

A, B, D

平成 29 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には, 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 必要なときは次の値を用いなさい。  
原子量: Al 27.0  
ファラデー定数:  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$
- 6 配付された解答用紙は, 持ち帰ってはいけません。
- 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 イオン結晶に関する、設問(1)~(6)に答えなさい。

- (1) イオン結晶を構成する陽イオンと陰イオン間の結合力は何と呼ばれるか、その名称を記しなさい。
- (2) イオン結晶の一般的な性質としてふさわしくないものを次の①~④から1つ選び、番号で答えなさい。
  - ① 水溶液にすると電気をよく導く
  - ② 昇華しやすい
  - ③ 硬いがもろい
  - ④ 融点が高い
- (3) イオン結晶に強い力を加えたとき、特定の面に沿って割れやすい性質は何と呼ばれるか、記しなさい。
- (4) 図1は塩化ナトリウム結晶の単位格子におけるイオンの配置を示したものである。以下の設問(i)~(iii)に答えなさい。
  - (i) 単位格子中には、ナトリウムイオンと塩化物イオンはそれぞれ何個含まれるか、答えなさい。
  - (ii) ナトリウムイオンの配位数はいくつか、答えなさい。
  - (iii) 単位格子の一辺を  $0.564 \text{ nm}$ 、塩化物イオンの半径を  $0.167 \text{ nm}$  としたとき、ナトリウムイオンの半径は何  $\text{nm}$  になるか、求めなさい。ただし、結晶内ではナトリウムイオンと塩化物イオンは互いに接しているものとする。

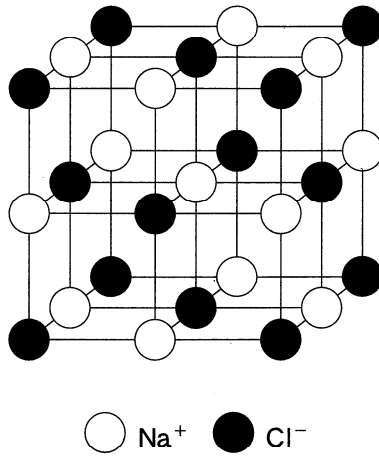


図1 塩化ナトリウム結晶の単位格子におけるイオンの配置図

(5) 次の物質の結晶のうち、イオン結晶であるものはどれか、次の①～⑥から適切なものを2つ選び、番号で答えなさい。

- |          |            |          |
|----------|------------|----------|
| ① 二酸化炭素  | ② 硫酸アンモニウム | ③ ナフタレン  |
| ④ タングステン | ⑤ 炭酸カルシウム  | ⑥ 二酸化ケイ素 |

(6) 次に示すハロゲン化ナトリウムの中で、融点が最も高いものはどれか、組成式で答えなさい。

塩化ナトリウム，臭化ナトリウム，フッ化ナトリウム，ヨウ化ナトリウム

問 2 次のアルミニウムに関する文章を読み、設問(1)~(8)に答えなさい。

アルミニウムは A 族元素であり、3価の陽イオンになりやすい。単体のアルミニウムは密度が比較的小さい金属で、薄く広げて箔にすることができ<sup>a</sup>る性質や、線状に引き延ばすことができる性質に富み、その合金<sup>b</sup>を含めて、様々な用途で用いられる。単体のアルミニウムは、原料鉱石のボーキサイトを精製して得られる酸化アルミニウムを、水晶石( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )とともに融解塩(溶融塩)<sup>c</sup>電解することで得られる。

アルミニウムは酸化されやすく、燃焼熱も大きい<sup>d</sup>。酸素中で加熱すると、激しく燃焼して酸化アルミニウムになる。一方、空気中で放置した場合には酸化<sup>e</sup>が内部まで進行しにくい。

アルミニウムイオンを含んだ水溶液にアンモニア水または少量の水酸化ナトリウムなどの塩基を加えると、水酸化アルミニウムの白色沈殿を生じる。水酸化アルミニウムは酸とも塩基とも反応する水酸化物<sup>f</sup>であり、過剰量の水酸化ナトリウム水溶液に錯イオン<sup>g</sup>を形成して溶ける。

