平　成　30　年　度

問題冊子

教　　科	科　　目	ページ数
理　　科	化　　学	10

試験開始の合図があるまで，問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は，すべて別紙解答用紙の所定欄に，はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合は，きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には，志望学部及び受験番号，解答のほかは，いっさい記入しないこと。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後，解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は，願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は，片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には応じないが，その他の用事があるときは，だまって手をあげて，監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には，解答用紙を必ずページ順に重ね，机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後，問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

必要があれば，次の値を使うこと。

H 1.0	C 12.0	N 14.0	O 16.0	Na 23.0
S 32.1	Cl 35.5	Ca 40.1	Ba 137.3	

気体定数　$R = 8.31 \times 10^3$ Pa・L/(mol・K)

〔Ⅰ〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。

ヨウ素は，室温で固体である。その結晶は，ヨウ素分子で構成され，分子結晶に分類される。ヨウ素分子は，（ ア ）性がなく，結晶中では分子と分子の間に（ イ ）がはたらく。この力は弱いので，ヨウ素の結晶を加熱すると直接気体になりやすい。この現象を（ ウ ）とよぶ。

水分子は水素原子と酸素原子が（ エ ）結合したもので，分子の形状は（ オ ）形をしており，水分子には強い（ ア ）性がある。水分子の間には，（ イ ）が作用するほかに，（ カ ）結合が存在している。このため，水の沸点は16族元素の水素化合物の中で，その分子量から予想される値よりも異常に高い①。

問 1 文中の（ ア ）～（ カ ）に，適切な語句を記入しなさい。

問 2 次の各物質(a)～(f)が結晶状態にあるとき，その結晶の種類を，金属結晶，イオン結晶，共有結合の結晶，分子結晶の中から選びなさい。

物質 (a) 銅 (b) 酸化マグネシウム (c) ケイ素
(d) 塩素 (e) フッ化カリウム (f) アルゴン

問 3 16族以外の同族元素の水素化合物の中で，下線部①のようにその分子量から予想される値よりも異常に高い沸点を示す分子を1つ挙げなさい。

問 4 イオン結晶は，イオン結合の結合力が大きいので一般に硬い。しかし，もろくて，強くたたくと割れて平滑な面ができる。その理由を100字程度で説明しなさい。

問 5 金属はたたくと薄く広がる性質や，引っ張ると長く延びる性質をもつ。その理由を100字程度で説明しなさい。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。数値を解答する場合は，有効数字2桁で答えなさい。ただし，25 ℃における硫酸カルシウムおよび硫酸バリウムの溶解度積は，それぞれ $1.0 \times 10^{-5}(\mathrm{mol/L})^2$，$1.0 \times 10^{-10}(\mathrm{mol/L})^2$ であるとし，硫酸ナトリウムの添加による溶液の体積変化および温度変化は無視できるとする。

CaやBaは周期表の（　ア　）族に属する元素であり，Be，Mgを除く（　ア　）族元素は，特に性質が似ているため，（　イ　）金属元素という。①Caの単体は常温で水と激しく反応して気体を発生し，塩基性を示す化合物Aを生成する。化合物Aの飽和水溶液は（　ウ　）水といい，②これに二酸化炭素を吹き込むと沈殿が生成し，③さらに二酸化炭素を吹き込むと沈殿が溶解する。

25 ℃において，濃度0.020 mol/Lの Ca^{2+} を含む水溶液に，少量の硫酸ナトリウムを加えたところ，④硫酸カルシウムの沈殿が生成しはじめた。一方，⑤Ca^{2+} と Ba^{2+} をともに0.010 mol/L含む水溶液200 mLに，少量ずつ硫酸ナトリウムを加えたところ，硫酸カルシウムの沈殿は生成せずに硫酸バリウムの沈殿が生成し，さらに硫酸ナトリウムを加えると硫酸カルシウムの沈殿も生成しはじめた。このように，化合物の溶解度積の違いを活用することで，Ba^{2+} と Ca^{2+} を分離することができる。

