

# 一般入試後期D日程

## 化学

必要であれば、原子量および気体定数  $R$  として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, N : 14, O : 16, Mg : 24, S : 32, Cl : 35

$R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

### I (配点 50)

化学反応と熱に関する次の文章を読み、(1) ~ (10) の問いに答えよ。ただし、(7) ~ (9) の解答は、有効数字 2 桁で示せ。

表 1 物質の燃焼熱の値 (25 °C,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ )

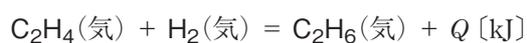
物質	燃焼熱 [kJ/mol]
C(黒鉛)	394
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (気)	1560
H <sub>2</sub> (気)	286

化学反応式の矢印を等号に変え、反応熱を右辺に書き加えた式を熱化学方程式という。一般に化学反応において、「反応の最初と最後の状態が定まれば、全体の反応熱(出入りする熱量の総和)は反応の経路によらず、一定である。」という **ア** の法則が成り立つ。物質 1 mol が完全燃焼するときの反応熱を「燃焼熱」といい、その例を表 1 に示す。化合物 1 mol がその成分元素の単体から生成するときの反応熱を「生成熱」といい、成分元素の単体に同素体が存在する場合は、25 °C で最も安定な同素体を用いる。なお、反応で生じた水はすべて液体であるものとし、すべての物質の化学式の後は、その物質の状態が液体の場合は(液)、気体の場合は(気)、黒鉛の場合は(黒鉛)と記す。

共有結合の切断や形成には、熱の出入りが伴う。例えば、水素分子 H<sub>2</sub>(気) 1 mol 中の共有結合をすべて切断し、水素原子 H(気) 2 mol にするには、436 kJ のエネルギーが必要である。反応物と生成物が気体の場合、反応熱は、生成物の結合エネルギーの総和から反応物の結合エネルギーの総和を引いた値になる。

- (1) **ア** にあてはまる名称を記せ。
- (2) エタンが完全燃焼する反応の熱化学方程式を記せ。
- (3) 二酸化炭素の生成熱は何 kJ/mol か。
- (4) 水の生成熱は何 kJ/mol か。
- (5) エタンの生成熱は何 kJ/mol か。
- (6) 2.4 g の C(ダイヤモンド) を完全燃焼させたところ、79 kJ の熱量が発生した。黒鉛からダイヤモンドをつくるときの反応を熱化学方程式で記せ。

- (7) 25℃,  $1.0 \times 10^5$  Pa で 83 L のエタンを完全燃焼させるとき, 発生する熱量は何 kJ か。
- (8) エタンを燃焼させたときに生じる反応熱を用いて 25℃ の水 10.0 kg を 77℃ にするには, エタンを何 mol 燃焼させればよいか。ただし, 発生する熱はすべて水の温度上昇に用いられ, 水の比熱は  $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$  とする。
- (9) 黒鉛 3.00 g を完全燃焼させたときの熱量と同じ熱量をエタンの完全燃焼により得たい。必要なエタンは何 g か。
- (10) エチレンと水素が反応してエタンが生じる熱化学方程式の  $Q$  [kJ] の値を求めよ。なお, C—C, C=C, C—H, H—H の結合エネルギーはそれぞれ 330, 589, 416, 436 kJ/mol とする。



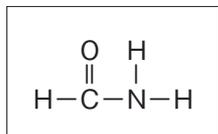
II

(配点 50)

酸に関する (1) ~ (6) の問いに答えよ。

- (1) シュウ酸 ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) の構造式を、例 1 にならって記せ。

例 1



- (2) 酢酸は、水溶液中でその一部が電離する。
- 1) 酢酸の電離をイオン反応式で記せ。
  - 2) 1) で生成する水素イオンは、実際には水と配位結合した形で存在する。このイオンの名称を記せ。
- (3) 3) 硫酸 および 4) リン酸 の酸の価数をそれぞれ記せ。
- (4) 次の水溶液の pH を整数値で記せ。
- 5) 0.10 mol/L の塩酸
  - 6) 0.050 mol/L の酢酸水溶液 (電離度を 0.020 とする)
  - 7) pH 2 の塩酸を水で 100 倍に希釈した水溶液
- (5) 塩酸 10.0 mL を完全に中和するために、 $5.0 \times 10^{-3}$  mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 18.0 mL 必要であった。解答は、有効数字 2 桁で記せ。
- 8) 塩酸の濃度は何 mol/L か。
  - 9) 塩酸と同じ濃度の硫酸 15.0 mL を完全に中和するために、 $5.0 \times 10^{-3}$  mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は何 mL 必要か。
- (6) 約 0.1 mol/L の塩酸に 0.48 g のマグネシウムリボンの小片を入れると、気体が発生して完全に溶解した。
- 10) 塩酸とマグネシウムの反応を化学反応式で記せ。
  - 11) 発生した気体は 27 °C、 $1.0 \times 10^5$  Pa で何 L か。解答は、有効数字 2 桁で記せ。

