

学力検査問題

理科

平成 24 年 2 月 25 日

(理科 1 科目受験者)	(理科 2 科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理、化学、生物、地学の各問題があります。総ページは 49 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 2 枚(表裏の計 4 ページ)です。
物理、化学、地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 化学、生物には、選択問題があります。
化学、生物の注意事項をよく読んで解答しなさい。
- 4 下書き用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 5 受験番号は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 6 解答は、解答用紙に記入しなさい。
出願の際に届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 7 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。

理 科

物 理 3 ページ～12 ページ

化 学 13 ページ～24 ページ

生 物 25 ページ～40 ページ

地 学 41 ページ～49 ページ

9 ページ、12 ページ、24 ページ、33 ページ、37 ページ、40 ページ、45 ページは
白紙です。

以 上

化 学 (4 問)

注 意 事 項

- [I], [II], [III]は必須問題である。[IV]は選択問題であり、[IV-a]または[IV-b]のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号([IV-a]または[IV-b])を○で囲み示すこと。
- 計算問題を解答する場合には有効数字に注意し、必要ならば四捨五入すること。

[I] 第3周期の元素 E 1 ~ E 4 に関する次の文章を読み、問1~問9の答えを解答欄に記入せよ。

周期表の ア 族元素である E 1 は、価電子数が イ の金属元素で
あり、主に ウ と呼ばれる天然に産出する鉱石から得られる。E 1 の単体
は、銀白色の軽金属で日用品や建築材料などに利用されている。また、E 1 を主成分とする合金は航空機の機体に用いられる。E 1 の単体は、酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応して水素を発生する。ただし、酸化力の強い熱濃硫酸や濃硝酸には溶けない。E 2 の単体は半導体である。E 2 の酸化物は天然に広く産出し、一般に薬品には侵されにくいが、フッ化水素酸とは反応する。また、E 2 の酸化物の結晶は エ 結合でできており、硬くて融点が高い。E 3 の単体は天然に産出する。E 3 の単体には、いくつかの同素体が知られている。E 3 の水素化合物は、火山性ガスに含まれる独特の臭気をもつ有毒の气体で、金属イオンの分析によく使われる。E 4 にも複数の同素体が知られている。E 4 の同素体の一つは、医薬品の原料やマッチの箱側の薬剤に用いられる。

問 1 E 1 ~ E 4 をそれぞれ元素記号で答えよ。

問 2 文章中の ア ~ エ にあてはまる最も適切な語句または数字を記せ。

問 3 E 2 ~ E 4 の価電子数をそれぞれ記せ。

問 4 E 1 , E 2 , E 3 をイオン化工エネルギー(第1イオン化工エネルギー)が大きい順に左から並べ、E 1 ~ E 3 の記号で答えよ。

問 5 下線部(a)の合金として適切なものを以下の①~⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- | | | |
|----------|---------|-------|
| ① 青銅 | ② しんちゅう | ③ はんだ |
| ④ ジュラルミン | ⑤ ニクロム | |

問 6 下線部(b)の性質をもつ**E 1**のような元素を総称して何と呼ぶか。最も適切な語句を記せ。

問 7 下線部(c)のように金属が酸に溶けなくなる状態を何と呼ぶか。最も適切な語句を記せ。

問 8 下線部(d)の反応を化学反応式で記せ。

問 9 下線部(e)の**E 3**の水素化合物を化学式で記せ。

[II] 次の問1と問2の答えを解答欄に記入せよ。

問1 H_2O の状態変化に関する次の文章を読み、(i)~(iv)の問い合わせに答えよ。

圧力を一定に保つことができる密閉容器を温度 $T_1[\text{K}]$ の水 1.00 g で満たし、標準大気圧のもとで加熱する実験を行った。図1は、このとき H_2O が受け取った熱量 $q[\text{J}]$ と温度 $T[\text{K}]$ の関係を表したグラフである。

