

平成 24 年度 入学 試験 問題

理 科

	ページ
物 理	1～ 8
化 学	9～22
生 物	23～34
地 学	35～41

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。

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を開かないこと。
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, N = 14.0, Na = 23.0, Al = 27.0, Cl = 35.5, Cu = 63.5, Ag = 108。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 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 。気体はすべて理想気体として取り扱うものとする。

1 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

炭素とケイ素は、周期表 **ア** 族の非金属元素である。これらの原子は、価電子を **イ** 個もち、**ウ** 結合により原子価が **イ** 価の化合物をつくる。

炭素単体としては、黒鉛の他に、無色透明で電気伝導性のない **エ** と C_{60} や C_{70} などの分子式をもつ球状分子の **オ** などがあり、これらを互いに **カ** という。また、天然の炭素原子には、質量数の異なる ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C の3種類が存在し、このような原子を互いに **キ** という。

ケイ素化合物は、地殻中の 石英やケイ砂の主成分 として多量に存在する。ケイ素単体は天然には存在せず、工業的に生産した結晶は **ク** の性質を示すので、コンピュータの集積回路や太陽電池などの材料として用いられる。

問 1 文章中の ア ~ ク に入る適切な化合物の名称, 数字または語句を記せ。

問 2 炭素とケイ素の最外電子殻が閉殻したときと同じ電子配置を示す希ガス元素を元素記号でそれぞれ答えよ。

問 3 下線部①について, 次の問いに答えよ。

(1) 互いに質量数が異なるのはなぜか。15 字以内で記せ。

(2) ^{14}C は放射線を出す性質がある。 ^{12}C , ^{13}C に対してこのような原子を何というか。

問 4 下線部②のケイ素化合物に水酸化ナトリウムを加えて融解すると, 水ガラスの原料となる物質になる。この物質名と化学反応式を記せ。

2 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

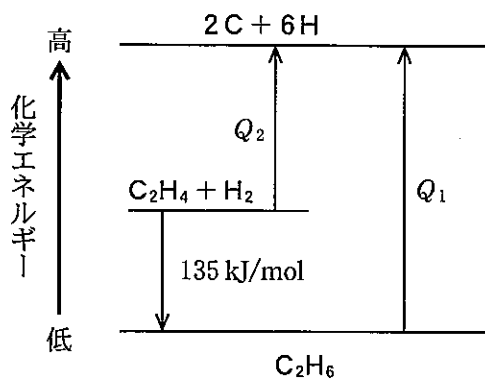
標準状態で11.2 Lのエチレン(C_2H_4)、5.6 Lのアセチレン(C_2H_2)と67.2 Lの水素を容積200 Lの密閉容器に入れて、触媒の存在下でエチレンとアセチレンがなくなるまで水素の付加反応を行った。エチレン(気体)およびアセチレン(気体)に対する水素付加反応によりエタン(気体)が生成するときの反応熱は、それぞれ135 kJ/mol および314 kJ/mol である。

問1 エチレンおよびアセチレンに対する水素付加反応をそれぞれ熱化学方程式で示せ。

問2 反応後の密閉容器の圧力は、反応前の圧力の何倍になるか。有効数字2桁で示せ。なお、反応前後での温度の変化はないものとする。

問3 アセチレンに対する水素付加反応によってエチレンが生成するときの反応熱 Q [kJ/mol] を求めよ。

問 4 次の図に、エチレンに対する水素付加反応における反応熱と原子間の結合エネルギーの関係を示している。図中の Q_1 および Q_2 [kJ/mol] は、それぞれ生成物および反応物の結合エネルギーの和である。 Q_1 を求めよ。ただし、C—C および C—H の結合エネルギーをそれぞれ 348 kJ/mol および 413 kJ/mol とする。



問 5 反応熱と Q_1 の値を用いて C=C の結合エネルギーを求めよ。解答欄には計算の過程を含めて記入すること。ただし、H—H の結合エネルギーを 436 kJ/mol とする。

3 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

アルミニウムは酸とも強塩基とも反応する両性元素であり、アルミニウム片に^①希塩酸を加えると水素ガスが発生する。アルミニウムのイオン化傾向は比較的大きく、この性質を利用して電池の電極として用いられることがある。

