

平成 22 年 度 入 学 試 験 問 題

理 科

	ページ
物 理	1～10
化 学	11～24
生 物	25～38
地 学	39～51

化学については、問題 **1** から問題 **5** までは必ず解答し、問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。

地学については、問題 **1** と **2** を必ず解答し、問題 **3** ～ **5** の 3 題のうちから 2 題を選択して解答すること。

注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び答案用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 答案用紙は持ち出さないこと。

化 学

(問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。)

必要があれば、次の値を用いよ。原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0, Pb = 207。気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 。ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 。アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ 。

1 次の文章を読み、問 1～問 6 に答えよ。

ハロゲンは、典型元素の 1 つで最外殻電子を **ア** 個もっており、電子親和力が大きいために容易に 1 価の陰イオンとなる。これらの陰イオンの多くは、水溶液中で Ag^+ と出会うと塩を形成して沈殿する。しかし、**A** だけは水溶性が高いため沈殿を生じにくい。ハロゲンの水素化物は ハロゲン化水素 と総称されるが、そのなかでも **B** は水素原子とハロゲン原子の ^① **イ** の差が最も大きく、結合に電荷のかたよりが生じて分子全体に大きな極性をもつ。また、ハロゲンの単体 は二原子分子からなり有色である。例えば、**C** ^② は黄緑色の気体であり、ヨウ化カリウム水溶液に通じるとヨウ素が生成する。このときヨウ化カリウムは、**ウ** としてはたらいっている。

問 1 文章中の **ア** ～ **ウ** に適切な語句または数値を記せ。

問 2 文章中の **A** ～ **C** に適切な化学式を記せ。

問 3 下線部①の化合物について、沸点の高い順に化学式を用いて左から並べて記せ。ただし、第 2 周期から第 5 周期の元素からなる化合物についてのみ解答せよ。

問 4 下線部②の分子を形成している結合の名前を記せ。

問 5 下線部②の分子間に働く力はオランダの科学者の名をとって何とよばれるか。

問 6 B の水溶液は二酸化ケイ素と反応する。このときの化学反応式を記せ。

2

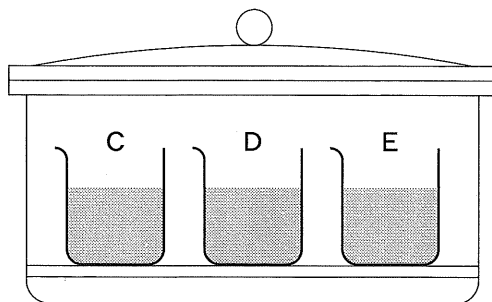
次の実験Ⅰおよび実験Ⅱに関する文章を読み、問1～問6に答えよ。

(実験Ⅰ)

内容積が1.00 Lの密閉できる容器Aがある。温度を27℃に保ち、容器A内に^①1.00 × 10⁻² molのメタンと2.00 × 10⁻² molの酸素を入れた。点火装置を用いて、メタンを完全燃焼させたのち、再び27℃に冷却した。その後、容器A内に水を500 g (0.500 L)となるまで加え、よく振ったのち、静置した。^②なお、27℃における水の飽和蒸気圧は3.56 × 10³ Paであり、27℃、1.00 × 10⁵ Paにおける二酸化炭素の飽和溶解度は、0.136 g/水100 gである。ただし、気体は全て理想気体としてふるまい、点火装置の体積は無視できるものとする。^③

(実験Ⅱ)

下図のような、密閉できる容器Bの中に3つのビーカーC、D、Eが置いてある。ビーカーC、D、Eにはそれぞれ純水、0.1 mol/kgのスクロース(ショ糖)水溶液、0.1 mol/kgの塩化カリウム水溶液が同質量ずつ入っている。容器Bを密閉して温度を25℃に保ち静置した。^④しばらくすると、全てのビーカー内の液体の質量が変化した。^⑤ただし、いずれのビーカーにも液体が半分が残っていたとする。



