

## 令和2年度 入学試験問題訂正等用紙

一般入試 前期日程

教科・科目等：化学

学部・学科等：教育学部（理科選修）  
理学部（化学コース, 生物科学コース,  
地球環境科学コース, 学際理学コース）  
工学部（物質科学工学科, 情報工学科）  
農学部（全学部）

訂正等種別	
<small>(該当する番号を○で囲む)</small>	
①	問題の訂正
2	解答用紙の訂正
3	補足説明

①

4ページ

問4 6行目「・・・再結晶により行った。」の後に  
「ただし, 化合物A, Bは水和物を形成しない。」  
を追記する。

## 令和2年度前期日程入学試験問題

# 化 学

教 育 学 部

理 学 部

工 学 部

農 学 部

### 注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は、16 ページあります。試験開始後、確認してください。
- 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。

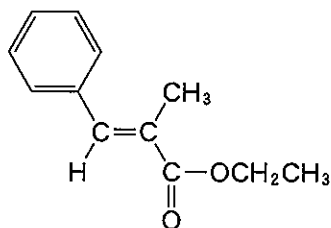
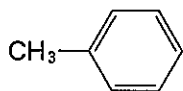
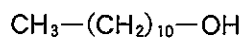
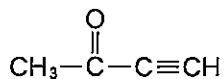
原子量： H 1.0      C 12.0      N 14.0      O 16.0

Cu 63.5

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 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

私たちの身のまわりの物質は、純物質と混合物に分類できる。純物質では、融点や沸点などが、それぞれの物質ごとに一定の値となる。これに対して混合物では、含まれる物質の種類や割合によって、これらの値が変化する。例えば、不揮発性の物質を溶かした水溶液の沸点は、純粋な水の沸点よりも高い。混合物から目的の物質を取り出す操作を分離といい、分離された物質から不純物を取り除き、より純度の高い物質を得る操作を精製という。物質の分離と精製には、主に物質の性質の違いを利用する。例えば、溶解度の差を利用した抽出や再結晶などがある。

問 1 下線部①について、次の(ア)~(シ)の中から混合物であるものを4つ選び、記号で答えよ。

- |           |            |              |
|-----------|------------|--------------|
| (ア) 塩酸    | (イ) 希硝酸    | (ウ) 水酸化ナトリウム |
| (エ) アンモニア | (オ) 生石灰    | (カ) 消石灰      |
| (キ) 石灰水   | (ク) ドライアイス | (ケ) 重曹       |
| (コ) 石油    | (サ) ダイヤモンド | (シ) スズ       |

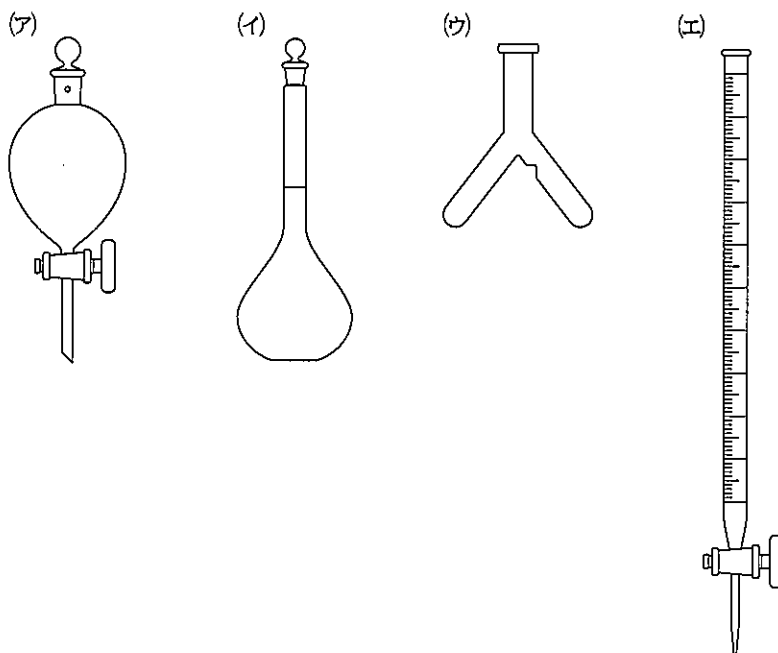
問 2 下線部②について、次の(1), (2)に答えよ。ただし、水溶液はすべて希薄溶液とする。また、塩化ナトリウムおよび塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離しているものとする。

