

(平 24 前)

理 科

	ページ
物 理.....	1～ 6
化 学.....	7～14
生 物.....	15～24
地 学.....	25～30

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

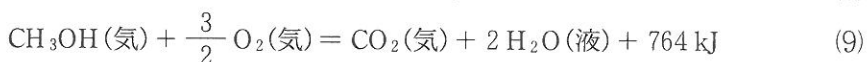
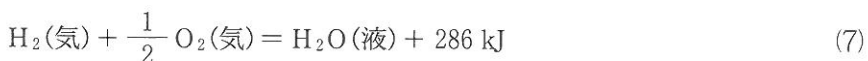
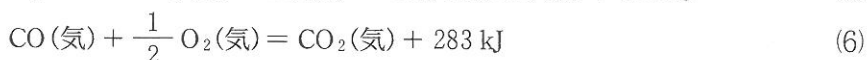
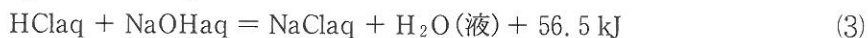
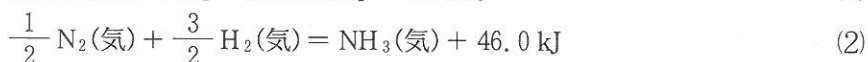
化 学

計算のために必要があれば、次の値を用いなさい。

原子量：H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0

I 以下の問 1，問 2 に答えなさい。(配点 18 点)

問 1 次の熱化学方程式(1)～(10)に関して，[1]～[3]の問いに答えなさい。



[1] 熱化学方程式(1)～(10)の反応熱の中で，以下の項目(A)～(D)に当てはまる式の番号をすべて該当する解答欄に記入しなさい。

- (A) 燃焼熱と呼べるもの
- (B) 生成熱と呼べるもの
- (C) 中和熱と呼べるもの
- (D) 溶解熱と呼べるもの

[2] メタノールとプロピレンをそれぞれ完全燃焼させて同じ熱量を発生させた場合に生じる二酸化炭素の量は、メタノールに比べてプロピレンでは何倍になるか。有効数字3けたで答えなさい。なお、プロピレンの燃焼熱は2057 kJである。その他の必要な反応熱の値は、熱化学方程式(1)~(10)の反応熱の値を用いなさい。

[3] プロピレンの生成熱を有効数字2けたで求めなさい。必要な反応熱の値は、熱化学方程式(1)~(10)及び[2]の計算において求めた反応熱の値を用いなさい。

問 2 反応熱に関する以下の記述(a)~(g)のうち、正しいものの記号をすべて解答欄に記入しなさい。

- (a) メタン、エタン、プロパンの中で、燃焼熱が最も高いものはプロパンである。
- (b) 液体の水と気体の水(水蒸気)とでは、気体の水の方が生成熱が高い。
- (c) C(黒鉛)とC(ダイヤモンド)では、燃焼熱は等しい。
- (d) 希薄な強酸と希薄な強塩基の中和熱は、酸や塩基の種類にかかわらずほぼ一定の値を示す。
- (e) 反応熱が大きくなると、活性化エネルギーも大きくなる。
- (f) 触媒を加えても反応熱は変わらない。
- (g) 平衡状態にある反応では、正反応と逆反応の反応熱はどちらもほぼゼロになっている。

Ⅱ 次の文章を読んで、問 1～4 に答えなさい。(配点 19 点)

結晶構造がわかっている金属の原子半径や密度から原子量を求めることができる。着目する金属の密度を d 、原子半径を r 、アボガドロ数を N_A とする。また、原子は球であるとし、結晶内では最も近くにある原子どうしが接しているとする。金属の結晶が体心立方格子をとる場合、単位格子の一边は ア である。このとき、単位格子あたりの原子の数は イ 個であるので、この金属の原子量は ウ となる。また、金属の結晶が面心立方格子をとる場合は、単位格子の一边は エ である。単位格子あたりの原子の数は オ 個であるので、この金属の原子量は カ となる。

問 1 空欄 ア と エ にあてはまる数式を、次から選んで答えなさい。

$\frac{\sqrt{2}}{4} r$	$\frac{\sqrt{3}}{4} r$	$\frac{1}{2} r$	r	$\frac{4\sqrt{2}}{3} r$
$\frac{4\sqrt{3}}{3} r$	$2r$	$2\sqrt{2} r$	$2\sqrt{3} r$	$4r$

問 2 空欄 イ と オ にあてはまる数字を答えなさい。

問 3 空欄 ウ と カ にあてはまる数式を、次から選んで答えなさい。

$\frac{1}{8} N_A d r^3$	$\frac{1}{4} N_A d r^3$	$\frac{1}{2} N_A d r^3$	$N_A d r^3$
$\sqrt{2} N_A d r^3$	$\frac{8\sqrt{3}}{9} N_A d r^3$	$2 N_A d r^3$	$2\sqrt{2} N_A d r^3$
$\frac{16\sqrt{3}}{9} N_A d r^3$	$4\sqrt{2} N_A d r^3$	$\frac{32\sqrt{3}}{9} N_A d r^3$	$8\sqrt{2} N_A d r^3$
$\frac{64\sqrt{3}}{9} N_A d r^3$			

