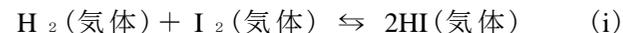
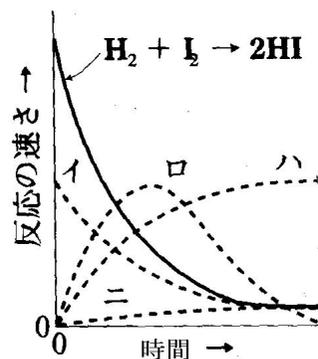


【問題A】 水素とヨウ素からヨウ化水素が生成する反応は、次の可逆反応である。



温度、容積一定の密閉容器に、等しい物質量の H_2 と I_2 を入れて反応を行った。

- (1) 右図の実線の曲線は、(i)式の正反応の速さが時間とともに変化する様子を示す。このとき、逆反応の速さは時間とともにどのように変化するか。その様子を示す曲線として最も適切なものを破線イ~ニのうちから選び、記号で答えよ。
- (2) 反応させる H_2 と I_2 の物質量を、それぞれもとの物質量の半分にした。このときの反応開始直後の正反応の速さは、もとの条件での速さに比べ【 a 】。また、このとき平衡状態での HI の物質量は、もとの条件での平衡状態における物質量に比べ【 b 】。
【 a 】, 【 b 】 に適切な語句を次の語群から選び、記号で答えよ。



- (イ) 1/4 倍になる (ロ) 1/2 倍になる (ハ) 変化しない
(ニ) 2 倍になる (ホ) 4 倍になる
- a (イ) b (ロ)

もとの物質量を、それぞれ 2 mol として、V ℓ の容器内で考えると

	H_2	+	I_2	$\xrightleftharpoons{v_1}$	2HI	
(反応前)	2		2		0	(mol)
(平衡時)	$2-x$		$2-x$		$2x$	(mol)

半分の量は 1 mol

	H_2	+	I_2	$\xrightleftharpoons{v_1'}$	2HI	
(反応前)	1		1		0	(mol)
(平衡時)	$1-\frac{X}{2}$		$1-\frac{X}{2}$		X	(mol)

$$v_1 = k [\text{H}_2] [\text{I}_2] = k \times 2 \times 2$$

$$v_1' = k [\text{H}_2] [\text{I}_2] = k \times 1 \times 1$$

$$\therefore \frac{v_1'}{v_1} = \frac{k}{4k} = \frac{1}{4} \quad (\text{速度の比})$$

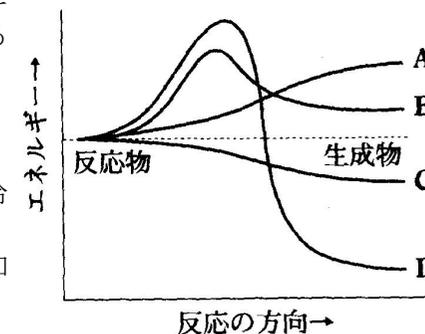
平衡時のHIのモル数の比は $\frac{x}{2x} = \frac{1}{2}$

- (3) H_2 (気体)と I_2 (気体)から HI (気体)が生成する反応は、発熱反応である。
(i)式の反応を温度を下げて行った。このときの反応開始直後の正反応の速さは、もとの温度での速さに比べどうなるか。
適切な語句を次の語群から選び、記号で答えよ。

- (イ) 減少する (ロ) 変化しない (ハ) 増加する

【問題B】 次の問いに答えよ。

- (1) 右図は化学反応 A, B, C, D に伴うエネルギーの変化図である。ア~エの現象にあてはまる反応は A, B, C, D のうちどれか。最も適切なものを1つ選べ。



- ア. 低温でも反応は速やかに進行した。
イ. 加熱したら反応が進み生成物が得られたが、冷却したら、元の反応物にもどった。
ウ. 加熱したら反応が進み生成物が得られたが、加熱をやめたら反応は停止した。冷却しても生成物は残った。
エ. 低温では反応はなかなか起こらなかったが、加熱してある温度に達したとき、反応は激しく進行した。

ア. 低温でも反応は速やかに進行した。 (c)

低温でも進行した。……発熱反応
反応は速やかに進行した。……活性化エネルギーが小さい。 } 反応が起こりやすい

イ. 加熱したら反応が進み生成物が得られた。
吸熱反応
冷却したら、元の反応物にもどった。
ほっといたら元に戻った。……活性化エネルギーが小さい。 } (A)

ウ. 加熱したら反応が進み生成物が得られたが、加熱をやめたら反応は停止した。
吸熱反応
加熱をやめたら反応は停止し、冷却しても生成物は残った。 (B)
活性化エネルギーが大きい

エ. 低温では反応はなかなか起こらなかったが、加熱してある温度に達したとき、
活性化エネルギーが大きい
反応は激しく進行した。 (D)
発熱反応

- (2) A, B2 種類の分子が衝突して C ができる反応, $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ がある。
この反応の 60°C での反応の速さは 40°C での反応の速さの 4 倍であった。
 120°C でのこの反応の速さは 60°C での速さの何倍になるか。
最も近い数値を選べ。

