



令和2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 ~ 8 頁
化 学 基 礎・化 学	11 頁 ~ 17 頁
生 物 基 礎・生 物	18 頁 ~ 28 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。

問題訂正

科目名 (理科 (化学基礎・化学))

問題冊子

P 1 5

Ⅲ

- ・本文中下から2行目

「反応④アルカリ性触媒を」を「反応④塩基触媒を」に訂正

- ・図Ⅲ-1 の中で

「反応⑤Zn」を「反応⑤Sn」に訂正

- ・P 1 5 本文中下から3行目及びP 1 6 本文中上から3行目

明朝体の「フェノール」をゴシック体の「フェノール」に訂正

P 1 7

- ・問(1)

「操作1と操作2で」を「操作2で」に訂正

化学基礎・化学

必要があれば、次の原子量の値を使うこと。

C = 12.0, Ca = 40.1, Cl = 35.5, H = 1.0, N = 14.0, Na = 23.0, O = 16.0, S = 32.1

I 次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

アルカリ金属元素は、周期表で水素を除く1族元素である。アルカリ金属の単体は、銀白色の光沢をもち比較的軟らかく、密度が小さくて融点が低い。また、これらの元素を含む物質は、特有の炎色反応を示し、は赤紫色、は赤色、は黄色を呈する。さらに、空気中のや水蒸気などと反応しやすいので、中で保存する必要がある。実際、の単体は、水と激しく反応してを発生し、を生じる。また、その水溶液は、強い性を示す。

17族元素のハロゲンは、水素と反応してハロゲン化水素：フッ化水素、塩化水素、臭化水素、ヨウ化水素を生じる。構造が似た分子の沸点はに依存して変化するが、これらのハロゲン化水素のうちのみ、他のハロゲン化水素の沸点の傾向と異なる。¹⁾同様のことは、15族元素および16族元素の水素化合物でも見られる。²⁾³⁾

問1 文中の空欄～にあてはまる語を、それぞれ答えよ。

問2 下線部1)で、分子の沸点がに依存してどのように変化するかを、20～50字程度で説明せよ。

問3 下線部2)で、の沸点は、他のハロゲン化水素の沸点の傾向とどのように異なるのか、またその理由を、50～100字程度で説明せよ。

問4 下線部3)で、と同じ性質をもつ15族元素と16族元素の水素化合物を、それぞれ1つずつ化学式で記せ。

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

不揮発性物質を溶媒に溶かすと蒸気圧が下がることを (A) と呼び、溶媒のモル分率を x 、純溶媒の蒸気圧を P_0 とすると、希薄溶液の蒸気圧 P は、モル分率 x をかけた次式となる。

$$P = x \cdot P_0 \quad \dots \dots \text{式(1)}$$

また、溶媒と溶質の物質量を、それぞれ n_A (mol) と n_B (mol) とすると、溶媒のモル分率 x は、次式で表される。

$$x = \frac{\text{ア}}{\text{ア} + \text{イ}} \quad \dots \dots \text{式(2)}$$

ここで、式(2)を式(1)に代入すると、次式が得られる。

$$P = \frac{\text{ア}}{\text{ア} + \text{イ}} \cdot P_0 \quad \dots \dots \text{式(3)}$$

したがって、純溶媒と希薄溶液の蒸気圧の差 ΔP は、次式で表される。

$$\Delta P = P_0 - P = P_0 - \frac{\text{ア}}{\text{ア} + \text{イ}} \cdot P_0 = \frac{\text{イ}}{\text{ア} + \text{イ}} \cdot P_0 \quad \dots \dots \text{式(4)}$$

また、希薄溶液では $n_A \gg n_B$ なので、 $n_A + n_B = n_A$ と近似すると、式(4)は、次式で表される。

$$\Delta P = \frac{\text{ウ}}{\text{ア}} \cdot P_0 \quad \dots \dots \text{式(5)}$$

ここで、溶質の質量モル濃度 m (mol/kg) は、溶媒のモル質量を M (g/mol) とし、 n_A と n_B を用いると、次式で表される。

$$m = \frac{\text{エ}}{\text{ア}} \quad \dots \dots \text{式(6)}$$

次いで、式(6)を変形して整理すると、次式が得られる。

$$n_B/n_A = \frac{\text{オ}}{\text{ア}} \quad \dots \dots \text{式(7)}$$

ここで、式(7)を式(5)に導入して整理すると、次式が得られる。

$$\Delta P = m \cdot \frac{\text{カ}}{\text{ア}} \cdot P_0 \quad \dots \dots \text{式(8)}$$