- (1) 同じ質量モル濃度の塩化ナトリウム水溶液と塩化カルシウム水溶液では、どちらの沸点が高いか、溶質の化合物名で答えよ。
- (2) 塩化ナトリウムと塩化カルシウムの混合物 5.0 g を水 1.0 kg に溶解させたところ、水溶液の沸点上昇度は 0.078 K だった。この混合物に含まれる塩化ナトリウムの質量は何 g か。有効数字 2 桁で単位をつけて答えよ。ただし、塩化ナトリウムの式量は 58.5、塩化カルシウムの式量は 111、水のモル沸点上昇は  $0.52 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$  とする。

問 3 下線部③に関連して、次の実験を行った。次の(1), (2)に答えよ。

ヨウ素とヨウ化カリウムを含む水溶液を  に入れ、ヘキサンを加えてよく振って静置した。すると、ヘキサン溶液(上層)と水溶液(下層)の二層に分かれた。その後、下層を別の容器に移した。

(1)  にあてはまる最も適切な器具を、次の(ア)~(エ)の中から1つ選び、その記号を解答欄(i)に、その名称を解答欄(ii)にそれぞれ書け。



(2) ヨウ素が溶解しているのは主に上層、下層のどちらか。

は次頁に続く

問 4 下線部④に関連して、図 1 に示す不揮発性の化合物 A、B の溶解度曲線を用いて、次の(1)、(2)に答えよ。

化合物 A 25 g と化合物 B 20 g の混合物がある。この混合物を 60 °C の水 100 g に溶解させ、温度を 60 °C に維持したまま、水を蒸発させて水溶液の質量を 95 g とした。この水溶液を水溶液 S とする。水溶液 S から化合物 A の分離、精製を再結晶により行った。

- (1) 水溶液 S を冷却したとき、化合物 B が析出しはじめる温度は何°Cか。  
整数値で単位をつけて答えよ。
  
- (2) 水溶液 S を 8 °C まで冷却してから析出した固体をすべて回収し、以下の操作 1 ~ 3 に示す再結晶を繰り返し行った。操作 3 で初めて化合物 A のみが回収されたときの化合物 A の質量は何 g か。整数値で単位をつけて答えよ。計算過程も示せ。ただし、操作 1 ~ 3 において、水の蒸発は無視できるものとする。

