

問 4 19 世紀後半，肥料の原料であるアンモニア NH_3 の大量製造が必要となり，

窒素 N_2 と水素 H_2 から直接 NH_3 を得ることが化学者の課題であった。この課題は，ハーバー・ボッシュ法によって解決され，有用な NH_3 の合成方法となっている。この反応は，次の式(3)で表される。また， N_2 と H_2 を 1 : 3 の物質量の割合で反応させ，平衡状態に達したときの NH_3 の体積百分率と温度の関係を図 1 に示した。 NH_3 の合成に関する後の問い(a ~ c)に答えよ。ただし，反応に用いる密閉容器中では， N_2 ， H_2 と NH_3 は気体として存在するものとする。

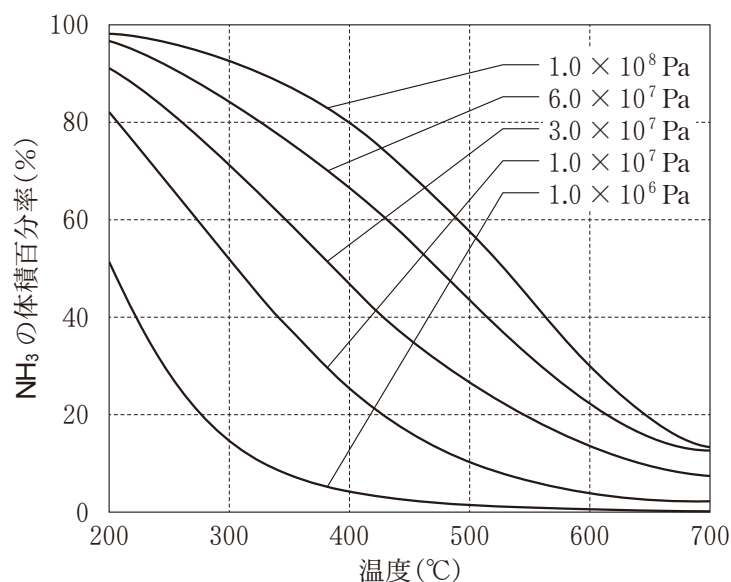


図 1 NH_3 の体積百分率と温度の関係(図中の圧力は全圧である)

- a 式(3)の反応に対して、圧平衡定数 K_p と濃度平衡定数 K_c の関係を表した
ものとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、気
体定数を R 、絶対温度を T とする。

$$K_p = \boxed{10}$$

- | | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| ① $K_c RT$ | ② $K_c (RT)^2$ | ③ $K_c (RT)^3$ |
| ④ $\frac{K_c}{RT}$ | ⑤ $\frac{K_c}{(RT)^2}$ | ⑥ $\frac{K_c}{(RT)^3}$ |

- b 密閉容器に N_2 2.0 mol と H_2 6.0 mol を入れ反応させたところ、平衡状態に
達した。このとき、 NH_3 は 3.0 mol 生成し、全圧は $1.0 \times 10^8 \text{ Pa}$ であった。
このときの反応温度は何℃であったか。最も適当な数値を、次の①～⑤のう
ちから一つ選べ。 $\boxed{11}^\circ\text{C}$

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 350 | ② 420 | ③ 490 | ④ 560 | ⑤ 650 |
|-------|-------|-------|-------|-------|

化 学

- c ある温度と圧力において、 NH_3 の生成反応における NH_3 の体積百分率の時間変化は図 2 の破線のようにであった。この反応条件から、温度のみを 100 K 上げたときの NH_3 の体積百分率の時間変化を、図 2 に重ねて実線で示したものとして最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、反応の活性化エネルギーは温度によって変化しないものとする。

12

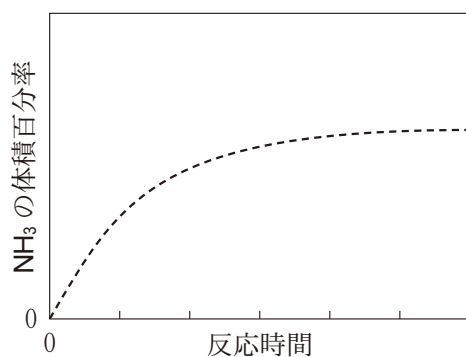
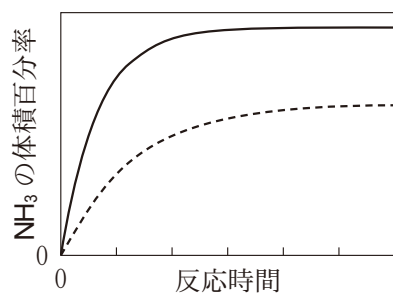
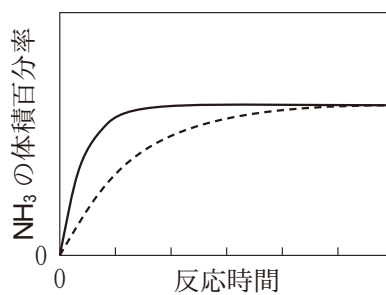


図 2 NH_3 の生成反応における NH_3 の体積百分率の時間変化

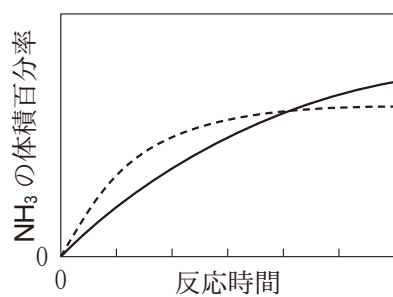
①



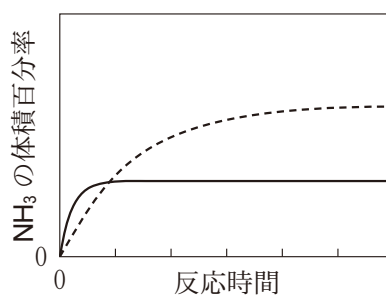
②



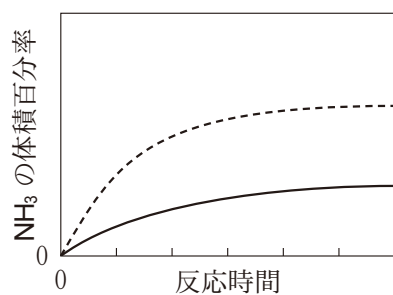
③



④



⑤



化 学

第 3 問 次の問い(問 1 ～ 4)に答えよ。(配点 20)