(実験1)

アルミニウム片 0.270 g が入ったフラスコに 2.00 mol/L の希塩酸 30.0 mL を加え、発生した水素ガスの体積を一定時間ごとに測った。時間と発生した水素ガスの体積との関係は図1のaのようになった。なお、使用するアルミニウムの表面は酸化被膜でおおわれないものとする。

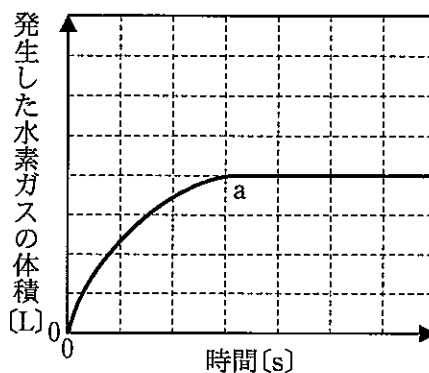


図1

(実験2)

磨いたアルミニウム板と多孔質の炭素板との間に、塩化ナトリウム水溶液で湿らせたろ紙をはさみ、それぞれが密着するようにし電池を作製した。なお、炭素板の片側は空気に充分触れるようにしておいた。次に、図2のようにアルミニウム板と炭素板に導線で電球と電流計をつないだ装置を組み立てたところ、電流が流れ電球が点灯した。このとき、炭素板上では酸素が還元され、水と反応して水酸化物イオンが生じた。一定時間電流が流れた後、アルミニウ

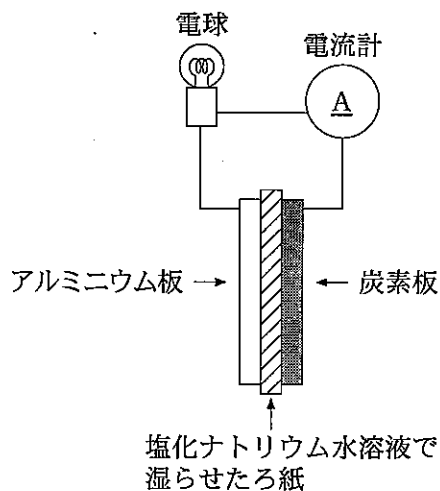


図2

ム板を取り出した。表面に生成したゲル状の物質を洗い流し乾燥した後、アルミニウム板の重さを量ると電流が流れる前より減少していた。

- 問 1 下線部①の反応を化学反応式で記せ。
- 問 2 実験 1 で水素ガスが発生しなくなるまで十分な時間反応させたときの発生した水素ガスの体積[L]を求めよ。答えは有効数字 3 桁で示せ。なお、水素ガスは標準状態にあるものとする。
- 問 3 実験 1 で使用した 2.00 mol/L の希塩酸の代わりに 6.00 mol/L の希塩酸 30.0 mL を用いて同様の実験を行った。このときの時間と発生する水素ガスの体積との関係を表すグラフのおおよその形を予測し、解答欄の図に描き入れよ。
- 問 4 実験 1 で使用した希塩酸 30.0 mL の代わりに、同じ濃度の希塩酸 7.50 mL を加えて同様の実験を行った。このときの時間と発生する水素ガスの体積との関係を表すグラフのおおよその形を予測し、解答欄の図に描き入れよ。
- 問 5 実験 1 で使用したものよりさらに小さくしたアルミニウム片 0.270 g を用いて同じ実験を行った。このとき反応速度は実験 1 と比べどのようなようになるか。また、その理由は何か。それぞれ 10 字以内で説明せよ。
- 問 6 実験 2 の電池で、アルミニウム板と炭素板のどちらが正極(+ 極)となるか記せ。
- 問 7 下線部②について、0.100 A の電流が 16 分 5 秒間流れた後、アルミニウム板は何グラム減少したか求めよ。答えは有効数字 3 桁で示せ。

問 3 下線部①について、銅が希硝酸に溶ける反応を化学反応式で記せ。また、この反応で発生する気体を捕集する最も適切な方法を次の(a)~(d)から選び、記号で答えよ。

