

化 学

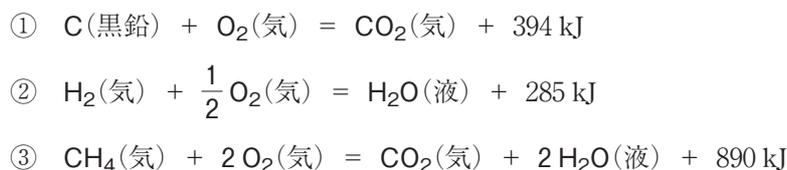
必要であれば、原子量として次の値を使え。

H : 1.0, C : 12, O : 16, Na : 23, Ca : 40, Br : 80

I (配点 50)

次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。数値での解答は有効数字2桁で示せ。

熱化学方程式は、化学反応式の矢印を等号に替え、さらに、反応熱を右辺に加えることによって表す。i) メタンは黒鉛と水素が反応することで生成し、メタンの生成熱は、下記に示す式①～③の熱化学方程式から、ヘスの法則を利用して求めることができる。燃焼反応で生成した水は、すべて液体とする。



- (1)  $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ から $\text{H}_2(\text{気})$ と $\text{O}_2(\text{気})$ が発生する反応は、発熱反応か、それとも吸熱反応か。
- (2) 下線部 i) の反応に関して、
  - 1) 化学反応式を記せ。
  - 2) メタンの生成熱は何 kJ/mol か。
- (3) 異なる質量の黒鉛およびメタンを別々に完全燃焼して同じ熱量を得た場合、黒鉛から発生する二酸化炭素の物質量は、メタンから発生する二酸化炭素の物質量の何倍か。
- (4) 同じ物質量のメタンとプロパンを含む混合気体を完全燃焼すると、3.5 mol の酸素を消費し、1555 kJ の発熱があった。
  - 3) プロパンの完全燃焼を化学反応式で記せ。
  - 4) プロパンの燃焼に使われた酸素は何 mol か。
  - 5) プロパンの燃焼熱は何 kJ/mol か。
- (5) メタン 1.6 g の完全燃焼によって発生する熱を利用して、 $0^\circ\text{C}$ の氷 180 g を加熱した。水の融解熱を 6.0 kJ/mol、水の比熱を  $75 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。
  - 6)  $0^\circ\text{C}$ の氷 180 g がすべて融解するのに必要な熱量は何 kJ か。
  - 7) 水の温度上昇に利用できる熱量は何 kJ か。
  - 8) 6) および 7) をもとにすると水の温度は、理論上何 $^\circ\text{C}$ になるか。

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

**II**

(配点 50)

ハロゲンに関する (1) ~ (7) の問いに答えよ。数値での解答は、有効数字 2 桁で示せ。

- (1) ハロゲン元素の原子に含まれる価電子の数を記せ。
- (2) 塩素のオキソ酸には、 $\text{HClO}$ 、 $\text{HClO}_2$ 、 $\text{HClO}_3$ 、 $\text{HClO}_4$  の 4 種類が存在する。これらのオキソ酸について、次の問いに答えよ。
  - 1) 塩素と水との反応により生じ、漂白・殺菌作用を示すオキソ酸の名称を記せ。
  - 2) 1) のオキソ酸は、塩酸と反応して分解する。分解により生じる気体の化学式を記せ。
  - 3) 最も酸性が強いオキソ酸の名称を記せ。
  - 4) Cl の酸化数が +5 となるオキソ酸の化学式を記せ。
- (3) 塩素には  $^{35}\text{Cl}$  (相対質量 35) と  $^{37}\text{Cl}$  (相対質量 37) の 2 種類の同位体が存在する。塩素の原子量が 35.5 のとき、 $^{37}\text{Cl}$  の存在比は何%か。
- (4) 臭素 10 mL に含まれる臭素分子の物質量は何 mol か。ただし、臭素の密度を  $3.1 \text{ g/cm}^3$  とする。
- (5) フッ化水素は他のハロゲン化水素と比べて沸点が高い。この理由を記せ。
- (6) ヨウ素は日本国内で自給できる数少ない資源であり、高濃度のヨウ化物イオン ( $\text{I}^-$ ) を含む水溶液として産出する。この水溶液に塩素分子を吹き込むと、単体のヨウ素が得られる。この反応をイオン反応式で記せ。
- (7) 塩化物イオンとフッ化物イオンを含む混合水溶液から、一方のイオンのみを沈殿させて分離したい。この方法を説明せよ。

