

令和4年度入学者選抜学力検査問題  
〈前期日程〉

**理 科**

(医学部 医学科)

科 目	頁 数
物 理 基 礎 ・ 物 理	2 頁 ～ 7 頁
化 学 基 礎 ・ 化 学	8 頁 ～ 17 頁
生 物 基 礎 ・ 生 物	18 頁 ～ 27 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理, 化学, 生物の問題がのっている。そこから2科目を選択し, 解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を解答用紙に記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。  
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。



## 化学基礎・化学

必要があれば、次の原子量を用いて計算しなさい。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, K = 39.0, I = 127.0

**I** 反応熱に関する以下の文章を読み、問1～5に答えなさい。

物質は、化学エネルギーとよばれる固有のエネルギーをもっている。この化学エネルギーは、おもに原子などの構成粒子間の **(ア)** によって蓄えられたものであり、**(ア)** の変化に伴って変化する。化学反応では、反応物と生成物のそれぞれがもつエネルギーの差が、熱などの出入りとして現れる。この熱エネルギーの量を反応熱とよび、例えば、表I-1のようになる。反応物のもつエネルギーの総和が、生成物のもつエネルギーの総和よりも大きい場合は **(イ)** 反応となり、小さい場合は **(ウ)** 反応となる。実験により直接に測定することが <sup>(a)</sup> 難しい反応熱でも、ヘスの法則を利用することで計算により求めることができる。ヘスの法則では、物質が変化するときの反応熱の総和は、変化の前後の物質の種類と **(エ)** により決まり、変化の **(オ)** や方法には関係しない。

また、化学反応の際に、物質が熱エネルギーを放出するかわりに **(カ)** を発する現象を **(キ)** という。例えば、**(ク)** は、塩基性の水溶液中で過酸化水素と **(ケ)** を含む触媒を加えて酸化すると **(カ)** を発する。**(コ)** 中のヘモグロビンが **(ケ)** を含むため **(ク)** 反応の触媒として働き、科学捜査において **(コ)** の検出に用いられる。

表I-1 化学反応と反応熱

化学反応(状態)		反応熱[kJ/mol] 常温常圧(25℃, 1.013 × 10 <sup>5</sup> Pa)
反応1	炭素(黒鉛)の燃焼反応	394
反応2	水(液)の生成反応	286
反応3	水(気)の生成反応	242
反応4	メタン(気)の燃焼反応	891 <sup>(注1)</sup>

注1：反応により生じる水が液体の場合の値。

問1 文章中の空欄 **(ア)** ～ **(コ)** に適当な語句を入れなさい。

問2 下線(a)に関連して、次の(あ)~(え)の中で、実験により直接に測定することが難しい反応熱を一つ選びなさい。また、その理由を説明しなさい。

- (あ) プロパンの燃焼熱
- (い) 一酸化炭素の生成熱
- (う) 水酸化ナトリウムの溶解熱
- (え) 塩酸と水酸化ナトリウムの中和熱

問3 表I-1の反応2, 3の反応熱を用いて、常温常圧での水の蒸発の熱化学方程式を示しなさい。また、答えを導く計算過程も記しなさい。

問4 表I-1の反応1, 2, 4の反応熱を用いて、常温常圧でのメタン(気体)の生成熱を求めなさい。また、答えを導く計算過程も記しなさい。

問5 メタン1 molとエタン m molの混合気体Aと、メタン1 molとエチレン n molの混合気体Bがある。表I-2に示したように、混合気体A, Bを完全燃焼したときの反応熱は、それぞれ5574 kJ, 2302 kJであった。また、エチレンと水素が反応してエタンが生じる反応熱は、136 kJであった。m = 3 × nのとき、nの値、エタンの燃焼熱 [kJ/mol]、エチレンの燃焼熱 [kJ/mol]をそれぞれ整数値で求めなさい。また、必要があれば、表I-1の反応熱、問3, 4で求めた反応熱を用いなさい。答えを導く計算過程も記しなさい。

表I-2 熱化学方程式(常温常圧: 25°C, 1.013 × 10<sup>5</sup> Pa)

