

# 平成 24 年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

## 化 学

学類によって解答する問題が異なります。

指定された問題だけに解答しなさい。

学 域	学 類	解 答 す る 問 題
人間社会学域	学 校 教 育 学 類	I, II, III, IV (4問)
理 工 学 域	数 物 科 学 類 物 質 化 学 類 環 境 デ ザ イン 学 類 自 然 シ ス テ ム 学 類	I, II, III, IV, V, VI (6問)
医 薬 保 健 学 域	医 学 類 薬 学 類 ・ 創 薬 科 学 類 保 健 学 類	I, II, III, IV (4問)

(注 意)

- 1 問題紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 問題紙は本文 14 ページであり、答案用紙は、学校教育学類、医学類、薬学類・創薬科学類、保健学類は 4 枚、数物科学類、物質化学類、環境デザイン学類、自然システム学類は 6 枚である。
- 3 VI の選択問題は、①②のうち一方を選択し、解答欄に解答すること。  
(両方の選択問題に解答した場合は、いずれの解答も採点の対象外とする)
- 4 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入すること。
- 5 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

解答にあたり、必要であれば以下の数値を用いなさい。

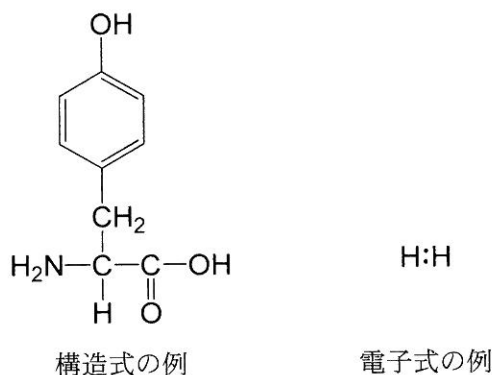
原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1,

Cl = 35.5, Cu = 63.5, Cs = 132.9

アボガドロ数： $6.02 \times 10^{23}$ , 気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 [\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$ ,

$\log 2 = 0.30$ ,  $\log 3 = 0.48$

構造式および電子式は、下図の例にならって記入しなさい。



**I** [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

元素分析では、純粋な試料の質量を正確に測定し、乾燥した  を通しながら加熱して燃焼させる。試料中の炭素は  になって  に吸収される。また、試料中の水素は  となって  に吸収される。試料が不完全燃焼して  が発生する可能性があるので、高温の  を酸化剤として、 へと完全燃焼させる。 と  をそれぞれ充填した吸収管の質量の増加量をもとに各元素の組成式を求める。

炭素、水素、酸素からなる分子量178のエステルXの元素分析を行なったところ、構成元素の質量百分率で炭素74.1%，水素7.9%，酸素18.0%であった。この化合物Xを、酸を用いて加水分解すると、脂肪族化合物Aと芳香族化合物Bが生成した。化合物Aを、二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液を用いて酸化す

ると、化合物 C が得られた。化合物 C は、クメン法を用いたフェノールの合成の際にできるケトンと同じであった。

問 1  ~  に入る適切な物質名を記入しなさい。

問 2 元素分析の際、燃焼で発生した気体を  と  に通すが、どちらを先に通すべきか。その理由とともに 40 字以内で説明しなさい。

問 3 化合物 X の分子式を記入しなさい。計算過程も示しなさい。

問 4 化合物 A の構造式を記入しなさい。

問 5 化合物 B として考えられる 4 種類の構造異性体を、すべて構造式で書きなさい。

問 6 化合物 B のベンゼン環上の 1 つの水素原子を臭素原子に置換してできる異性体が 2 種類であるとき、化合物 X の構造式を記入しなさい。

II [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1～問5に答えなさい。

陽イオンと陰イオンの間にはたらく  による結合をイオン結合という。また, 陽イオンと陰イオンが規則正しく交互に並び, イオン結合によって生じる固体を  という。塩化ナトリウムと塩化セシウムの  は, 常温において結晶構造が異なる。陽イオンに対する塩化物イオンの配位数は, 塩化ナトリウムでは (a), 塩化セシウムでは  である。  
(b)

分子を構成する原子は,  を互いに共有し合うことで安定な電子配置となって結合する。このような結合を共有結合という。例えば, 水分子では, 酸素原子の  個の  のうち2個が, それぞれ2つの水素原子との共有結合に使われる。このとき, 酸素原子は  原子と同じ電子配置となる。また, 多数の原子が共有結合で結びつけられている結晶を (c) という。不活性な希ガスは単原子分子として存在し,  数は0個となる。

金属結晶では,  が金属内を自由に動き回り, 金属全体に広がっている。金属は電気や熱をよく伝える性質があり, たたくと薄く広がる性質や引っ張ると長く伸びる性質を示す。  
(d) (e)