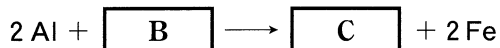
(1) A に入る数字を記しなさい。

(2) 下線部 a の性質は何と呼ばれるか、その名称を記しなさい。

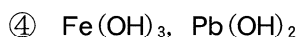
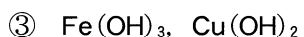
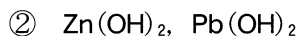
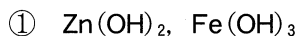
(3) 下線部 b について、アルミニウムの合金には、少量の銅、マグネシウムなどを含む軽量で強度の高いものがあり、航空機材料などに用いられる。この合金は何と呼ばれるか、その名称を記しなさい。

(4) 下線部 c において、融解塩に 15.0 A の電流を 16 分 5 秒間流したとき、得られるアルミニウムは何 g か。結果は、計算の過程とともに有効数字 3 桁で記しなさい。ただし、流した電流はすべて、アルミニウムイオンの還元<sup>h</sup>に用いられるものとする。

- (5) 下線部 **d** の性質を利用して、アルミニウムと酸化鉄(Ⅲ)の粉末を混合して点火すると、アルミニウムが還元剤としてはたらき、鉄の単体が得られる。この反応について、B , C にあてはまる物質の化学式を記し、化学反応式を完成させなさい。また、この反応の名称を記しなさい。



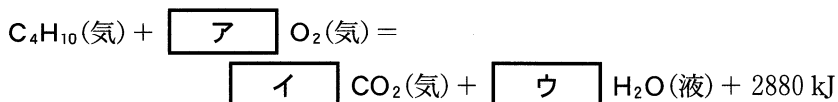
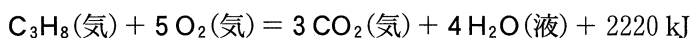
- (6) 下線部 **e** の性質について、その理由を記しなさい。
- (7) 下線部 **f** のような水酸化物は何と呼ばれるか、その名称を記しなさい。
- (8) 水酸化アルミニウムのように、下線部 **g** のような性質をもつ水酸化物の組み合わせとしてふさわしいものを次の①~④から1つ選び、番号で答えなさい。



## II 次の問1および問2に答えなさい。

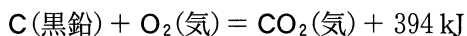
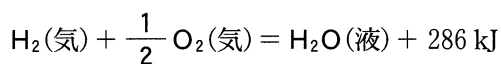
問1 次の文章を読み、設問(1)~(3)に答えなさい。

ガスコンロの燃料には、プロパン  $\text{C}_3\text{H}_8$  とブタン  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  の混合気体がいわれている。プロパンとブタンがそれぞれ完全燃焼するときの熱化学方程式は、次式で表される。



(1)  $\boxed{\text{ア}}$  ~  $\boxed{\text{ウ}}$  にあてはまる熱化学方程式の係数を分数もしくは整数で記しなさい。係数が1である場合には1を記入すること。

(2) プロパンの生成熱は何  $\text{kJ/mol}$  か。結果は、計算の過程とともに記しなさい。ただし、水素と炭素(黒鉛)がそれぞれ完全燃焼するときの熱化学方程式は、次式で表される。

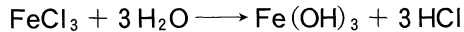


(3) プロパンとブタンの混合気体があり、その物質量は  $0.4 \text{ mol}$  である。この混合気体を完全燃焼したときの燃焼熱は、 $1086 \text{ kJ}$  であった。

はじめの混合気体中のプロパンとブタンの物質量の比を、もっとも簡単な整数比で求めなさい。また、この混合気体を完全燃焼したとき、何  $\text{mol}$  の酸素と反応するか求めなさい。それぞれの結果は、計算の過程とともに記しなさい。

問 2 次の文章を読み、設問(1)~(4)に答えなさい。

塩化鉄(Ⅲ)飽和水溶液を多量の沸騰水に加えると、次のように反応して固体<sup>a</sup>の水酸化鉄(Ⅲ)が水溶液中に分散したコロイド溶液が得られる。



このコロイド溶液は、水素イオン $\text{H}^+$ と塩化物イオン $\text{Cl}^-$ を含んでいるが、セロハン袋に包んで蒸留水中に浸しておくと、これらのイオンを取り除くことができる。一般に、このような分離・精製の操作を **ア** といい、セロハン膜のように溶液中のある成分は通すが、ほかの成分は通さない膜を **イ** という。セロハン膜を水素イオンと塩化物イオンが通ることは、袋の外側の水にプロモチモールブルー(BTB)溶液を加えると **X** を呈し、硝酸銀水溶液を加えると **Y** を生じることからも確認できる。

