

令和5年度個別学力検査問題
(国際資源学部, 教育文化学部, 理工学部)

化 学

前 期 日 程

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 この問題冊子は12ページあります。解答用紙は3枚あります。
問題はⅠからⅢまで3題あります。すべてに解答しなさい。
試験中に問題冊子の印刷不鮮明, ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 3 監督者の指示に従って, 解答用紙に受験番号と氏名を記入しなさい。
- 4 解答は, 解答用紙の該当欄に記入しなさい。文字, 記号などはまぎらわしくないように明確に記入しなさい。
- 5 気体は理想気体として扱いなさい。
- 6 必要なときは次の値を用いなさい。
原子量: H 1.0, C 12, O 16
- 7 配布された解答用紙は, 持ち帰ってはいけません。
- 8 試験終了後, 問題冊子は持ち帰りなさい。

I 次の問1および問2に答えなさい。

問1 次の文章を読み、設問(1)~(7)に答えなさい。

元素を原子番号順に並べると、性質が周期的に変化する。これを元素の **ア** という。これに基づき、性質の似た元素が同じ縦の列に並ぶように配列した表を、元素の周期表という。周期表の中で、同じ縦の列に属する元素は **イ** と呼ばれ、そのうちのいくつかは特別な名称で呼ばれる。

水素以外の1族の元素は、**ウ** 価の **エ** ^a イオンになりやすい。また単体は銀白色の金属で、他の金属に比べ密度が **オ** ，融点が **カ** 。これらの元素は特有の炎色反応 ^b を示す。この族に属するナトリウムの化合物には、水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムなどがある。いずれの化合物も、その構成粒子の種類と結びつき方からイオン結晶 ^c に分類される。水酸化ナトリウムの固体は、空気中に放置すると 空気中の水分を吸収して溶ける ^d 。一方、炭酸ナトリウム十水和物の結晶は、空気中に放置すると 水和水の一部を失って粉末状になる ^e 。

(1) **ア** ， **イ** に入る最も適切な語を記しなさい。

(2) 下線部 a に関して、アルゴン、臭素、バリウム、リチウムのそれぞれにあてはまる分類の名称を次の①~④から選び、番号を記しなさい。また、それぞれの元素の元素記号を記しなさい。

- | | |
|----------|------------|
| ① アルカリ金属 | ② アルカリ土類金属 |
| ③ ハロゲン | ④ 貴ガス(希ガス) |

(3) **ウ** にあてはまる数字、**エ** にあてはまる語を記しなさい。

- (4) **オ** , **カ** にあてはまる語の組み合わせとして正しいものを下の①～④から1つ選び、番号を記しなさい。

	オ	カ
①	小さく	高い
②	小さく	低い
③	大きく	高い
④	大きく	低い

- (5) 下線部 **b** について、ナトリウムの空気中での炎色反応の色を次の①～④から1つ選び、番号を記しなさい。

- ① 青緑色 ② 紫色 ③ 黄色 ④ 赤色

- (6) 下線部 **c** のイオン結晶の一般的な特徴として、明らかに誤っているものを次の①～④から1つ選び、番号を記しなさい。

- ① 結晶のままでは電気を導かない。
② 分子結晶よりも融点の低いものが多い。
③ 比較的硬いが、もろい。
④ 水に溶けるものが多い。

- (7) 下線部 **d** および下線部 **e** の現象はそれぞれ何と呼ばれるか、名称を記しなさい。

問 2 次の文章を読み、設問(1)~(5)に答えなさい。

ピストンにより内部の体積が調節可能な密閉された容器がある。この容器に窒素とともに揮発性化合物 A を封入し、操作 1 ~ 3 を行った。ただし、化合物 A の 27 °C、57 °C における蒸気圧はそれぞれ 1.0×10^4 Pa、 4.0×10^4 Pa である。また、化合物 A の液体の体積、および窒素の化合物 A への溶解は無視できる。窒素と化合物 A の化学反応は起こらない。なお、本問における気体は理想気体として扱いなさい。圧力と体積は有効数字 2 桁で記しなさい。