問 4 第 2 ～ 4 周期に属する 5 種の金属について、結晶構造、原子半径、密度等を調べると、以下のようであった。

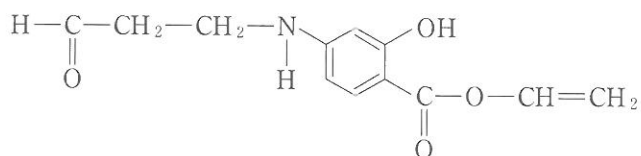
金 属	結晶構造	$r(\text{cm})$	$r^3(\text{cm}^3)$	$d(\text{g/cm}^3)$
リチウム	体心立方	1.52×10^{-8}	3.51×10^{-24}	0.534
A	体心立方	1.86×10^{-8}	6.43×10^{-24}	0.971
B	体心立方	2.31×10^{-8}	1.23×10^{-23}	0.862
C	面心立方	1.43×10^{-8}	2.92×10^{-24}	2.699
カルシウム	面心立方	1.97×10^{-8}	7.64×10^{-24}	1.550

- (1) A ～ C の中にナトリウムがあることがわかった。ナトリウムはどれか、A ～ C の中から答えなさい。
- (2) A ～ C の中から典型元素をすべて選びなさい。
- (3) 表中の値を用いて、カルシウムの原子量を有効数字 3 けたで求めなさい。
計算のために必要であれば、次の数値を用いなさい。

$$\text{アボガドロ数} : 6.022 \times 10^{23}, \sqrt{2} = 1.414, \sqrt{3} = 1.732$$

- Ⅲ 次の実験①～④についての文章を読んで、問 1 ～ 5 に答えなさい。なお構造式は下記の例にならって書きなさい。(配点 19 点)

[構造式の記入例]



- ① 分子式 $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}$ の化合物 **A** 1 mol を加水分解すると、化合物 **B** と化合物 **C** が 1 mol ずつ得られた。
- ② 化合物 **B** は、ニトロベンゼンの還元により得られる生成物と同じ化合物で、さらし粉溶液を加えると赤紫色を呈した。
- ③ 化合物 **C** は、アルコールである化合物 **D** を硫酸酸性の二クロム酸カリウムで酸化すると得られた。
- ④ 化合物 **D** には、同じ分子式の 2 つの構造異性体 **E** および **F** が存在する。**E** はナトリウムを加えると水素が発生したが、**F** は発生しなかった。また、**E** を酸化すると化合物 **G** が得られた。

問 1 化合物 **A** ～ **D** の構造式を書きなさい。

問 2 実験②の還元反応においてニトロベンゼン 50 mg を試験管に入れ、スズと濃塩酸を加えて加熱した。しばらくすると試験管中の油滴が消えた。加熱をやめ NaOH 水溶液を加えると、再び油滴が生成した。 下線部で起こっている化学反応式を書きなさい。この時、ニトロベンゼンが 82 % 反応したとすると得られる化合物 **B** の質量を有効数字 2 けたで答えなさい。

問 3 化合物 **F** および **G** の構造式と名称を書きなさい。

問 4 化合物 **D**、**E**、**F** を沸点が低い順番に並べなさい。

問 5 化合物 E に濃硫酸を加えて加熱したとき、反応温度により異なる生成物が得られた。比較的低い温度では酸化剤にも還元剤にも反応しない化合物 H が、また、より高温では付加重合を起こす化合物 I がそれぞれ主に得られた。化合物 H, I の構造式を書きなさい。

Ⅳ 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点19点)

廃食用油などの油脂を有効利用して、セッケンやバイオディーゼル燃料がつけられている。

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、油脂はけん化されて、高級脂肪酸のナトリウム塩(セッケン)とグリセリン(1,2,3-プロパントリオール)が生じる。油脂1 molのけん化には水酸化ナトリウムが mol 必要である。一定質量の油脂をけん化する場合、油脂の分子量が ほど必要な水酸化ナトリウムの量は少なくなる。セッケンは 酸と 塩基の塩であるため、水中で一部が加水分解して 性を示す。また、セッケンの水溶液に塩酸を加えると白濁する。

一方、水酸化ナトリウムを触媒として油脂とメタノールを反応させると、高級脂肪酸のメチルエステルとグリセリンが生じる。この脂肪酸メチルエステルはバイオディーゼル燃料とよばれ、軽油の代替品として使用することができる。

天然の油脂を構成する不飽和脂肪酸は炭素原子間の二重結合の部分で分子が折れ曲がっているが、飽和脂肪酸は分子の形が直線状である。このため、飽和脂肪酸は分子どうしが並びやすく、 力が大きい。したがって、構成脂肪酸に飽和脂肪酸が多く含まれる油脂は室温で固体のものが多く、不飽和脂肪酸の割合が多い油脂は室温で のものが多い。

問1 空欄 ～ にあてはまる適切な語句または数字を記入しなさい。

問2 下線部(A)の変化を、示性式を用いた化学反応式で表しなさい。ただし、油脂を構成する脂肪酸はすべて R-COOH とする。

問3 下線部(B)の変化を、示性式を用いた化学反応式で表しなさい。ただし、油脂を構成する脂肪酸はすべて R-COOH とする。

問 4 ある油脂 43.9 g をすべて脂肪酸メチルエステルに変換するのに、メタノール 4.80 g が必要であった。この油脂は同一の脂肪酸のみから構成され、脂肪酸には炭素原子間に二重結合が 2 つ存在する。

- (1) 油脂の分子量を有効数字 3 けたで求めなさい。
- (2) 油脂を構成する脂肪酸 $R\text{-COOH}$ の R -を $C_mH_n\text{-}$ としたとき、 m , n の値を求めなさい。