

令和5年度前期日程入学試験問題

化 学 A

教 育 学 部

理 学 部

工 学 部

農 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は、9ページ(表紙, 白紙を除く)です。試験開始後、確認しなさい。
- ③ 問題は、**1**から**4**まで4問あります。すべて解答しなさい。
- ④ 解答用紙は3枚あります。解答用紙ごとに指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑤ 解答は、問題ごとに解答用紙の指定の欄に記入しなさい。解答用紙(その1), (その2)は、裏面にも解答欄があります。

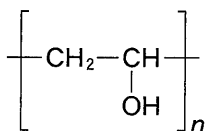
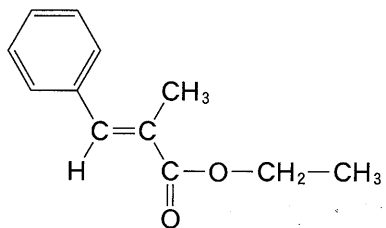
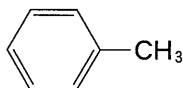
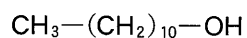
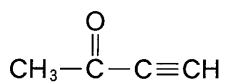
- ・問題を解くにあたって必要があれば，次の数値を用いよ。

原子量： H 1.0      C 12.0      N 14.0      O 16.0      I 126.9

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

- ・有機化合物の構造式は，次の例にならって書け。二重結合や三重結合がある場合には，明確に示すこと。

例



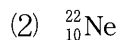
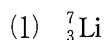
1 次の[I]と[II]を読み、以下の問いに答えよ。

[I] 原子の中心には陽子と中性子から構成される原子核が存在している。原子核を取り巻く電子は、いくつかの層に分かれて存在しており、この層を電子殻という。原子の最も外側の電子殻に入っている電子(最外殻電子)は、原子がイオンになったり、原子同士が結びついたりするときに重要な働きを示す。この働きを示す電子を価電子という。価電子のうち、対になっていない電子を不対電子とよぶ。

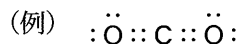
HBr 分子は H 原子と Br 原子が互いに不対電子を 1 つずつ出し合って共有結合をつくっている。このとき、HBr 分子中では H 原子は He 原子と、Br 原子は Kr 原子と同じ安定な希ガス(貴ガス)の電子配置となっている。また、H 原子と Br 原子の間の結合においては、共有電子対が均等に共有されているのではなく、電気陰性度の大きい Br 原子の方へ引き寄せられている。この状態を結合に極性があるといい、二原子分子である HBr 分子は分子全体でも極性を示す。多原子分子では、分子の形が分子の極性に大きく関与する。<sup>①</sup>一般的に、極性分子や極性の大きな官能基をもつ分子は極性溶媒に<sup>②</sup>溶けやすい傾向がある。

問 1 原子核の中の陽子の数と中性子の数の和を何とよぶか。

問 2 次の原子(1)、(2)の中性子数と価電子数をそれぞれ答えよ。ただし、中性子数を解答欄(a)に、価電子数を解答欄(b)に書け。



問 3 次の化合物(1), (2)において, 各原子がそれぞれ希ガス(貴ガス)原子と同じ電子配置をとるときの電子式を以下の例にならって, それぞれ書け。



(1) HBr

(2) HCN

問 4 下線部①について, 以下の問いに答えよ。

分子式  $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2$  で表される有機化合物には 3 つの異性体が存在する。これらの構造から判断して, 分子の極性が最も小さい異性体の構造式を書け。

問 5 下線部②について, 以下の問いに答えよ。

強酸である HBr は極性溶媒である水によく溶ける。この理由を説明せよ。

[II] 周期表において, 同じ周期に属する元素では, 希ガス(貴ガス)を除いて, 原子番号が増加すると陰性が強くなる。同族元素では, 原子番号が増加すると陽性が強くなる。周期表の 1 族に属する金属元素には, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr があり, 17 族に属する元素は, 塩をつくるという意味からハロゲンとよばれる。塩素  $\text{Cl}_2$  は酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え, 加熱して発生させる。塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると, 揮発性の化合物 X<sup>③</sup>が発生する。化合物 X の水溶液は,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  をそれぞれ含む水溶液と反応し,<sup>④</sup> $\text{Ag}^+$  では化合物 Y が,  $\text{Pb}^{2+}$  では化合物 Z が生成する。

