

平成 22 年 度

## 問題冊子

教	科	科	目	ページ数
理	科	化	学	7

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

### 解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙(両面)の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合は、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後、解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は、願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には、いっさい応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 S 32.0 Pb 207

気体定数  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

〔 I 〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

物質は大きく有機物と無機物に分けられる。物質は原子からできていることがわかっているが、「有機物は炭素を含む物質であり、無機物は炭素を含まない物質である」という定義があるが、これは正確ではない。炭素を含む化合物にも無機物に分類されるものもあるし、炭素のみからなる単体も有機物ではなく、無機物として扱われるからである。また、「燃えて二酸化炭素を出すものを有機物、燃えないか、燃えても二酸化炭素を出さないものを無機物とする」という定義もあるが、これも正確ではない。炭素は多くの化合物をつくる元素で、その同位体が現在の原子量の基準になっている。

問 1 下線部(a)のような物質の例として二酸化炭素があげられるが、それ以外の例を 2 つあげなさい。

問 2 下線部(b)にあたる単体を 2 つあげなさい。また、このように同じ元素からできているのに、異なる物質として扱われるものを何と呼ぶか。答えなさい。

問 3 下線部(c)のような有機物の燃焼反応式の例を 1 つ示しなさい。また、この定義が正確でないことを例をあげて説明しなさい。

問 4 下線部(d)の現在の原子量の基準について 50 字程度で説明しなさい。

問 5 近年、地球大気中の二酸化炭素濃度の増加が指摘され問題となっているが、その原因としてどのような物質の使用の増加が考えられるか、50 字程度で説明しなさい。

- 〔Ⅱ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。答えは有効数字3桁まで求め、計算過程も示しなさい。

[物質 A (液体) の分子量を求める実験]

外気圧  $1.01 \times 10^5$  Pa, 温度  $27^\circ\text{C}$  で 320 mL の乾燥空気を,  $27^\circ\text{C}$  の物質 A (液体) にゆっくり通し, 物質 A の蒸気で飽和させた後, 同じ外気圧, 同じ温度のもとで容器に捕集する。この容器は, 容積を変えることで, 内部の圧力を外気圧と等しく保つことができるものとする。この操作により, 物質 A の質量は 0.280 g 減少し, 容器には 400 mL の気体が捕集されたものとする。

次に, 液体を含まないように気体だけを容器に密閉し, 温度を  $27^\circ\text{C}$  で一定に保ったまま, 外気圧を変化させて容積の変化を測定する。

以上の実験操作において, 実験系から外への気体, 液体の損失はないものとし, 物質 A (液体) への空気の溶解は無視できるものとする。

問 1 物質 A の温度  $27^\circ\text{C}$  における飽和蒸気圧を求めなさい。

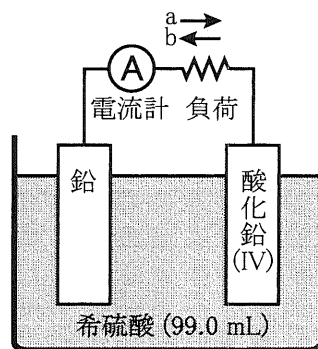
問 2 物質 A の分子量を求めなさい。

問 3 下線部の実験で, 捕集容器を外気圧  $0.505 \times 10^5$  Pa においたときの容積を求めなさい。

問 4 下線部の実験で, 捕集容器を外気圧  $5.05 \times 10^5$  Pa においたときの容積を求めなさい。ただし, 凝縮する液体の体積は, 無視できるものとする。

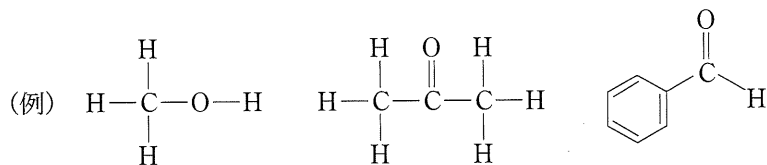
- 〔Ⅲ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字3桁まで求めなさい。ただし、水の蒸発や硫酸鉛の溶解度は無視できるものとし、電極の脱落はないものとする。また、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

鉛蓄電池は、自動車のバッテリーとして用いられる代表的な二次電池である。電解液として適当な濃度の希硫酸 100 mL(密度 1.26 g/mL)を用意し、そのうちの 1.00 mL を濃度測定用に別のビーカーに移した。残りの電解液 99.0 mL に鉛電極と酸化鉛(Ⅳ)電極を入れ、右図のような試験用鉛蓄電池を作製した。この電池を 23 分 20 秒間放電したところ、平均 1.93 A の電流が流れた。