操作 1 温度 27 °C のもとで体積を 1.0 L に保ったまま放置したところ、全圧が 1.0×10^5 Pa の状態で、化合物 A の液体が存在した(状態 1)。

操作 2 状態 1 から温度を 27 °C に保ったまま体積を増加させたところ、体積 3.0 L のとき、化合物 A がすべて気体になった(状態 2)。

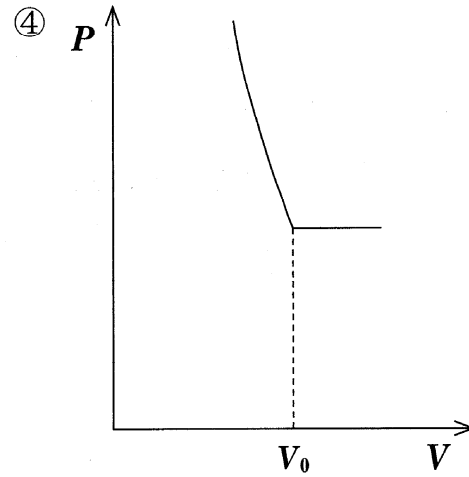
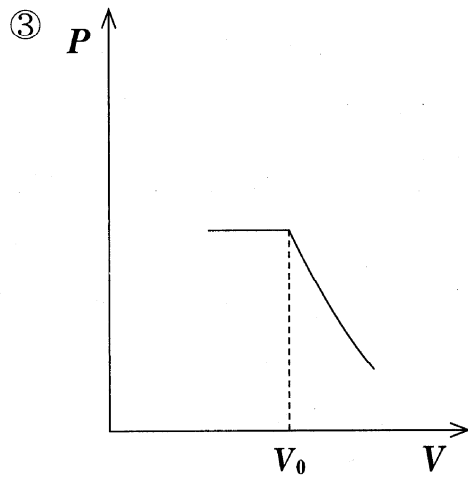
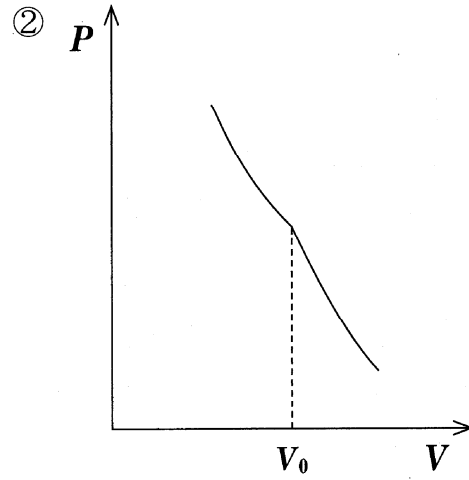
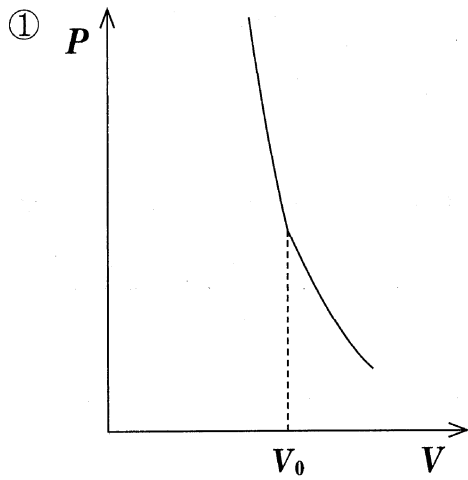
操作 3 次に温度を 57 °C に上昇させたのち、この温度に保ったまま体積を変化させたところ、体積 V_0 未満では化合物 A の液体が存在したが、体積 V_0 以上ではすべて気体であった。

(1) 状態 1 における化合物 A に関する①~④の記述のうち、誤っているものを 1 つ選び、番号を記しなさい。

- ① 単位時間あたり蒸発する A の分子の数と凝縮する A の分子の数は等しい。
- ② 化合物 A の蒸気圧を決める要因として、A の分子の熱運動と分子間力を挙げることができる。
- ③ 封入する A の物質量を 2 倍にすると、その蒸気圧は 2 倍になる。
- ④ 封入する窒素の物質量を 2 倍にしても、A の蒸気圧はそのままである。

