

# 令和4年度入学試験問題

## 理 科

(前期日程)

医 学 部  
工 学 部  
農 学 部

科目	ページ	解答用紙枚数	選択方法
物 理	1～6	3	左の科目のうちから、受験票に記載している科目の問題を選択し、解答しなさい。(医学部志望者は、2科目を選択し、解答しなさい。)
化 学	7～14	4	
生 物	15～30	4	

### 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. この問題冊子は30ページあります。
3. すべての解答用紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
4. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入しなさい。
5. 試験中に問題冊子および解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁および汚損等がある場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

# 化 学

問題を解くために必要であれば、以下の数値を用いよ。

原子量：H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0

気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ , アボガドロ定数  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$

1 以下の問1～5に答えよ。

問1 表中  および  の  
元素名を記せ。

問2 表中に示された元素のうち、以下の  
(1)～(3)にあてはまる元素を元素記号で  
記せ。

- (1) 電気陰性度が最も大きい。
- (2) イオン化エネルギーが最も大きい。
- (3) ダイヤモンドを形成する炭素と同じく、正四面体構造をもつ共有結合結晶を形成する。

表 原子の電子配置

元素名	電子数		
	K 殻	L 殻	M 殻
水素	1	0	0
<input type="text" value="a"/>	2	0	0
ホウ素	2	3	0
炭素	2	4	0
窒素	2	5	0
<input type="text" value="b"/>	2	6	0
フッ素	2	7	0
ネオン	2	8	0
ケイ素	2	8	4
<input type="text" value="c"/>	2	8	5

問3 表中  の元素について、  
2種類の実素体の名称を記せ。

問4 一般に、周期表の15, 16, 17族の水素化合物において、アンモニア、フッ化水素、水の沸点は、ほかの同族の水素化合物から予想される値と比較して非常に高い値を示す。その理由となる分子間力の名称を記せ。

**問5** 二酸化炭素を冷却すると固体のドライアイスになる。ドライアイスは二酸化炭素分子が規則正しく配列した結晶構造をとる。以下の(1)~(4)に答えよ。

(1) ドライアイスのように多数の分子が分子間力によって結びついた結晶を何というか答えよ。

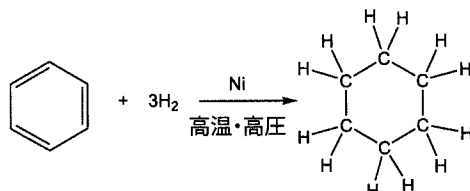
(2) 二酸化炭素の電子式を記せ。

(3) ドライアイス中で二酸化炭素分子間ではたらいっている分子間力の名称を答えよ。

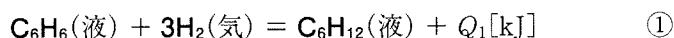
(4) ドライアイスは常温常圧のもとで固体状態から直接気体状態へと変化する。このような状態変化の名称を記せ。

2 以下の問1および2に答えよ。

問1 ベンゼン ( $C_6H_6$ ) にニッケル等の触媒とともに高温・高圧の水素 ( $H_2$ ) を反応させるとシクロヘキサン ( $C_6H_{12}$ ) が生じる。以下の(1)~(3)に答えよ。



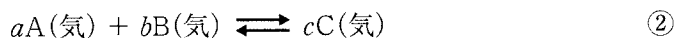
(1) 次式①にベンゼンの水素付加反応の熱化学方程式を示す。反応熱  $Q_1$  [kJ/mol] を整数値で求めよ。ただし、ベンゼンの生成熱(液)を  $-49$  kJ/mol、シクロヘキサンの生成熱(液)を  $156$  kJ/mol とする。計算過程も示せ。



(2) ベンゼン(液)、シクロヘキサン(液)、水素(気)の燃焼反応の熱化学方程式をそれぞれ記せ。ただし、シクロヘキサン(液)の燃焼熱を  $3920$  kJ/mol、水素(気)の燃焼熱を  $286$  kJ/mol、ベンゼン(液)の燃焼熱を  $Q_2$  [kJ/mol] とする。