問 6 周期表において, 第 2 周期に属する元素中で最も陰性の強い元素を元素記号で答えよ。

問 7 塩素を水酸化カルシウムに通じると、さらし粉ができる。この反応を化学反応式で示せ。

問 8 塩素のオキシ酸のうち、塩素の酸化数が +1 であるオキシ酸を化学式で示せ。

問 9 下線部③の反応で発生する化合物 X の名称を答えよ。

問10 下線部④について、化合物 Y, Z の化学式をそれぞれ示せ。

問11 化合物 Y はアンモニア水に溶ける。この反応をイオン反応式で示せ。

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。ただし、結合エネルギーの値と水の蒸発熱の値は以下の値を用いることにする。

結合エネルギー (25 °C) :

H-H 436 kJ/mol, O=O 498 kJ/mol, H-O 463 kJ/mol

水の蒸発熱 (25 °C) : 44 kJ/mol

水  $\text{H}_2\text{O}$  とメタン  $\text{CH}_4$  が生成するときの反応熱を求める。2 mol の水素  $\text{H}_2$  (気) と 1 mol の酸素  $\text{O}_2$  (気) から 2 mol の水  $\text{H}_2\text{O}$  (気) が生成するときの反応熱を  $Q_1$  [kJ] とすると、この反応の熱化学方程式は、次のように表される。

式①

水素  $\text{H}_2$  分子が分解してばらばらの原子になるときの熱化学方程式は、次のように表される。

式②

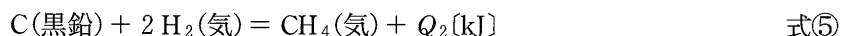
同様に酸素  $\text{O}_2$  分子および水  $\text{H}_2\text{O}$  分子が分解してばらばらの原子になるときの熱化学方程式は、それぞれ式③および式④に表される。

式③

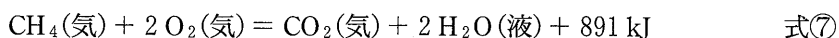
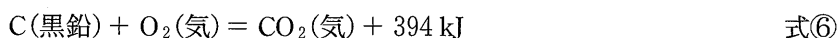
式④

分子の共有結合を切断してばらばらの原子にする反応は  反応になり、反応熱の符号は  である。式①～④の熱化学方程式から  $Q_1$  [kJ] を求めることができ、水  $\text{H}_2\text{O}$  (気) の生成反応は  反応になる。

一方、1 mol の炭素 C(黒鉛)と 2 mol の水素 H<sub>2</sub>(気)から 1 mol のメタン CH<sub>4</sub>(気)が生成するときの反応熱を Q<sub>2</sub>[kJ]とすると、この反応の熱化学方程式は次のように表される。



Q<sub>2</sub>[kJ]を求めるためには、炭素 C(黒鉛)の燃焼反応とメタン CH<sub>4</sub>(気)の燃焼反応の熱化学方程式(式⑥と⑦)を用いる。



問 1 式①にあてはまる熱化学方程式を書け。ただし、反応熱 Q<sub>1</sub>[kJ]をそのまま用いよ。

問 2 式②～④にあてはまる熱化学方程式をそれぞれ書け。与えられた結合エネルギーの値から求めた値を用いよ。

問 3  ,  ,  にあてはまる適切な語句を次の語群から選べ。

語群： 吸熱      発熱      正      負

問 4 Q<sub>1</sub>[kJ]の値を求めよ。

問 5 水 H<sub>2</sub>O(液)が水 H<sub>2</sub>O(気)に変化するときの熱化学方程式を書け。

問 6 式①、式⑥、式⑦および問 5 で求めた熱化学方程式を用いて Q<sub>2</sub>[kJ]の値を求めよ。

3 次の[I]と[II]を読み、以下の問いに答えよ。

[I] エタノールは、消毒薬、食料品、工業製品の原料などに使用される有機化合物である。

エタノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で穏やかに酸化すると化合物Aが生じる。化合物Aにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると化合物Bの黄色沈殿が生じる。化合物Aをさらに酸化すると化合物Cが生じる。

エタノールに化合物Cを加え、少量の濃硫酸を加えて加熱すると、化合物Dが生じる。

エタノールに濃硫酸を加え、約130℃に加熱すると、化合物Eが生じる。一方、エタノールに濃硫酸を加え、約170℃に加熱すると、化合物Fが生じる。化合物Fに塩素を加えたのち、加熱すると化合物Gが生じ、化合物Gを重合すると高分子化合物Hを生じる。

