

令和 8 年度 「化学基礎＋化学」 (04プラス)

試験開始の合図があるまでに、次の注意をよく読んで、間違いないように受験してください。

1. 試験開始の合図があるまで冊子を開かないでください。
2. この冊子は問題 12 ページです。別に、解答用紙(第 1 問)・(第 2 問)・(第 3 問) 3 枚をセットで配付します。
3. 試験開始の合図があったら、問題のページ数を確認し、解答用紙(第 1 問)・(第 2 問)・(第 3 問)をミシン目で折ってていねいに切り離し、すべての解答用紙に受験番号を記入してください。
4. 問題・解答用紙に落丁、乱丁、印刷不鮮明などの箇所がある場合には申し出てください。
5. 解答の記入は黒鉛筆(シャープペンシル可)に限ります。
6. 文字ははっきり、ていねいに書いてください。
7. 下書きには問題冊子の余白を使ってください。
8. 解答用紙の点数欄には何も記入しないでください。
9. 使用していない解答用紙は、机の上に裏返しにしておいてください。

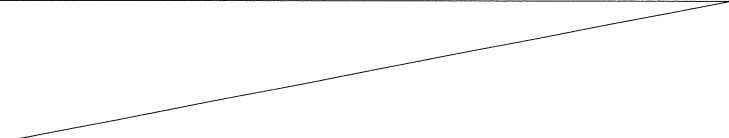
1－1

(a)	ア	イ
(b)		
(c)		
(d)		
(e)		

第1問小計

1－1

1－2

(a)	試験管	イオン反応式	試験管	イオン反応式
(b)	試験管	イオン反応式		
(c)				
(d)				

1－2

2－1

(a)	
(b)	
(c)	
(d)	

第2問小計

2－1

2－2

(a)	
(b)	
(c)	
(d)	

2－2



受験番号				
------	--	--	--	--

3－1

(a)	A		B	
(b)	ア		イ	
(c)				
(d)	C		(e)	
(f)				

第3問小計

3－1

3－2

(a)	A		(b)	
(c)				
(d)				
(e)				

3－2



問題①の答え

問題は次のページより始まります。

第1問 (50点)

1-1 貴ガスに関する次の文章を読んで問いに答えなさい。数値で答える問題には計算の過程も書きなさい。原子量は $N:14$, $O:16$, $Ar:40$ とする。

貴ガスは、周期表の ア 族に属する元素の総称である。常圧常温では無色・無臭の気体であり、他の原子と結合しにくく、単体は イ 分子として存在する。

貴ガス元素の一つであるアルゴンは、1894年にレイリーとラムゼーにより発見された。レイリーは、空気から酸素、水蒸気、二酸化炭素を除いて得られる窒素（“大気窒素”）が、亜硝酸アンモニウムの熱分解反応などの化学反応により生じる窒素⁽¹⁾（“化学窒素”）に比べて密度が高いことから、空気中には窒素以外の化学的に安定な未知の物質が含まれていることに気づき、ラムゼーと共にそれが新たな元素のアルゴンであることを突き止めた。乾燥空気の成分において、アルゴンは窒素、酸素に次いで3番目に多く、体積比で窒素 78 %、酸素 21 %、アルゴン 1 %となっている。⁽²⁾

また、アルゴンは、1気圧において融点の約 84 K より低温では面心立方格子をとる固体となり、20 K における単位格子の一辺の長さは 5.31×10^{-10} mである。⁽³⁾

別の貴ガス元素であるラドンの同位体は、全て放射性同位体である。最も半減期の長い同位体は ^{222}Rn で、その半減期は 3.8 日である。⁽⁴⁾

(a) アとイにあてはまる数字もしくは適切な用語を書きなさい。

(b) 下線部(1)の化学反応式を書きなさい。

(c) “大気窒素”は“化学窒素”と比較すると x % 密度が高い。 x の値を下線部(2)の大気の構成比から有効数字1桁で求めなさい。なお、気体はすべて理想気体とみなす。

