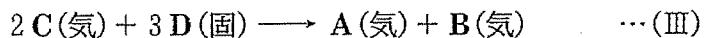


[ 1 ] 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。(25点)

密閉した反応容器中で、1分子の物質A(気体)と1分子の物質B(気体)を反応させると、2分子の物質C(気体)と3分子の物質D(固体)が生成すると仮定する。この反応は可逆反応であり、式(I)で表せる。



ここで、式(I)の正反応および逆反応を、それぞれ式(II)および式(III)とする。



問 1. 反応(I)が平衡状態にあるとき、反応容器の温度と体積をいずれも一定に保ったまま物質C(気体)を加えると、物質A(気体)と物質B(気体)の物質量が〔ア〕する方向へ平衡が移動する。一方、温度を一定に保ったまま反応容器の圧力を下げるとき、平衡は〔イ〕。また、反応容器の温度と体積をいずれも一定に保ったまま反応(I)に作用する触媒(固体)を加えると、平衡は〔ウ〕。

文章中の〔ア〕～〔ウ〕に入る適切な語句を1つ選んで数字で答えよ。ただし、固体の体積は無視できるものとする。

〔ア〕 ① 減少 ② 増加

〔イ〕 ① 右方向に移動する ② 左方向に移動する  
③ どちらにも移動しない

〔ウ〕 ① 右方向に移動する ② 左方向に移動する  
③ どちらにも移動しない

問 2. 反応容器に物質A(気体)2.0 molと物質B(気体)2.0 molを入れて一定温度に保つと反応(I)が平衡状態となり、物質C(気体)1.0 molと物質D(固体)1.5 molが生成する。この反応の平衡定数Kは〔エ〕である。

文章中の〔エ〕に入る数字を有効数字2桁で答えよ。

問 3. 化学反応が進行するためには、〔オ〕と呼ばれるエネルギーの高い不安定な中間状態を経由しなければならない。この〔オ〕にある原子の集合体を〔カ〕という。

反応(III)は吸熱反応であり、その活性化工エネルギーは $E_{a,1}$ [J/mol]、反応熱は $Q$ [J/mol]である。反応容器の温度と体積をいずれも一定に保ったまま、反応(I)に作用する触媒(固体)を加える。このとき、反応(III)の活性化工エネルギーは $E_{a,2}$ [J/mol]へと変化して反応速度は大きくなり、反応(II)の活性化工エネルギー $E_{a,3}$ [J/mol]は〔キ〕へと変化して反応速度は〔ク〕。

文章中の〔オ〕〔カ〕に入る適切な語句を答えよ。また、〔キ〕〔ク〕に入る適切な語句を1つ選んで数字で答えよ。ここで、 $E_{a,1}$ 、 $E_{a,2}$ および $Q$ は正の値( $> 0$ )である。また、固体の体積は無視できるものとする。

- (キ) ①  $E_{a,1}$                           ②  $E_{a,2}$   
      ③  $E_{a,1} + E_{a,2}$                     ④  $E_{a,1} - E_{a,2}$   
      ⑤  $E_{a,1} + Q$                         ⑥  $E_{a,2} + Q$   
      ⑦  $E_{a,1} - Q$                         ⑧  $E_{a,2} - Q$   
      ⑨  $E_{a,1} + E_{a,2} + Q$             ⑩  $E_{a,1} + E_{a,2} - Q$   
(ク) ① 小さくなる                    ② 大きくなる                    ③ 変化しない

問 4. 化学反応の反応速度定数  $k$  は、活性化エネルギー  $E_a$  [J/mol] と絶対温度  $T$  [K]、気体定数  $R$  [J/(mol·K)]、比例定数  $A$  を用いて、次のアレニウスの式で表される。

$$k = A e^{-E_a/RT}$$

- (1) 反応(II)に対する 300 K および 350 K での速度定数  $k$  が表1の通りであるとき、活性化エネルギー  $E_{a,4}$  は〔 ケ 〕  $\times 10^2$  kJ/mol である。  
文章中の〔 ケ 〕に入る数字を有効数字 2 桁で答えよ。

表1 反応(II)に対する速度定数  $k$  の温度依存性

温度 $T$ [K]	速度定数 $k$
300	$1.0 \times 10^{-6}$
350	$1.0 \times 10^{-3}$

- (2) (1)のように、温度を高くすると反応速度が急激に大きくなる。この理由として、分子の衝突回数の増加および活性化エネルギーより大きい運動エネルギーをもつ分子の割合の〔 a 〕の 2 つが主な要因として挙げられるが、〔 b 〕の寄与が支配的である。

〔 a 〕に入る語句と〔 b 〕に入る記号の正しい組み合わせを、次の①～④の中から 1 つ選んで〔コ〕に数字で答えよ。

- ① 〔 a 〕 減 少      〔 b 〕 Ⓐ
- ② 〔 a 〕 減 少      〔 b 〕 Ⓑ
- ③ 〔 a 〕 増 加      〔 b 〕 Ⓐ
- ④ 〔 a 〕 増 加      〔 b 〕 Ⓑ