問 1　文章中の空欄（　ア　）から（　ウ　）に，適切な語句を記入しなさい。

問 2　下線部①について，発生する気体の分子式を答えなさい。さらに，1.0 gのCaが完全に反応したときに，300 K，1.0×10^5 Paにおいて発生する気体の体積(L)を答えなさい。また，計算過程も示しなさい。ただし，気体の水への溶解は無視できるとする。

問 3　下線部②および③で進行している反応について，それぞれ化学反応式を示しなさい。

問 4　下線部④について，硫酸カルシウムの沈殿が生成し始めるときの水溶液中の硫酸イオンの濃度(mol/L)を答えなさい。また，計算過程も示しなさい。

問 5　下線部⑤について，硫酸カルシウムの沈殿が生成し始めるときの，(1)水溶液中の Ba^{2+} の濃度(mol/L)と，(2)それまでに加えた全ての硫酸ナトリウムの質量(g)を答えなさい。また，計算過程も示しなさい。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。数値を解答する場合は，有効数字3桁で答えなさい。ただし，蒸留水および水溶液の密度はいずれも1.00 g/cm^3，比熱はいずれも4.20 J/(g･K)とする。

物質の化学変化や状態変化には，エネルギーの出入りが伴う。熱エネルギーを放出する反応を(　ア　)反応といい，熱エネルギーを吸収する反応を(　イ　)反応という。こうした化学反応に伴い，放出または吸収する熱量を反応熱というが，特に1 molの化合物がその成分元素の(　ウ　)体から生成する時の反応熱を生成熱という。

発泡ポリスチレンの容器に20.0 ℃の蒸留水を50.0 mL入れ，ここに固体の水酸化ナトリウム2.00 gを加えてよく撹拌し，水溶液の温度を測定したところ，①温度変化が見られた。この水溶液を気体の出入りがない状態で温度が20.0 ℃に戻るまで放置した(状態A)。②溶かした水酸化ナトリウムと等しい物質量の塩化水素を含む希塩酸を加えて反応させると発熱量は2.80 kJであった。

問 1　文章中の空欄（　ア　）から（　ウ　）に，適切な語句を記入しなさい。

問 2　下線部①について，放出または吸収される熱量がすべて水溶液の温度変化に使われたときの水溶液の温度(℃)を答えなさい。また，途中の計算過程も示しなさい。ただし，下記の熱化学方程式が成り立つとする。

$$NaOH(固) + aq = NaOHaq + 45.0\,kJ$$

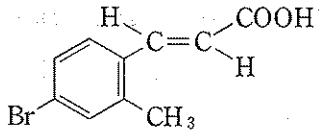
問 3　下線部②の反応熱は一般に何と呼ばれているか。また，この反応を表す熱化学方程式を書きなさい。

問 4　塩化水素 1.00 mol を含む十分に濃度が低い塩酸に，固体の水酸化ナトリウム 1.00 mol を加えて反応させたときの熱化学方程式を示しなさい。

問 5　状態 A の 20.0 ℃の水酸化ナトリウム水溶液に対し，15.0 ℃の希塩酸を 60.0 mL 加えたところ，含まれていた水酸化ナトリウムは全て反応した。反応後の水溶液の温度(℃)を答えなさい。また，途中の計算過程も示しなさい。ただし，放出または吸収される熱量がすべて水溶液の温度変化に使われたものとする。また，加えた希塩酸の濃度変化に伴って放出または吸収される熱量は，無視できるものとする。

〔Ⅳ〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。なお，ベンゼン環を含む有機化合物の構造式は，以下の例にならって示すこと。

