

平成 30 年度 個別学力試験問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 100 点

科 目	ページ
物 理	1 ページ～7 ページ
化 学	8 ページ～14 ページ
生 物	15 ページ～20 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答しなさい。

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子及び解答冊子の中を見てはいけません。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入しなさい。ただし、表紙には受験番号も必ず記入しなさい。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入しなさい。正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
4. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページを上記の表に基づいて確認しなさい。
5. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の指定された解答欄に記入しなさい。
6. 解答冊子のどのページも切り離してはいけません。
7. 下書きは問題冊子の余白部分を使用しなさい。
8. 試験時間中に問題冊子及び解答冊子の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
9. 解答冊子はすべて持ち帰ってはいけません。
10. 問題冊子は持ち帰ってもかまいません。

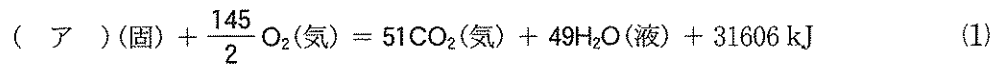
化 学

1. 化学は全部で3問題あり，合計6ページあります。
2. すべての問題に解答しなさい。
3. 解答冊子は各問題に1ページずつ，合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入しなさい。

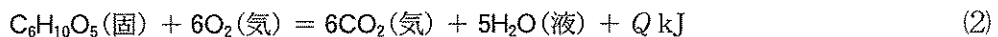
1 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。ただし、温度は 25 °C、圧力は 1013 hPa、原子量は $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ とする。

我々は、主に糖類や油脂の代謝で生命活動に必要なエネルギーを得ている。一般に、油脂から 9 kcal/g、糖類から 4 kcal/g のエネルギーが得られるとされる。なぜ、単位質量あたり、油脂は糖類の 2 倍以上のエネルギーが得られるのだろうか。それは、油脂の酸素含有率が糖類のそれより小さいからである。以下、我々の体内でこれらの物質が完全燃焼するものとして、例を使って油脂と糖類の燃焼熱を比較してみよう。

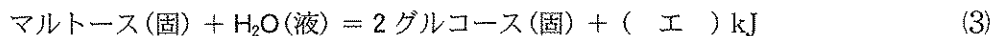
油脂として、グリセリンと飽和脂肪酸のパルミチン酸からなる脂肪を取り上げる。その脂肪の分子式は(ア)であり、分子量は(イ)である。完全燃焼の熱化学方程式は(1)式のように表わされる。



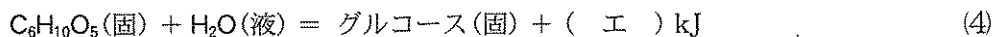
一方、糖類としてはデンプンを取り上げる。デンプンは、グルコースが脱水縮合した構造をしており2種類の物質の混合物である。分子式は $(C_6H_{10}O_5)_n$ と表わされ、(繰り返し単位)である $C_6H_{10}O_5$ の式量は 162 である。したがって、完全燃焼の熱化学方程式は、(2)式のように表わすことができる。



ここで、 Q を表 1 の燃焼熱の値から近似計算して求める。まず、グルコースとマルトースの生成熱を計算すると、それぞれ 1275 kJ/mol と(ウ) kJ/mol である。次に、これらの生成熱と H_2O の生成熱からマルトースの加水分解における反応熱を求めると、(3)式ようになる。



デンプンの加水分解における反応熱もこれと同じ値であると仮定し、また、 $n-1 \approx n$ と近似すると、



と書けるので、(繰り返し単位)である $C_6H_{10}O_5$ の生成熱は(オ) kJ/(繰り返し単位)と見積もられる。したがって、(2)式から $Q = (カ) \text{ kJ/(繰り返し単位)}$ と計算される。

1 g あたりの燃焼熱に換算すると、油脂で(キ) kJ/g、糖類で(ク) kJ/g となり、確かに油脂から得られるエネルギーは、糖類から得られるエネルギーの 2 倍以上であることがわかる。

表 1 燃焼熱

物 質	燃焼熱 [kJ/mol]
水素(気)	286 (生成する H ₂ O は液体)
炭素(黒鉛)	394
グルコース(固)	2805 (生成する H ₂ O は液体)
マルトース(固)	5645 (生成する H ₂ O は液体)

- 問 1 下線部(a)について、なぜ酸素含有率が低いと得られるエネルギーが大きいのか、その理由を 50 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。
- 問 2 下線部(b)の定義を 30 字以内(句読点を含む)で書きなさい。
- 問 3 下線部(c)の示性式を書きなさい。
- 問 4 空欄(ア)にあてはまる分子式を記しなさい。
- 問 5 空欄(イ)にあてはまる数値を記しなさい。
- 問 6 下線部(d)の 2 種類の物質の名称を挙げながら、それらの①構造、②分子量、③温水への溶解やすさの違いについて比較しなさい。
- 問 7 下線部(e)の定義を 40 字以内(句読点を含む)で書きなさい。
- 問 8 空欄(ウ)～(ク)にあてはまる数値を整数値で書きなさい。なお、計算式も示しなさい。

2

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。ただし、温度は 25 ℃、原子量は $\text{Cl} = 35.5$ 、 $\text{Ag} = 107.9$ とする。