Ⅲ (配点 50)

次の文章を読み、(1)～(7)の問いに答えよ。なお、構造式は例1にならって記せ。

タンパク質は生命活動を支える重要なはたらきをしている。タンパク質を構成する主要な成分である $\alpha$ -アミノ酸は、アミノ基とカルボキシ基が同一の炭素原子に結合した構造をもち、一般式 $R-CH(NH_2)-COOH$ で表される。アミノ酸の側鎖Rがメチル基であるアラニンは

炭素原子をもつので、鏡像異性体が存在する。アミノ酸の結晶に純水を加えると、そのほとんどが分子内に正・負の両電荷をもつ  イオンとなって溶ける。溶けたアミノ酸には電離平衡があり、水溶液のpHにより各イオンの割合が変化する。

i) アミノ酸の水溶液に直流の電圧をかけて電気泳動させると、アミノ酸は電荷によって陽極側、または陰極側に移動する。 pHが小さい水溶液中ではアミノ酸は  イオンになっているので  極側へ、pHが大きい水溶液中ではアミノ酸は  イオンになっているので  極側へ移動する。

アミノ酸は酸と塩基の両方の性質を示す。アミノ酸にアルコールを反応させると酸としての性質を失う。一方、アミノ酸に無水酢酸を反応させると塩基としての性質を失う。

- (1)  および  に適当な語句を記せ。
- (2)  ～  にあてはまる語句の組み合わせとして、正しいものを解答群1から選び、番号を記せ。

解答群1

①	A 陽	B 陽	C 陰	D 陰
②	A 陰	B 陽	C 陽	D 陰
③	A 陽	B 陰	C 陰	D 陽
④	A 陰	B 陰	C 陽	D 陽

(3) 下線部 i) について、

- 1) 陽極側に移動するときのアラニンのイオンの構造式を記せ。
- 2) 等電点において最も多く存在するアラニンのイオンの構造式を記せ。

- (4) アラニンとメタノールの反応について、
- 3) エステル化された生成物の構造式を記せ。
  - 4) アラニン 17.8 g にメタノールを完全に反応させると、理論上何 g のエステル化された生成物が得られるか。有効数字 3 桁で記せ。
- (5) アラニンと無水酢酸を反応させると、アセチル化された化合物が生成する。その構造式を記せ。
- (6) 図 1 は、L 型のグルタミン酸の立体構造を示している。その鏡像異性体である D 型の立体構造として、正しいものを解答群 2 から選び、番号を記せ。

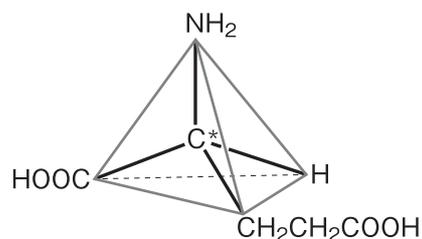
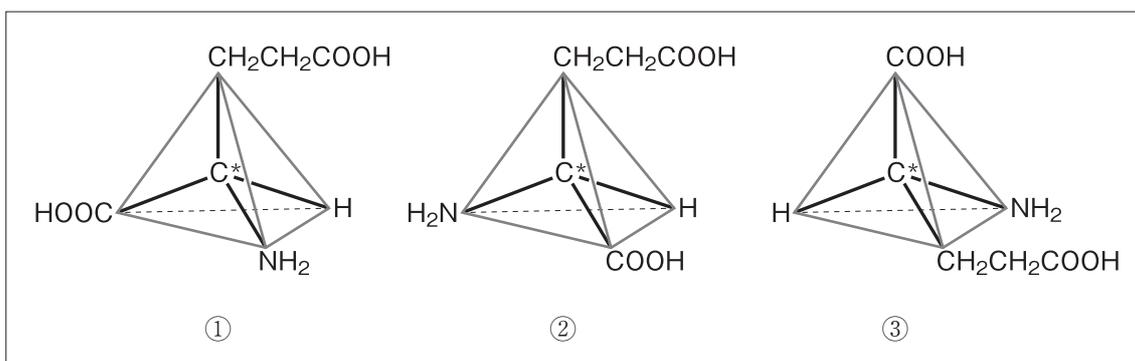


図 1

解答群 2



- (7) 3 分子のアミノ酸の縮合で生じたペプチドをトリペプチドという。グリシン 1 分子と L 型のアラニン 2 分子からなる鎖状のトリペプチドには、何種類の構造異性体が存在するか。

例 1