(3) ヘスの法則を利用すると、未知の反応熱を計算で求めることができる。(1)で求めたベンゼンの水素付加反応の熱化学方程式①、および(2)で求めた熱化学方程式を用いてベンゼン(液)の燃焼熱  $Q_2$  [kJ/mol] を整数値で求めよ。計算過程も示せ。

問2 密閉容器中にある気体 A, B, C について、次式②の可逆反応が成立している。以下の(1)~(4)に答えよ。



ここで、 $a$ ,  $b$ ,  $c$  は係数である。また、この反応の正反応の反応熱を  $Q$  とする。

平衡状態における気体 C の体積百分率 [%] と温度 [ $^{\circ}C$ ] および圧力 [Pa] との関係それぞれ図1と図2に示す。

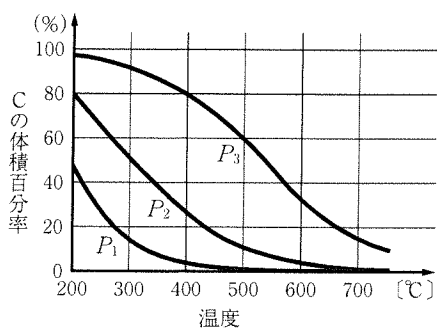


図1 圧力一定で温度を変化させたとき

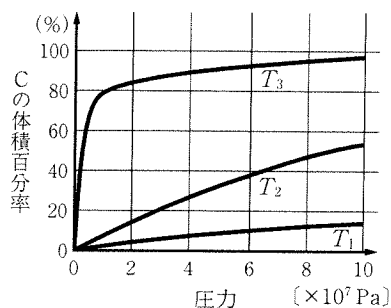


図2 温度一定で圧力を変化させたとき

(1) 以下の問 i ~ iv について、それぞれの選択肢(ア)~(ウ)の中から正しいものを一つ選び、記号で記せ。

i. 図1において圧力が  $P_1 < P_2 < P_3$  のとき、係数  $a \sim c$  の関係はどのようなになるか。

(ア)  $a + b < c$       (イ)  $a + b > c$       (ウ)  $a + b = c$

ii. 図2において温度が  $T_1 > T_2 > T_3$  のとき、反応の反応熱  $Q$  の値はどのようなになるか。

(ア)  $Q < 0$       (イ)  $Q > 0$       (ウ)  $Q = 0$

iii. この可逆反応における圧平衡定数  $K_p$  と濃度平衡定数  $K_c$  は次式③で表される。

$$K_p = K_c(RT)^X \quad \text{③}$$

ここで、 $R$  は気体定数、 $T$  は温度 [K] である。気体 A、B、C は理想気体とすると、式③の  $X$  の値はどのようなになるか。

(ア)  $a + b + c$       (イ)  $(a + b) - c$       (ウ)  $c - (a + b)$

iv. 平衡状態にある密閉容器中にこの気体反応の触媒を導入した。その結果生じる式②における平衡の移動方向はどのようなになるか。

(ア) 正反応の方向に移動      (イ) 逆反応の方向に移動      (ウ) 移動しない

- (2) 密閉容器の体積を  $V[\text{L}]$  とし、平衡状態にあるときの気体 A, B, C の物質量  $[\text{mol}]$  を、それぞれ、 $x_A, x_B, x_C$  とする。濃度平衡定数  $K_C$  を係数  $a, b, c$ , 物質量  $x_A, x_B, x_C$ , および容器の体積  $V$  を用いて記せ。
- (3) 一般に、可逆反応が平衡状態にあるとき、濃度、圧力、温度などの条件を変化させると、その影響を和らげる方向に反応が進み、新たな平衡状態になる。この原理の名称を記せ。
- (4) 図 2 より、式②の反応は低温の条件で、正反応が進行する向きに平衡が移動する。さらに、温度を低くすると、気体 C を効率よく増加させる上でどのような問題が生じるか。20 字以内で記せ。

