

平成 20 年 度

## 問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	化 学	11

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(両面)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、解答と志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔V〕、〔VI〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔V〕、〔VI〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その3)の所定の枠内に記入しなさい。

### 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、いっさい応じないが、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 1.00 C 12.0 O 16.0 Na 23.0

Mg 24.3 S 32.1 Cl 35.5 Ca 40.1

アボガドロ定数  $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

〔 I 〕 次の文章は一郎君と花子さんとお父さんの、温泉についての対話です。これを最後まで読んで、文中の下線部に関係した各問いに答えなさい。計算は、計算過程も示し、有効数字 2 桁まで求めなさい。

一郎：温泉には、いろいろな物質が溶けていると聞いたけど本当かな。

花子：そうよ。温泉は、お湯に入った時の肌の感触とかが、ふつうのお風呂の水とは少し違うし、飲んでみると少し味がするものもあるわね。

父：そうだね。いろいろなものが溶けているから、温泉としてふつうの水と区別するのだろうね。それに温度も最初から高いものが多いね。

花子：温泉には、溶けているものの種類によって分類して、名前を付けているものもあるようだけど。

父：泉質のことだね。脱衣場なんかに成分表や効能表と一緒に掲示されているね。泉質といえば、泉質には含有成分から付ける名前と溶液の性質から付ける名前の 2 通りの名前があるのは知っているかな。

一郎：そういえば、以前温泉に行ったとき、ナトリウム一塩化物泉(食塩泉)と書いてあるのを見たことがある。高張性中性低温泉とも書いてあった。

花子：私もナトリウム一炭酸水素塩泉(重曹泉)や低張性弱アルカリ性高温泉というのを見たことがある。泉質の名前ってどうやって付けられるのかしら。

父：いろいろな物質が多く溶けている温泉の場合、最も多く溶けている物質のイオンの名前を使うようだよ。化学的に物質の量を比較するときは物質質量という量を使うというのは知っていると思うけど、イオンの場合はイオンの価数というのも考慮し、物質質量にイオンの価数をかけたもので比較する。たとえば、2 価のイオンなら物質質量の 2 倍、3 価のイオンなら 3 倍して他のイオンと比較するというわけだ。

問 1 下線部(ア)の温泉に最も多く溶けている陽イオンと陰イオンの化学式を答えなさい。

問 2 (イ)のように書かれていた温泉の pH は 25 °C で 8.0 であった。この温泉中の水酸化物イオンの濃度は 25 °C でいくらであるといえるか。また、この温泉の沸点は 100 °C より高いか低いかわかれば答えなさい。

問 3 ある温泉で溶けているイオンの多いもので、ナトリウムイオンが 212 mg/l、マグネシウムイオンが 28 mg/l、カルシウムイオンが 195 mg/l、陰イオンとして、塩化物イオンが 262 mg/l、炭酸水素イオンが 110 mg/l、硫酸イオンが 432 mg/l 入っているという。これらの中で(ウ)の物質質量として最も多く入っている陽イオンと陰イオンはどれで、この温泉 1 リットルあたりに、それぞれ何 m mol 入っているか求めなさい。

問 4 問 3 の温泉 1 リットル中に含まれるナトリウムイオンの数はいくらであるか、求めなさい。

問 5 問 3 の温泉の成分の中で、モル濃度に(エ)の価数をかけあわせた数値が最も大きくなる陽イオンと陰イオンはどれであることを考え、この温泉にふさわしい泉質名を次の中から選びなさい。

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| ① ナトリウム—塩化物泉   | ② ナトリウム—炭酸水素塩泉  |
| ③ ナトリウム—硫酸塩泉   | ④ カルシウム—塩化物泉    |
| ⑤ カルシウム—炭酸水素塩泉 | ⑥ カルシウム—硫酸塩泉    |
| ⑦ マグネシウム—塩化物泉  | ⑧ マグネシウム—炭酸水素塩泉 |
| ⑨ マグネシウム—硫酸塩泉  |                 |

〔Ⅱ〕 次のアルコールの化学反応に関する各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、問 1 では有効数字 3 桁、問 2 および問 3 では有効数字 2 桁まで求めなさい。

問 1 エタノールを燃焼させると二酸化炭素と水ができる。この反応の化学反応式を書きなさい。

この反応においてエタノール(液体)の燃焼熱は  $1367 \text{ kJ/mol}$  である。また、炭素(C, 黒鉛)、水素( $\text{H}_2$ , 気体)の燃焼熱はそれぞれ  $394 \text{ kJ/mol}$ ,  $286 \text{ kJ/mol}$  である。ただし、これらの燃焼反応で水が生じた場合、それらの水は液体である。以上のことより、エタノール(液体)が生成される時の生成熱を求め、その熱化学方程式を示しなさい。

