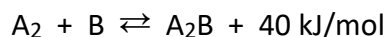


Задача 94 Каква е активиращата енергия на процеса



ако активиращата енергия на обратната реакция е 118 kJ/mol?
Обосновете отговора си и го подкрепете със съответни разсъждения и с енергетична диаграма!

Решение:

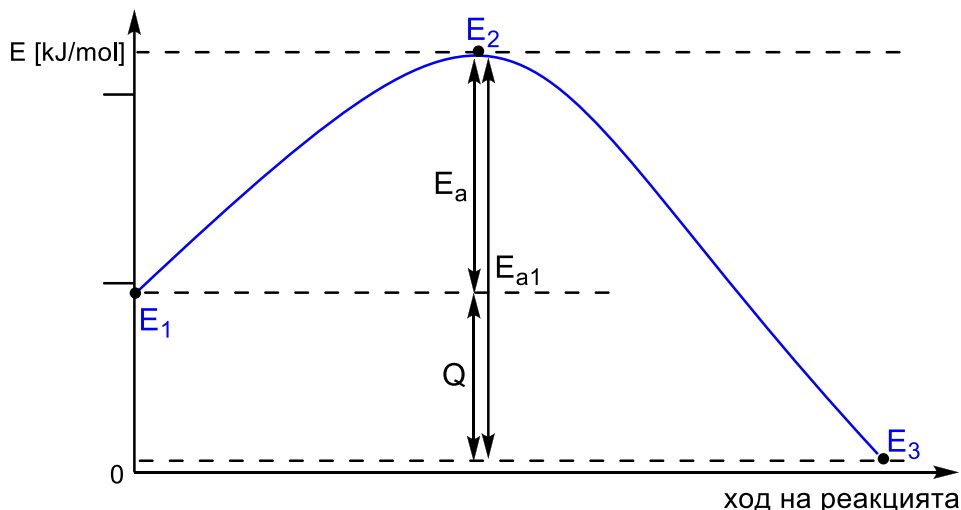
Активиращата енергия (E_a) на правата реакция е 78 kJ/mol.

По-условие правата реакция $A_2 + B \rightarrow A_2B$ е екзотермична и нейният топлинен ефект Q е +40 kJ/mol. В условието е дадена и активиращата енергия на обратната реакция $A_2B \rightarrow A_2 + B$, $E_{a1} = 118$ kJ/mol. Когато правата реакция е екзотермична, активиращата енергия на обратната реакция E_{a1} е равна на сумата от активиращата енергия E_a и топлинния ефект Q на правата реакция: $E_{a1} = E_a + Q$. Тогава активиращата енергия E_a на правата реакция в системата $A_2 + B \rightleftharpoons A_2B + 40$ kJ/mol е равна на разликата между активиращата енергия на обратната реакция и топлинния ефект на правата реакция:

$$E_a = E_{a1} - Q$$

$$E_a = 118 - 40 = 78 \text{ kJ/mol}$$

Енергетичната диаграма на всяка химична реакция показва как се променя енергията на системата в хода на реакцията. За дадената в условието реакция енергетичната диаграма има вида:



Означенията на графиката са:

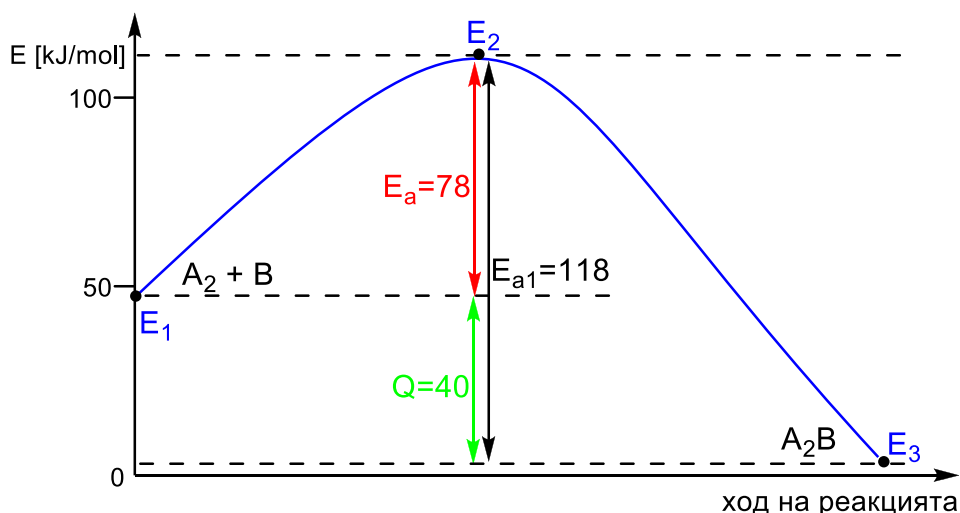
E_1 – средна енергия на частиците на изходните вещества A_2 и B в правата реакция;