操作 1 回収した固体を 60 °C の水 25 g に溶解する。

操作 2 水溶液を 8 °C まで冷却する。

操作 3 析出した固体をすべて回収する。

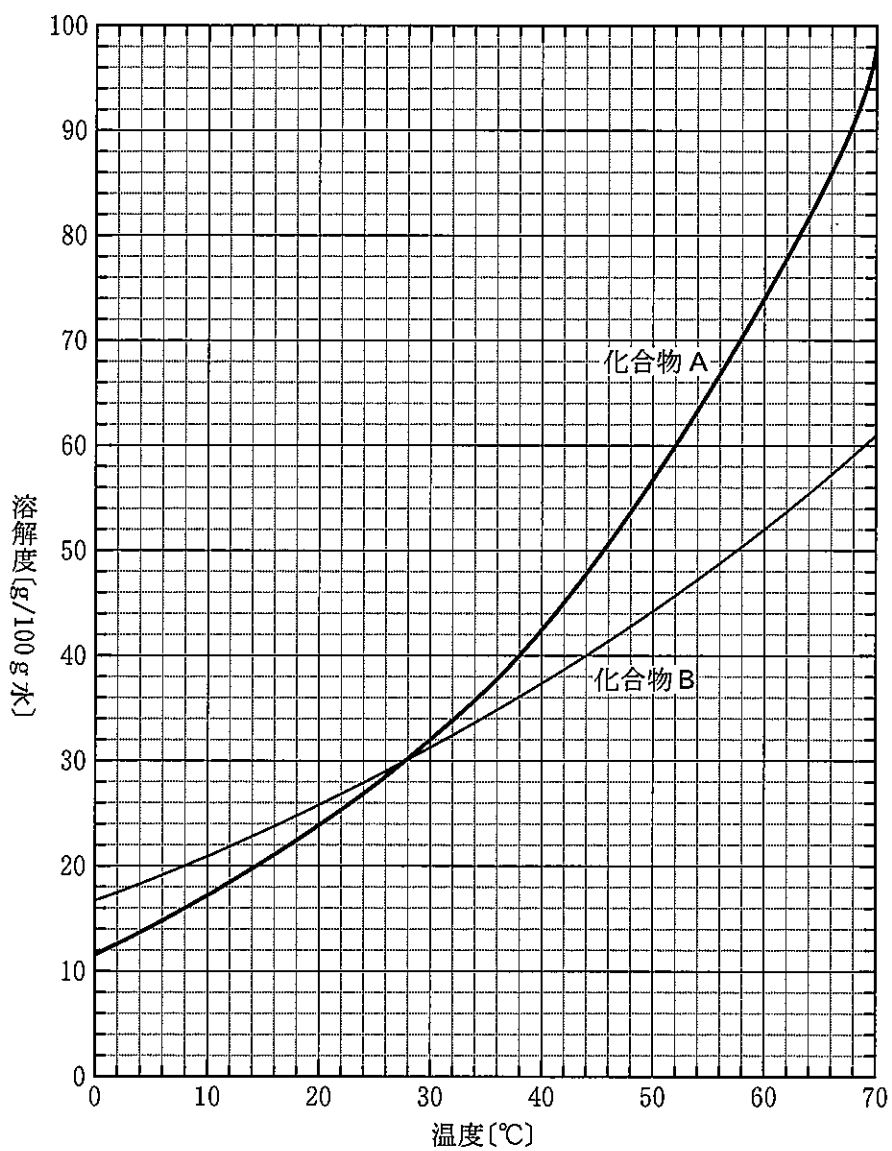


图 1

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

金属の単体が酸を含む水溶液中で酸化される反応では、金属のイオン化傾向の①大小により還元される物質が異なる。一般に、水素よりもイオン化傾向が大きな金属が酸によって酸化されるとき、 $\boxed{a}$ が還元される。一方、水素よりもイオン化傾向が小さな金属と酸の反応では、酸化力の強い酸が必要であり、このとき $\boxed{a}$ と異なる物質が還元される。

上記の内容に関連して、銅の粉末を用いた以下の実験 1～5 を行った。

実験 1 図 2 に示すように、なめらかに動くしきり板によって A、B の 2 つの部分に区切られている容器がある。A に銅の粉末および窒素と酸素を、B に窒素をそれぞれ入れ密閉し、温度を  $27^{\circ}\text{C}$  とした。このとき A と B の体積はいずれも 1 L、B の窒素の圧力は  $P[\text{Pa}]$  であった。また、A に入れた窒素の物質量は  $n_1[\text{mol}]$ 、酸素の物質量は  $n_2[\text{mol}]$ 、銅の物質量は  $n_3[\text{mol}]$  であった。

実験 2 容器全体を加熱したところ、銅の  $x[\%]$  が酸化され、粉末の表面に黒色の酸化銅(II)が生成した。その後、容器全体を  $27^{\circ}\text{C}$  まで冷却した。

実験 3 実験 2 の後、A の気体をすべて別の容器に移した。そこに水素を加え点火したところ、移した気体中の酸素がすべて水素と反応して水が生成した。

実験 4 実験 2 の後、A にある粉末をすべてビーカーに移した。そこに希硫酸を②加えて十分にかくはんした後、静置した。

実験 5 実験 4 の後、溶液の一部を試験管に移し、銀の板を浸した。③

上の実験において、気体は理想気体とし、窒素は酸素、水素、銅と反応しないものとする。また、銅の粉末および反応後の粉末の体積は、気体の体積に比べて十分に小さく無視できるものとし、銅を加熱したときに酸化銅(I)は生成しないものとする。