(d) 下線部(3)について、固体のアルゴンの結晶構造から、アルゴンの原子半径を計算により有効数字3桁で求めなさい。

(e) 下線部(4)について、ある時点における ^{222}Rn の個数が、その8分の1まで減少するのに必要な日数を有効数字2桁で求めなさい。

- 1-2 次の文章を読み、問いに答えなさい。数値で答える問題には計算の過程も書き、有効数字2桁で答えること。ただし、原子量は $\text{Zn}: 65$, $\text{Ag}: 108$ とする。

銅、亜鉛、銀、鉛の金属板とそれぞれの金属イオンを含む塩の水溶液を用意し、金属板を、図1-1のAからDの組み合わせで、金属イオンを含む塩の水溶液に浸したところ、2つの試験管で金属の析出が観察された。⁽¹⁾

次に、あらかじめ質量を測定した金属板を図1-2のE、Fの組み合わせで、金属イオンを含む塩の水溶液に浸したところ、1つの試験管で金属の析出が観察された。⁽²⁾ 反応後の金属板と析出した金属の質量の合計は、反応前の金属板の質量よりも 0.151 g 増加していた。

- (a) 下線部(1)について、金属の析出が観察された2つの試験管の記号を書き、それぞれについて金属が析出した化学反応を、イオン反応式で表しなさい。
- (b) 下線部(2)について、金属の析出が観察された試験管の記号を書き、金属が析出した化学反応を、イオン反応式で表しなさい。
- (c) 下線部(2)の反応で析出した金属の質量を求めなさい。
- (d) これらの実験で、銅、亜鉛、銀、鉛のイオン化傾向のすべての大小関係は判明するか。判明する場合は、大小関係を答えなさい。判明しない場合は、他にどのような組み合わせの試験管を用意し実験をすればよいか説明しなさい。

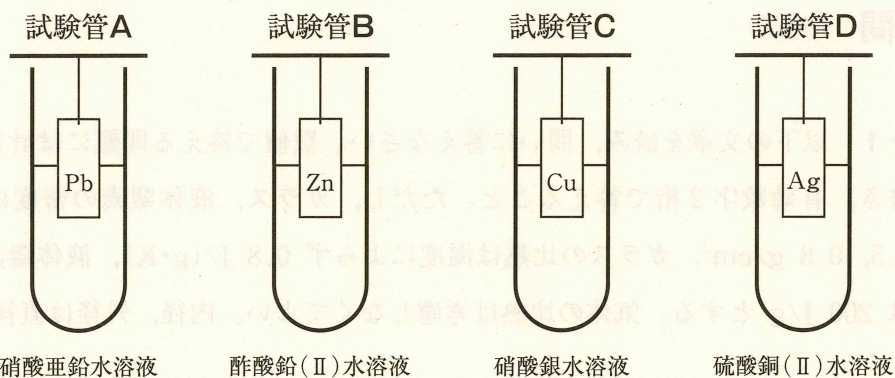


図 1 - 1

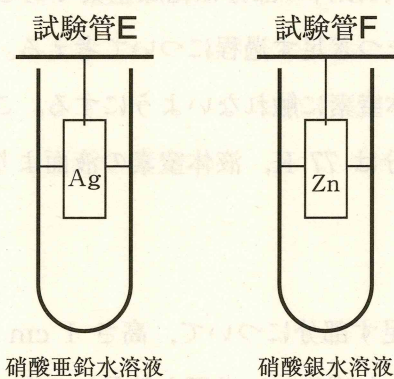


図 1 - 2

第2問 (50点)

2-1 以下の文章を読み、問いに答えなさい。数値で答える問題には計算の過程を書き、有効数字2桁で答えること。ただし、ガラス、液体窒素の密度はそれぞれ $2.5, 0.8 \text{ g/cm}^3$ 、ガラスの比熱は温度によらず $0.8 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、液体窒素の蒸発熱は 200 J/g とする。気体の比熱は考慮しなくてよい。内径、外径は直径である。