- (a) 上方置換 (b) 下方置換
(c) 水上置換 (d) 水に溶かして捕集

問 4 下線部②の反応をイオン反応式で記せ。

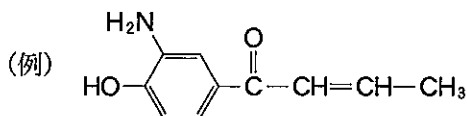
問 5 下線部②の反応について、析出物と銅板の合計質量を測定し、反応前の銅板の質量と比較したところ、その差は 0.305 g であった。析出物の質量 [g] を求めよ。解答欄には計算の過程を含めて記入し、答えは有効数字 3 桁で示せ。

問 6 下線部③の反応を化学反応式で記せ。

問 7 下線部④の酸化銀が生じる操作を次の(a)~(d)から 1 つ選び、記号で答えよ。また、酸化銀を加熱したときに起こる反応を化学反応式で記せ。

- (a) 銀に少量のアンモニア水を加える。
(b) 銀に水酸化ナトリウム水溶液を加える。
(c) アンモニア性硝酸銀溶液にホルマリンを加えて穏やかに加熱する。
(d) 硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加える。

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



アルケンは、炭素原子間に二重結合を1個もつ鎖状の不飽和炭化水素である。その炭素原子間の二重結合は、単結合とは違い、それを軸にして回転できない。そのため、例えば、3-ヘキセンの場合、2個のアルキル基である **ア** 基が、二重結合をはさんで同じ側にある **イ** 形と、反対側にある **ウ** 形の二つの異性体が存在する。このような立体異性体を **エ** 異性体という。

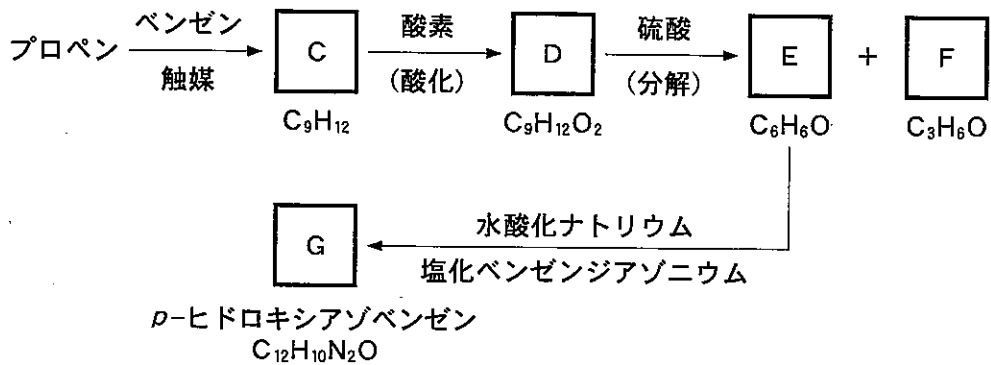
問1 **ア** ～ **エ** に入る適切な語句を記せ。

問2 炭素数5のアルケンについて、すべての構造異性体を構造式で記せ。また、それらの異性体に触媒を用いて完全に水素を付加させると、何種類の化合物が生成するか記せ。

問3 炭素数4のアルケンに触媒を用いて水を付加させると、不斉炭素原子をもつ化合物Aが生成した。化合物Aを構造式で記せ。

問4 アルケンB 0.30 mol と炭素数6のアルカン 0.20 mol の混合物を完全燃焼させるのに酸素が 5.5 mol 必要であった。アルケンBの分子式を記せ。

問 5 プロペン(プロピレン)とベンゼンとの反応から始まる *p*-ヒドロキシアゾベンゼンの合成経路を図に示す。□ C ~ □ G に入る適切な化合物を構造式で記せ。なお、各空欄の下に対応する化合物の分子式を示す。



〔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〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

糖類(炭水化物)は、ジャガイモや穀類に多く含まれる物質である。そのうち単糖の〔ア〕は、果実やはちみつ中に含まれ、甘みが天然の糖類の中で一番強いといわれている。また、デンプンやセルロースの構成成分であるグルコース、寒天の成分である多糖(ガラクトン)を加水分解して得られる〔イ〕も単糖であるが、〔ア〕ほど甘みはない。単糖は $C_6H_{12}O_6$ の分子式で表され、酵母菌中に存在するチマーゼという酵素群によりアルコール発酵を受ける。二糖や多糖は、構成する単糖の種類や数によって、ヨウ素デンプン反応の有無やフェーリング液の還元性に違いがみられる。