精製された水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液をU字管に入れ、直流電圧をかけるとコロイド粒子は陰極側に移動する。これは水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子が **ウ** の電荷を帯びているためである。

水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に少量の電解質が加わると、コロイド粒子が反発力を失って集まり沈殿する。このような現象を **エ** といい、河川水の濁りの原因となる粘土鉱物を沈殿させるのに利用されている。<sup>b</sup>

(1) **ア** ~ **エ** に入る最もふさわしい語を記しなさい。

- (2) 

X
---

 , 

Y
---

 に入る語の組み合わせとして、最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号で答えなさい。

	X	Y
①	黄色	白色沈殿
②	黄色	黒色沈殿
③	青色	白色沈殿
④	青色	黒色沈殿

- (3) 下線部 **a** と関連して、コロイド溶液である**墨汁**と**牛乳**の違いを**分散質**と**分散媒**という用語を用いて簡潔に説明しなさい。

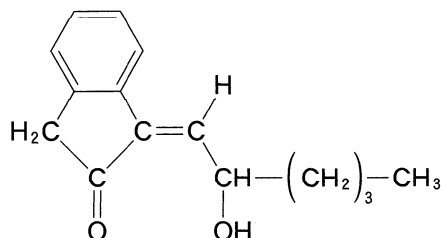
- (4) 下線部 **b** と関連して、粘土鉱物のコロイド溶液をU字管に入れ、直流電圧をかけるとコロイド粒子は陽極側に移動した。このコロイド粒子を沈殿させるのに必要な電解質水溶液が最も少量となる化合物を次の①～⑤から1つ選び、番号で答えなさい。ただし、粘土鉱物のコロイド溶液に加える電解質水溶液のモル濃度はすべて同じとする。

- ① NaCl                      ② MgCl<sub>2</sub>                      ③ Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
④ MgSO<sub>4</sub>                      ⑤ Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>



Ⅲ 次の問 1 および問 2 に答えなさい。ただし、構造式は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)~(7)に答えなさい。

グルコースやフルクトースのように、それ以上加水分解されない糖類を **ア** という。グルコースは水に溶解すると還元性を示し、グルコースをアンモニア性硝酸銀溶液に加えて加熱すると銀が析出する。一方、デンプンやセルロースのように、数多くの糖が結合してできる糖類を **イ** という。デンプンはアミラーゼなどの酵素の作用により、加水分解されて最終的にグルコースとなる。また、セルロースは直鎖状構造をしている高分子化合物であり、分子間に多くの **X** が形成され、強い繊維状の物質となる。

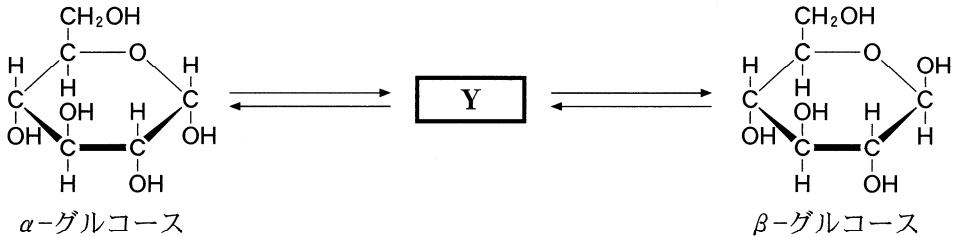
分子中にアミノ基とカルボキシ基をもつ化合物をアミノ酸という。アミノ酸は結晶中や水溶液中では、正と負の電荷をあわせもったイオンを形成することができる。アミノ酸の中で、体内で合成されない、または、合成されにくいものは **ウ** と呼ばれる。また、種々のアミノ酸が縮合重合してできる、生物の主要な構成物質であるポリペプチドは **エ** と呼ばれる。

(1) **ア** ~ **エ** に入る最もふさわしい語を記しなさい。

(2) **X** に入る最も適切な結合の種類を次の①~④から1つ選び、番号で答えなさい。

- ① 共有結合      ② イオン結合      ③ 金属結合      ④ 水素結合

- (3) 下線部 **a** について、 $\alpha$ -グルコースは水に溶解すると、その一部は鎖状構造を経て  $\beta$ -グルコースに変化する。鎖状構造に含まれる還元性を示す**官能基の名称**を記しなさい。また、次に示す式の **Y** にあてはまる鎖状構造のグルコースの**構造式**を記しなさい。ただし、不斉炭素原子により生じる異性体については考慮しなくてよい。



