

Решение

Задача 1. В организме человека реакция окисления этилового спирта протекает в две стадии. Первая - окисление этилового спирта до уксусного альдегида с участием фермента алкогольдегидрогеназы протекает по уравнению: $C_2H_5OH + \frac{1}{2} O_2 = CH_3COH + H_2O$.

Рассчитайте ΔH^0 реакции, используя первое следствие закона Гесса, если

$$\Delta H^0_{обр.}(C_2H_5OH) = -278 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^0_{обр.}(CH_3COH) = -166 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta H^0_{обр.}(H_2O) = -286 \text{ кДж/моль}.$$

Решение: $\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{обр.пр.р.} - \sum \Delta H^0_{обр.исх.в.в.}; \Delta H = (-166 + (-286) - (-278)) = -174 \text{ кДж/моль}$

Ответ: тепловой эффект реакции $\Delta H = -174 \text{ кДж/моль}$, т.е. процесс экзотермический.

Задача 2. Теплота сгорания глюкозы равна -2810 кДж/моль , теплота сгорания этилового спирта равна -1366 кДж/моль . На основании этих данных вычислите тепловой эффект биохимического процесса брожения глюкозы:



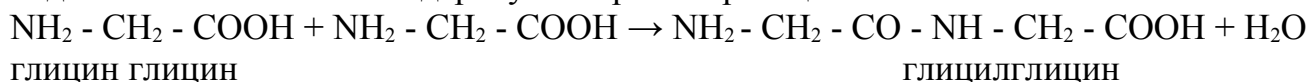
Решение: Тепловой эффект данной реакции можно рассчитать, применяя второе следствие из закона Гесса:

$$\Delta H = \sum \Delta H^0_{сгор. \text{ исход. веществ}} - \sum \Delta H^0_{сгор. \text{ прод. реакции}}$$

$$\Delta H = -2810 - 2 \cdot (-1366) = -78 \text{ кДж/моль}$$

Ответ: тепловой эффект процесса брожения равен -78 кДж/моль .

Задача 3. Рассчитайте стандартную энтропию реакции:



Если $S^0_{(глицилглицина)} = 231 \text{ Дж/моль} \cdot K$;

$S^0_{(глицина)} = 159 \text{ Дж/моль} \cdot K$;

$S^0(H_2O) = 70 \text{ Дж/моль} \cdot K$;

Решение:

$$\Delta S = S^0_{298}(\text{ГЛ-ГЛ}) + S^0_{298}(H_2O) - 2 S^0_{298}(\text{глицина}) = (231 + 70) - (159 + 159) = -17 \text{ Дж/моль} \cdot K$$

Ответ: $\Delta S^0_{298} = -17 \text{ Дж/моль} \cdot K$, т.е. энтропия уменьшится.

Задача 4. Теплота сгорания углеводов, белков и жиров составляет 17, 17 и 39 кДж соответственно. Среднесуточная потребность в белках, жирах и углеводах для студентов - мужчин составляет 113, 106 и 451 г. Какова суточная потребность студентов - мужчин в энергии?

Решение: Рассчитываем, сколько энергии выделяется при окислении углеводов, белков и жиров

$$\Delta H = (451 \cdot 17) + (113 \cdot 17) + (106 \cdot 39) = 13722 \text{ кДж}.$$

Ответ: Суточная потребность в энергии равна 13722 кДж.

Задача 5. Почему процесс денатурации (разрушение) белка при $40^\circ C$ является самопроизвольным, если реакция эндотермическая и тепловой эффект составляет 2830 Дж/моль? Значение ΔS для данной реакции равно $288 \text{ Дж/моль} \cdot K$

Решение: Для определения направления процесса необходимо знать величину изменения энергии Гиббса, рассчитываемой по уравнению: $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$.

Расчет показывает, что $\Delta G < 0$:

$$\Delta G^0 = 2830 \text{ Дж/моль} - (313 K \cdot 288 \text{ Дж/моль} \cdot K) = -87314 \text{ Дж/моль} \text{ или } -87,3 \text{ кДж/моль}$$

Ответ: Поскольку $\Delta G < 0$, то процесс денатурации белка при $40^\circ C$ протекает самопроизвольно, повышение температуры тела может представлять опасность для жизнедеятельности организма.

Задача 6. Вычислите энергию Гиббса, являющуюся критерием самопроизвольности процессов, для реакции гликолиза при стандартных условиях: $C_6H_{12}O_6 (p-p) \rightarrow 2C_3H_6O_3(p-p)$ (молочная кислота).

Решение:

Из таблицы термодинамических величин запишем стандартную энергию Гиббса для участников химического процесса: $\Delta G^0(C_6H_{12}O_6) = -917$ кДж/моль; $\Delta G^0(C_3H_6O_3) = -539$ кДж/моль. Используя 1 следствие из закона Гесса вычислим энергию Гиббса:

$$\Delta G^0 = 2 \cdot \Delta G^0(C_3H_6O_3) - \Delta G^0(C_6H_{12}O_6)$$

$$\Delta G^0 = 2(-539) - (-917) = -161 \text{ кДж/моль}$$

Ответ: т.к. $\Delta G^0 < 0$, то реакция протекает самопроизвольно в прямом направлении.

Задача 7. Вычислить изменение энергии Гиббса при 25°C по стандартным значениям энтальпий образования и абсолютных энтропий для данной реакции: $CO + 2H_2 = CH_3OH$

$$\Delta H^0_{\text{обр}} CH_3OH = -293 \text{ кДж/моль} \quad S^0(CH_3OH) = 127 \text{ Дж/моль} \cdot K$$

$$\Delta H^0_{\text{обр}} CO = -110 \text{ кДж/моль} \quad S^0(CO) = 198 \text{ Дж/моль} \cdot K$$

$$S^0(H_2) = 131 \text{ Дж/моль} \cdot K$$

$$\text{Решение: } \Delta G^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0$$

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{\text{обр. пр. реак.}} - \sum \Delta H^0_{\text{обр. исх. веществ}}$$

$$\Delta H^0 = -293 - (-110) = -183 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta S^0 = \sum S^0_{\text{прод. р}} - \sum S^0_{\text{исход. веществ}}$$

$$\Delta S^0 = 127 - (198 + 2(131)) = -333 \text{ Дж/моль} \cdot K$$

$$\Delta G^0 = -183,5 \text{ кДж/моль} - (298K \cdot 0,333 \text{ кДж/моль} \cdot K) = -83,8 \text{ кДж/моль}$$

Ответ: $\Delta G^0 = -83,8$ кДж/моль