下部を閉じた2つのガラス管1, 2がある。ガラス管1は内径 2 cm 、外径 4 cm であり、ガラス管2は内径 6 cm 、外径 8 cm である。ガラス管2にガラス管1を、中心軸をそろえて差し込んで図2-1の右図のようにする。ガラス管1とガラス管2の隙間(図の黒く塗った部分)には 77 K の液体窒素が入っている(77 K は液体窒素の沸点である)。それ以外の部分は乾燥窒素である。この隙間に図2-1の斜線で示すように液体窒素をつぎ足す過程について考える。つぎ足しはゆっくりと行い、液面より上の部分が液体窒素に触れないようにする。この問題では、ガラス管の液体窒素の液面より下の部分は 77 K 、液体窒素の液面より上の部分は 277 K であるものとする。

- (a) 液体窒素をつぎ足す部分について、高さ 1 cm あたりのガラス管1, 2の熱容量(温度を 1 K 上げるのに必要な熱量)の和を求めなさい。円周率 π を含んだ形で答えること。
- (b) ガラス管1とガラス管2の隙間に 77 K の液体窒素をつぎ足し、液面の位置を 10 cm 高い位置($h = 10 \text{ cm}$)にした。このときに蒸発した窒素の質量を求めなさい。円周率 π を含んだ形で答えること。
- (c) 液体窒素をつぎ足して $h = 10 \text{ cm}$ にした状態に熱エネルギーを加えて $h = 9 \text{ cm}$ にした。このとき、 $h = 9 \text{ cm}$ より上では、ガラス管が 277 K となっている。この過程に最低限必要な熱量を求めなさい。円周率 π を含んだ形で答えること。

(d) 液体窒素をつぎ足して $h = 10 \text{ cm}$ にした状態において、ガラス管 1 の底の内側にすこしずつ水蒸気を送り込んだ。送り込んだ水蒸気はガラス管 1 の底で氷となった。氷の質量が 10 g のときの液体窒素の液面の高さ h を求めなさい。水蒸気が氷に凝華するときに放出する熱量は単位質量あたり 3 kJ/g とし、円周率 π を 3.14 として計算しなさい。ただし、この問題では気体の比熱は考慮していないので、凝華する水蒸気の温度は 77 K と考えることができる。