問1  ～  に入る適切な語句または数字を記入しなさい。

問2 下線部(a)について, 塩化ナトリウムと塩化セシウムの結晶構造が異なる要因として最も重要と考えられるものを(A)～(E)の中から1つ選び, 記号で答えなさい。また, 融点が高いと考えられるのは塩化ナトリウムと塩化セシウムのどちらの結晶か, 物質名で答えなさい。

- (A) 電気陰性度                      (B) 原子量                      (C) 電気伝導性  
(D) イオン半径                      (E) 電離度

問 3 下線部(b)について、配位構造が分かるように塩化セシウムの単位格子を図示しなさい。ただし、セシウムイオンを●、塩化物イオンを○で示しなさい。また、単位格子の一辺の長さを  $4.1 \times 10^{-8} \text{ cm}$  とすると、密度は何  $\text{g/cm}^3$  となるか有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

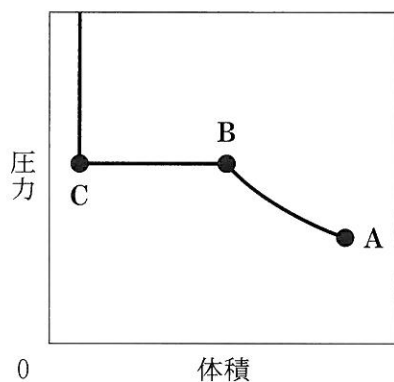
問 4 下線部(c)について、炭素の同素体であるダイヤモンドと黒鉛はともに ク であるが、ダイヤモンドがきわめて硬いのにに対して、黒鉛はやわらかい。黒鉛がやわらかい理由について、黒鉛の構造的な特徴に着目して 60 字以内で説明しなさい。

問 5 下線部(d), (e)の性質を示す語句を記入しなさい。また、金属が下線部(d), (e)の性質を示す理由について、60 字以内で説明しなさい。

Ⅲ [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問 1 ~ 問 5 に答えなさい。

窒素などの実在する気体は, 理想気体とは異なったふるまいをする。すなわち, 圧力や温度などの条件によって, 実在気体は理想気体の状態方程式から大きくずれる。そこで, 一定温度における 1 mol の実在気体について, 圧力と体積の関係を調べた。ある実在気体 1 mol を体積可変の容器に入れ, 一定温度に保ちながら圧縮したときの圧力と体積の関係を図に示す。



問 1 図中の A 点から B 点まで圧縮したときの圧力と体積の関係について, 40 字以内で説明しなさい。

問 2 図中の B 点から C 点に達するまで圧縮したときの状態変化について, 60 字以内で説明しなさい。

問 3 実在気体が理想気体とは異なったふるまいをする原因を 2 つ述べなさい。

問 4 実在気体が理想気体として扱えるのは、温度、体積、圧力がどのような場合か、30 字以内で答えなさい。

問 5 アンモニア、二酸化炭素、メタン、アセチレンについて以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

(1) これらの分子の電子式を記入しなさい。

(2) これらの分子の中で極性分子があれば、名称をすべて書きなさい。極性分子がなければ「なし」と答えなさい。

(3) これらの気体の中で、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  における  $1 \text{ mol}$  の気体の体積が、同じ条件における理想気体の体積に最も近くなるものはどれか、名称で答えなさい。また、その気体の体積を、有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  における気体の密度は、アンモニア  $0.771 \text{ g/L}$ 、二酸化炭素  $1.98 \text{ g/L}$ 、メタン  $0.717 \text{ g/L}$ 、アセチレン  $1.17 \text{ g/L}$  とする。

IV [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1～問5に答えなさい。

脂肪酸は, 脂肪族炭化水素基に  基が1個結合した構造をとっている。ヤシ油などの油脂からは炭素原子の数の多い高級脂肪酸が得られ, 脂肪酸の  数が多いものほど融点は高くなり,  数が同じ場合に  結合の数が多いものほど融点は低くなる。油脂を水酸化ナトリウム水溶液中で加熱すると, けん化が起こって  と脂肪酸のナトリウム塩が生じる。一定質量の油脂をけん化する場合, 油脂の分子量が小さいほど必要な水酸化ナトリウムの量は  なる。反応後, 塩化ナトリウム飽和水溶液に加えると,<sup>(a)</sup>  
塩析によりセッケンが分離する。

セッケンを水に溶かすと, その一部が加水分解されて, 水溶液は弱い  性を示す。また, カルシウムイオンなどを多く含む硬水中では,<sup>(b)</sup>  
洗浄力が低下する。

問1  ～  に入る適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部(a)について, 塩析によりセッケンが分離する理由を80字以内で説明しなさい。