- 問 1 別のビーカーに移した 1.00 mL の電解液を、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム溶液で中和滴定を行ったところ 9.00 mL を要した。電解液の硫酸の質量パーセント濃度(%)を求めなさい。
- 問 2 この電池を放電させたとき、各電極で起こる反応をそれぞれ電子  $e^-$  を含むイオン反応式で示しなさい。また、電流の向きを a, b から選びなさい。
- 問 3 (1)放電前と比べて、放電後の酸化鉛(Ⅳ)電極の質量は何グラム増減したか、求めなさい。  
(2)放電後の電解液の硫酸濃度を質量パーセント濃度(%)で示しなさい。
- 問 4 この電池を充電する場合、外部電源の正極は鉛電極と酸化鉛(Ⅳ)電極のどちらに接続すればよいか、答えなさい。

〔IV〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。構造式は、下記の例にならって示しなさい。



化合物 A, B, C, D がある。これらの化合物は、酸素原子を含む有機化合物である。化合物 A は、リン酸を触媒にして、エチレンに高温高圧下で水蒸気を作用させることにより得られる一価アルコールである。

化合物 B は、加熱した銅を触媒にして、化合物 A の蒸気を空气中で酸化することにより得られる還元性を示す化合物である。

化合物 C は、化合物 B を酸化することにより得られる刺激臭のある無色の液体である。この化合物 C と化合物 A の混合物に濃硫酸を加えて加熱すると、果実のような芳香をもつ揮発性のエステル(化合物 E)を生じる。

化合物 D は、ナトリウムフェノキシドに高温高圧下で二酸化炭素を反応させ、生成物に希硫酸を作用させることにより得られる白色針状の結晶である。この化合物は、フェノール類とカルボン酸の両方の性質を示す。

問 1 化合物 A, B, C に含まれる官能基名を答えなさい。また、化合物 A, B, C の構造式も示しなさい。

問 2 化合物 E の構造式を示しなさい。

問 3 化合物 A の構造異性体 F の構造式を示しなさい。また、化合物 F が分類される化合物群の名称(一般名)も答えなさい。

問 4 化合物 D にメタノールと濃硫酸を作用させると化合物 G を、無水酢酸を作用させると化合物 H を生じる。それぞれの化合物の構造式を示しなさい。

〔V〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字2桁まで求めなさい。

炭水化物または糖類は(ア)を構成成分とする有機化合物の総称であり、タンパク質、油脂、核酸など生体を構成する上で必須の高分子化合物の一種である。糖類のほとんどは炭素、水素、酸素から成り、「(イ)」の一般式で表記される。糖類の中でもグルコースは生命の維持には欠くことのできない物質であり、植物内では(ウ)によりデンプンとして、また動物内では(エ)として形を変えて(オ)の状態<sup>(a)</sup>でエネルギーとして貯蔵されている。

ヒトなどの動物内ではデンプンは(カ)やマルターゼといった消化酵素によりグルコースにまで分解されて消化管から吸収され呼吸作用によってエネルギーに変換される。呼吸には酸素を必要とする(キ)呼吸と無酸素状態で起きる(ク)呼吸とがある。さらに(ク)呼吸は発酵ともいわれ(ケ)発酵や乳酸発酵が有名である。

近年、(ケ)発酵の技術を応用してトウモロコシなどのデンプンやバイオマス由来のセルロースを酸で処理した後、エタノールを酵母によって生産する技術が開発され、このエタノールはバイオエタノールと言われ環境に配慮したエネルギーとして注目されている。<sup>(b)</sup>

問1 本文中の空欄(ア)～(ケ)に当てはまる適切な語句または化学式を入れなさい。

問2 下線部(a)について、植物は(ウ)により、グルコースを合成しそれからデンプンを合成する。このグルコース合成までの化学反応式を示しなさい。

問3 本文中の(ケ)発酵の化学反応式を、グルコースを例にして示しなさい。

問 4 下線部(b)に関して、セルロース 1.0 kg を希硫酸で完全にグルコースに分解した後に、酵母によって完全に発酵させるとどのくらいのエタノールと、気体が生じるかそれぞれ求めなさい。エタノールについては質量(g)のみを、気体については質量(g)および体積(L)をそれぞれ求めなさい。ただし、発酵温度は 27 °C, 外気圧は  $1.01 \times 10^5$  Pa とする。