問 2 ある第一級アルコールと一価(モノ)カルボン酸をそれぞれ  $1 \text{ mol}$  ずつ混合した溶液を濃硫酸とともに加熱後、放置すると両物質とも  $0.5 \text{ mol}$  ずつを残して平衡に達し、エステル(カルボン酸エステル)と水が生成した。これとは別に、上記の反応で用いた第一級アルコールと一価(モノ)カルボン酸をそれぞれ  $2 \text{ mol}$  と  $1 \text{ mol}$  混合した溶液を上記の反応と全く同じ条件下で実験を行った時に生じるエステルの生成量( $\text{mol}$ )を求めなさい。ただし、混合溶液の体積は、いずれの反応でも反応の前後で変化しないものとする。

問 3 エステル(カルボン酸エステル)に水酸化ナトリウムを加えて加熱すると塩とアルコールが生成する。 $\text{C}:\text{H}:\text{O}$  の質量比が  $6:1:4$  である一価のカルボン酸エステル  $0.44 \text{ g}$  と  $0.50 \text{ mol/l}$  水酸化ナトリウム溶液  $50.0 \text{ ml}$  を加熱して完全に反応させた後、未反応の水酸化ナトリウムを  $0.25 \text{ mol/l}$  硫酸溶液で中和するのに  $40.0 \text{ ml}$  要した。この際、中和滴定には生成物は影響しないものとする。中和滴定の結果を用いて、この 1 価のカルボン酸エステルの分子量と分子式を求めなさい。



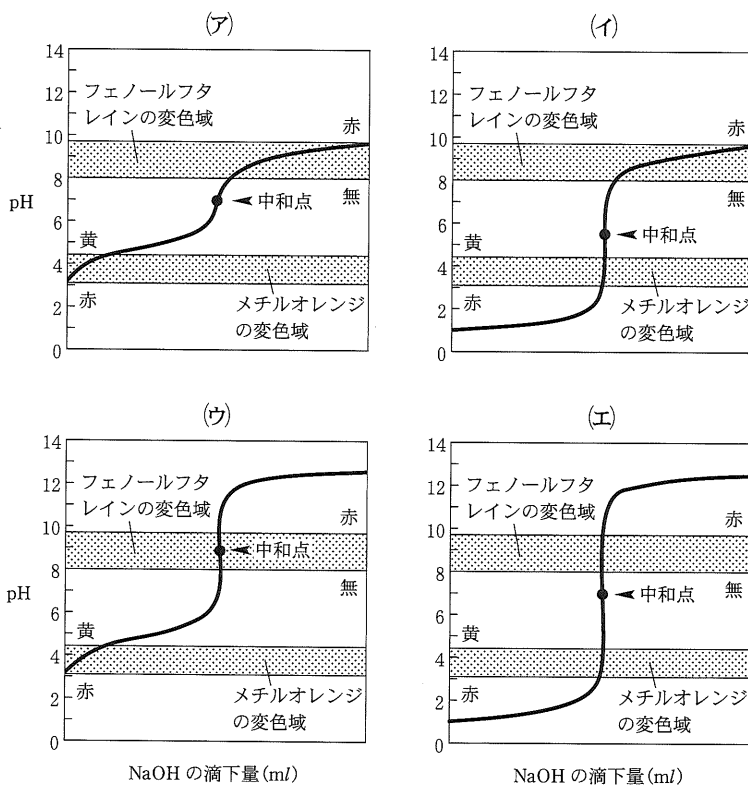
〔Ⅲ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字2桁まで求めなさい。

中和滴定により、食用酢(酢酸溶液)の濃度を調べた。その実験操作は次のとおりである。まず、食用酢を正確に5倍に希釈した。次に、希釈した食用酢10.0 mlを正確にホールピペットを用いてコニカルビーカーにはかりとり、指示薬を数滴加えた。最後に、ビュレットを用いて、濃度が正確に0.100 mol/lであるNaOH溶液で滴定した。その結果、過不足なく中和したときの、このNaOH溶液の量は14.00 mlであった。

問1 希釈前の食用酢中の酢酸のモル濃度は、いくらか答えなさい。

問2 希釈前の食用酢中の酢酸の濃度は、質量パーセントでいくらになるか答えなさい。ただし、この希釈前の食用酢の密度は1.00 g/cm<sup>3</sup>とする。