問3 下線部(b)について, 硬水中でセッケンの洗浄力が低下する理由を80字以内で説明しなさい。

問4 炭酸水素塩を含む硬水は, 加熱して軟水とすることができる。炭酸水素カルシウム水溶液を加熱したときに起こる反応について, 化学反応式で記しなさい。



問 5 濃度 0.10 mol/L 脂肪酸水溶液の pH を有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、電離定数  $K_a = 1.5 \times 10^{-5}$  [mol/L] として、計算過程も示しなさい。

V [数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類]

次の文章を読み, 問1~問6に答えなさい。

周期表において17族の元素は, ハロゲン元素と総称される。ハロゲン元素はアルカリ金属などと反応して酸化数が  の陰イオンになりやすいが, 他の酸化数もとることができ, 最大で  の化合物も知られている。ハロゲン単体において原子の原子価は  であり, ハロゲン単体は  分子からなる。ハロゲン単体はいずれも酸化作用があり, 特に  は酸化力が強く, 水を酸化する。  や  は水に溶けて, オキシ酸を生じる。また,  を水酸化カルシウムに吸収させたものは, 殺菌剤として使われる。天然において,  は主にアルカリ金属およびアルカリ土類金属の塩として存在する。工業的に  は, 海水に pH 3.5 程度で  を通じてから, 空気を吹き込んで追い出す方法で得られる。  は水にあまり溶けないが,  のカリウム塩水溶液には  イオンになって溶ける。

問1  ~  に入る適切な語句または数字を記入しなさい。

問2  に入る適切な化学式を記入しなさい。

問3 下線部(a)の化学反応式を書きなさい。

問4  には酸化数が異なる4種類のオキシ酸が知られている。これらの中で酸としての性質が最も強いものと最も弱いものの名称と化学式を書きなさい。

問 5 アスタチンを除くハロゲンの化合物について述べた次の文章で、正しい場合は解答欄に○を、間違っている場合はその理由を解答欄に記入しなさい。

- (1) ハロゲン化水素は、すべて常温常圧で気体である。
- (2) ハロゲン化水素の水溶液は、すべて強酸である。
- (3) ハロゲン化水素の水溶液は、すべてガラスびんに保存できる。
- (4) ハロゲン化物イオンと銀イオンの塩は、すべて水に難溶性である。

問 6 下線部(b)において、海水に  を通じて  を得る反応をイオン反応式で書きなさい。

## VI [数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン類, 自然システム学類]

①②のうち一方を選択し, 解答欄に解答しなさい。(両方の問題に解答した場合は採点の対象外となります。)

① 次の文章を読み, 問1～問6に答えなさい。

衣料として用いられる繊維には, 天然繊維と化学繊維がある。天然繊維は, 木綿, 麻などの  繊維と, 羊毛, 絹のような  繊維の2つに分類される。化学繊維は, セルロースなどの天然繊維を一度溶媒に溶解させ, 紡糸した  繊維, 天然繊維を化学的に処理し, 置換基を結合させ, 繊維状にした  繊維, 石油などを原料にして得られる高分子化合物を繊維状にした  繊維などに分類される。

プラスチックを, 熱に対する性質により分類すると, 熱を加えると軟らかくなる  樹脂と, 熱を加えると硬くなる  樹脂に分かれる。 樹脂には, アクリロニトリルと1,3-ブタジエンとスチレンを原料とする  樹脂や, ポリエチレン, ポリスチレンなどが含まれる。 樹脂には, フェノールとホルムアルデヒドを縮合重合<sup>(a)</sup>させて作るフェノール樹脂や, アミノ樹脂などが含まれる。

ゴムを大きく2つに分類すると, ゴムノキの樹皮から流出するラテックスに酸を加えて凝固させた  ゴムと, 1,3-ブタジエンやイソプレンなどを付加重合<sup>(b)</sup>させて人工的に作った  ゴムに分かれる。スチレンと1,3-ブタジエンの共重合<sup>(c)</sup>により生じたSBRは  ゴムに分類され, 耐老化性, 耐熱性, 耐摩耗性に優れ, タイヤなどによく使われている。

問 1  ～  に入る適切な語句を記入しなさい。

問 2 ポリエチレンテレフタレートは、 繊維に分類される。テレフタル酸とエチレングリコールからポリエチレンテレフタレートを合成する化学反応式を示しなさい。

問 3 ナイロン、アセテート、レーヨンは、それぞれ  繊維～  繊維のどれに分類されるか、A～Eの記号で答えなさい。

問 4 下線部(a)～(c)のうち、単量体から重合体を形成する過程の中で、簡単な分子が除かれるものを1つ選び、記号で答えなさい。

問 5 スルホ基-SO<sub>3</sub>Hを有する陽イオン交換樹脂のカラムに、硫酸銅(II)・*n*水和物 0.1248 g を溶かした水溶液を通し、陽イオンをすべて吸着させた。樹脂を純水で十分に洗い、流出液をすべて集め、0.20 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、中和するのに 5.0 mL 必要であった。この硫酸銅(II)・*n*水和物に含まれる水分子の数 *n* を求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 6  ゴムに硫黄を加えて熱すると、弾性が大きくなり、化学的にも機械的にも強くなった。これは、 ゴムの構造にどのような変化が起こったためか、35字以内で説明しなさい。

