

平成 23 年 度

試 験 問 題

理 科

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験科目、ページ、解答用紙数および選択方法は下表のとおりである。

科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
化 学	1 ~ 9	2 枚	左の 3 科目のうちから 2 科目を選択せよ。
生 物	10 ~ 23	2 枚	
物 理	24 ~ 33	3 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない科目を含む全解答用紙(7枚)に受験番号と選択科目を記入せよ。
 - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
 - ② 選択科目記入欄に選択する 2 科目を○印で示せ。
上記①、②の記入がないものおよび 3 科目を選択または 1 科目のみを選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 物理を選択するものは、必要な計算等を解答用紙中の計算用余白で行え。採点の参考にする。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

化 学

化学の全問を通して、必要ならば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Ca = 40.1

【1】 古くから銅貨は、青銅や黄銅で作られてきた。青銅はスズと銅の合金であり、黄銅は亜鉛と銅の合金である。どちらも、純粋な銅と比べて硬度が増し、腐食に対する耐性が増すので、流通する貨幣として、より適した性質となる。また、亜鉛とスズはどちらも鉄板の表面にメッキをして、それぞれトタン、ブリキとして鉄板を保護するのに広く利用されている。これらの元素に関連した以下の設問に答えよ。

問 1 銅、スズ、亜鉛、鉄をイオン化傾向の大きなものから順に元素記号で並べよ。

問 2 トタンとブリキでは、鉄板が保護される働きが異なる。その違いを述べよ。

問 3 缶詰の容器としてはトタンとブリキのどちらが適しているか。理由も書け。

問 4 亜鉛を塩酸に入れたときに生じる反応を化学反応式で書け。

問 5 亜鉛は両性元素なので、酸だけでなく塩基とも反応する。亜鉛を水酸化ナトリウム水溶液に入れた時に生じる反応を化学反応式で書け。

問 6 亜鉛イオンを含む水溶液に少量の水酸化ナトリウムを加えると、白色ゲル状の沈殿が生じる。この沈殿の名前を書け。

問 7 問 6 の沈殿は過剰のアンモニア水に溶ける。その時の反応を化学反応式で書け。

問 8 問 7 の亜鉛を含むイオンの名前を書け。

問 9 スズイオンには +2 と +4 の酸化数のものがある。それらの酸化数に関連したもので、還元剤として作用するスズ化合物の化学式を書け。

【2】 物質Aは天然には石灰石、大理石として産出する。地球温暖化による海水面の上昇の影響を直接受けることになる太平洋の島々を形成しているサンゴ礁^{しょう}の成分物質でもある。気体Bは地球温暖化の原因物質のひとつと考えられており、無色無臭で、標準状態における密度は空気の約1.5倍である。以下の実験についての設問に答えよ。

解答にあたっては、ビーカー内の液体には気体Bは溶解していないものと仮定せよ。また、問4、問5、問8の数値については有効数字2ケタで答えてよい。

[実験1]

操作1 ビーカー①に、2.0 mol/L 塩酸を25 mLはかり取り、ビーカーごと全体の質量をはかった。

操作2 ビーカー①に、物質A 0.50 gを加えたところ、気体Bが発生した。そのとき、気体発生に伴ってしぶきが飛び出さないように、気をつけて実験した。気体発生が終了した後、十分にかくはんをし、ビーカー全体の質量をはかった。

操作3 ビーカー①に、さらに物質A 0.50 gを加え、操作2と同様に気をつけて実験し、ビーカー全体の質量をはかった。

操作4 加えた物質Aの質量が4.00 gになるまで、操作3と同様の操作を6回行った。

[実験2]

2.0 mol/L 塩酸を1.0 mol/L 塩酸に替えて、ビーカー②を用いて、実験1の操作1から操作4と同様の実験を行った。

[実験3]

ビーカー③に、2.0 mol/L 塩酸を25 mLはかり取り、ビーカーごと全体の質量をはかったところ、84.54 gという値を得た。次に物質Aを加え、実験1の操作2と同様に気をつけて実験し、ビーカー全体の質量をはかったところ、87.21 gという値を得た。

- 問 1 物質 A の化学式を書け.
- 問 2 気体 B の名称を書け.
- 問 3 実験 1 の操作 2 で生じている反応を化学反応式で書け.
- 問 4 2.0 mol/L 塩酸 25 mL と過不足なく反応する物質 A の物質量を求めよ.
- 問 5 実験 1 の操作 2 で生じた気体 B の質量を求めよ.
- 問 6 実験 1 について、物質 A の質量を横軸に、気体 B の質量を縦軸にとって、加えた物質 A の質量と発生した気体 B の質量との関係を表わすグラフを実線で示せ.
- 問 7 実験 2 について、物質 A の質量を横軸に、気体 B の質量を縦軸にとって、加えた物質 A の質量と発生した気体 B の質量との関係を表わすグラフを問 6 と同じ図に破線で示せ.
- 問 8 実験 3 で加えた物質 A の質量を求めよ. また、実験 3 を終えた後のビーカー③内の物質の状態について説明せよ. この際、必要に応じて問 3 の化学反応式に出ている物質の名称を用いよ.

