

令和4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14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, 実在気体とことわりがない限り, 理想気体として扱いなさい。
- 6 配布された解答用紙は, 持ち帰ってははいけません。
- 7 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** 設問(1)~(8)に答えなさい。

- (1) マグネシウム原子の K 殻, L 殻, M 殻にそれぞれ収容されている電子は何個か, それぞれ**数字**で記しなさい。
- (2) 原子番号 3 ~18 までの範囲の原子のうち, 価電子を最も多くもつ原子を 2 つ選び, **元素記号**を記しなさい。
- (3) 最外殻が収容できる最大数の電子で満たされており, 単原子分子で存在する元素は何と呼ばれるか, **名称**を記しなさい。
- (4) 原子番号 11 ~17 までの範囲の原子のうち, 原子半径が最も大きい原子を 1 つ選び, **元素記号**を記しなさい。
- (5) 原子が最外電子殻に電子を 1 個受け取り, 1 価の陰イオンとなるときに放出されるエネルギーは何と呼ばれるか。正しいものを次の①~⑤から 1 つ選び, **番号**を記しなさい。  
① イオン化エネルギー      ② 結合エネルギー      ③ クーロン力  
④ 電子親和力                  ⑤ 分子間力

- (6) 次の文の **ア** , **イ** にあてはまる語の組み合わせとして正しいものを下の①~⑥から1つ選び、**番号**を記しなさい。

単原子イオンに関して、同じ電子配置のイオンでは、原子番号が大きいほど原子核の正電荷は **ア** , イオン半径は **イ** 。

	ア	イ
①	大きく	大きい
②	大きく	小さい
③	大きく	変わらない
④	小さく	大きい
⑤	小さく	小さい
⑥	小さく	変わらない

- (7) Be, B, Al, Siのうち、非金属元素に分類される元素をすべて選び、**元素記号**を記しなさい。

- (8) 塩化ナトリウムは水に溶けやすく、水溶液中ではナトリウムイオンと塩化物イオンに分かれる。このように水中でイオンに分かれる物質は何と呼ばれるか、**名称**を記しなさい。

問 2 次の文章を読み，設問(1)~(3)に答えなさい。

2.0 L の容器 A と 3.0 L の容器 B がコックでつながれている。コック部の容積は無視できる。20 °C のもとで，容器 A に  $1.0 \times 10^5$  Pa のエチレン(エテン)，容器 B に  $2.5 \times 10^5$  Pa の酸素を封入したのち，コックを開き 2 つの気体を混合した。

次に，この混合気体中のエチレンを完全に燃焼させた後，20 °C のもとで放置した。

(1) 燃焼前の混合気体におけるエチレンの分圧は何 Pa か。また，気体の全圧は何 Pa か。それぞれの値を記しなさい。

(2) 次のエチレンの燃焼をあらわす化学反応式の ， にあてはまる化学式(係数を含む)を記しなさい。



(3) 燃焼後の気体の全圧は何 Pa か，計算過程とともに記しなさい。ただし，生成した液体の体積，蒸気圧，および気体の溶解は無視できるものとする。

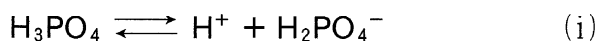


II 次の問1および問2に答えなさい。

問1 リンとその化合物に関する次の文章を読み、設問(1)~(5)に答えなさい。

リンの単体には、空气中で自然発火する特徴を有する **ア** と、毒性が小さく医薬品や農薬等の原料として用いられる **イ** がある。これらは 同じ元素からなる単体で性質が異なる物質であるが、いずれも空气中で燃焼させると酸化物の  $P_4O_{10}$  が得られる。<sup>a</sup> この酸化物に水を加えて長時間加熱すると、徐々に反応してリン酸が得られる。

リン酸は水によく溶け、水溶液中では次の式(i)~(iii)のように3段階に電離する。



一方、骨や歯などにも含まれるリン酸カルシウムは水に溶けにくい。リン酸カルシウムと硫酸を反応させると、リン酸二水素カルシウムと硫酸カルシウムの混合物が得られる。<sup>b</sup> この混合物中には、水溶性のリン酸化合物が含まれることから、肥料として利用されている。

(1) **ア** , **イ** にあてはまる物質は何か、名称を記しなさい。

(2) 下線部 a のように、単体で性質の異なるものどうしの関係は何と呼ばれるか、名称を記しなさい。

(3) 次の①～③のうち，式(i)の平衡反応を右側に進める操作をすべて選び，番号を記しなさい。

- ① リン酸水溶液に塩化水素(気体)を通じる。
- ② リン酸水溶液に水酸化ナトリウム(固体)を溶かす。
- ③ リン酸水溶液に塩化ナトリウム(固体)を溶かす。