容器B

問1 下線部①において、容器A内の気体の全圧[Pa]を求めよ。解答欄には計算の過程を含めて記入し、有効数字3桁で示せ。

- 問 2 下線部②において、容器A内に生成した水が全て気化していると仮定した場合の水蒸気分圧[Pa]を求めよ。解答欄には計算の過程を含めて記入し有効数字3桁で示せ。この結果を用いて、容器A内の水の一部は凝縮するかしないか、理由とともに答えよ。
- 問 3 下線部③において、水に溶解した二酸化炭素の物質量を n mol とするとき、容器A内の二酸化炭素分圧[Pa]を n を用いて表せ。解答欄には計算の過程を含めて記入し、数値部分は有効数字3桁で示せ。ただし、二酸化炭素の水への溶解に伴う水の体積変化は無視できるとする。
- 問 4 下線部③において、容器A内の全圧[Pa]を答えよ。解答欄には計算の過程を含めて記入し、有効数字2桁で示せ。
- 問 5 下線部④の粉末に濃硫酸を加えて加熱したところ、気体が発生した。この気体は何か。化学式で答えよ。
- 問 6 下線部⑤において、ビーカーC～E内の液体の質量が大きい順に答えよ。

3 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問6に答えよ。

(文章Ⅰ)

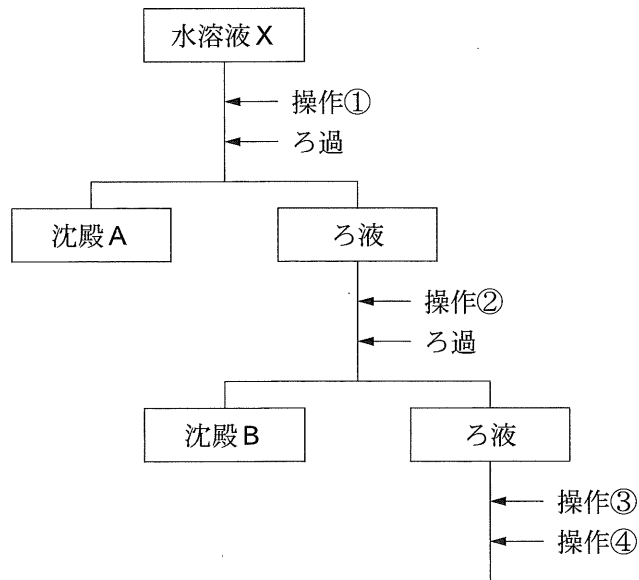
日常のさまざまな場面で、電池は私たちの文明生活を支えている。一次電池に分類されるマンガン乾電池やアルカリ乾電池の起電力は、およそ V である。一方、自動車などに多用される鉛蓄電池は充電可能な二次電池である。この鉛蓄電池では、正極に ，負極に Pb、電解液に約 30 % の が使用されている。

鉛蓄電池に使われている鉛の単体は、青灰色(青白色)の金属で、比較的融点が低い。また、鉛は酸にも塩基にも反応するので 元素と呼ばれる。 元素は鉛の他にも、 ，アルミニウム、亜鉛などがある。また、鉛と の合金は融点が低く、はんだとして電子部品における金属の接続などに用いられている。

(文章Ⅱ)

金属の硝酸塩を水に溶かして作られた水溶液 X には、 Al^{3+} 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Cu^{2+} のうち、いくつかの金属イオンが含まれている。水溶液 X に含まれる金属イオンを知るために次頁の図に示す一連の操作を行った。なお、各操作では、沈殿が生じ始めた場合には、新たな沈殿が生じなくなるまで反応液またはガスを供給した。

操作①では、水溶液 X に硫化水素ガスを通じると沈殿 A を生じた。操作②では、アンモニア水を加えると沈殿 B が生じた。操作③では、炭酸アンモニウム水溶液を加えたが沈殿は生じなかった。操作④では、炎色反応を調べたところ黄色の炎が観察された。