(2) 状態 1 における窒素の分圧は何 Pa か記しなさい。

- (3) 状態 2 における全圧は何 Pa か記しなさい。
- (4) 操作 3 における体積 V_0 は何 L か記しなさい。
- (5) 操作 3 における全圧 P と体積 V の関係をグラフにするとどのようになるか、最も妥当なものを①～④より選び、番号を記しなさい。



II 次の問1および問2に答えなさい。

問1 次の文章を読み、設問(1)~(5)に答えなさい。

物質の変化には物理変化と化学変化の2通りがある。物理変化では物質の種類は変わらずに状態だけが変わる。一般に、物質の状態には固体、液体、気体の3つの状態がある。これら物質の三態は、温度や圧力を変えると互いに変化し、固体から液体への状態変化を **ア** と呼び、その逆の状態変化を **イ** と呼ぶ。また、固体が直接気体に変わる変化もあり、この変化は **ウ** と呼ばれる。

これに対して化学変化は、ある物質が別の物質に変わる変化を指す。たとえば、炭酸カルシウムは、水および水に溶けている二酸化炭素と反応すると、炭酸水素カルシウムとなる。^a この反応は、長い年月をかけて進行する鍾乳洞の形成に関与している。このように、化学反応とそれに伴う現象の変化は様々な速度で進行する。

ここで、反応速度を調べる一例として以下の反応を考えてみる。ある一定の温度のもとで容積一定の容器にAとBを入れ、Cを生成する反応を行ったところ、表1に示すようなA、B、Cに関する濃度の変化を観測した。この時の反応物と生成物の濃度の増減を比較することにより、反応式の係数を推定することができる。^b そして、時間と濃度との関係から、Aに関して60分から120分における平均の反応速度を求めると、 **エ** mol/(L・min)を得る。

表1 A、B、Cの濃度変化

時間 [min]	Aの濃度 [mol/L]	Bの濃度 [mol/L]	Cの濃度 [mol/L]
0	0.200	0.160	0.000
60	0.165	0.125	0.070
120	0.142	0.102	0.116

(1) ~ に入る最も適切な語を記しなさい。

(2) 次に示す①~⑥の各操作のうち、操作によって起こる変化が主に化学変化によるものを2つ選び、番号を記しなさい。

- ① 消毒液をつくるためにエタノールに水を加えた。
- ② 室温で圧力を加えて気体の窒素を純水に溶かした。
- ③ 使い捨てカイロを包装袋から取り出すと温かくなった。
- ④ 鉛蓄電池に充電した。
- ⑤ 猛暑日に打ち水をすると涼しくなった。
- ⑥ U字管を半透膜で仕切って、両側にそれぞれ純水とスクロース水溶液を同じ高さまで入れてしばらく静置すると、液面の高さが変化した。

(3) 下線部 a に関して、炭酸カルシウムから炭酸水素カルシウムを生成する反応の化学反応式を記しなさい。

(4) 下線部 b に関して、表 1 に記された A, B, C の濃度変化から下の反応式の係数 , , を推定し、それぞれ整数で記しなさい。ただし、係数が 1 の場合は解答欄に 1 を記しなさい。



(5) 表 1 に記された結果をもとに に入る反応速度として適切な数値を有効数字 3 桁で記しなさい。

問 2 次の遷移元素に関する文章を読み、設問(1)~(6)に答えなさい。

周期表の 3 族から 11 族の元素を遷移元素という。遷移元素はすべて金属元素であり、金属の固体は、線状に引きのばすことのできる性質や薄く広げて箔にできる性質^aを有する。遷移元素には鉄、ニッケル、マンガン、金、白金などが含まれる。

