

理 科（化 学）

計算を必要とする問題については、解答用紙に計算の過程も記入せよ。

1 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

アンモニアは、肥料の原料として食糧生産には欠かせない化合物である。19世紀後半、人口増加に伴う食糧不足が懸念され、それまでチリ硝石に頼っていたアンモニア生産を、空気中の窒素から合成することが化学者の課題であった。窒素と水素からアンモニアを得る化学反応式は以下のようになる。



この反応は ① 反応であるので、アンモニアの生産量を大きくするためにはできるだけ平衡を右辺に移動させる工夫が必要となる。

まず、この反応は ② 反応であるので、③ に基づき、反応温度が ④ ほど平衡は右辺に移動する。しかしながら反応温度が ④ と反応速度は ⑤ なる。また、この反応は気体分子の総数が ⑥ する反応なので、圧力を ⑦ することによって平衡は右辺に移動する。しかし工業的生産においては、設備面での問題が生じてくる。

この2つの問題を解決するために、反応の前後で自身は変化せず、反応速度を大きくする ⑧ の開発が求められた。20世紀初頭ドイツの化学者たちによって、⑧ を用いて温度や圧力を調整することでアンモニアを工業的に生産する ⑨ 法が発明された。これにより化学肥料の大量生産が可能となって食糧生産量が急増し、20世紀以降の人口爆発を支えることとなった。

(1) ① ～ ⑨ にあてはまる最も適切な語句を、下の (ア)～(タ) の中から選び、記号で答えよ。

- (ア) 発熱 (イ) 減少 (ウ) 可逆 (エ) 増加
(オ) ハーバー・ボッシュ (カ) アボガドロの法則 (キ) 小さく
(ク) 触媒 (ケ) 低い (コ) 大きく (サ) 高い
(シ) 塩基 (ス) ルシャトリエの原理 (セ) オストワルト
(ソ) 吸熱 (タ) 不可逆

(2) 図 1 のグラフは、アンモニアの工業的製法において、ある圧力下での反応時間とアンモニアの体積百分率の関係を模式的に表したものである。曲線 (1)～(4) は下の (a)～(d) のどの条件にあてはまるか。最も適切なものを選び、記号で答えよ。

- (a) 300 °C, 触媒なし
(b) 300 °C, 触媒あり
(c) 500 °C, 触媒なし
(d) 500 °C, 触媒あり

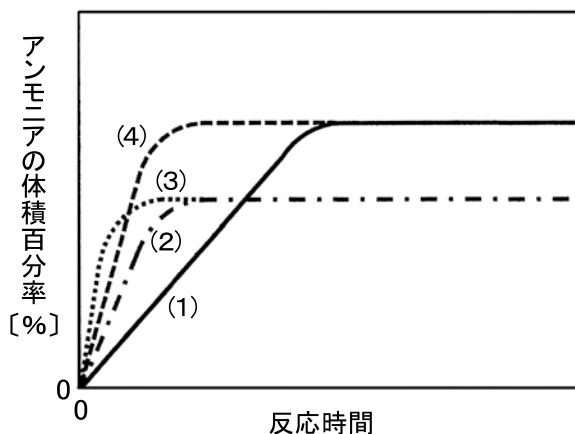


図 1

2 ある化合物 A の分子量を求めるため、水 500 g に化合物 A を 1.80 g 溶かした水溶液を作り、凝固点を測定したところ、 $-0.037\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。以下の問いに答えよ。ただし、化合物 A は非電解質であり、水の凝固点を $0.00\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、水のモル凝固点降下は $1.85\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。

- (1) この水溶液の凝固点降下度を求めよ。
- (2) この水溶液の質量モル濃度を求めよ。
- (3) この水溶液に溶けている化合物 A の物質量を求めよ。
- (4) 化合物 A の分子量を求めよ。

3 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

分子式 $C_4H_8O_2$ で表される 4 種のエステル A, B, C, D がある。エステルを加水分解するとカルボン酸とアルコールが得られるが、A, B, C, D について加水分解を行った結果を表 1 にまとめた。

表 1		
エステル	カルボン酸	アルコール
A	酢酸	E
B	F	G
C	F	H
D	I	メタノール

エステル B, C を加水分解すると、いずれもカルボン酸 F が得られ、F は銀鏡反応を示した。アルコール G を酸化するとカルボン酸 I が得られた。一方、アルコール H を酸化するとアセトンが得られた。

- (1) 化合物 A ~ I を構造式で記せ。なお、構造式はその構造を特定できるものであれば、どのような様式で書いてもよい。
- (2) アセトンは多くの有機化合物をよく溶かすので、溶剤として重要であり、フェノールの工業的製法における副生成物として得られたものが利用されている。この工業的製法の名称を答えよ。