問 1 文章 I 中の **ア** ~ **オ** に適切な語句，化学式または数値を記せ。

問 2 放電時の鉛蓄電池の正極および負極における反応式を電子 e^- を用いて記せ。

問 3 鉛蓄電池を一定電流 0.200 A で放電させると正極の重量が 0.200 g 増加した。このとき流れた電子は何 mol か求めよ。また，何秒間の放電だったのかを求めよ。解答欄には計算の過程を含めて記入し，有効数字 3 桁で示せ。

問 4 文章 II 中の沈殿 A の色と化学式を記せ。

問 5 文章 II 中の操作①~④の結果から，水溶液 X に含まれていた金属イオンを全て記せ。

問 6 水溶液 X は何色だったか，次の(a)~(e)の中から 1 つ選び，記号で答えよ。

- (a) 無色 (b) 赤色 (c) 青色 (d) 緑色 (e) 黄色

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。なお、必要があれば、次の値を用いよ。

水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ (25 °C)。酢酸の電離定数 $K_a = 2.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ (25 °C)。 $\log 2 = 0.30$, $\log 3 = 0.48$, $\log 7 = 0.85$ 。

ブレンステッドとローリーの酸と塩基の定義では、酸とは水素イオンを与える①ものであり、塩基は水素イオンを受け取るものとされている。たとえば、水溶液中で塩化水素は塩酸として水素イオンと **ア** に電離するが、実際には水素イオンは単独では存在せず、水分子と **イ** 結合し **ウ** イオンを生成する。このことから、水は酸としての性質と塩基としての性質をあわせもつ物質であるといえることができる。

水溶液中において、塩化水素はほぼすべてが電離することから、**エ** は約1であり、塩酸は強酸とよばれる。一方、**エ** が非常に小さい酢酸などの酸は弱酸とよばれる。塩酸の場合、比較的高い濃度においては、水素イオン濃度は溶けている塩酸の濃度に等しいが、塩酸の濃度が低くなるにつれて、**オ** の電離が無視できなくなるため、塩酸を希釈しても水素イオン濃度が**カ** mol/Lより低くなることはない。

塩基についても、酸と同様に水酸化ナトリウムなどの強塩基とアンモニアのような弱塩基が存在する。水溶液中でアンモニアは水と反応し、電離して アンモニウムイオンと水酸化物イオンを生じる。アンモニウムイオンは **ウ** ^②イオンと同様に、アンモニアが水素イオンと **イ** 結合することにより生じたイオンである。

問1 文章中の **ア** ～ **カ** に適切な語句または数値を記せ。ただし、化学式は用いないこと。

問2 下線部①の酸と塩基の定義の他に、アレニウスの酸と塩基の定義がある。アレニウスの定義における塩基とは何かを30字以内で説明せよ。

問 3 下線部②のアンモニウムイオンの電子式を，下記の例を参考に記せ。



問 4 次に示す(a)~(c)の水溶液の 25 °C における pH を，四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。解答欄には計算の過程を含めて記入すること。

(a) 0.070 mol/L の酢酸水溶液

(b) 0.20 mol/L の塩酸 10 mL と 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 40 mL を混合した溶液

(c) 0.10 mol/L の酢酸水溶液に，同体積の 0.10 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液を混合した溶液

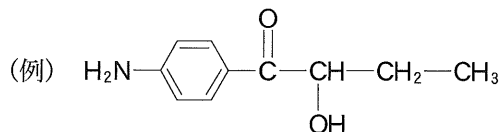
問 5 次の(a)~(g)の化合物のうち，水溶液が塩基性を示すものを 2 つ選び，記号で答えよ。

(a) CO_2 (b) NaHCO_3 (c) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

(d) Na_2SO_4 (e) CaO (f) SO_2

(g) KNO_3

- 5 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。ただし、解答で構造式を示す場合は、例にならって記せ。



分子式が $C_4H_{10}O$ で表される有機化合物Aがある。18.5 mg の化合物Aを完全に燃焼させると、二酸化炭素が mg と水が生じる。化合物Aとその構造異性体B、C、Dは、ナトリウムと反応して気体を発生する。化合物A～Dは、同程度の分子量をもつ炭化水素に比較して融点や沸点が高い。これは、分子間に を生じるためである。化合物Aには、構造異性体B～Dのほかに、ナトリウムと反応しない構造異性体もある。

