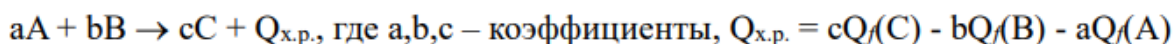


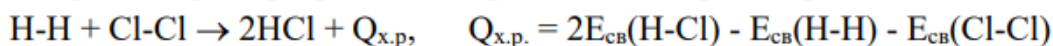
Задача 3.

Тепловой эффект реакции можно рассчитать различными способами. Например, через теплоту образования веществ (Q_f , кДж/моль). Для реакции вида:



1) Запишите уравнение реакции полного сгорания метанола (CH_3OH) и рассчитайте тепловой эффект этой реакции используя теплоту образования веществ.

Второй способ расчета $Q_{x.p.}$ заключается в использовании данных по энергиям связей. Рассмотрим, к примеру, реакцию образования хлороводорода:



Т.е. тепловой эффект реакции представляет собой разность суммы энергий связей, которые образовались, и суммы энергий связей, которые разорвались.

2) Рассчитайте тепловой эффект реакции сгорания метанола, но уже с использованием данных по энергиям связей.

3) При условии отсутствия погрешностей при определении энергий связей и теплот образования, как Вы считаете, какой метод расчета теплового эффекта реакции более точный – через $E_{\text{св}}$ или через Q_f ?

4) Запишите уравнения реакций полного гидролиза хлорида фосфора (V) и оксохлорида фосфора (POCl_3). Рассчитайте тепловые эффекты этих реакций. На основании полученных данных рассчитайте энергии связей P=O и P-Cl . Примите, что энергия связи не зависит от окружения.

Справочная информация

Вещ-во	Q_f кДж/моль	Вещ-во	Q_f кДж/моль	Связь	$E_{\text{св}}$ кДж/моль	Связь	$E_{\text{св}}$ кДж/моль
CO_2	393	POCl_3	597	O-H	459	O_2	494
H_2O	286	H_3PO_4	1279	C-H	410	P-O	350
CH_3OH	239	HCl	93	C-O	358	H-Cl	427
O_2	0	PCl_5	367	C=O	798		

Решение

$$2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \quad 1 \text{ балла}$$

$$Q_{\text{х.р.}}(\text{через } Q_f) = 4 \cdot 286 + 2 \cdot 393 - 3 \cdot 0 - 2 \cdot 239 = 1452 \text{ кДж} \quad 2 \text{ балла}$$

$$Q_{\text{х.р.}}(\text{через } E_{\text{св}}) = 4 \cdot 798 + 8 \cdot 459 - 3 \cdot 494 - 2 \cdot 459 - 2 \cdot 358 - 6 \cdot 410 = 1288 \text{ кДж} \quad 2 \text{ балла}$$

Более точным будет метод расчета через Q_f , так как в случае использования энергий связей в данном случае не учитывается факт того, что одинаковые связи могут иметь разную энергию, в силу различного окружения (например, в рамках задачи энергия связи О-Н в воде и метаноле считается одинаковой) 1 балл



$$Q_{\text{х.р.}}(1) = 1279 + 3 \cdot 93 - 3 \cdot 286 - 597 = 103 \text{ кДж} \quad 2 \text{ балла}$$



$$Q_{\text{х.р.}}(2) = 1279 + 5 \cdot 93 - 4 \cdot 286 - 367 = 233 \text{ кДж} \quad 2 \text{ балла}$$

Пусть $E_{\text{св}}(\text{P}=\text{O}) = x \text{ кДж/моль}$, $E_{\text{св}}(\text{P}-\text{Cl}) = y \text{ кДж/моль}$, тогда

$$103 = 3E_{\text{св}}(\text{H}-\text{Cl}) + 3E_{\text{св}}(\text{O}-\text{H}) + 3E_{\text{св}}(\text{P}-\text{O}) + x - 6E_{\text{св}}(\text{O}-\text{H}) - 3y - x$$

$$103 = 3E_{\text{св}}(\text{H}-\text{Cl}) + 3E_{\text{св}}(\text{P}-\text{O}) - 3E_{\text{св}}(\text{O}-\text{H}) - 3y$$

Отсюда находим y :

$$3y = 3 \cdot 427 + 3 \cdot 350 - 3 \cdot 459 - 103$$

$$y \approx 284 \quad 3 \text{ балла}$$

$$233 = 5E_{\text{св}}(\text{H}-\text{Cl}) + 3E_{\text{св}}(\text{O}-\text{H}) + 3E_{\text{св}}(\text{P}-\text{O}) + x - 8E_{\text{св}}(\text{O}-\text{H}) - 5y$$

$$x = 233 - 5 \cdot 427 + 5 \cdot 459 - 3 \cdot 350 + 5 \cdot 284$$

$$x = 763 \quad 3 \text{ балла}$$