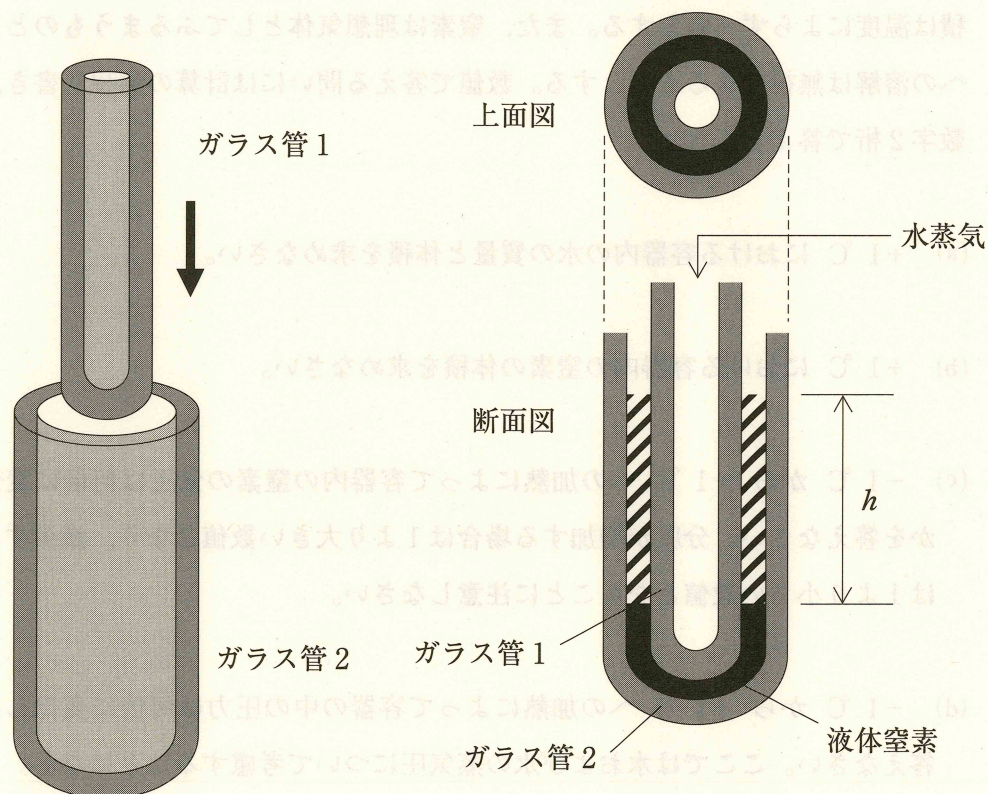


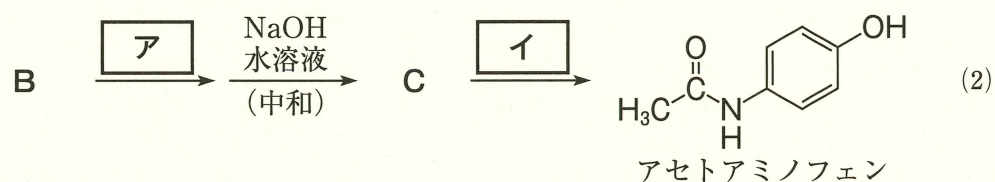
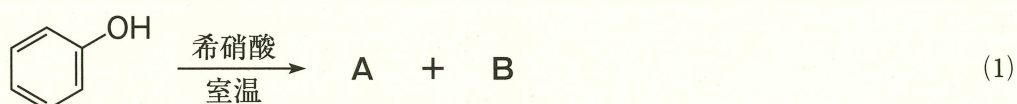
図 2 - 1

2-2 密閉された容器の中に氷と窒素が入っている。容器の内部の体積と温度はそれぞれ 2.00 m^3 と -1°C であり、容器中の窒素の分圧は $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、氷の体積は 1.00 m^3 である。液体の水は存在しない。この状態から容器をゆっくり加熱すると、内部の温度が $+1^\circ\text{C}$ に上昇した。この変化について以下の問いに答えなさい。ただし、 -1°C の氷と $+1^\circ\text{C}$ の水の密度はそれぞれ 0.92 g/cm^3 と 1.00 g/cm^3 であり、 $+1^\circ\text{C}$ における水の蒸気圧は $6.6 \times 10^2 \text{ Pa}$ 、 -1°C における氷の昇華による蒸気圧は $5.6 \times 10^2 \text{ Pa}$ であるとする。容器の内部の体積は温度によらず一定とする。また、窒素は理想気体としてふるまうものとし、水への溶解は無視できるものとする。数値で答える問いには計算の過程も書き、有効数字2桁で答えること。

- (a) $+1^\circ\text{C}$ における容器内の水の質量と体積を求めなさい。
- (b) $+1^\circ\text{C}$ における容器内の窒素の体積を求めなさい。
- (c) -1°C から $+1^\circ\text{C}$ への加熱によって容器内の窒素の分圧は何倍に変化したかを答えなさい。分圧が増加する場合は1より大きい数値となり、減少する場合は1より小さい数値となることに注意しなさい。
- (d) -1°C から $+1^\circ\text{C}$ への加熱によって容器の中の圧力は何倍に変化したかを答えなさい。ここでは水および氷の蒸気圧について考慮することになる。

第3問 (50点)

3-1 解熱・鎮痛薬として知られるアセトアミノフェンは、つぎに示す経路で合成できる。この合成経路に関連する下の問いに答えなさい。なお、構造式で答える問題では、下に示すアセトアミノフェンにならって構造式を書きなさい。



- (a) 式(1)の反応では、構造異性体の関係にある2種類の化合物A, Bが生成する。それぞれの構造式を書きなさい。
- (b) 式(2)にしたがってアセトアミノフェンを合成するために必要な物質ア, イをそれぞれ化学式で答えなさい。なお、ア, イとして複数の物質を用いる必要がある場合は、そのすべてを答えること。
- (c) 化合物Bと物質アの反応を、化学反応式で書きなさい。有機化合物は構造式で書くこと。
- (d) 化合物Cを構造式で書きなさい。
- (e) 化合物Cに0℃で亜硝酸ナトリウムと塩酸を加えたのち、ナトリウムフェノキシドを加えて昇温した場合に生じると考えられる化合物の構造式を書きなさい。