【3】 酸性雨は pH 5.6 以下の雨の事で、大きな環境問題となっている。その原因物質は、工場や車などから大気中に排出された窒素酸化物や硫黄酸化物とされている。日本では、昭和 58 年から全国的な調査が実施されている。A 君はこれに興味を持ち、自分で原因物質を作ってみたいと思い、いろいろと調べてみた。すると、硝酸(沸点 83℃)を原料として、原因物質の 1 つである二酸化窒素を発生させる実験ができることを知った。以下の設問に答えよ。

問 1 揮発性の酸の塩に不揮発性の強酸を加えて加熱すると、揮発性の酸が発生する。実験室で硝酸を発生させる反応の化学反応式を書け。

問 2 純度 100 % の硝酸の密度は 1.5 g/cm^3 、市販の濃硝酸は濃度 69 %、密度 1.4 g/cm^3 である。問 1 で発生させた硝酸を用いて、市販品と同じ濃度の濃硝酸を 5.0 mL 作るためには何 mL の硝酸が必要か。計算過程を示し、有効数字 2 ケタで答えよ。

問 3 実験室で二酸化窒素を発生させる反応の化学反応式を書け。

問 4 問 3 の化学反応式に従って二酸化窒素を発生、捕集するための実験装置の概略を書け。また、実験装置内ではどのような変化が見られるかを書け。

問 5 問 4 の実験装置には発生させた二酸化窒素を捕集する部分がある。なぜこの捕集方法を選んだのか。気体を捕集する他の方法の名称をあげたうえで、他の方法では不適當な理由を数値や化学反応式を用いて書け。

(余 白)

【4】 以下の文章を読んで設問に答えよ。

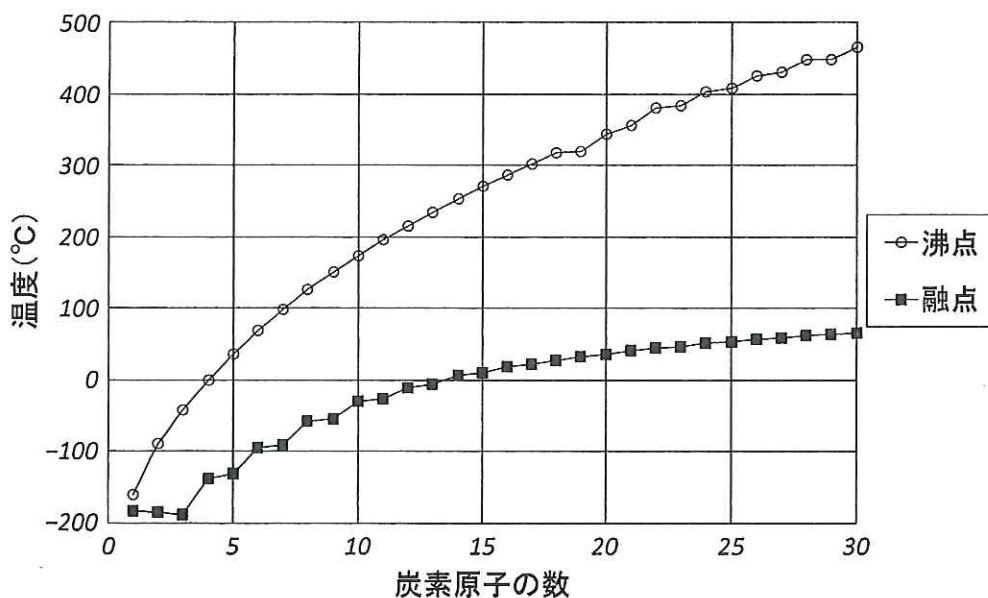


図 直鎖状アルカンの炭素原子の数と沸点と融点

図は直鎖状のアルカンの炭素原子の数と沸点、融点を示したグラフである。これについて以下の設問に答えよ。

- 問 1 一般に、沸点、融点とはどういうものか、それぞれ 100 字程度で説明せよ。
- 問 2 沸点が炭素原子の数の増加とともに徐々に大きくなっていくのはなぜか。100 字程度で説明せよ。
- 問 3 エイコサン(炭素数 20 のアルカン)の融点は 36.7°C である。エイコサンを 200°C から 20°C まで一定の速度で冷却した時の温度変化の模式図を縦軸に温度、横軸に時間をとってグラフに書け。

