL 滴下したときの溶液の pH はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、酢酸の電離定数  $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$  mol/L,  $\log_{10} 2.7 = 0.43$ ,  $\log_{10} 3.0 = 0.47$  を用いなさい。

- A. 3.1      B. 3.6      C. 4.1      D. 4.6      E. 5.1      F. 5.6

(2) この滴定に用いる指示薬に関する記述の中で正しいものはどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、メチルオレンジ、フェノールフタレインの変色域の pH は、それぞれ 3.1 ~ 4.4, 8.0 ~ 9.8 である。

- A. 中和点の pH は酸性側に偏り、中和点付近の pH の変化の幅はやや狭いため、酸性側に変色域のあるメチルオレンジを用いる必要がある。
- B. 中和点の pH は酸性側に偏っているが、中和点付近の pH の変化の幅は広いため、塩基性側に変色域のあるフェノールフタレインを用いてもよい。
- C. 中和点の pH は 7 であり、その前後で pH は急激に変化するため、変色域がこの範囲にあるフェノールフタレインとメチルオレンジのどちらも用いることができる。
- D. 中和点の pH は塩基性側に偏り、中和点付近の pH の変化の幅はやや狭いため、塩基性側に変色域のあるフェノールフタレインを用いる必要がある。
- E. 中和点の pH は塩基性側に偏っているが、中和点付近の pH の変化の幅は広いため、酸性側に変色域のあるメチルオレンジを用いてもよい。

問2 メタンに関する次の(ア)～(オ)の記述のうち、誤っているものはいくつあるか。A～Eの中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- (ア) メタン分子の中心にある炭素原子の電子配置はネオン原子の電子配置と同じである。
- (イ) メタン分子の C-H 結合には極性があるが、分子全体としては無極性である。
- (ウ) 液体状態のメタンでは、アンモニアや水と同じように分子間に水素結合が生じる。
- (エ) メタン分子の水素原子 2 個を塩素原子 2 個で置き換えると、異性体が 2 種類生じる。
- (オ) メタンは水によく溶け、弱酸性を示す。

- A. 1つ      B. 2つ      C. 3つ      D. 4つ      E. 5つ

## 化 学

問3 希ガスに関する次の(ア)～(オ)の記述のうち、誤っているものはいくつあるか。A～Eの中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- (ア) 希ガス元素の単体は、單原子分子氣体として空気中にわずかに存在する。
- (イ) 希ガス元素の単体は、原子番号の増加とともに沸点が低くなる。
- (ウ) 希ガス元素の原子は、原子番号の増加とともにその半径が大きくなる。
- (エ) 希ガス元素の原子は、ヘリウム原子を除き最外殻に8個の電子を収容している。
- (オ) 希ガス元素の原子は、価電子をもたない。

A. 1つ      B. 2つ      C. 3つ      D. 4つ      E. 5つ

問4 次の(ア)～(オ)の操作によって起こる反応のうち、下線を付けた物質が酸化剤として働く反応はいくつあるか。

A～Eの中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- (ア) 酸化マンガン(IV)を濃塩酸に加えて加熱する。
- (イ) 銅線を熱して塩素中に入れる。
- (ウ) 酸化鉄(III)にアルミニウム粉末を混合して点火する。
- (エ) 過酸化水素水に硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加える。
- (オ) ナトリウムを水に加える。

A. 1つ      B. 2つ      C. 3つ      D. 4つ      E. 5つ

# 化 学

**5**

炭素と水素のみからなる化合物(ア)と(イ)がある。化合物(ア)と(イ)の分子量の差は4である。これらをそれぞれ200 mgずつ量り取り、水素を完全に付加させたところ、化合物(ア)には標準状態で54.6 mLの水素が反応し、化合物(イ)には標準状態で172 mLの水素が反応し、いずれの化合物からも同じ化合物(ウ)が生成した。化合物(ウ)と塩素を、光照射して反応させたところ、化合物(ウ)の1個の水素原子が塩素原子で置換した生成物(エ)は、ひとつの構造式で表わされる1種類のみが得られた。一方、化合物(ア)と(イ)をそれぞれ150 mgずつ量り取り完全燃焼させたところ、化合物(ア)からは二酸化炭素 $x$ mgと水 $y$ mgが生じ、化合物(イ)からは二酸化炭素 $x'$ mgと水 $y'$ mgが生じた。以下の各問いに答えなさい。

問1 化合物(ア)の1分子には、何個の炭素原子が含まれるか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 4      B. 5      C. 6      D. 7      E. 8      F. 9      G. 10  
 H. 11      I. 12

問2 化合物(エ)の構造式を、価標を省略せずに解答欄に書きなさい。

問3 化合物(ア)～(エ)に関する記述の中で、誤っているものはどれか。次の中から一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 化合物(ア)～(エ)はいずれも脂環式化合物である。  
 B. 化合物(ア)～(エ)はいずれも不斉炭素原子を含まない。  
 C. 化合物(ア)に塩化水素を付加させると、化合物(エ)が得られる。  
 D. 化合物(イ)は有毒であり、発がん性が指摘されている。  
 E. 化合物(ウ)の2個の水素原子を塩素原子で置換した化合物には、4種類の構造異性体が考えられる。

問4  $x$ と $x'$ 、 $y$ と $y'$ の大小関係を正しく表したもののはどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A.  $x > x' \quad y > y'$       B.  $x > x' \quad y = y'$       C.  $x > x' \quad y < y'$   
 D.  $x = x' \quad y > y'$       E.  $x = x' \quad y = y'$       F.  $x = x' \quad y < y'$   
 G.  $x < x' \quad y > y'$       H.  $x < x' \quad y = y'$       I.  $x < x' \quad y < y'$

問5 化合物(ア)と化合物(イ)の混合物3.16 gに臭素水を加えたところ、0.0100 molの臭素が付加して、反応が終了した。混合物中の化合物(ア)のモル分率はいくらだったか。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 0.20      B. 0.21      C. 0.22      D. 0.23      E. 0.24      F. 0.25  
 G. 0.26      H. 0.27      I. 0.28      J. 0.29      K. 0.30