② 次の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

核酸には **ア** と **イ** の2つが存在しており、それぞれ4種類のヌクレオチドで構成されている。**ア** は遺伝子の本体であり、この遺伝情報が一旦、**ウ** へと転写される。**ウ** は核の外へ出たのちに、**エ** に結合し、**ウ** の塩基配列に応じたアミノ酸が **オ** により運び込まれ、タンパク質が合成される。ある種のタンパク質は、生体を維持するための様々な化学反応の触媒としてはたらく。このようなタンパク質を **カ** という。**カ** には無機触媒とは異なるいくつかの特徴的な性質がある。**カ** がはたらく相手の分子を選ぶ **キ** や、どのような変換を行なうかという反応特異性などである。例えば胃液やすい液中に含まれる **ク** は脂肪を脂肪酸へと分解するが、過酸化水素を還元しない。過酸化水素を還元するのは肝臓や血液に含まれる **ケ** のはたらきである。また、<sup>(a)</sup>多くの **カ** は 35～40℃ 付近で最も触媒活性が高く、それ以上の温度になると活性が失われてしまう。この最も触媒活性が高いときの温度を **コ** という。

直鎖状のトリペプチド X に対して下記の実験 1～6 を行なった。

実験 1 トリペプチド X を加水分解すると、アミノ酸 A, B, C が生成した。

実験 2 中性の水溶液中で A, B, C に対して電気泳動による分離を行なうと、  
A のみが陰極に移動した。

実験 3 トリペプチド X に対して部分的にペプチド結合の加水分解を行なうと、ジペプチド D, E が得られた。

実験 4 A, B, C, D, E それぞれに対して水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると、C, D に黒色沈殿が生じた。

実験 5 A, B, C, D, E それぞれに対して濃硝酸を加えて加熱すると B と E が黄色くなり、冷却後、アンモニアを加えると橙色になった。<sup>(b)</sup>

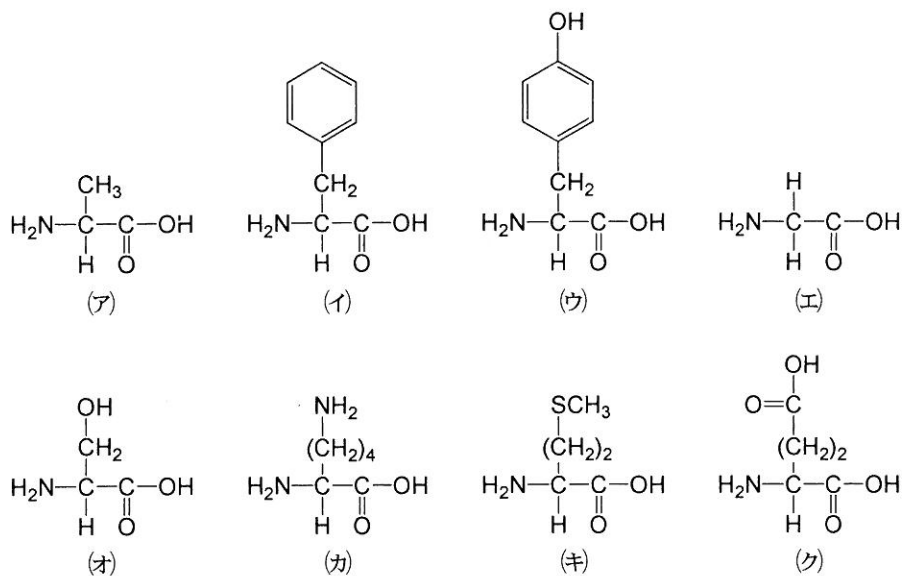
実験 6 A, B, C, D, E それぞれに対して塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても、いずれも変化はなかった。

問 1 ア ~ コ に入る適切な語句を記入しなさい。

問 2 下線部(a)に関して、活性が失われてしまう理由を 30 字以内で記入しなさい。

問 3 下線部(b)の反応の名称を記入しなさい。また、濃硝酸を加えて加熱するとき起こる反応について、30 字以内で説明しなさい。

問 4 アミノ酸 A, B, C を以下の(ア)~(ク)の中からそれぞれ選び、記号で答えなさい。



問 5 トリペプチド X を構成する中央のアミノ酸を、問 4 の(ア)~(ク)の中から選び、記号で答えなさい。