1. 10 2. 20 3. 40 4. 60 5. 80 6. 100 7. 120 8. 200

$$4^{\frac{60}{20}} = 4^3 = 64 \quad (4)$$

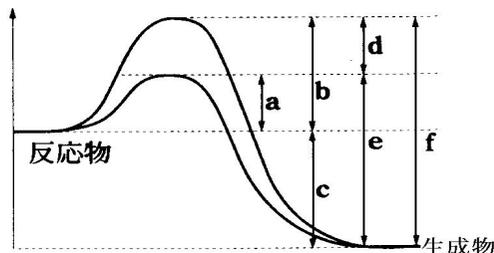
【問題C】物質を工業的に合成するときには特定の反応だけが効率よく起こるように触媒を選ぶことが重要である。一般に触媒の使用量は【少量】であり、反応が進んでも消費されないので、合成に使用するエネルギー量を【小さく】し、生産にかかる費用を【少なく】することができる。触媒は起こり得ない反応を進ませるのではなく、反応物だけでは極めてゆっくりとしか進行しない反応の速度を【大きく】する役割を持つ。触媒には固体の物質が多い。反応物は気体中や溶液中から固体触媒の表面に集まって触媒の作用を受ける。分子やイオンが固体の表面に集まる現象を吸着という。反応は触媒の表面で進行し、生成物は触媒から離れる。固体触媒の表面に反応分子が吸着すると、分子の原子間距離が【大きく】なり、そのため結合の強さが【小さく】なる。従って、単に分子どうしが衝突する場合より、反応の開始に必要な活性化状態が容易に作れる。すなわち触媒は正逆両方向の反応速度を共に【増加】し、平衡に達するまでの時間が【短かく】なるが、触媒を用いても平衡の移動は起こらない。また、生体内の複雑な反応が穏やかな条件下で進むのはタンパク質から出来ている酵素が触媒の働きをするからである。

問1 文中の空欄【A】～【H】に適切な語句を記せ。

問2 右の図はある反応について触媒がある場合とない場合のエネルギー図である。

次の(1)から(4)は図中のaからfのどれに相当するか記号で答えよ。

- (1) 触媒がある場合の活性化エネルギー
- (2) 触媒がない場合の活性化エネルギー
- (3) 触媒がある場合の反応熱
- (4) 触媒がない場合の反応熱



問3 次の反応を促進する触媒を解答群の中から選んで、記号で答えよ。

- (1) 自動車の排気ガス浄化用に使われる触媒
- (2) 過酸化水素の分解に使われる触媒
- (3) アンモニアの合成に使われる触媒
- (4) 三酸化硫黄の合成に使われる触媒

〔解答群〕

(ア) CsOH (イ) SrSO₄ (ウ) V₂O₅ (エ) MnO₂ (オ) Fe (カ) Cu (キ) Pt
(ク) Pb

問2 (1) a (2) b (3) c (4) c

問3 (1) (キ) (2) (エ) (3) (オ) (4) (ウ)

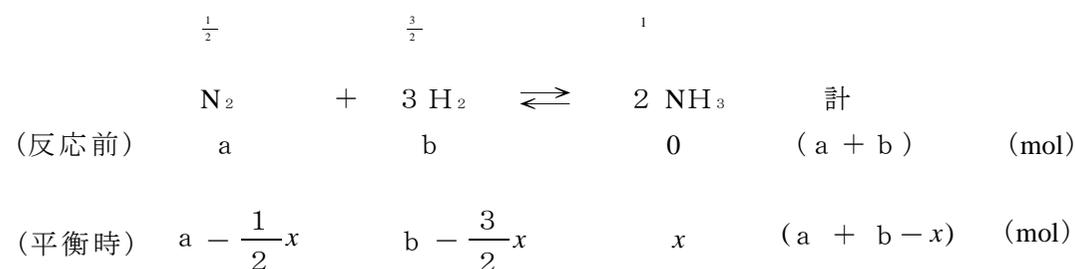
問2 エネルギーの図より発熱反応である。(3)、(4)触媒は反応熱を変化させない。

問3 (1)自動車の排気ガス中のSO_xやNO_xなどの酸化物を還元し浄化するために白金(Pt)の触媒が用いられる。

【問題D】次の文章を読み、下の問いに答えよ。

工業的にアンモニアはN₂とH₂を1:3の体積比に混合し、鉄を主成分とする触媒を用いて、高温、高圧で反応させてつくられる。いま、a molのN₂とb molのH₂を反応容器に入れ、ある温度、圧力、触媒の存在下で十分時間をかけて平衡になるまで反応させたところ、NH₃がx mol生成していた。

- (1) 平衡到達後、反応しないで残ったN₂とH₂はそれぞれ何molか。
- (2) 平衡到達後の反応器中の総物質量は何molか。
- (3) 平衡到達後の反応器中の全圧をP atmとすると、このときのNH₃の分圧は何atmか。a, b, x, Pの記号を用いて示せ。気体は理想気体とせよ。



(1) N₂ : $a - \frac{1}{2}x$ H₂ : $b - \frac{3}{2}x$

(2) $\left(a - \frac{x}{2}\right) + \left(b - \frac{3}{2}x\right) + x = a + b - x$

(3) 分圧 = 全圧 × モル分率

$$P_{\text{NH}_3} = P \times \frac{x}{a + b - x} \quad (\text{atm})$$