

〔「物理基礎・物理」〔化学基礎・化学〕〔生物基礎・生物〕〕

(時間：2 出題科目で 120 分)

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
〔物理基礎・物理〕	1～3	左の3出題科目のうちから、あらかじめ届け出た2出題科目について解答しなさい。
〔化学基礎・化学〕	4～5	
〔生物基礎・生物〕	6～8	

- 3 試験中に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付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 5 問題冊子の余白は計算等に用いて構いません。
- 6 試験終了後、解答用紙のみを回収します。

化学基礎・化学

〔1〕 下記の文章を読み、問1～問5に答えよ。

2族元素は、わたしたちの生活に密接にかかわっているものが多い。例えば、(ア)は鉍石から単離され、ジュラルミンの原料として利用されている。また(イ)は、炭酸塩として地球上に多く存在しており、セメントの原料として盛んに使われている。一方、(ウ)の硫酸塩はX線を透過しないため、胃のレントゲン撮影をするために使われている。

問1 (ア)～(ウ)に当てはまる元素名を入れよ。

問2 (ア)の酸化物の性質を述べよ。

問3 (イ)の炭酸塩が二酸化炭素を含む雨水に溶けるときの反応式を示せ。

問4 (イ)の炭酸塩を強熱すると得られる白色物質の性質を述べよ。

問5 多くの(ウ)塩のうち、なぜ硫酸塩だけが胃のレントゲン撮影に用いられるのか考えられる理由を述べよ。

〔2〕 下記の文章を読み、問1～問6に答えよ。なお25.0℃での水の蒸気圧は 3.2×10^3 Pa、25.0℃での水の密度は 997 kg/m^3 、重力加速度の大きさは 9.81 m/s^2 、気体定数は $8.31 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ ($= \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{K}\cdot\text{mol})$)とする。水は純水であると仮定し、気体の溶解および毛管現象は無視してよい。

一端が閉じられたまっすぐなガラス管がある。内部の空間は円柱状であり、この空間の長軸に垂直な断面の面積は 1 cm^2 である。このガラス管を大気圧 1.010×10^5 Pa、気温25.0℃で水温25.0℃のプールに沈め、管内を水で満たした。開いた端を沈めたまま閉じた端を持ち上げて管を垂直にし、プールの水面を基準(0 m)として、閉じた端の内面の高さが11.5 mになるようにしたところ、管の上部には水のない空間が現れた。

問1 管上部の空間には何が存在するか。

問2 管の閉じた端の内面の高さを11.5 mから11.0 mに下げ、平衡に達したとき、管の上部には、やはり水の無い空間が存在していた。プールの水面を基準とした管内の水面の高さにはどのような変化が起きるか。答えを次の(ア)～(ウ)の中から選べ。

(ア) 上がる (イ) 変わらない (ウ) 下がる

問3 管の閉じた端の内面の高さを11.0 mにしたとき、管内の水面の高さは何 m になるか。プールの水面を基準として、有効数字3桁で答えよ。

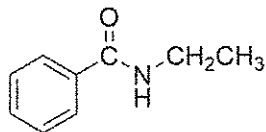
問4 管の閉じた端の内面の高さを9.00 mにして、しばらくすると管の上部の空間は消失した。ガラス管の下部からヘリウム200 mLを注入したところ、ヘリウムは管の上部に溜まった。平衡に達した後、プールの水面を基準とした管内の水面の高さを y (m)とする。ボイルの法則に基づいて管内のヘリウムの分圧(Pa)を有効数字3桁で表す式を、 y を用いて示せ。ヘリウムは理想気体とみなしてよい。

問5 上記のヘリウム注入後の平衡状態について、管の内外の圧力の釣り合いに基づいて管内のヘリウムの分圧(Pa)を有効数字3桁で表す式を管内の水面の高さ y (m)を用いて示せ。

問6 上記のヘリウム注入後の平衡状態について、水面の高さ y の値を有効数字2桁で求めよ。

[3] 下記の(1)~(5)の文章を読み、問1~問7に答えよ。構造式は下の例に従って正確かつ丁寧に示すこと。原子量は次の値を用いること。C = 12.01, H = 1.01, N = 14.01, O = 16.00

構造式の例：



- (1) 化合物Aは融点が約40.5℃の無色結晶の化合物で、酸性を示す。この化合物Aの元素分析を行った結果、炭素が76.5%、水素が6.4%含まれていることがわかった。また、その分子量は94.1であった。
- (2) 化合物Aを水酸化ナトリウム水溶液と反応させると、化合物Bが得られた。
- (3) 化合物Bに、二酸化炭素を加熱加圧下において反応させた後、希硫酸を作用させると、医薬品の原料として知られている化合物Cが生成した。
- (4) 化合物Cにメタノールと少量の濃硫酸を加えて加熱すると化合物Dを生成した。一方、化合物Cを無水酢酸と反応させると、化合物Eを生成した。
- (5) 化合物Aに過剰の臭素水を十分に反応させると、化合物Fの白色沈殿を生成した。

問1 化合物Aの構造式を示せ。

問2 化合物Bの名称を示せ。

問3 なぜ、化合物Aが酸性を示し、水酸化ナトリウム水溶液と反応することができるのかを説明せよ。

問4 化合物Cの構造式を示せ。

問5 化合物Dの構造式を示せ。さらに、化合物Dが生成するとき、脱水反応が起こるが、ここで生成する水分子の酸素原子は、どの分子の原子に由来するのかを反応式を示して説明せよ。

問6 化合物Eが生成する反応式を示せ。

問7 化合物Fの構造式を示せ。