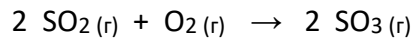


Задача 98 Изчислете колко пъти ще се промени скоростта на реакцията

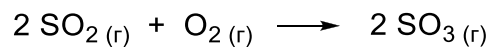


- ако:
- а) налягането се увеличи 4 пъти;
 - б) концентрацията на кислорода се увеличи 3 пъти;
 - в) концентрацията на SO_2 се увеличи 3 пъти;
 - г) обемът на системата се намали 2 пъти.

Решение:

Теоретичните основи за скорост на химичната реакция и кинетично уравнение са дадени в решението на задача НХ 092.

Оригиналната скорост на реакцията



в произволни условия е означена с v .

$$v = k \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2) \text{ или } v = k \cdot [\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]$$

Изменената скорост на реакцията след промените, описани в подточки а) – г), е означена съответно с v_1, v_2, v_3, v_4 . Приема се, че реакцията е проведена при една и съща температура във всеки един от случаите а) – г).

Скоростта на химичната реакция се увеличава:

а) **64 пъти** $v_1 = k \cdot (4 \cdot c)^2(\text{SO}_2) \cdot (4 \cdot c)(\text{O}_2)$

б) **3 пъти** $v_2 = k \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot (3 \cdot c)(\text{O}_2)$

в) **9 пъти** $v_3 = k \cdot (3 \cdot c)^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)$

г) **8 пъти** $v_4 = k \cdot (2 \cdot c)^2(\text{SO}_2) \cdot (2 \cdot c)(\text{O}_2)$

Скоростта на химичните реакции нараства с повишаване концентрацията на реагиращите вещества. Причината за повишаване на реакционната скорост е нарасналият общ брой удари между активните частици и увеличеният брой ефективни удари.

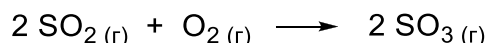
Зависимостта на реакционната скорост от концентрацията на изходните вещества се описва с математичен израз, познат като закон за действие на масите или закон на Гулдберг и Вааге. Според този закон скоростта е правопрпорционална на произведението от молните концентрации на изходните вещества, повдигнати на степен броя на молекулите, с които веществото участва в реакцията. Често този израз некоректно се нарича кинетично уравнение за реакцията.

Скоростта на реакции в газова фаза се влияе и от промяна на налягането и обема. Според закона на Бойл-Мариот за идеален газ произведението от налягането p и обема на газа V е постоянна величина за дадена температура:

$$p \cdot V = \text{const} \quad \text{за } T = \text{const}$$

Обемът и налягането са обратнопропорционални величини. Когато се увеличи налягането, обемът намалява и обратно – с намаляване на налягането обемът се увеличава.

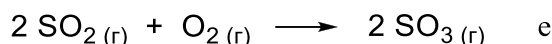
В затворена система промяната на налягането или обема променя молната концентрация на газовете, участници в реакцията. С увеличаване на налягането, тъй като обемът намалява, а количеството вещество не се променя, се увеличава молната концентрация на всички газове в системата. Следователно, с повишаване на налягането или намаляване на обема в системата



концентрациите на SO_2 и O_2 се увеличават и нараства скоростта на реакцията.

За да се отговори правилно на въпросите а) – г) е необходимо да се съставят и изчислят съотношенията от v_1 / v до v_4 / v .

Кинетичното уравнение за скоростта v в произволни условия на хомогенната газова реакция



$$v = k \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)$$

Приема се, че реакцията е едностадийна и единственият етап, по който протича е в съгласие със стехиометричното уравнение. В такъв случай изразът на кинетичното уравнение е коректен. Коефициентът на пропорционалност k се нарича скоростна константа. Нейната числена стойност е равна на скоростта на същата реакция когато концентрациите на всички реагиращи вещества са 1 mol/L. Скоростната константа е специфична величина за всяка реакция, отчита реакционната способност на веществата и зависи от природата на веществата, температурата и присъствието на катализатор в системата.

а) След повишаване на налягането 4 пъти обемът на системата намалява 4 пъти, с което молната концентрация на серния диоксид и кислорода нараства 4 пъти. Изразът за променената скорост е:

$$v_1 = k \cdot (4 \cdot c)^2(\text{SO}_2) \cdot (4 \cdot c)(\text{O}_2) = k \cdot 64 \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)$$

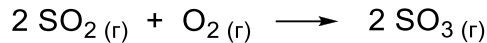
За да се прецени как се отнася променената скорост v_1 към първоначалната скорост v двата израза се съпоставят:

$$\frac{v_1}{v} = \frac{k \cdot 64 \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)}{k \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)} = 64$$

Еднаквите членове се съкращават, след което се получава:

$$v_1 = 64 \cdot v$$

Следователно след увеличаване на налягането 4 пъти реакцията



протича с 64 пъти по-голяма скорост.

б) Повишаване концентрацията на кислорода 3 пъти ускорява химичната реакция три пъти.

Променената скорост v_2 след увеличаване концентрацията на кислорода 3 пъти е:

$$v_2 = k \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot 3 \cdot c(\text{O}_2)$$

Съотношението на променената скорост и първоначалната скорост е:

$$\frac{v_2}{v} = \frac{k \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot 3 \cdot c(\text{O}_2)}{k \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)} = 3$$

След съкращаване на еднаквите множители се получава:

$$v_2 = 3 \cdot v$$

в) Увеличаване концентрацията на серния диоксид 3 пъти повишава скоростта на реакцията 9 пъти.

Кинетичното уравнение на реакцията с променена скорост v_3 е:

$$v_3 = k \cdot (3 \cdot c)^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2) = k \cdot 9 \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)$$

От съотношението на променената v_3 и първоначалната скорост v се получава изразът:

$$\frac{v_3}{v} = \frac{k \cdot 9 \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)}{k \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)} = 9$$

След съкращаване на еднаквите членове се достига до:

$$v_3 = 9 \cdot v$$

г) Когато в газова система се намали обемът, но не се променя количеството вещество газове, концентрацията на всеки от газовете се увеличава толкова пъти, колкото е намален обемът на системата. В дадения случай обемът на системата намалява 2 пъти и, съответно, концентрациите на серния диоксид и на кислорода се увеличават 2 пъти.

Изразът за променената скорост в тази система, v_4 , е:

$$v_4 = k \cdot (2 \cdot c)^2(\text{SO}_2) \cdot (2 \cdot c)(\text{O}_2) = k \cdot 8 \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)$$

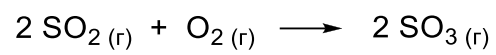
Отново изразите за променената и оригиналната скорост се съотнасят в дробта:

$$\frac{v_4}{v} = \frac{k \cdot 8 \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)}{k \cdot c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)} = 8$$

След съкращаване на еднаквите множители се получава уравнението:

$$v_4 = 8 \cdot v$$

С намаляване на реакционния обем два пъти скоростта на реакцията



се увеличава 8 пъти.