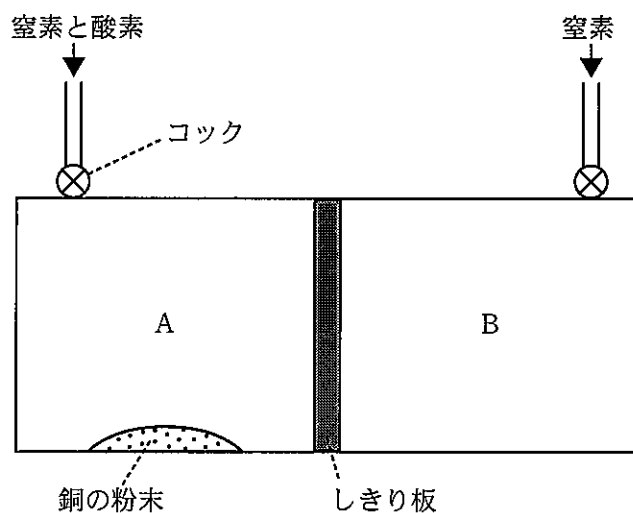
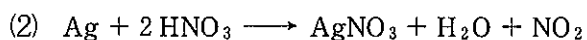
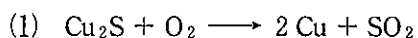


図 2

問 1 下線部①について、次の(1)、(2)で示す反応で、反応後に酸化数が大きくなる元素をすべて選び、元素記号で答えよ。



問 2 a にあてはまる最も適切な語句を、次の(ア)~(エ)の中から1つ選び、記号で答えよ。

(ア) 水素

(イ) 酸素

(ウ) 水素イオン

(エ) 水酸化物イオン

問 3 亜鉛と鉛の単体を希硫酸に浸すと、亜鉛はよく溶けるが、鉛はほとんど溶けない。亜鉛と鉛の単体が硫酸と反応するときの化学反応式を示すとともに、亜鉛と鉛の希硫酸への溶け方が異なる理由を説明せよ。

2 は次頁に続く

問 4 次の(1)~(3)を，文章中の  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ ,  $P$ ,  $x$  を用い，単位をつけて表せ。  
ただし，すべての記号を用いる必要はない。(2)については導出過程も示すこと。

- (1) 実験 1 において，温度を  $27\text{ }^\circ\text{C}$  にした後の A の酸素の分圧 [Pa]
- (2) 実験 2 において，酸化銅(II)を生成させた後の粉末の質量 [g]
- (3) 実験 3 において，生成した水の物質質量 [mol]

問 5 下線部②について，静置後の状態として最も適切なものを，次の(ア)~(オ)の中から 1 つ選び，記号で答えよ。ただし，実験 2 において銅は 50 % 酸化されたものとする。

- (ア) 粉末は黒色のままであり，溶液の色は黒い。
- (イ) 粉末は青みを帯び，溶液の色も青い。
- (ウ) 粉末は赤みを帯び，溶液の色は青い。
- (エ) 粉末は完全に溶解し，溶液の色は青い。
- (オ) 粉末は完全に溶解し，溶液の色は黒い。

問 6 下線部③について，銀の板に変化が見られるか，理由とともに答えよ。



3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

分子中の炭素原子間に二重結合を1個もつ鎖式不飽和炭化水素をアルケンという。最も炭素数の少ないアルケンであるエチレンは、実験室ではエタノールと **a** の混合物を 160~170℃ に加熱することにより得られる。エチレンと臭素が反応すると **b** が生成する。このように不飽和結合に他の原子や原子団が結合する反応を **c** 反応という。エチレンを触媒の存在下、適切な条件のもとで反応させると、多数のエチレンがつながり、高分子化合物である **d** が生成する。