問1 化合物A～Hはすべて有機化合物である。A～Hにあてはまる最も適切な化合物名を解答欄A～Hにそれぞれ書け。

問2 化合物A～Hの構造式を解答欄A～Hにそれぞれ書け。

問3 エタノールには、アルコールの異性体は存在しない。しかし、分子式が $C_4H_{10}O$ で表される化合物の構造異性体にはアルコールが存在する。アルコールである構造異性体の数を書け。

[II] ある有機化合物Iの15.9 mgを完全燃焼させたところ、二酸化炭素が52.8 mg、水が13.5 mg生じた。また、化合物Iの6.00 gをベンゼン500.0 gに溶解したベンゼン溶液の凝固点は4.950℃であった。

問4 化合物Iの組成式を書け。

問5 化合物Iの分子量を、計算過程も含め有効数字3桁で答えよ。ただし、ベンゼンの凝固点は5.530℃、モル凝固点降下は5.12 K·kg/molとする。



4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生物の体は糖類、タンパク質、脂質、核酸、ビタミンなどの有機化合物から主に構成されている。<sup>①</sup>これらの中で、糖類、タンパク質、および核酸は、その構成単位となっている物質同士が連結して、鎖状の構造をとっている場合がある。たとえば、多糖類であるデンプンのアミロースでは、グルコース同士が  結合によって連結して直鎖状になっている。同様に、タンパク質では  が構成単位となって  結合によって連結し、核酸では  が構成単位となっている。

糖類、タンパク質とあわせて三大栄養素の1つにあげられる脂質は、一般に水に溶けにくい有機化合物である。その中で、植物や動物の体内に存在する油脂は、グリセリンと脂肪酸から構成されている。グリセリンは分子式  $C_3H_8O_3$  で表される三価の  であり、脂肪酸は炭化水素基の末端にカルボキシ基を1つもつものである。油脂は、グリセリンの3つの  基に脂肪酸が  化により結合した化合物である。<sup>②</sup>脂肪酸には、炭化水素基に二重結合 ( $C=C$  結合) をもたない飽和脂肪酸、および  $C=C$  結合をもつ不飽和脂肪酸があるが、一般的に飽和脂肪酸を多く含む油脂は常温で固体になるのに対し、不飽和脂肪酸を多く含む油脂は常温で液体になる。<sup>③</sup>このように、油脂中の  $C=C$  結合の数は油脂の性質に大きな影響を与える。油脂1分子中における  $C=C$  結合の数、つまり不飽和度を知る目安として、ヨウ素価がある。ヨウ素価とは、油脂 100 g に付加することができるヨウ素  $I_2$  の質量 [g] を表した値であり、<sup>④</sup>ヨウ素価が大きい油脂は不飽和度が高い。

問 1 文章中の  ~  にあてはまる最も適切な語句を書け。ただし、元素記号を用いないこと。

問 2 下線部①について(i)糖類, (ii)タンパク質, (iii)脂質を加水分解する酵素として適切なものを次の(ア)～(カ)からそれぞれ選択し, 記号で答えよ。ただし, 解答は1つとは限らない。

- (ア) カタラーゼ            (イ) リパーゼ            (ウ) トリプシン  
(エ) スクララーゼ        (オ) マルターゼ        (カ) ペプシン

問 3 下線部②について, 脂肪酸の示性式を  $R-COOH$  ( $R$  は炭化水素基を示す)として油脂の構造式を書け。カルボキシ基に由来する二重結合も明確に示すこと。

問 4 下線部③について, 一般的な植物性油脂は不飽和脂肪酸を多く含むため常温で液体状である。しかし, 液体状の植物性油脂を原料にしてつくられるマーガリンは固体状をしている。

- (1) マーガリンのように液体状から固体状にした油脂を何というか答えよ。
- (2) (1)の固体状にした油脂について, どのような化学的処理によってつくられるかを 30 字程度で答えよ。

問 5 下線部④に関する次の問いに答えよ。

- (1) ある植物性油脂のヨウ素価が 113 であった場合, この油脂 100.0 g に付加することができるヨウ素  $I_2$  の物質質量 (mol) を答えよ。
- (2) (1)の油脂の平均分子量が  $9.0 \times 10^2$  であった場合, 油脂 1 分子あたり平均何個の  $C=C$  結合が含まれているか答えよ。