ここで、 $\frac{\text{カ}}{\text{ア}} \cdot P_0$ は、定温では溶媒に固有の定数となるので、 k とおくと、最終的に式(9)が得られる。

$$\Delta P = k \cdot m \quad \dots \dots \text{式(9)}$$

問1 文中の空欄 (A) にあてはまる用語を答えよ。

問2 文中の空欄 (ア) ～ (カ) にあてはまる式を、それぞれ答えよ。

問3 (A) が起きる理由を、50字程度で答えよ。

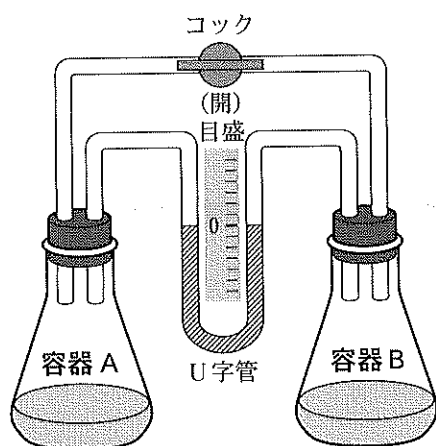
問 4 上記本文と関連して、次の文章を読み、以下の問(1)~問(7)に答えよ。

図Ⅱ-1に示した閉鎖系の実験装置を用いると、(A)を観察できる。この装置を用いて、室温 23℃・1気圧下で次の実験1~実験3を行った。ただし、物質の出し入れの操作は、装置内での物質の過不足なく支障なく行える。また、U字管の液体は、不揮発性で他の物質と相互作用せず、極細い管で液体の体積も無視できるので、容器A側と容器B側の気体の体積に変化はない。さらに、実験3で、酵素インペルターゼの触媒反応は100%進行し、反応で消費あるいは生成する水と酵素自身の物質量は共に無視できるものとする。

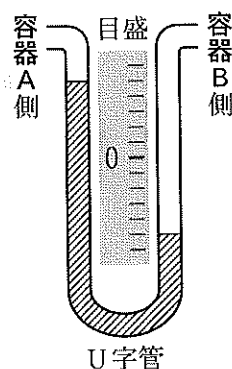
実験1：初期条件として、容器Aには水500gにスクロース17.1gを溶かした水溶液を、容器Bには水500gをそれぞれ入れた。次に、コックを閉じ、U字管の液体の液面が安定するまで、十分な時間放置した。実験終了時、U字管の液体の液面の様子は、図Ⅱ-2のようになった。

実験2：実験1の終了後コックを開き、フルクトース10.8gを容器Bの水に加えて溶かした。その後、コックを閉じ、U字管の液体の液面が安定するまで、再び十分な時間放置した。実験終了時、U字管の液体の液面の様子を観察し記録した。

実験3：実験2の終了後コックを開き、容器Aの水溶液に酵素インペルターゼを加えた。その後、再度コックを閉じ、U字管の液体の液面が安定するまで、十分な時間放置した。実験終了時、U字管の液体の液面の様子を観察し記録した。



図Ⅱ-1 閉鎖系の実験装置の概略



図Ⅱ-2 実験1終了時のU字管の液体の液面の様子

問(1) 実験1で、実験終了時に図Ⅱ-2に示したU字管の液体の液面の様子が観察されたことから、コックを閉じて以降装置内でどのような変化が生じたか、100字程度で説明せよ。

問(2) 図Ⅱ-2の目盛板の1目盛は何を意味するのかを、30字程度で記せ。

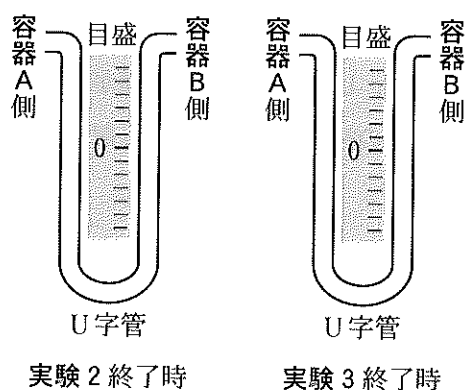
問(3) 実験2で、容器Aと容器Bの水溶液の質量モル濃度を、有効数字3桁でそれぞれ求めよ。また、計算過程も記すこと。