混合気体A	$\text{CH}_4(\text{気}) + m\text{C}_2\text{H}_6(\text{気}) + \left(\frac{7}{2}m + 2\right)\text{O}_2(\text{気})$ $= (2m + 1)\text{CO}_2(\text{気}) + (3m + 2)\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 5574 \text{ kJ}$
混合気体B	$\text{CH}_4(\text{気}) + n\text{C}_2\text{H}_4(\text{気}) + (3n + 2)\text{O}_2(\text{気})$ $= (2n + 1)\text{CO}_2(\text{気}) + (2n + 2)\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 2302 \text{ kJ}$
エチレンへの水素付加	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{気}) + \text{H}_2(\text{気}) = \text{C}_2\text{H}_6(\text{気}) + 136 \text{ kJ}$

**II**

物質(a)~(n)について以下の特徴(1)~(11)を読み、問に答えなさい。

特徴(1) (a)~(n)は、常温常圧(25℃,  $1.013 \times 10^5$  Pa)において、いずれも気体である。

特徴(2) (a), (d), (g), (h), (i)は、水に溶けにくい。

特徴(3) (c), (e), (j)は、特有の色をもつ。

特徴(4) (b), (c), (j), (l), (m), (n)は、刺激臭がある。(e)は、特異臭がある。(f)は、腐卵臭がある。

特徴(5) (d), (f), (g), (h)は、還元性がある。(e), (i), (j)は、酸化性がある。(n)は、酸化性と還元性の両方の性質がある。

特徴(6) 水に溶解すると、(c), (f), (j), (k), (l), (m), (n)は、酸性を示す。(b)は、塩基性を示す。

特徴(7) (d)は、酸素と混合して点火すると爆発的に燃える。

特徴(8) (m)は、(d)と(j)を用いて合成できる。

特徴(9) (h)は、空気に触れると(c)になる。

特徴(10) (g)は、(i)よりもヘモグロビンに結合しやすい。

特徴(11) (e), (j)は、湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を青色に変化させる。

問 (a)~(n)は、下の枠内のいずれかの物質である。(a)~(n)にあてはまるものを一つずつ選び、それぞれ分子式で答えなさい。

水素, 酸素, 窒素, オゾン, 塩素, アンモニア, フッ化水素, 塩化水素,  
硫化水素, 一酸化炭素, 二酸化炭素, 一酸化窒素, 二酸化窒素, 二酸化硫黄

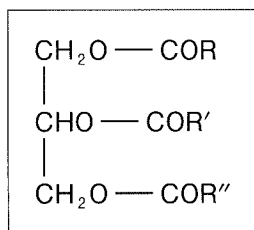
(この頁は空白)

Ⅲ 油脂に関する以下の文章を読み、問1～6に答えなさい。

油脂は、図Ⅲに示したように高級脂肪酸とグリセリンの (ア) 化合物で、常温で液体の油脂を (イ) とよび、常温で固体の油脂を (ウ) とよぶ。(イ) は、(エ) 脂肪酸を多く含み、(ウ) は、(オ) 脂肪酸を多く含む。(イ) に、(カ) を触媒として高温で水素を付加すると、常温で (キ) の油脂へと変化する。この油脂を (ク) とよび、セッケンやマーガリンの原料となる。油脂を水酸化カリウム水溶液でけん化すると、脂肪酸の (ケ) とグリセリンが得られる。脂肪酸の (ケ) をセッケンという。セッケン水と油を振り混ぜると、(コ) 液となる。これを (サ) 作用という。

さて、いずれも純粋な化合物からなる油脂 A, B, C がある。A, B は、それぞれ2種類の構成脂肪酸をもち、C は、1種類の構成脂肪酸をもつことがわかっている。A, B, C を物質量の比 6 : 3 : 1 で混ぜた油脂 X がある。X のけん化価は、190 であった。X を完全に加水分解すると、表Ⅲに示した3種類の脂肪酸とグリセリンが得られた。

図Ⅲ 油脂の構造



R, R', R'' は鎖式炭化水素基

表Ⅲ 脂肪酸(RCOOH)