E_2 – енергия на преходното състояние, в което старите химични връзки не са напълно разкъсани, а новите не са изцяло образувани;

E_3 – средна енергия на частиците на продукта A_2B на правата реакция.

С отсечката, равна на разликата в енергиите $E_2 - E_1$ е означена активиращата енергия на правата реакция E_a . Разликата $E_2 - E_3$ описва активиращата енергия E_{a1} на обратната реакция. Топлинният ефект Q на правата реакция отговаря на отсечката, получена от разликата $E_1 - E_3$.

В следващата енергетична диаграма са означени числените стойности на активиращите енергии на правата реакция ($E_a = 78 \text{ kJ/mol}$) и на обратната реакция ($E_{a1} = 118 \text{ kJ/mol}$), и топлинният ефект на правата реакция $Q = +40 \text{ kJ/mol}$. Вижда се, че сумата от активиращата енергия и топлинният ефект на правата реакция е равна на активиращата енергия на обратната реакция.



Активираща енергия се нарича минималната енергия над средната енергия на изходните вещества, която трябва да притежават сумарно една, две (и много рядко повече) частици (молекули, атоми или йони) за да бъде ударът между тях ефективен. Частиците с енергия равна или по-голяма от активиращата енергия, се наричат активни частици. Само срещата между активни частици завършва с ефективен удар, в резултат на който протича химична реакция.

Активиращата енергия е величина, характерна за всяка реакция. Колкото по-ниска е активиращата енергия, толкова по-бързо протича химичната реакция.

Активиращата енергия зависи от природата на веществата (зависи от здравината на химичните им връзки) и от наличието на катализатор в системата, но не зависи от температурата. Като правило положителният катализатор намалява активиращата енергия на реакцията и тя протича с по-голяма скорост.

Уравнението на Арениус дава връзката между активиращата енергия и скоростната константа от кинетичното уравнение:

$$\lg k = \lg A - \frac{E_a}{2,3.R.T}$$

където k е скоростната константа, E_a е активиращата енергия, T е абсолютната температура (в Келвини), R е универсалната газова константа ($R = 8,314 \text{ J/mol.K}$), A е константа, отчитаща честотата на ударите и взаимната ориентация между взаимодействащите си частици в момента на удара.

Уравнението на Арениус показва, че с намаляване на активиращата енергия стойността на скоростната константа нараства и скоростта на реакцията се увеличава.

Топлинен ефект на химичната реакция се нарича количеството топлина, което се отделя или поглъща в хода на реакцията. Топлинният ефект Q се измерва в J (kJ) и според закона на Хес зависи само от началното и крайното състояние на системата, като не се влияе от междинните етапи в протичането на реакцията. В зависимост от знака на топлинния си ефект химичните реакции биват екзотермични и ендотермични. Реакциите, в резултат на които в околното пространство се отделя топлина са екзотермични и топлинният им ефект се означава с $+Q$. Реакциите, в които се поглъща топлина от околното пространство са ендотермични и техният топлинен ефект се означава с $-Q$.

От условието на задачата е видно, че правата реакция е екзотермична тъй като топлинният ѝ ефект е положителен, $+40 \text{ kJ/mol}$. Този топлинен ефект е стандартна топлина на образуване Q° на A_2B , ако се приеме, че изходните вещества A_2 и B са прости вещества и реакцията протича в стандартни условия ($T = 298,2 \text{ K}$ и $p = 1.10^5 \text{ Pa}$). Тогава топлинният ефект на реакцията е означен правилно в мерната единица kJ/mol . За дадената реакция продуктът на реакцията A_2B е с 40 kJ по-беден на енергия, отколкото изходните вещества A_2 и B .