問(4) 実験3で、酵素インベルターゼを加えたときに起きる反応を、分子式を用いて記せ。ただし、生成物にはその物質名を分子式の下に記すこと。

問(5) 問(4)で、酵素インベルターゼの作用によってスクロースからできる生成物を特に何というか答えよ。

問(6) 問(4)の化学反応は酵素を使わずに行うこともできる。その方法を答えよ。

問(7) 実験2と実験3の各実験終了時におけるU字管の液体の様子を図Ⅱ-2にならって図Ⅱ-3にそれぞれ記せ。



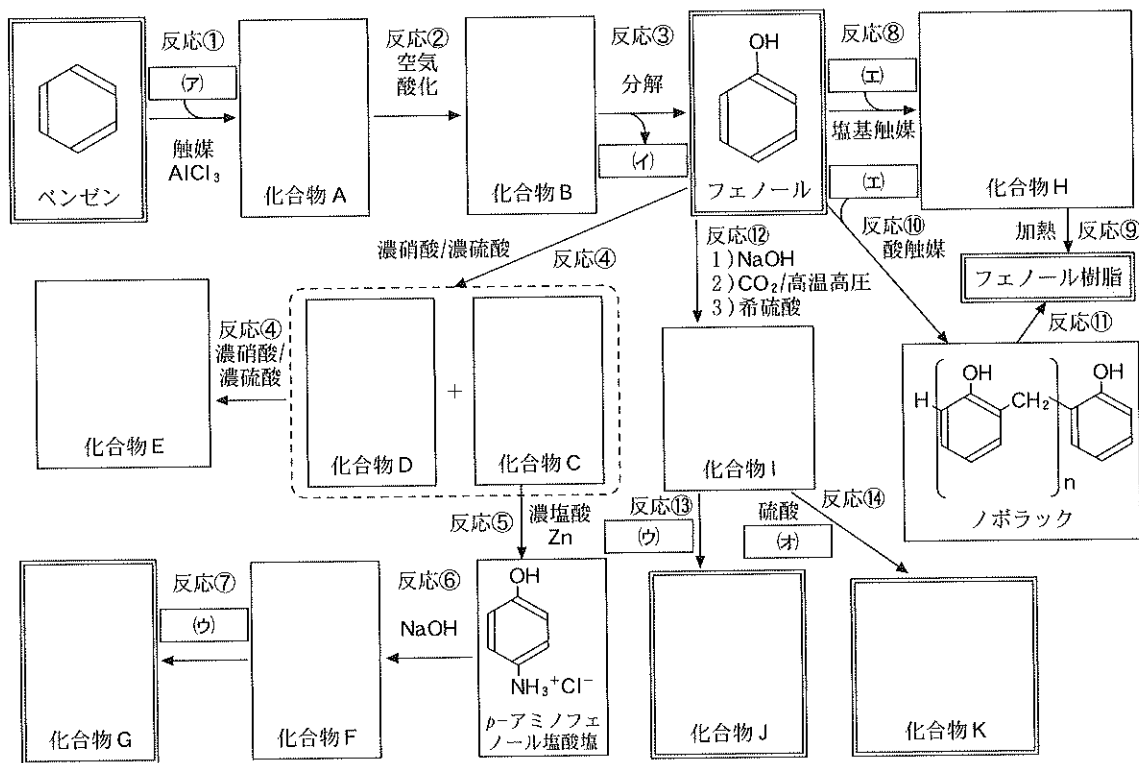
図Ⅱ-3 実験2と実験3の終了時における各U字管の液体の様子

III 次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。

フェノールは、コールタールから分離するか、またはベンゼンから合成することによって得られる。実験室では、ベンゼンを濃硫酸と加熱してベンゼンスルホン酸を経て合成できるが、工業的には、図III-1に示した反応①～反応③の経路により合成される。ベンゼンに **(ア)** を塩化アルミニウムの存在下で反応させ、^{反応①}生じる化合物Aを空気酸化させて化合物Bとした後、^{反応②}希硫酸で分解すると、フェノールと **(イ)** が得られる。この副産物としての **(イ)** は、有機溶媒として有用である。