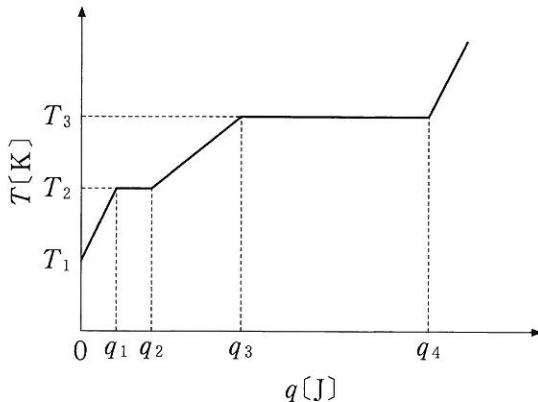


図1

(i) 図1の結果をもとにして、1 molあたりの水の蒸発熱 [J/mol] を表す式を記せ。ただし、 H_2O の分子量として M を用いよ。

(ii) 水の比熱は冰の比熱の何倍か。正しいものを以下の①~⑩のうちから一つ選び、番号で答えよ。

$$\textcircled{1} \quad \frac{q_3 - q_2}{q_1} \cdot \frac{T_3 - T_2}{T_2 - T_1}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{q_1}{q_3 - q_2} \cdot \frac{T_3 - T_2}{T_2 - T_1}$$

$$\textcircled{3} \quad \frac{q_3 - q_2}{q_1} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_2}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{q_1}{q_3 - q_2} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_2}$$

$$\textcircled{5} \quad \frac{q_2 - q_1}{q_4 - q_3} \cdot \frac{T_3}{T_2}$$

$$\textcircled{6} \quad \frac{q_4 - q_3}{q_2 - q_1} \cdot \frac{T_2}{T_3}$$

$$\textcircled{7} \quad \frac{q_2 - q_1}{q_4 - q_3} \cdot \frac{T_2}{T_3}$$

$$\textcircled{8} \quad \frac{q_4 - q_3}{q_2 - q_1} \cdot \frac{T_3}{T_2}$$

$$\textcircled{9} \quad \frac{q_3 - q_2}{T_3 - T_2}$$

$$\textcircled{10} \quad \frac{q_4 - q_3}{T_3}$$

(iii) 容器内の圧力を上げて図1と同様の実験を行うと、 T_3 はどのように変化するか。正しいものを以下の①~③のうちから一つ選び、番号で答えよ。

① 上がる

② 変化しない

③ 下がる

(iv) 次の①～⑤の各物質 1.00 g を水に溶かし、それぞれ希薄水溶液 1.00 kg を調製した。これらの希薄水溶液を用いて図 1 と同様の実験を行ったところ、希薄水溶液はそれぞれ異なる T_3 を示した。以下の(1)と(2)の問い合わせに答えよ。ただし、()の中の数値は式量または分子量を表す。

- ① スクロース(342) ② 塩化カリウム(74.6) ③ フルクトース(180)
④ 硫酸ナトリウム(142) ⑤ エチレングリコール(62.1)

- (1) 希薄水溶液の T_3 が純水の T_3 と異なる現象を何というか。現象の名称を記せ。
(2) 純水の T_3 と最も異なる T_3 を示す希薄水溶液はどれか。溶かした物質の番号①～⑤で答えよ。

問 2 次の文章を読み、(i)～(iv)の問い合わせに答えよ。

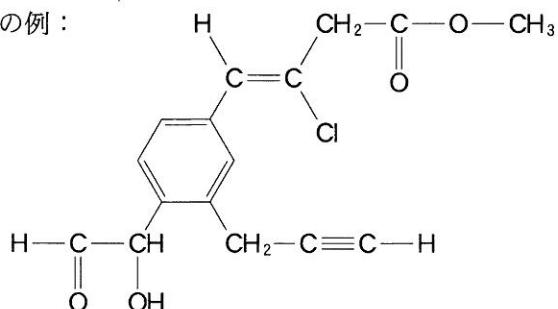
圧力を一定に保つことができる密閉容器に、2.00 mol の CO と 1.00 mol の O₂ を入れて高温で反応させたところ、CO₂ が生成し次式で示される平衡状態に達した。このとき、混合気体が占める体積は 1.00×10^2 L であった。



- (i) 平衡状態にある CO, O₂, CO₂ のモル濃度をそれぞれ [CO], [O₂], [CO₂] と表すとき、平衡定数 K を表す式を記せ。
(ii) 平衡状態にある O₂ のモル濃度は 1.00×10^{-3} mol/L であった。このときの平衡定数 K の値を有効数字 2 柄で求めよ。単位も記せ。
(iii) 平衡状態にある混合気体を一定温度のもとで加圧すると、平衡はどちらの向きに移動するか。正しいものを以下の①～③のうちから一つ選び、番号で答えよ。
① CO₂ が生成する方向 ② CO が生成する方向 ③ 移動しない
(iv) 生成熱は温度によらず一定とし、CO と CO₂ の生成熱をそれぞれ 111 kJ/mol と 394 kJ/mol とする。以下の(1)と(2)の問い合わせに答えよ。
(1) CO の燃焼熱 [kJ/mol] を求めよ。
(2) 平衡状態にある混合気体を一定圧力のもとで加熱すると、平衡はどちらの向きに移動するか。正しいものを以下の①～③のうちから一つ選び、番号で答えよ。
① CO₂ が生成する方向 ② CO が生成する方向 ③ 移動しない