(4) 下線部 **b** の反応の**化学反応式**を記しなさい。

(5) 次のリンと同じ周期の元素の単体と酸化物に関する①～⑤の記述のうち，正しいものを1つ選び，番号を記しなさい。

- ① 酸化マグネシウムは希硫酸と反応し，水素を生じる。
- ② アルミニウムの単体は水酸化ナトリウム水溶液と反応し，酸化アルミニウムを生じる。
- ③ ケイ素の単体は常温の水と反応し，二酸化ケイ素を生じる。
- ④ 二酸化硫黄を水に通じると，硫酸を生じる。
- ⑤ 塩素を水に通じると，塩酸と次亜塩素酸を生じる。

問 2 次の銅に関する文章 A, B を読み, 設問(1)~(6)に答えなさい。

文章 A

銅の鉱石である黄銅鉱を溶鉱炉で空気とともに加熱すると, 純度が約 99 % の粗銅が得られる。

粗銅板を  , 純銅板を  として, 硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解を行うことで純度が 99.99 % 以上の純銅が得られる。この操作を銅の  という。

粗銅には, 鉄, ニッケル, 亜鉛, 銀, 金などの元素が不純物として含まれる。純銅を得る工程で, <sup>a</sup>イオン化傾向が大きい成分は陽イオンとして水溶液中に溶解し, イオン化傾向が小さい成分はイオン化せずに沈殿する。

銅は合金としても使用されており,  との合金は青銅,  との合金は黄銅(真ちゅう)と呼ばれる。

- (1)  ,  に入る電極の名称を記しなさい。
- (2)  に入る最も適切な名称を記しなさい。
- (3) 下線部 a の元素のうち, 純銅を得る操作で水溶液中に溶解するものをすべて選び, 元素名を記しなさい。
- (4)  ,  に入る元素として, 適切なものを次の①~⑧から 1 つずつ選び, 番号を記しなさい。
- |       |          |     |        |
|-------|----------|-----|--------|
| ① 亜鉛  | ② アルミニウム | ③ 金 | ④ 銀    |
| ⑤ クロム | ⑥ スズ     | ⑦ 鉄 | ⑧ ニッケル |



## 文章B

$\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、および  $\text{Zn}^{2+}$  を含む水溶液から  $\text{Cu}^{2+}$  を分離する方法として次の操作を行った。

操作1 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加え、生じた沈殿をろ過して分離する。

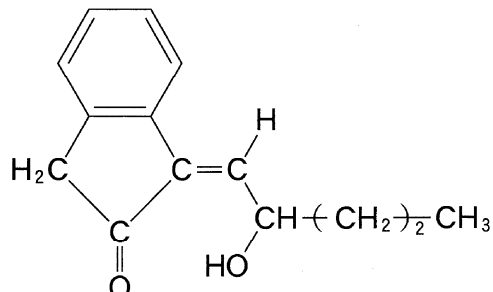
操作2 得られた沈殿にアンモニア水を過剰に加えたのち、ろ過する。

(5) 操作1で沈殿する銅の化合物の化学式を記しなさい。また、もう1種生じる沈殿の化学式を記しなさい。

(6) 操作2でおこる反応の化学反応式を記しなさい。

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)~(8)に答えなさい。

酸素を含む脂肪族化合物は、構成する官能基と炭化水素基の構造の違いによって性質の異なる様々な化合物に変わる。エタノールは、分子量の最も近い鎖式飽和炭化水素であるプロパンや、エタノールの構造異性体である **ア** に比べて、高い融点や沸点をもつ。これは、エタノールのヒドロキシ基どうしが **X** によって引き合うからである。ヒドロキシ基のこの相互作用は、水分子ともはたらき、水と自由に混じり合うエタノールの性質を生む。グリセリン(1,2,3-プロパントリオール)は、より高い融点と沸点をもち、<sup>a</sup>水によく溶ける。

メタノール、エタノールおよび **イ** の3つのアルコールをそれぞれ酸化すると、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドおよびアセトンが得られる。これら3つの生成物は、ともに **A** という官能基をもつ。ホルムアルデヒドをさらに酸化して得られるギ酸は、**B** に由来する還元性の性質を示す。

乳酸は、4種類の異なる原子や原子団が同一炭素原子に結合した炭素原子を1個もつ。<sup>c</sup>したがって、一对の鏡像異性体が存在する。また、2価カルボン酸であるマレイン酸を加熱すると、無水マレイン酸が得られる。これに対して、<sup>d</sup>フマル酸はこの反応をおこさない。

高級脂肪酸とグリセリンのエステルは、油脂である。表1は、天然の油脂を構成する主な高級脂肪酸とその示性式を示す。一般に、高級脂肪酸の融点は、構成する炭化水素基に含まれる炭素数と不飽和結合数の両方に依存して変化する。その結果として、表1の飽和脂肪酸はいずれも不飽和脂肪酸より融点が高い。したがって、表1のうち、融点が最も高い脂肪酸は **Y** であり、融点が最も低い脂肪酸は **Z** である。