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

Ⅲ (配点 50)

次の文章を読み (1) ~ (7) の問いに答えよ。

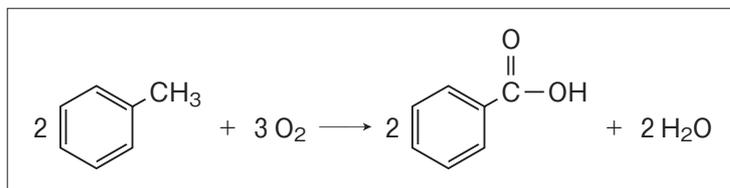
医薬品は、人や動物の病気の診断、治療に使われる物質であり、その多くが有機化合物である。ヤナギから単離されたサリチル酸は、カルボキシ基とヒドロキシ基を含む芳香族化合物であり、解熱・鎮痛作用がある。しかし、サリチル酸をそのまま服用すると胃に炎症を起こしやすい。その炎症を和らげるために、アセチルサリチル酸（アスピリン）が開発され、解熱・鎮痛剤として、世界中で使用されている。アスピリンをはじめとする多くの医薬品は生体内の酵素に作用する。

酵素は、タンパク質を主体とした高分子化合物であり、i) 生体内のそれぞれ決まった基質に作用し、その基質の化学反応を促進する役割をもつ。例えば、だ液中に存在する酵素の ア はデンプンの加水分解を促進するが、タンパク質や油脂の加水分解は促進しない。

多くの酵素は、35 ~ 40℃で最もよく働き、これより高温になると、その活性を失う。これは酵素を構成する ii) タンパク質が熱により変性し、 iii) タンパク質の立体構造が大きく変化して、基質を受け入れることができなくなるためである。また、酵素がよく働く最適な pH があり、例えば、すい液に含まれるトリプシンの最適 pH は約 8、そして胃液に含まれるペプシンの最適 pH は約 イ である。

- (1) サリチル酸を水酸化ナトリウム水溶液に溶かした。このとき起こる反応を例 1 にならって化学反応式で記せ。

例 1



- (2) アスピリンは、**図 1** に示す経路で合成される。

- 1) 化合物 **A** および **C** の名称をそれぞれ記せ。
- 2) アスピリンの構造式を記せ。



図 1

- 3) 少量の濃硫酸（触媒）の存在下、化合物 **B** にメタノールを作用させるとエステル化が起こる。この反応で生成する化合物の構造式を記せ。
- (3) 下線部 i) のような酵素の性質を何というか。

- (4) **ア** にあてはまる酵素の名称を**解答群 1**から選び、番号で答えよ。

**解答群 1**

- ① セルラーゼ    ② リパーゼ    ③ アミラーゼ  
④ カタラーゼ    ⑤ プロテアーゼ

- (5) 下線部 ii) の現象に当てはまる事例を**解答群 2**から1つ選び、番号で答えよ。

**解答群 2**

- ① 炊きたてのご飯を1日中保温しておいたら、硬くなった。  
② バターをのせた食パンを電子レンジで少し温め、バターを柔らかくした。  
③ 高温の温泉に卵を浸しておいたら、半熟の温泉卵ができた。  
④ 米を80℃の温水につけておくと、のり状になった。

- (6) 下線部 iii) について、タンパク質のポリペプチド鎖が複数のシステインを含む場合、システインの-SH基が別の-SH基と立体的に近い位置にあると、硫黄原子どうしが共有結合を形成して立体構造が安定化することがある。この共有結合を何というか。

- (7) **イ** にあてはまる数値として、適切なものを**解答群 3**から選び、番号で答えよ。

**解答群 3**

- ① 2    ② 4    ③ 6    ④ 8    ⑤ 10