[III] 次の文章を読み、問1～問3の答えを解答欄に記入せよ。ただし、構造式は例にならって記せ。

構造式の例：



アセチレンを赤熱した鉄に接触させるとアセチレン3分子が反応し、ベンゼンが得られる。プロピン(炭素原子3つのアルキン)を用いて同様の反応を行うと、アセチレンの場合のようにプロピン3分子が反応し、構造異性体の関係にある芳香族化合物**A**と**B**が生じた。暗所で、**A**あるいは**B**と塩素を鉄触媒の存在下で反応させると、**A**からは分子式C₉H₁₁Clで示される单一の化合物**C**が生じ、**B**からは**C**と構造異性体の関係にある複数の化合物が生じた。また、**A**と**B**の構造異性体である芳香族化合物**D**を過マンガン酸カリウムと反応させ、その後に希硫酸を作用させると、化合物**E**が生じた。飲料容器などに用いられるポリエチレンテレフタート(PET)は、**E**とエチレングリコールとの縮合重合により得られる。

一方、プロピン1分子に対して酢酸1分子を付加させると、異性体の関係にある化合物**F**、**G**、**H**が生成した。**F**と**G**は幾何異性体の関係であり、**F**はトランス体、**G**はシス体であった。**F**と**G**を加水分解すると、どちらからも酢酸と化合物**I**が生じた。フェーリング液に**I**を加えると、**I**はフェーリング液を還元し、さらに希硫酸を加えることにより、化合物**J**に変化した。**H**を加水分解すると、酢酸と化合物**K**が生じた。**K**を塩基性水溶液中でヨウ素と反応させると、黄色沈殿が生じた。

問 1 化合物 A～K の構造式を記せ。

問 2 下線部(a)で還元された元素は何か。元素記号で答えよ。また、この元素の反応前後の酸化数を記せ。

問 3 下線部(b)の反応の名称を記せ。

[IV] 選択問題

次の[IV—a]または[IV—b]のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号([IV—a]または[IV—b])を○で囲み示すこと。

[IV—a] 次の問1と問2の答えを解答欄に記入せよ。

問1 次の文章を読み、(i)～(iii)の問い合わせに答えよ。

食品の成分で三大栄養素と呼ばれているものが、炭水化物、脂質、タンパク質である。炭水化物の一つであるデンプンは、グルコースが縮合重合したものである。脂質の例としては油脂がある。油脂は、脂肪酸と3価アルコールである ア とがエステル結合した構造をもつ。油脂は二種類に大別され、常温で固体のものは脂肪、常温で液体のものは脂肪油と呼ばれている。脂肪には、パルミチン酸などのように炭化水素基の部分に二重結合がない イ 脂肪酸が多く含まれている。一方、脂肪油には、リノール酸などのように炭化水素基の部分に二重結合をもつ ウ 脂肪酸が多く含まれている。タンパク質は、約20種類のアミノ酸が エ 結合によりタンパク質固有の配列順序でつながったものである。タンパク質は栄養素となる一方、三大栄養素を分解する酵素として機能するものがある。例えば、だら液に含まれる I はデンプンを、すい液に含まれる II は油脂を分解する。

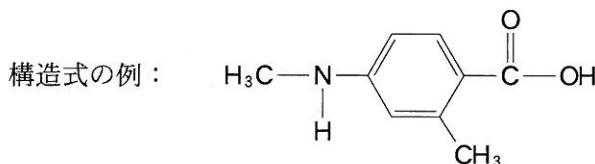
- (i) 文章中の ア ~ エ にあてはまる最も適切な語句を記せ。
- (ii) 文章中の I と II にあてはまる酵素名を記せ。
- (iii) 下線部(a)に関して、酵素の水溶液を加熱するとタンパク質の構造が変化し、酵素としての機能を失うことがある。このときのタンパク質の変化を何と呼ぶか。最も適切な語句を記せ。