表1 油脂を構成する主な高級脂肪酸とその示性式

①	パルミチン酸 $C_{15}H_{31}COOH$
②	リノレン酸 $C_{17}H_{29}COOH$
③	リノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$
④	オレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$
⑤	ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$

- (1) **ア** , **イ** に入る最も適切な化合物の**名称**を記しなさい。
- (2) **X** に入る最も適切な相互作用の**名称**を記しなさい。
- (3) 下線部 **a** のグリセリンに関する記述として**誤りを含むもの**を次の①～④から1つ選び、**番号**を記しなさい。
- ① 3価アルコールである。
  - ② 第三級アルコールの構造をもつ。
  - ③ 化粧品、医薬品の成分に使われる。
  - ④ 爆薬の原料に使われる。

- (4) 下線部 **b** のホルムアルデヒドとアセトアルデヒドに**共通する性質**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 水溶液は強酸性を示す。
  - ② フェーリング液によって還元される。
  - ③ ヨードホルム反応を示す。
  - ④ 銀鏡反応を示す。
- (5)  ,  に入る最も適切な官能基の名称を次の①～④から1つずつ選び、**番号**を記しなさい。
- ① カルボキシ基    ② カルボニル基    ③ ヒドロキシ基    ④ ホルミル基
- (6) 下線部 **c** の炭素原子は何と呼ばれるか、**名称**を記しなさい。
- (7) 下線部 **d** のマレイン酸と無水マレイン酸の**構造式**を用いて、この反応の**化学反応式**を記しなさい。
- (8)  ,  に入る最も適切な高級脂肪酸を表1の①～⑤から1つずつ選び、**番号**を記しなさい。



問 2 次の文章を読み、設問(1)~(6)に答えなさい。

合成繊維にはさまざまな種類があり、その性質によって使い分けられている。ポリアミド系繊維としてもっとも知られているものは **A** であり、アジピン酸とヘキサメチレンジアミンの **ア** により合成される。また、 $\epsilon$ -カプロラクタムの **イ** によって類似の性質をもつ高分子が合成される。

ポリエステル系繊維としては、**B** (略称：PET)がよく知られている。PETはテレフタル酸とエチレングリコール(1,2-エタンジオール)の **ウ** によって合成することができる。PETは繊維としてだけでなく、合成樹脂としても広く用いられている。

<sup>a</sup>羊毛に似た性質をもつ合成繊維としてアクリル系繊維がある。ポリアクリロニトリルはその代表的なものであり、アクリロニトリルの **エ** によって得られる。また、繊維の性質を変化させるために、<sup>b</sup>アクリロニトリルをアクリル酸メチルなどの別の単量体と混ぜて重合することもできる。

合成繊維の中でもビニロンは重合によって直接合成するのではなく、高分子を反応させることによって作られる。酢酸ビニルの重合により合成した高分子を加水分解してポリビニルアルコールとし、<sup>d</sup>アセタール化によってビニロンへと変換する。ビニロンは天然繊維の綿に似た性質をもつ。

- (1) **A** , **B** に入る最も適切な高分子の名称を記しなさい。
- (2) **ア** ~ **エ** には重合の名称が入る。それぞれ最も適切なものを次の①~④から選び、番号で記しなさい。ただし、同一の番号を複数回選んでもよい。
- ① 付加重合      ② 縮合重合      ③ 付加縮合      ④ 開環重合

(3) 下線部 **a** で示した合成樹脂に関する次の①～⑤の記述のうち、正しいものを2つ選び、番号を記しなさい。

- ① フェノール樹脂は熱可塑性樹脂の一種である。
- ② 陰イオン交換樹脂はポリスチレン樹脂などにスルホ基を導入して合成される。
- ③ ポリ乳酸は生分解性樹脂として利用される。
- ④ 導電性樹脂はスマートフォンなどに利用されている。
- ⑤ 低密度ポリエチレンは高密度ポリエチレンより固い性質をもつ。

(4) 下線部 **b** および **d** に示された化合物の構造式を記しなさい。

(5) 下線部 **c** のように、複数の単量体を混ぜて行う重合のことは何と呼ばれるか、その名称を記しなさい。

(6) 下線部 **e** で示した綿の主成分はセルロースである。セルロースに関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを2つ選び、番号を記しなさい。

- ① セルロースは $\alpha$ -グルコースが直線状に多数結合した構造をもつ。
- ② セルロースはヨウ素デンプン反応を示さない。
- ③ セルロースを濃硝酸と濃硫酸の混合物と反応させることによりトリニトロセルロースが合成される。
- ④ セルロースをシュバイツァー試薬に溶解したコロイド溶液から銅アンモニアレーヨン(キュプラ)が作られる。
- ⑤ セルロースから作られるアセテート(アセテート繊維)は再生繊維の一種である。