^②化合物Aには光学異性体が存在し、酸化剤で酸化すると中性の化合物Eになり、化合物Eは還元性を示さない。化合物Bは酸化されにくく、4つの化合物A～Dの中で最も沸点が低い。化合物Bと化合物Cに、それぞれ濃硫酸を加えて加熱すると脱水反応が起こり、同一の化合物Fが得られる。化合物Dを酸化剤で酸化すると、中性の化合物が得られ、さらに酸化すると化合物Gになる。化合物Gとエタノールを硫酸などの触媒により縮合すると、果実のような芳香をもつ化合物が得られる。^③

問1 文章中の に適切な数値、 に適切な語句を記せ。

問2 化合物A～Gの構造式を記せ。

問 3 次の(a)~(e)の操作のうち、下線部①と同じ気体が発生するものを、すべて
選び記号で答えよ。ただし、該当する記号がない場合は×を記せ。

- (a) 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加える。
- (b) 濃塩酸に酸化マンガン(IV)を加えて加熱する。
- (c) 希塩酸に石灰石を加える。
- (d) 希硫酸にニッケルを加える。
- (e) 希塩酸に銅を加える。

問 4 下線部②の化合物を何と呼ぶか、総称を解答例にならって答えよ。

解答例：アルデヒド

問 5 下線部②の化合物の性質について、正しいものを(a)~(f)の中から1つ選
び、記号で答えよ。

- (a) 不揮発性で、水に溶けにくく、水より密度が小さい。
- (b) 不揮発性で、水に溶けにくく、水より密度が大きい。
- (c) 不揮発性で、水に溶けやすい。
- (d) 揮発性で、水に溶けにくく、水より密度が小さい。
- (e) 揮発性で、水に溶けにくく、水より密度が大きい。
- (f) 揮発性で、水に溶けやすい。

問 6 下線部③の化合物を何と呼ぶか、総称を解答例にならって答えよ。

解答例：アルデヒド

(6 と 7 のどちらか一方を選択して解答せよ。 6 を選択した場合は、
答案用紙の 6 の下のマーク欄に○を記入せよ。)

6 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問3に答えよ。

(文章Ⅰ)

セッケンや合成洗剤は、分子内に水になじみにくく油になじみやすい
ア 基と、水になじみやすく油になじみにくい イ 基をあわせもつ。
セッケンや合成洗剤のように ア 基と イ 基をあわせもつ化合物を
ウ とよぶ。 ウ は、 イ 基の性質により、陰イオン性、陽イオン性、両性、非イオン性の4つの種類に分類される。セッケンは、動植物からとれる油脂を水酸化ナトリウムのような強アルカリ性物質で エ することでつくられる。この操作をけん化という。セッケンをはじめとする多くの ウ は、洗剤として衣類や食器などの油汚れを洗浄する目的に用いられる。濃いセッケン水では、セッケン粒子は ア 基部分を内側に、イ 基部分を表面に配列して球状の オ となる。衣類の油汚れは、セッケン粒子の ア 基部分によって取り囲まれ、水中に分散する。このような現象を カ という。

(文章Ⅱ)

セッケンまたは合成洗剤が入った無色透明の水溶液をそれぞれ別の試験管に用意した。一方の試験管にフェノールフタレイン溶液を加えると、溶液は無色透明のままであった。他方の試験管にフェノールフタレイン溶液を加えると、溶液は赤色を呈した。

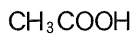
問1 文章Ⅰ中の ア ～ カ に適切な語句を記入せよ。

問 2 以下の(a)~(c)の文章に該当する化合物を(i)~(ぬ)から、それぞれ1つ選び、記号で答えよ。

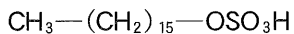
(a) 真水中では泡立ちがよいが、海水中では沈澱が生じ泡立ちにくくなる。

(b) 消毒用洗剤として用いられている。

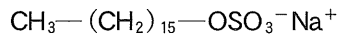
(c) けん化することでセッケンが生じる。



(i)