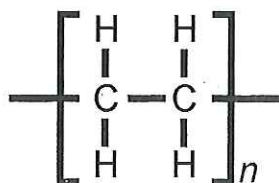
炭素原子の数がもっと増えて、数百から数千になると直鎖状のアルカンはポリエチレンと呼ばれる高分子化合物になる。以下の設問に答えよ。

問 4 固体のポリエチレンを加熱すると、ある温度以上で柔らかくなり始めるが、明確な融点は示さない。同じアルカン類のブタン、ヘキサン、デカンなどと比較して、なぜそうなるのかを説明せよ。

問 5 (a) あるポリエチレン試料のモル質量が 70000 g/mol のとき、このポリマー分子 1 個に含まれるモノマーユニット CH_2CH_2 の数 n を求めよ。計算過程も書け。

(b) このポリエチレン分子 1 個に含まれる炭素原子の総数を求めよ。計算過程も書け。

問 6 ポリエチレンの原料はエチレンである。エチレンは工業的には石油由来の原料の熱分解により得られる。実験室ではエタノールからエチレンをつくる。実験室でエチレンをつくるにはどのようにすればよいか。実験装置の図を書いて、手順を説明せよ。



ポリエチレンの構造式

【5】 化合物Aは、アンズやウメ、モモ、ビワなどのバラ科サクラ属植物の未熟な果実の種子の中に多く含まれている。果実に傷がつくと、化合物Aは果実内のエムルシンという酵素によって分解され、化合物B、化合物C、および化合物Dが生成する。これらの3つの化合物について、以下の文章を読み、設問に答えよ。

1. 化合物Aの分子式は $C_{20}H_{27}NO_{11}$ である。酵素による分解で、1分子の化合物Aからは、化合物Bが1分子、化合物Cが1分子、化合物Dが2分子生成する。生成する3種の化合物の分子量はすべて200以下である。

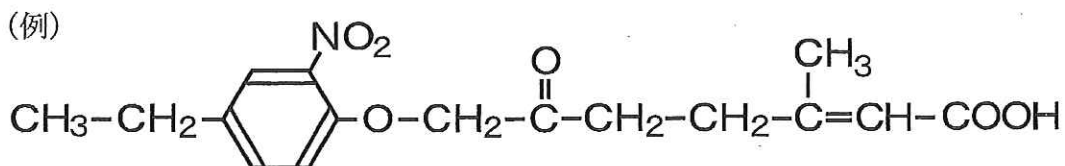
2. 化合物Bは炭素、水素、酸素からなる芳香族化合物で、銀鏡反応を示す。香料として利用され、抗炎症作用も認められている。化合物Bを過マンガン酸カリウムと炭酸ナトリウムを用いて酸化すると、化合物Eが生成する。

化合物Eの水溶液は酸性を示し、化合物E 61 mg の中和には 0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL を要する。

3. 化合物Cは、毒性の強い沸点 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ の液体である。化合物C 27 mg を燃焼させると二酸化炭素 44 mg、水 9 mg、および常温で気体の物質F 14 mg を生じる。化合物Cをアセチレンと反応させると付加反応が起こり、化合物G(分子量 53)が得られる。化合物Gは合成繊維や合成樹脂の原料として用いられている。

4. 化合物Dは組成式 CH_2O で表される甘味を持つ物質で、多数の異性体が存在する。

構造式は下の例にならって書け.



- 問 1 銀鏡反応を示す有機化合物には, どのような官能基があると考えられるか. 官能基の名称を 1 つ書け. また, その官能基を持つ炭素数が 6 以下の化合物を 1 つ挙げ, その化合物名と構造式を書け.
- 問 2 化合物 E の分子量と分子式を手順を示して求めよ.
- 問 3 化合物 B の構造式を書け.
- 問 4 化合物 C の分子量を手順を示して求めよ.
- 問 5 化合物 G の分子式を手順を示して求めよ.
- 問 6 物質 F の名称を書け. また, そう考える理由を述べよ.
- 問 7 化合物 D の分子式を手順を示して求めよ.
- 問 8 問 7 で求めた分子式であらわされる化合物名を 2 つ書け. ただし, その 2 つは水溶液中で互いに平衡状態にはならないものとする.