問 2 次の文章を読み、(i)と(ii)の問い合わせに答えよ。

金属は主に酸化物や **オ** として鉱石中に存在する。鉄は天然資源である鉄鉱石に含まれている。高炉(溶鉱炉)で鉄鉱石をコークスによって還元する(b)と単体の鉄が生じる。銅を含む鉱石である黄銅鉱を還元すると、不純物を少量含んだ粗銅が得られる。粗銅を **カ** 極として硫酸銅(II)水溶液の電気分解を行うことで、純度の高い銅が得られる。この電気分解の過程で、不純物の一部は銅とともに **カ** 極から溶け出るが、銅よりも **キ** が大きい不純物はイオンとして水溶液中に残り、銅だけが **ク** 極に析出する。一方、銅よりも **キ** が小さい不純物は **カ** 極の下に沈殿する。

- (i) 文章中の **オ** ~ **ク** にあてはまる最も適切な語句を記せ。
- (ii) 下線部(b)に関して、鉄鉱石の一つである赤鉄鉱(Fe_2O_3)とコークスの不完全燃焼により発生する一酸化炭素から単体の鉄ができる反応の化学反応式を記せ。

[IV—b] 次の問1と問2の答えを解答欄に記入せよ。ただし、構造式は例にならって記せ。



問 1 次の文章を読み、(i)～(iv)の問い合わせに答えよ。

医薬品には、病気の症状を軽減するための対症療法薬や、病気の原因を取り除くための化学療法薬がある。対症療法薬のうち、アニリンに無水酢酸を(a)反応させることにより合成されるアセトアニリドは、 [I] 薬として用いられていた。しかしながら、アセトアニリドは毒性が強いため、現在では使用されておらず、かわりにアセトアミノフェンや [ア] が用いられている。[ア] は、化合物Aを無水酢酸と反応させることにより合成される。Aは、ナトリウムフェノキシドを高温・高圧下で二酸化炭素と反応させて得られる化合物を、希硫酸と作用させることにより合成される。Aに少量の濃硫酸を加え、メタノールを反応させることにより合成される [イ] は、消炎鎮痛薬として使用されている。化学療法薬のうち、スルファニルアミドの誘導体は総称して [ウ] 剤と呼ばれ、大腸菌やサルモネラ菌などの細菌の発育を阻害する医薬品として用いられる。また、微生物によってつくられ、別の微生物の発育を阻害する物質は [エ] と呼ばれ、主に抗菌薬として用いられている。代表的な [エ] として、アオカビがつくるペニシリソルが知られている。

(i) 文章中の [ア] ~ [エ] にあてはまる最も適切な化合物名または語句を記せ。

(ii) 文章中の [I] にあてはまる適切な語句を以下の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- | | | |
|-------|----------|-------|
| ① 抗 菌 | ② 抗アレルギー | ③ 麻 酒 |
| ④ 解 热 | ⑤ 抗腫瘍 | ⑥ 制 酸 |

(iii) 下線部(a)に関して、アセトアニリドを合成する化学反応式を構造式を用いて記せ。

(iv) 化合物 A の構造式を記せ。

問 2 次の文章を読み、(i)～(iv)の問い合わせに答えよ。

植物の成長に必須な元素は 16 種類ある。これらのうち、窒素・リン・カリウムを オ といい、植物を作物として収穫する場合には、これらの元素を肥料の形で補う必要がある。窒素・リン・カリウムを補うため、それらを単一成分として含む肥料をそれぞれ、窒素肥料、リン酸(リン)肥料、カリウム(カリ)肥料という。窒素肥料を合成する上で、アンモニアは重要な物質である。アンモニアは、高温・高圧下で鉄を主成分とした触媒を用いて、水素と空気中の窒素から合成される。現在、アンモニアから、硫酸アンモニウム、塩化アンモニウム、尿素等の窒素肥料が合成されている。リン酸肥料は、リン酸カルシウムを主成分とするリン鉱石からつくられる。リン酸肥料の一つである過リン酸石灰は、リン鉱石を硫酸と反応させて得られる混合物である。

- (i) 文章中の オ にあてはまる最も適切な語句を記せ。
- (ii) 下線部(b)で示されるアンモニア合成法の名称を記せ。
- (iii) 下線部(c)の尿素は、アンモニアと二酸化炭素から合成される。この反応の化学反応式を記せ。
- (iv) 下線部(d)の混合物に含まれる化合物のうち、肥料となる化合物の化学式を記せ。

このページは白紙です。