タンパク質は、複数のアミノ酸がペプチド結合してできた化合物であり、アミノ酸は1つの分子の中にアミノ基と〔ウ〕基をもつ。天然のタンパク質を構成する α -アミノ酸のうち、グリシン以外には不斉炭素原子がある。これらの不斉炭素原子をもつアミノ酸には、化学的性質や物理的性質はほとんど変わらないが、光に対する性質の異なる一対の〔エ〕異性体が存在する。タンパク質は、適当な呈色反応を用いて検出することができる。

問1 文章中の〔ア〕～〔エ〕に入る適切な語句を記せ。

問2 下線部①の化学反応式を記し、生成するアルコールの名称を答えよ。

問 3 下線部②について、マルトース、セルロースおよびデンプンが示す反応を次の(a)~(d)より1つずつ選べ。

- (a) ヨウ素デンプン反応を示し、フェーリング液を還元する。
- (b) ヨウ素デンプン反応を示し、フェーリング液を還元しない。
- (c) ヨウ素デンプン反応を示さず、フェーリング液を還元する。
- (d) ヨウ素デンプン反応を示さず、フェーリング液を還元しない。

問 4 下線部③について、次の呈色反応の反応名をそれぞれ記せ。

- (1) タンパク質水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色くなる。さらに、この水溶液を冷却後、アンモニア水などを加えて塩基性になると橙黄色になる。
- (2) タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると、赤紫色になる。

問 5 ある食品 1.0 g を分解したところ、0.068 g のアンモニアが生じた。このアンモニアがすべてタンパク質中の窒素から生じたものとして、この食品中のタンパク質の含有率を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、タンパク質中の窒素含有率を 18% とする。

〔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6に答えよ。

医薬品は、病気の診断や治療、また予防のために用いられる物質である。これらのうち、殺菌・消毒薬は、フェノール系、アルコール系、過酸化係^①や塩素系などに分類される。過酸化係の殺菌・消毒薬にはオキシドール(オキシフル)がある。オキシドールは〔ア〕の水溶液であり、これを傷口に塗布すると血液^②中の酵素により〔ア〕が分解し、泡が生じる。

一方、病気の症状を緩和して、自然治癒力により回復を助ける医薬品は対症療法薬とよばれる。このうち、アセトアニリドは解熱作用をもち、無水酢酸と〔イ〕との反応^③によって合成される。しかし、毒性が強いため、その毒性を減らすために工夫されたアセトアミノフェン^④などが使われている。アスピリンも解熱・鎮痛剤として用いられるが、これは胃の中で加水分解を受けてサリチル酸^⑤になることによって解熱・鎮痛作用を示す。

また、医薬品には病気の原因を直接治療する化学療法薬もある。この中には、アオカビから発見され、細菌の細胞壁の合成を阻害する〔ウ〕や、ペプチドの合成過程を阻害し、最初の結核治療薬として用いられた〔エ〕がよく知られている。〔ウ〕や〔エ〕のように、本来はある種の微生物によって生産され、他の微生物の発育や代謝を阻害する物質を〔オ〕という。近年、突然変異などによって〔オ〕に抵抗性を示す細菌が出現し、社会問題となっている。このような細菌は〔カ〕とよばれる。

問 1 文章中の ア ~ カ に入る適切な語句を記せ。

問 2 下線部①に該当する殺菌・消毒薬を(a)~(e)の中から1つ選び、記号で答えよ。

- (a) 次亜塩素酸ナトリウム水溶液 (b) 2-プロパノール水溶液
(c) ヨードチンキ (d) クレゾールせっけん液
(e) エタノール水溶液

問 3 下線部②について、酵素名と該当する化学反応式を記せ。

問 4 下線部③の反応を化学反応式で記せ。

問 5 下線部④の医薬品は、アセトアニリドのベンゼン環の水素をある官能基で置換したものである。この官能基の名称を記せ。

問 6 下線部⑤の水溶液に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、水溶液の色はどうか答えよ。