- (4) 下線部 **b** について、この反応は一般に何と呼ばれるか、その**名称**を記しなさい。
- (5) 下線部 **c** のデンプンについて述べた以下の記述のうち、一般に正しいものはどれか、次の①～④から1つ選び、**番号**で答えなさい。
- ① デンプンは  $\beta$ -グルコースが縮合重合してできた高分子化合物である。
  - ② デンプンをフェーリング液に加えて加熱すると赤色沈殿を生じる。
  - ③ デンプンを構成しているアミロペクチンは枝分かれした構造をもつ。
  - ④ デンプンを構成しているアミロースは冷水に溶けやすい。
- (6) 下線部 **d** と関連して、酵素について述べた以下の記述のうち、**誤りを含むもの**を次の①～④から1つ選び、**番号**で答えなさい。
- ① 酵素の分子構造にはペプチド結合がふくまれる。
  - ② 酵素は生体で起こる化学反応の触媒としてはたらく。
  - ③ 酵素はある特定の基質に作用する。
  - ④ 酵素のペプシンは中性で最もよくはたらく。
- (7) 下線部 **e** について、このようなイオンは一般に何と呼ばれるか、その**名称**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。

原油から得られる炭化水素を原料として、工業的に種々の触媒を用いた反応をおこなうことによって、酸素や窒素原子を含む官能基をもつ様々な有機化合物が製造される。たとえば、ナフサの熱分解で得られるエチレンにリン酸を触媒にして、高温高压下で水を付加すると **ア** が得られる。また、エチレンを塩化パラジウム(II)と **A** を触媒に用いて酸化し、アセトアルデヒドが製造されている。ベンゼンからは、クメン法によってフェノールと **イ** が得られる。ベンゼンのニトロ化で得られるニトロベンゼン<sup>a</sup>からは、触媒を用いて水素で還元してアニリン<sup>b</sup>が製造されている。

工業的に製造された酸素や窒素原子をもつ有機化合物は、医薬品、衣類、生活用品などの化学製品を製造する原料として幅広く利用されている。たとえば、サリチル酸に無水酢酸を反応させるとエステル結合を生じて、解熱鎮痛剤として使われる医薬品であるアスピリン<sup>c</sup>が得られる。また、アニリンに無水酢酸を反応させるとアミド結合を生じてアセトアニリド<sup>d</sup>が得られる。このアセトアニリドのパラ位にヒドロキシ基を導入したアセトアミノフェン<sup>e</sup>は、アスピリンと同じく解熱鎮痛剤として使われている。

複数のヒドロキシ基、カルボキシ基、あるいはアミノ基をもつ有機化合物は、縮合重合で生成される合成高分子化合物の原料として特に有用である。たとえば、ジカルボン酸であるアジピン酸とジアミンである **X** は、ナイロン 66 の原料である。また、*p*-キシレンを酸化して得られる **Y** とエチレングリコールは、ポリエチレンテレフタレート(PET)の原料である。現在、大量に利用されている PET ボトルは、分別回収後、融解して、そのまま樹脂や繊維に加工されてリサイクルされている<sup>f</sup>。

(1) **ア** , **イ** に入る最も適する化合物の名称を記しなさい。

(2) A に入る最も適する化合物を次の①～④から1つ選び、番号で答えなさい。

① 塩酸

② 硫酸

③ 塩化銅(Ⅱ)

④ 塩化亜鉛(Ⅱ)

(3) 下線部 **a**, **b**, **c** のいずれの化合物を用いても起きない現象はどれか、次の①～⑤から1つ選び、番号で答えなさい。

① 混酸を加えて加熱すると、ニトロ化合物を生じる。

② 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気体が発生する。

③ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫色に呈色する。

④ さらし粉の水溶液を加えると、赤紫色に呈色する。

⑤ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えると、黒色の物質を生じる。

(4) 下線部 **d**, **e** の化合物を構造式で記しなさい。

(5) X, Y に入る化合物を構造式で記しなさい。

(6) 下線部 **f** の PET ボトルでおこなわれているリサイクルは一般に何と呼ばれているか、リサイクルの名称を記しなさい。