3 次の文章〔I〕および〔II〕を読み、以下の問1～6に答えよ。

〔I〕酸素原子と硫黄原子はともに価電子が  個なので  価の陰イオンになりやすい。酸素の同素体には  と  がある。 は  よりも強い酸化力を示し、ヨウ化カリウム水溶液に  を通じると  $I_2$  が生成する。 は、 に無声放電をするか、または  すると生成する。

硫黄の同素体には 、、 が存在する。 の形状は針状で  $95.3^\circ\text{C}$  以上において安定な結晶となり、その分子は環状の  として存在する。 は、 $250^\circ\text{C}$  付近に加熱した液体の硫黄を水中に注いで急冷すると得られる。いずれの硫黄同素体も  臭の物質である。

問1 空欄  ～  に入る最も適切な語句または数字を記せ。また、空欄  ～  に入る最も適切な分子式を記せ。

問2 下線部の化学反応式を記せ。

[II] 硝酸は、化学肥料、火薬、医薬品の合成などに広く利用されている。下図はオストワルト法による硝酸の工業的製造工程を表している。以下の問3～6はオストワルト法の反応が完全に進んだものとして答えよ。

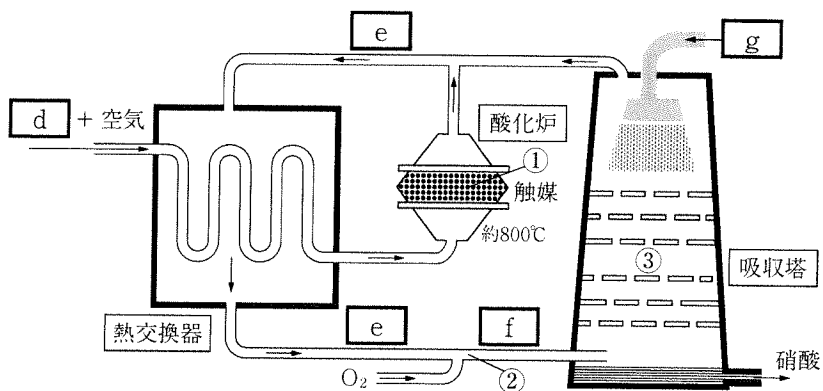


図 オストワルト法による硝酸の工業的製造工程

問3 流路内を通る物質  ～  を分子式で記せ。

問4 図中の酸化炉において使用されている触媒を元素記号で記せ。

問5 ①～③で起こる化学変化をそれぞれ化学反応式で記せ。

問6 0.850 kg の  から得られる硝酸は最大で何 kg か、有効数字3桁で求めよ。



4 次の文章を読み、以下の問1～6に答えよ。

ゴミ袋やペットボトルの材料となっている合成高分子化合物は、小さな構成単位が繰り返し結合した構造をしている。この構成単位となる小さな分子を  といい、 が次々に結合する反応を重合という。この重合で生じる高分子化合物を  という。重合反応の例として、エチレンを  重合させるとポリエチレンとなり、ヘキサメチレンジアミン ( $C_6H_{16}N_2$ ) とアジピン酸 ( $C_6H_{10}O_4$ ) を  重合させるとナイロン66が生成する。

問1 空欄  ～  に入る最も適切な語句を記せ。

問2 合成高分子化合物には、酵素や微生物によって分解されるものもある。その高分子化合物の総称を記せ。

問3 エチレンを構造式で記せ。

問4 平均重合度が  $3.0 \times 10^5$  のポリエチレンの平均分子量を有効数字2桁で求めよ。計算過程も示せ。

問5 下線部の化学反応式を構造式で記せ。

問6 分子量  $3.39 \times 10^4$  のナイロン66の1分子中には、アジピン酸が何分子結合しているか。また、アミド結合は何個あるか、それぞれ整数値で求めよ。計算過程も示せ。