フェノールを原料として、図III-1の反応④～反応⑭により医薬品などの多様な化合物を合成できる。^{反応④}フェノールに、濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させてニトロ化すると、互いに同じ分子式 $C_6H_5NO_3$ を持つ化合物Cと化合物Dが生じ、さらに反応させると、最終的に化合物Eが得られる。^{反応⑤}化合物Cを濃塩酸とスズの存在下で処理してp-アミノフェノール塩酸塩とした後、^{反応⑥}水酸化ナトリウム水溶液を加えると、電荷を持たない中性の化合物Fが得られる。^{反応⑦}化合物Fに条件を整えて選択的に **(ウ)** を反応させると解熱鎮痛薬である化合物Gが得られる。化合物Gは、塩化鉄(III)水溶液による呈色反応を示す。

フェノールと **(エ)** の重合反応により、耐熱性および電気絶縁性に優れたフェノール樹脂が合成できる。^{反応⑧}アルカリ性触媒を用いると、付加反応と縮合反応を繰り返し、化合物Hが得られる。^{反応⑨}化合物Hを加熱すると、フェノール樹脂が得られる。一方、^{反応⑩}酸触媒を用いる



図III-1 フェノールとその誘導体の合成経路

と、付加反応と縮合反応を繰り返し、ノボラックが得られる。ノボラックに適切な処理をす
ると、同様にフェノール樹脂が得られる。 反応⑩

フェノールを水酸化ナトリウムで処理しナトリウムフェノキシドとした後、高温高圧下
で二酸化炭素を反応させてから希硫酸で処理すると化合物Iが得られる。 反応⑫ 化合物Iに
〔ウ〕を反応させると解熱鎮痛消炎薬である化合物Jが得られる。また、 反応⑬ 化合物Iに硫
酸存在下で〔オ〕を反応させると消炎鎮痛薬である化合物Kが得られる。 反応⑭

問 1 文中の空欄〔ア〕～〔オ〕にあてはまる物質名を、それぞれ答えよ。

問 2 化合物 A～化合物 K の物質名と化学構造式を図Ⅲ-1 にならって、それぞれ記せ。

問 3 化合物 H とノボラックの性質は異なるため、反応⑨と反応⑩の処理も異なる。化合物 H とノボラックの性質はどのように異なり、また反応⑩の「適切な処理」とはどのような処理になるのかを、60 字程度で説明せよ。

問 4 化合物 C、化合物 F と化合物 J について、塩化鉄(Ⅲ)水溶液とさらし粉水溶液を用いて呈色を調べた。呈色が観察される場合は + (プラス) の記号を、観察されない場合は - (マイナス) の記号を、表Ⅲ-1 の該当する欄に記せ。

表Ⅲ-1 各化合物の呈色反応

試薬	化合物 C	化合物 F	化合物 J
塩化鉄(Ⅲ)			
さらし粉			

問 5 市販の解熱鎮痛消炎薬の錠剤中の化合物 J の含有率 (%) を求めるために次の操作 1～操作 3 を行った。その結果を基に以下の問(1)と問(2)に答えよ。

操作 1 錠剤を乳鉢・乳棒を用いてすり潰し、その粉末 1.20 g を試験管に取った。

操作 2 0.600 mol/L 水酸化ナトリウム標準水溶液 20.0 mL を操作 1 の試験管に加え、沸騰水浴中で 10 分間加熱した。

操作 3 操作 2 の試験管の内容物を全てビーカーに移し、フェノールフタレインを指示薬として、未反応で残っている水酸化ナトリウムを 0.300 mol/L 硫酸標準溶液で滴定した。滴定に要した硫酸標準溶液の量は、15.0 mL であった。

問(1) 操作1と操作2で起こる化合物Jの変化を化学反応式で示せ。ただし、ここでは、化合物Jと水酸化ナトリウムは物質質量比1：2で反応する。

問(2) 錠剤中の化合物Jの含有率(%)を有効数字3桁で答えよ。ただし、錠剤に含まれる他の成分は、水酸化ナトリウムおよび硫酸と反応しない。また、空気中の二酸化炭素の影響は無視できるものとする。