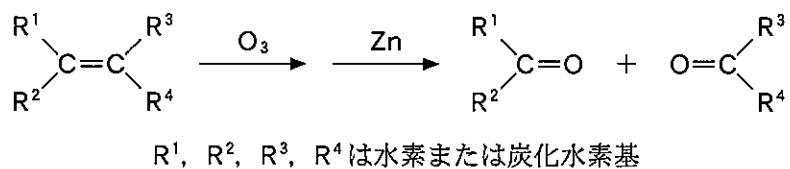
一方、ベンゼン環をもつ炭化水素を芳香族炭化水素という。芳香族炭化水素では **c** 反応は起こりにくく、ベンゼン環の水素原子が他の原子や原子団に置き換わる置換反応が起こりやすい。

問 1 文章中の **a** ~ **d** にあてはまる最も適切な語句または化合物名を書け。

問 2 分子式が  $C_4H_8$  である 4 種類のアルケン、ア~エがある。化合物アと化合物イは互いに幾何異性体であり、分子中の最も離れた炭素原子間の直線距離は、化合物アのほうが化合物イよりも短い。化合物ア、イ、ウを塩化水素と反応させると、同一の化合物オが得られる。次の(1)~(4)に答えよ。なお、不斉炭素原子が存在する分子の構造式を書く場合には、その炭素原子の右上に\*印をつけること。

- (1) 化合物ア、イ、エの構造式を書け。
- (2) 化合物ウから化合物オが生成する化学反応式を、構造式を用いて書け。
- (3) 化合物ア~エの中から、臭素と反応させたとき不斉炭素原子をもたない化合物を与えるものをすべて選び、化合物ア~エの記号で答えよ。

- (4) オゾン分解とは、下の化学反応式に示すように、アルケンにオゾンを反応させたのち、亜鉛を加えるとカルボニル化合物が生成する反応である。



化合物ア～エの中から、オゾン分解により2種類のカルボニル化合物が生成し、その一方のみがヨードホルム反応を示す化合物を与えるものをすべて選び、化合物ア～エの記号で答えよ。

**3** は次頁に続く

問 3 同一の分子式であらわされる 4 種類の芳香族炭化水素 A~D について、以下の実験 1~5 を行った。次の(1)~(4)に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とする。

実験 1 化合物 A~D をそれぞれ 21.2 mg とり、完全燃焼させたところ、いずれも水が 18.0 mg、二酸化炭素が 70.4 mg 生成した。

実験 2 化合物 A~D をそれぞれ 2.12 g とり、227 °C、 $1.00 \times 10^5$  Pa で気体にしたところ、その体積はいずれも 0.831 L であった。

実験 3 鉄粉の存在下、化合物 A と塩素を反応させたところ、化合物 A のベンゼン環の水素原子 1 個が塩素原子で置換された化合物 E のみが生成した。

実験 4 化合物 A, B, C, D を過マンガン酸カリウムで酸化したところ、芳香族カルボン酸 F, G, H, I がそれぞれ得られた。化合物 F, G, H はカルボキシ基を 2 つもち、化合物 I はカルボキシ基を 1 つもっている。

実験 5 化合物 F, G, H を加熱すると、化合物 G のみが分子内で脱水反応し、化合物 J が生成した。

(1) 化合物 A~D の分子量と分子式を求めよ。分子量は有効数字 3 桁で答えよ。計算過程も示せ。

(2) 化合物 A~E の構造式を書け。

- (3) 化合物 B, C, D のベンゼン環の水素原子 1 個が塩素原子で置換された化合物について、それぞれ可能な異性体はいくつあるか、個数を答えよ。
- (4) 化合物 J の化合物名を答えよ。