鉄は、建築材料などに広く用いられる。鉄鉱石を、コークスから生じた一酸化炭素で還元することで硬くてもろい が得られる。これは、鋳物に用いられるほか、さまざまな金属材料の原料になる。鉄とクロム、ニッケルの合金は と呼ばれ、流し台や包丁などに用いられる。鉄、クロム、ニッケルは濃硝酸には溶けない。これは、表面に生成する緻密な酸化物の被膜^bで内部が保護されるためである。ニッケルは、NiO(OH)としてニッケル水素電池の正極活物質に用いられる。この電池の負極活物質には と呼ばれる材料が用いられる。

マンガンは、マンガン鋼として利用されるほか、酸化物がマンガン乾電池に用いられる。過マンガン酸カリウムは水溶液中で過マンガン酸イオン MnO_4^- を生じ、この硫酸酸性溶液は強い酸化剤として作用する。^c

金や白金はイオン化傾向が極めて小さく、硝酸^dや熱濃硫酸でも酸化されない。金は装飾品や電子機器の配線に、白金は燃料電池^eの電極触媒などに使用されている。

(1) 下線部 a の性質は何と呼ばれるか、名称を記しなさい。

(2) ~ に入る最も適切な金属材料の名称を記しなさい。

(3) 下線部 b のような状態は何と呼ばれるか、名称を記しなさい。

(4) 下線部 c について、 MnO_4^- が硫酸酸性溶液中で酸化剤として作用するときの反応を、電子 e^- を含む化学反応式で記しなさい。

(5) 下線部 **d** の硝酸の工業的な製法として正しいものを次の①～④から1つ選び、**番号**を記しなさい。

① ハーバー・ボッシュ法

② オストワルト法

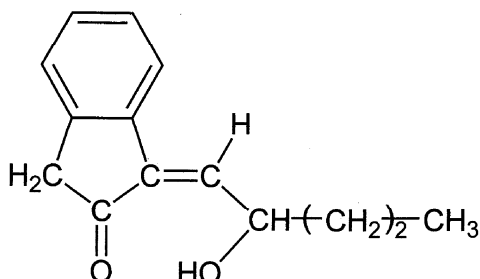
③ テルミット法

④ アンモニアソーダ法

(6) 下線部 **e** について、リン酸形燃料電池の負極および正極で生じるそれぞれの反応を、**化学反応式**で記しなさい。

Ⅲ 次の問1および問2に答えなさい。ただし、構造式は以下の例にならって記しなさい。

構造式の例



問1 次の文章を読み、設問(1)~(6)に答えなさい。

炭素、水素、酸素からなる化合物 **A**, **B**, **C** がある。3つの化合物は互いに 異性体 の関係にあることがわかっている。**A** に対して 元素分析 を行ったところ、^a 54 mg の **A** から、二酸化炭素が 154 mg, 水が ^b 36 mg 生成した。化合物 **A**, **B**, **C** の分子量は 150 以下であり、すべてベンゼン環を持つことがわかっている。さらに、化合物 **A**, **B**, **C** に対して、以下の実験1および2を行った。

実験1 **A**, **B**, **C** を水酸化ナトリウム水溶液に加えると **C** のみが溶解し、**A** と **B** は溶解しなかった。

実験2 液体である **A** と **B** に少量のナトリウムの単体を加えると、**A** では気体の発生が見られたが、**B** では見られなかった。

(1) 下線部 **a** に関して、互いに異性体の関係にあるものを次の①~④の化合物の組合せから1つ選び、番号を記しなさい。

- | | |
|----------------|-----------------|
| ① メタノールとエタノール | ② アセトアルデヒドとアセトン |
| ③ ヘキサンとシクロヘキサン | ④ マレイン酸とフマル酸 |