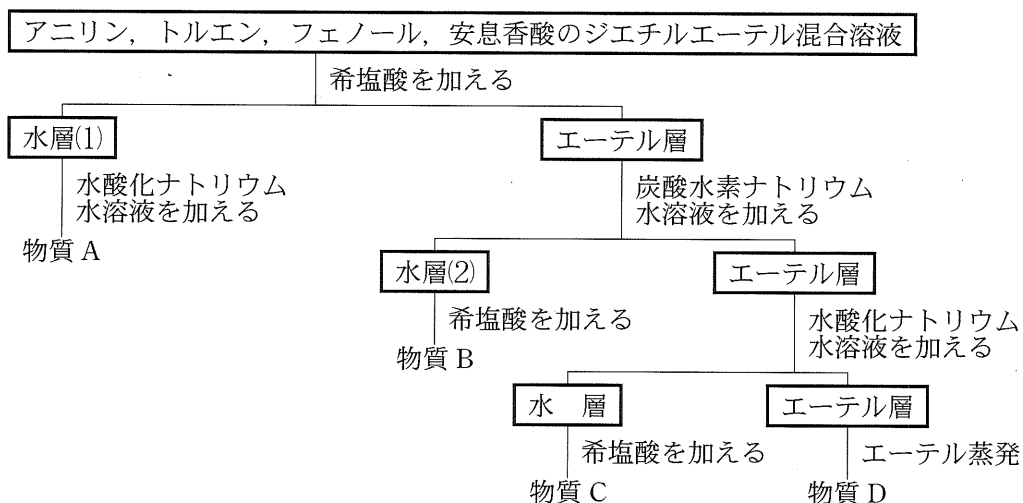
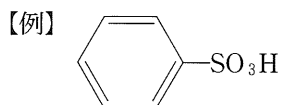
問3 今回の中和滴定の操作の際の、滴定曲線を表したものは、下記の(ア)~(エ)のうちどれか、記号で答えなさい。



問 4 今回の滴定で用いた指示薬について、下記のうち正しいものはどれか、記号で答えなさい。また、その理由を簡潔に答えなさい。

- (a) フェノールフタレインを用いるべきである。
- (b) メチルオレンジを用いるべきである。
- (c) フェノールフタレイン、メチルオレンジのどちらでも良い。

〔IV〕 アニリン、トルエン、フェノール、安息香酸の混合物を以下の操作で分離することにした。以下の問いに答えなさい。ただし、化学反応式中の有機化合物の構造式は【例】にならって書きなさい。



問 1 物質 A、物質 B、物質 C、物質 D の構造式を示しなさい。

問 2 水層(1)に水酸化ナトリウム水溶液を加えた時に起こる化学変化を反応式で示しなさい。

問 3 物質 A の呈色反応を利用した簡便な確認方法を、句読点を含めて 50 字以内で記しなさい。

問 4 水層(2)に希塩酸を加えた時に起こる化学変化を反応式で示しなさい。

問 5 過マンガン酸カリウム (KMnO<sub>4</sub>) 水溶液 (中性条件下) に物質 D を加えて煮沸した時に起こる化学変化を反応式で示しなさい。



〔V〕（選択問題） 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

タンパク質は肉類、マメ類や卵などに多く含まれる三大栄養素のひとつである。タンパク質は約（ア）種類の $\alpha$ -アミノ酸が一定の順序で脱水縮合してできた高分子化合物であり、この時生じたアミド結合をとくに（イ）という。 $\alpha$ -アミノ酸は一般式  $\text{RCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$  で表され、結晶中では（ウ）イオンになっている。アミノ酸の中で、動物が体内で合成できず、食物から取り入れなければならないものを（エ）という。タンパク質には、いろいろな官能基が含まれるため、呈色反応を示す。例えば、（オ）反応は2つ以上の（イ）をもつ分子にみられ、（カ）の錯イオンが生じることにより赤紫色を呈する。また、キサントプロテイン反応はタンパク質中に含まれる（キ）をもつ $\alpha$ -アミノ酸が（ク）されるために起こる。

問 1 文章中の（ア）～（ク）に、適切な語句を記入しなさい。

問 2 グリシンには光学異性体が存在しない。その理由を説明しなさい。

〔VI〕（選択問題） 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

生物は、その生命を維持するために、さまざまな物質を取り入れ、体内で化学反応させることにより必要な物質をつくり出している。この時の化学反応の（ア）としてはたらく酵素は、タンパク質のひとつである。一般に酵素は、加熱により高い温度になるとその（ア）作用が失われる。この現象はタンパク質の構造が変化するために起こるもので、これをタンパク質の（イ）という。酵素はある特定の物質にしか作用せず、このような性質を（ウ）という。その例として次のようなことがあげられる。アミロースやアミロペクチンからなる（エ）に、だ液、すい液に含まれるアミラーゼを加えて加水分解したところ、（エ）より分子量の小さいデキストリンや二糖類の（オ）を生じた。しかし、このアミラーゼはセルロースを加水分解しなかった。一方、すい液に含まれるリパーゼは糖類には作用せず、（カ）の加水分解に選択的にはたらいた。また、最適 pH が（キ）性領域にあるペプシンや最適 pH が（ク）性領域にあるトリプシンも糖類には作用しないが、タンパク質を加水分解することが知られている。

問 1 文章中の（ア）～（ク）に、適切な語句を記入しなさい。

問 2 アミロースとアミロペクチンの分子構造の違いを説明しなさい。