令和 8 年度 入試問題訂正票

理 学部 プラス試験 科目 化学基礎＋化学 の試験問題について、訂正があります。

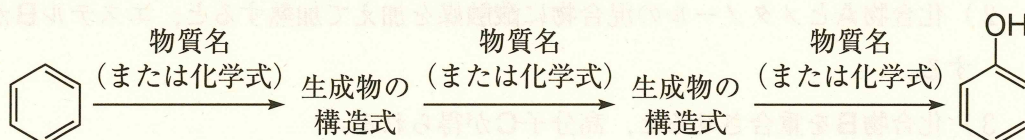
記

<u>10</u> ページ <u>3</u> 行目 (追加)	
誤	正
を下の書き方にならって示しなさい。	を下の書き方にならって示しなさい。 <u>ただし，触媒は書かなくてよい。</u>

以 上

- (f) 式(1)の出発物質であるフェノールは、ベンゼンから何段階かの反応を経て合成される。ベンゼンからフェノールを合成する方法の1つについて、その合成経路を下の書き方にならって示しなさい。

合成経路の書き方（3段階の反応の場合）

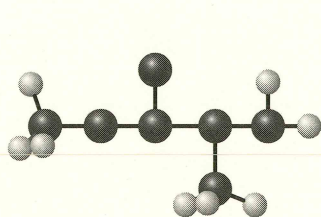


3-2 次の文章を読み、問いに答えなさい。原子量は、H : 1, C : 12, O : 16 とする。

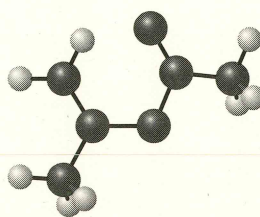
- 1) 分子式が $C_4H_6O_2$ の化合物 **A** には、水素原子、酸素原子のいずれとも結合していない炭素原子がある。
- 2) 化合物 **A** とメタノールの混合物に酸触媒を加えて加熱すると、エステル **B** が生成する。
- 3) 化合物 **B** を重合させると、高分子 **C** が得られる。
- 4) 高分子 **C** は有機ガラスと呼ばれ、光の透過性に優れていることから水族館の水槽等に使用されている。

(a) 化合物 **A** の構造式を書きなさい。

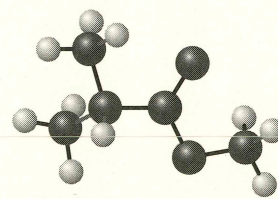
(b) 球と棒で化合物 **B** を表した分子模型として、もっとも適切なものを次の図の 1 から 6 の中から選び、番号で答えなさい。ただし、黒い球は炭素または酸素を表し、白い球は水素を表す。球の大きさの違いは無視してよい。棒は結合を表し、単結合、二重結合、三重結合のいずれかである。重なって隠れている原子はなく、すべての原子が見えている。



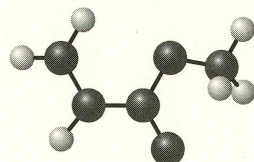
1



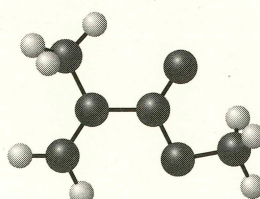
2



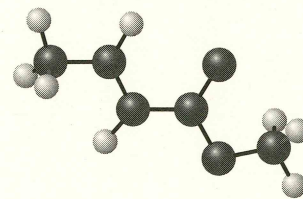
3



4



5



6

(c) 3) の反応を化学反応式で書きなさい。

(d) 3) の反応を何というか, もっとも適切な語句を答えなさい。

(e) 高分子 **C** の平均分子量が 8.6×10^5 である場合の重合度を有効数字 2 桁で答えなさい。解答に至る過程も含めて書くこと。