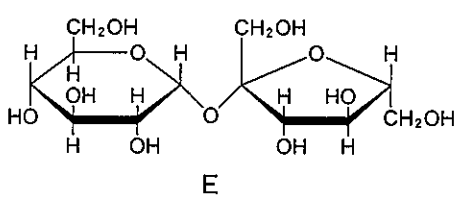
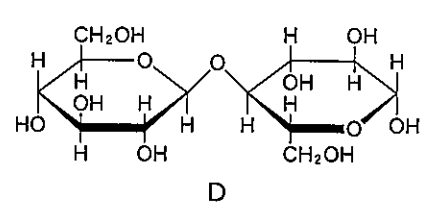
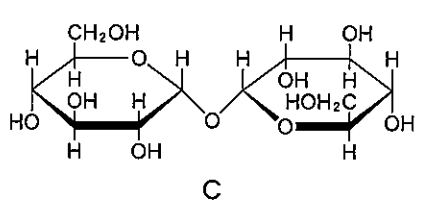
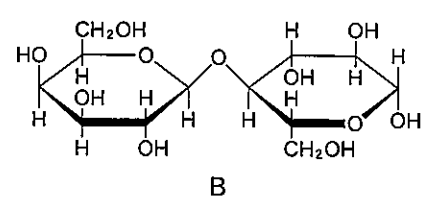
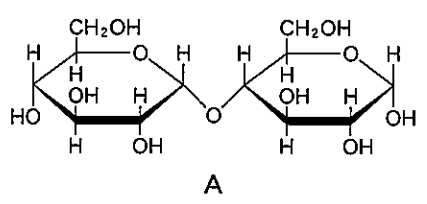
4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

糖類のうち、それ以上加水分解されないものを単糖という。2分子の単糖が脱水縮合すると二糖になる。

多糖は多数の単糖が脱水縮合した構造をもつ。グルコースからなる多糖にはデンプン、グリコーゲン、植物の細胞壁の主成分である a などがある。デンプンは<sup>②</sup> $\alpha$ -グルコースが直鎖状につながった b と、<sup>③</sup>枝分かれた構造をもつアミロペクチンからできている。

問1 a , b にあてはまる最も適切な語句を書け。

問2 下線部①について、次の二糖A～Eの中から、その水溶液が還元性を示すものをすべて選び、記号で答えよ。

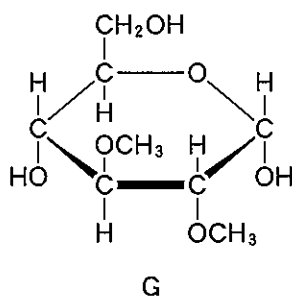




問 3 下線部②について、次の(ア)~(エ)の中から、グリコーゲンに関する記述として間違っているものを1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) ヒトを含む動物の肝臓や筋肉に多く存在する。
- (イ) 動物デンプンと呼ばれる。
- (ウ) アミロペクチンよりも枝分かれが少ない。
- (エ) ヨウ素デンプン反応によって赤褐色を示す。

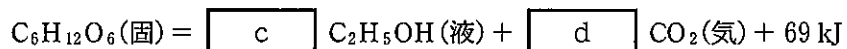
問 4 下線部③について、1分子あたり平均で350個の枝分かれ構造をもつアミロペクチン4.00gをとり、このアミロペクチンのヒドロキシ基の水素原子をすべてメチル基に置換した。その生成物に希硫酸を加えてグリコシド結合を完全に加水分解すると3種類の化合物F、G、Hが得られた。これら3種類の化合物のうち、化合物Fの物質量が最も多く、化合物Gと化合物Hの物質量はほぼ等しかった。また、得られた化合物Gの質量は182mgであった。化合物Gは下の構造式であらわされ、分子量は208である。次の(1)、(2)に答えよ。



- (1) 化合物Fは、アミロペクチン内で直鎖状につながった $\alpha$ -グルコース単位から生じた化合物である。化合物Gの構造式にならって、化合物Fの構造式を書け。
- (2) このアミロペクチンの平均分子量を有効数字2桁で答えよ。計算過程も示せ。

4 は次頁に続く

問 5 グルコース  $C_6H_{12}O_6$  をアルコール発酵させるときの熱化学方程式は下の式であらわされる。次の(1), (2)に答えよ。



(1)  $\boxed{c}$ ,  $\boxed{d}$  にあてはまる数を書け。1である場合は省略せずに1と書け。

(2)  $C_2H_5OH(\text{液})$  の生成熱は  $277 \text{ kJ/mol}$ ,  $CO_2(\text{気})$  の生成熱は  $394 \text{ kJ/mol}$  である。 $C_6H_{12}O_6(\text{固})$  の生成熱は何  $\text{kJ/mol}$  か。整数値で単位をつけて答えよ。