周期表の 17 族に属する元素をハロゲンと呼び、単体はいずれも二原子分子からなり、有色・有毒である。融点と沸点は、原子番号の大きいものほど高く、いずれも強い酸化力を示す。塩素、臭素、ヨウ素の酸化力を比較するために、ドラフトの中で以下のような実験を行った。

- ① ふたまた試験管を使って高度さらし粉に 6 mol/L 塩酸を加えて塩素を発生させ、集気びんに集めた。
- ② 乾いたこまごめピペットで塩素を吸い上げ、1 mol/L 塩化カリウム水溶液に吹き込んだ。
- ③ 同様に、1 mol/L 臭化カリウム水溶液に塩素を吹き込んだ。
- ④ 同様に、1 mol/L ヨウ化カリウム水溶液に塩素を吹き込んだ。

ハロゲンの酸化力の違いは、水素や水との反応でも見られる。例えば、水との反応性は以下のとおりである。

- ⑤ フッ素は、水と激しく反応して(ア)を発生する。
- ⑥ 塩素は、一部が水と反応して(イ)と(ウ)を生じる。
- ⑦ 臭素は、塩素より反応性は弱いですが、似た反応を示す。
- ⑧ ヨウ素は、水にほとんど溶けず、反応しにくい。

また、ハロゲンは化合物をつくりやすい。ハロゲン化水素は、いずれも刺激臭のある無色の気体で、水によく溶ける。その水溶液は酸性を示し、塩酸、臭化水素酸、ヨウ化水素酸が強酸であるのに対して、フッ化水素酸は弱酸である。フッ化水素酸が弱酸であるのは、フッ素原子と水素原子の結合距離が著しく小さいことと、水素結合に起因するとされている。ハロゲンの塩は水に溶けやすいものが多いが、塩化物イオン、臭化物イオン、ヨウ化物イオンは水溶液中で銀イオンと反応して、水に溶けにくい難溶性塩を生じる。例えば、塩化銀の溶解度積は $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ である。一方、フッ化銀は水に溶けやすい。

問 1 下線部(a)の理由を 50 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 2 下線部(b)の変化を化学反応式で示しなさい。

問 3 実験②～④だけでは塩素、臭素、ヨウ素の酸化力の順番を決められない。あと 1 つ実験を行って塩素、臭素、ヨウ素の酸化力の順番を決めるには、どのような追加実験を行ったらよいか、その追加実験の結果とともに 40 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

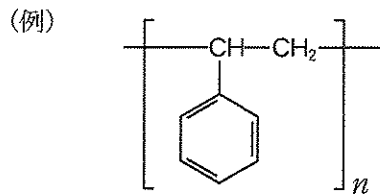
問 4 空欄(ア)～(ウ)にあてはまる物質の化学式を記しなさい。

問 5 下線部(c)の理由を、価電子の数を示すととも50字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 6 下線部(d)に関して、フッ化水素の水素結合の様子を模式的に図示しなさい。

問 7 下線部(e)の値から、塩化銀の溶解度[g/水 100 g]を求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。

- 3 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。なお、構造式は例にならって書きなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Cl = 35.5$ とする。



三重結合をもつアセチレンは付加反応を起こす。例えば、アセチレンに酢酸を付加させると(ア)が得られる。(ア)の付加重合により生成した化合物を加水分解すると、高分子化合物(イ)が生じる。アセチレンと水との反応では、不安定な化合物である(ウ)を生じるが、直ちに(エ)となる。また、アセチレンは塩化水素と反応する。アセチレンと塩化水素との1:1の付加反応により(オ)が得られる。

一方、アセチレンは、赤熱した鉄に触れると3分子が重合し、ベンゼンになる。 V_2O_5 触媒を用いるベンゼンの気相酸化により得られた化合物を、さらに加水分解すると分子式が $C_4H_4O_4$ であり、カルボキシ基を2つもつ化合物Aが生成する。化合物BはAの幾何異性体である。ベンゼンは様々な芳香族化合物の原料として用いられる。例えば、ベンゼンを原料として、アニリンやフェノールなどをつくることができる。

今、ベンゼン環をもつ化合物C、アニリン、安息香酸の3種が溶けているジエチルエーテル溶液がある。この溶液を分液ロートに移し、希塩酸を加えてよく振り混ぜた後、分離した水層から水を除くと化合物Dが結晶として得られた。化合物Dに水酸化ナトリウム水溶液を加えると油状の化合物Eが得られた。一方、分離したジエチルエーテル層に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜた後、分離した水層から水を除くと結晶性の化合物Fが得られた。このとき残ったジエチルエーテル層からジエチルエーテルを除くと化合物Cが得られた。化合物Cの分子式は C_8H_6O であった。化合物Cにヨウ素を加え、さらに水酸化ナトリウム水溶液を反応させると、化合物Fとヨードホルムが生じた。

問1 空欄(ア)、(エ)、(オ)にあてはまる化合物名を記しなさい。

問2 空欄(イ)と(ウ)にあてはまる化合物の構造式を書きなさい。

問3 化合物AとBのうち、種々の植物中に存在するものはどちらか、記号AまたはBで答えなさい。また、その化合物名を書きなさい。

問4 化合物DとFの構造式を書きなさい。

問 5 無水酢酸を 4.65 g の化合物 E に作用させたところ、酢酸とともに、水に溶けにくい 4.50 g の生成物が得られた。化合物 E の何 % が反応したか、整数値で答えなさい。なお、計算過程も示しなさい。

問 6 化合物 C の構造式を書きなさい。