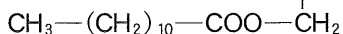
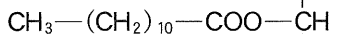
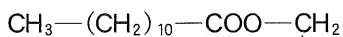
(ろ)



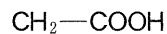
(は)



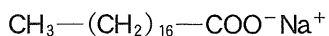
(c)



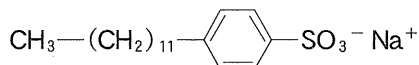
(ほ)



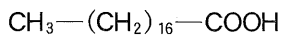
(へ)



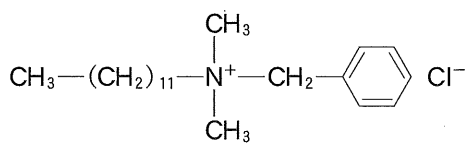
(と)



(ち)



(り)



(ぬ)

問 3 文章Ⅱ中の実験で下線部の試験管に入っている洗剤は、セッケンと合成洗剤のどちらか。その理由を含めて80字以内で説明せよ。

〔6〕と〔7〕のどちらか一方を選択して解答せよ。〔7〕を選択した場合は、
答案用紙の〔7〕の下のマーク欄に○を記入せよ。

〔7〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

炭水化物は生体を構成する主要物質の1つであり、〔ア〕、セルロース、および〔イ〕などの糖類がある。〔ア〕は、私たちが主食として毎日食べている食物に多く含まれている。また、セルロースは、〔ウ〕の細胞壁や木質、〔ウ〕繊維などの主要成分となっている。一方、〔イ〕は、生体内におけるエネルギー生産系の中心物質である。

〔ア〕は、アミロースとアミロペクチンとの混合物である。そして、〔ア〕は、 α -〔イ〕が脱水縮合して形成された重合体であり、〔ウ〕の各器官に粒子として貯蔵されている。一方、動物体内に貯蔵されている α -〔イ〕の縮合重合体を〔エ〕という。〔エ〕は肝臓中に多く存在し、アミロペクチンに似ている。

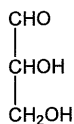
セルロースは、 β -〔イ〕が脱水縮合して重合した高分子である。綿繊維では、約10,000個の β -〔イ〕がつながっている。このセルロースが平行に並び、繊維が形成されている。ヒトはセルロースを消化できないが、ウシ、ヒツジなどの草食動物は、セルロースを消化できる。

問1 文章中の〔ア〕～〔エ〕に適切な語句を記入せよ。

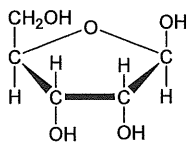
問2 アミロースと比較して、アミロペクチンの特徴を表す適切な文を(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えよ。

- (a) 分子量が、より小さい。
- (b) 窒素原子を多く含む。
- (c) 熱水に溶けやすい。
- (d) 枝分かれが多い構造をもつ。
- (e) ヨウ素デンプン反応で同じ色を示す。

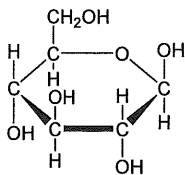
問 3 化合物β- イ に該当する構造式を(a)~(e)の中から1つ選び、記号で答えよ。



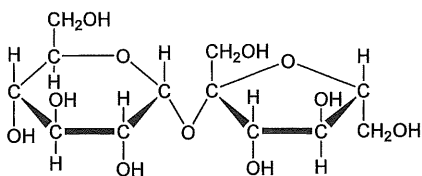
(a)



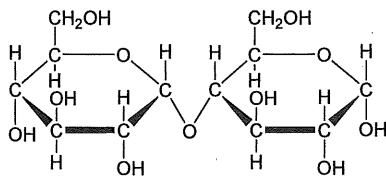
(b)



(c)



(d)



(e)

問 4 ウシやヒツジなどがセルロースを消化できる理由を 60 字以内で記せ。

問 5 セルロースは酸と長時間加熱すると加水分解される。この反応液を中和後、フェーリング液を加えて加熱すると、赤色沈殿化合物が生じる。この赤色沈殿化合物の化学式を記せ。