- (2) 下線部 **b** の元素分析を炭素と水素について行うときには、水を吸収する役割の塩化カルシウム管を、二酸化炭素を吸収するためのソーダ石灰管よりも手前(試料を燃焼させる管に近い側)に接続しなければならない。その理由として正しいものを次の①～④から1つ選び、**番号**を記しなさい。
- ① 塩化カルシウムが水を吸収するのに時間がかかるから
 - ② 塩化カルシウムは二酸化炭素がないと水を吸収しないから
 - ③ ソーダ石灰は水も吸収することができるから
 - ④ ソーダ石灰は熱に弱いから
- (3) 元素分析の結果をもとに化合物 **A** の分子式を求め、解答欄に記しなさい。
- (4) 実験1および2の結果をもとに推定される化合物 **A** と **B** の構造を、それぞれ**構造式**で記しなさい。
- (5) 化合物 **C** に当てはまる構造は複数考えられる。何種類考えられるか、**数**で記しなさい。また、そのうちの1種を**構造式**で記しなさい。(どれを示してもよい。)
- (6) 化合物 **C** の性質として最もふさわしいものを次の①～④から1つ選び、**番号**を記しなさい。
- ① ヨードホルム反応を示す。
 - ② 銀鏡反応を示す。
 - ③ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色する。
 - ④ さらし粉水溶液を加えると呈色する。

問 2 次の文章を読み、設問(1)~(6)に答えなさい。

セルロースは直鎖構造を持つ^a高分子化合物であり、丈夫な結晶構造のため、熱水や多くの有機溶媒には溶けない。しかし、セルロースは、重合体の骨格を保ったままで、溶解しやすい物質に変換して成形することができる。例えば、セルロースを濃い水酸化ナトリウム水溶液中で二硫化炭素と反応させたのち、薄い水酸化ナトリウム水溶液に溶かすと、 と呼ばれる粘性の高い赤褐色溶液になる。この溶液を細孔やスリットから希硫酸中に押し出すとセルロースが再生される。これを利用して、繊維状の レーヨンや薄膜状のセロハンが製造されている。また、^bセルロースのすべてのヒドロキシ基をアセチル化したのち、おだやかに加水分解してアセチル基の一部を取り除き、アセトンに溶解して紡糸すると、 と呼ばれる半合成繊維になる。

セルロースに希硫酸を加えて長時間加熱したり、酵素を作用させたりすると、加水分解によって直鎖構造が切断されて、最終的にはグルコースになる。グルコースは代表的な単糖であり、^cセルロース以外のいくつかの多糖を加水分解しても生成する。^dグルコースは、酵母が持つ酵素の作用によって、エタノールと二酸化炭素に分解される。エタノールは燃料として利用できるだけでなく、脱水反応によってエチレンにすれば、ポリエチレンやポリエチレンテレフタレートなどの^e熱可塑性樹脂の原料になる。このように植物資源によって、石油由来の合成高分子の原料は、部分的に置き換えることができる。

(1) , に入る最も適切な語を記しなさい。

(2) 下線部 a について、次の①~④の高分子化合物の性質に関する記述のうち、明らかに誤りのあるものを1つ選び、番号を記しなさい。

- ① 固体状態でも、分子配列が不規則な領域がある。
- ② 明確な沸点と融点をもつ。
- ③ 溶液の浸透圧や粘度から、平均分子量が求められる。
- ④ 溶液中で分子コロイドとなる。

- (3) 下線部 **b** について、セルロースの構造単位 $C_6H_{10}O_5$ 中には、アセチル化されるヒドロキシ基がいくつあるか、**数**を記しなさい。
- (4) 下線部 **c** の多糖に関する次の①～④の記述のうち、**誤っているものを1つ** 選び、**番号**を記しなさい。
- ① デンプンにアミラーゼを作用させると、加水分解されて二糖のマルトースになる。
 - ② アミロペクチンは枝分かれ構造を持ち、水に溶けにくい。
 - ③ アミロペクチン、アミロース、デキストリンの順に、分子量は小さくなる。
 - ④ グリコーゲンがヨウ素デンプン反応を示さない。
- (5) 下線部 **d** に示したグルコースからエタノールと二酸化炭素が生じる変化を何と呼ぶか、その**名称**を記しなさい。また、この変化を**化学反応式**で記しなさい。ただし、各化合物は**分子式**で表し、適切な係数を付けなさい。
- (6) 下線部 **e** について、どのような性質を持つ高分子化合物が、**熱可塑性樹脂**として利用されるか、簡潔に説明しなさい。