脂肪酸	分子式
ステアリン酸	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$
オレイン酸	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$
リノレン酸	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$

問1 文章中の空欄 (ア) ～ (サ) に適当な語句を入れなさい。

問2 油脂 X のけん化価 190 から、X の平均分子量  $M_x$  を整数値で求めなさい。X の平均分子量とは、X に含まれるすべての油脂の分子量の平均値である。けん化価は、油脂 1g をけん化するために必要な水酸化カリウム KOH の質量 [mg] の数値である。また、答えを導く計算過程も記しなさい。

問3 油脂 X におけるステアリン酸, オレイン酸, リノレン酸の割合を  $n_s, n_o, n_l$  として, 次の手順で, X の平均分子量  $M_x$  を  $n_s, n_o, n_l$  を用いて表す。以下の空欄 (1) ~ (7) にあてはまる数値を求めなさい。ただし,  $n_s + n_o + n_l = 1$  である。

まず,  $M_x$  における炭素原子, 酸素原子に由来する分子量をそれぞれ  $M_{x\text{-炭素}}, M_{x\text{-酸素}}$  として求めると,

$$M_{x\text{-炭素}} = \boxed{(1)}$$

$$M_{x\text{-酸素}} = \boxed{(2)}$$

となる。

次に,  $M_x$  における水素原子に由来する分子量を  $M_{x\text{-水素}}$  として  $n_s, n_o, n_l$  を用いると,

$$M_{x\text{-水素}} = \boxed{(3)} + \boxed{(4)} \times n_s + \boxed{(5)} \times n_o + \boxed{(6)} \times n_l$$

と表せる。

X の平均分子量  $M_x$  は,  $M_x = M_{x\text{-炭素}} + M_{x\text{-酸素}} + M_{x\text{-水素}}$  だから,

$$M_x = \boxed{(1)} + \boxed{(2)} + \boxed{(3)} + \boxed{(4)} \times n_s + \boxed{(5)} \times n_o + \boxed{(6)} \times n_l$$

となる。

ここで,

$$\boxed{(1)} + \boxed{(2)} + \boxed{(3)} = \boxed{(7)}$$

より,

$$M_x = \boxed{(7)} + \boxed{(4)} \times n_s + \boxed{(5)} \times n_o + \boxed{(6)} \times n_l \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

と表せる。

問4 油脂 X に含まれるステアリン酸とオレイン酸の物質量の比が等しいことがわかった。このとき, 問3 で求めた式(1)を利用して X に含まれるステアリン酸, オレイン酸, リノレン酸の物質量の比を求めなさい。また, 答えを導く計算過程も記しなさい。

問5 油脂 X のヨウ素価を小数第一位まで求めなさい。ヨウ素価は, 油脂 100 g に付加するヨウ素の質量 [g] の数値で, 1 分子のヨウ素  $I_2$  は, 油脂中の炭素原子間の二重結合 1 個に付加する。また, 答えを導く計算過程も記しなさい。



問6 異性体を区別しないものとする、油脂 A, B, C には、4通りの組み合わせが考えられる。それらの組み合わせ1~4を、A, B, Cの構成脂肪酸の違いがわかるように、以下の表記例にならって示しなさい。また、ステアリン酸、オレイン酸、リノレン酸は、S, O, Lとそれぞれ表しなさい。

表記例

	油脂 A	油脂 B	油脂 C
組み合わせ <sup>(注1)</sup>	OOL <sup>(注2)</sup>	SLL <sup>(注2)</sup>	SSS

注1：1分子の油脂Aの構成脂肪酸は、2つのオレイン酸と1つのリノレン酸、1分子の油脂Bの構成脂肪酸は、1つのステアリン酸と2つのリノレン酸、1分子の油脂Cの構成脂肪酸は、3つのステアリン酸から構成されていることを表している。

注2：例えば、OOLとOLO、SLLとLSLは、それぞれ同じ油脂として、区別しないものとする。

(この頁は空白)

(この頁は計算用)

(この頁は計算用)