例



芳香族化合物A，B，Cの混合物について，以下の分離操作を行った。

操作 1. 混合物をジエチルエーテル(以下エーテル)に溶かし，希塩酸を加えてよく振り，静置すると，二層に分離した。

操作 2. この水層を取り出し，水酸化ナトリウム水溶液を加えると液体Aが生じた。

操作 3. 一方，エーテル層に炭酸水素ナトリウム水溶液を加え，よく振り，静置すると，二層に分離した。

操作 4. 操作3の水層に希塩酸を加えると白色結晶Bが生じた。

操作 5. 操作3のエーテル層を濃縮すると，液体Cが得られた。

分離した芳香族化合物A，B，Cの分子量は，それぞれ93，122，106であることが分かった。

問 1 芳香族化合物AおよびBの構造式を書きなさい。

問 2 操作2において，水酸化ナトリウムを加えてAが生じたときの化学反応式を書きなさい。

問 3 操作4において，塩酸を加えてBが生じたときの化学反応式を書きなさい。

問 4　芳香族化合物Aを無水酢酸と反応させると白色結晶が生じる。この化学反応式を書きなさい。

問 5　芳香族化合物Cが炭化水素のとき，その分子式を求めなさい。また，計算過程も示しなさい。さらに芳香族化合物Cの考えられるすべての構造式を書きなさい。

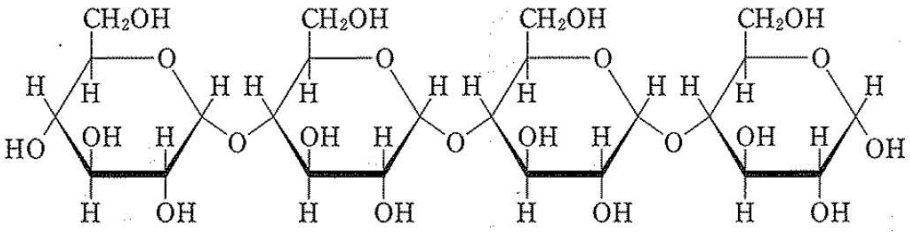
〔V〕 次の文章を読み，各問いに答えなさい。

デンプンは，植物の種子や根茎などに存在していて，単糖の（　ア　）が多数縮合重合したものである。デンプン水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液（ヨウ素液）を加えると，青～青紫色になる。この反応が（　イ　）反応で，デンプンなどの検出に用いる。デンプンを希酸と加熱すると，デンプンは徐々に加水分解①され，デキストリンや二糖の（　ウ　）を経て，最終的には単糖の（　ア　）まで分解される。生体内では，デンプンは（　エ　）などの酵素によって加水分解される。（　ア　）に，フェーリング液を加えて加熱すると（　オ　）の赤色沈殿を生じる。

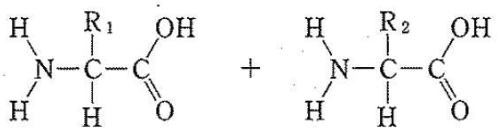
タンパク質は，デンプンと同様に高分子化合物であり，約20種のアミノ酸が多数縮合重合してできている。アミノ酸は，生体内でのタンパク質合成時に，遺伝情報に基づいて連結される。アミノ酸の連結は，あるアミノ酸分子の（　カ　）と別のアミノ酸分子の（　キ　）が脱水縮合②することでおこる。この縮合で生じるアミノ酸どうしのアミド結合を，特に（　ク　）結合という。タンパク質水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり，さらにアンモニア水③を加えて塩基性にすると橙黄色になる。この反応を（　ケ　）反応という。

問 1 （ ア ）～（ ケ ）に，適切な語句を書きなさい。ただし（ カ ）と（ キ ）の順序は問わない。

問 2 下線部①について，下図に示した化合物が加水分解されて生成する単糖の構造式を，１つ書きなさい。



問 3 下線部②について，以下の異なるアミノ酸２分子が脱水縮合してできる分子の構造式をすべて書きなさい。



問 4 下線部③について，このように呈色する理由を 80 字以内で説明しなさい。