

**Задание:**

1. Изучить примеры решения задач.
2. Решить письменно согласно списку:

**Вариант 1:** Банкетов, Бузин, Волнухина, Ермиличев, Захарова;  
Краснощекова, Кузнецов, Медведева, Лынник; Мустафин;

**Вариант 2:** Неповиннова, Осипова, Пундикова, Санкевич, Сатин;  
Сердягин, Токторов, Ханвалиева, Хорошев, Щербаков

3. Ответы отправить на эл. почту [bandreeva68@mail.ru](mailto:bandreeva68@mail.ru) не позже 15.00 14.04.2020

**Практическое занятие**

Решение расчетных задач на закон Гесса

**Пример 1.** Стандартные энтальпии образования жидкой и газообразной воды при 298 К равны -285.8 и -241.8 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте энтальпию испарения воды при этой температуре.

*Решение.* Энтальпии образования соответствуют следующим реакциям:



Вторую реакцию можно провести в две стадии: сначала сжечь водород с образованием жидкой воды по первой реакции, а затем испарить воду:



Тогда, согласно закону Гесса,



откуда  $\Delta H_{\text{исп}}^0 = -241.8 - (-285.8) = 44.0$  кДж/моль.

*Ответ:* 44.0 кДж/моль.

**Пример 2.** Рассчитайте энтальпию реакции по энтальпиям образования.



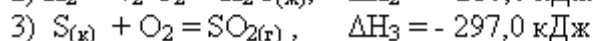
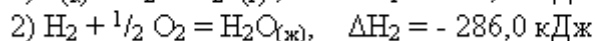
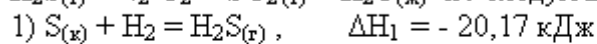
*Решение.*

Энтальпии образования (в кДж/моль) находим в справочнике (например, P.W. Atkins, Physical Chemistry, 5th edition, pp. C9-C15):  $\Delta_f H^0(\text{C}_6\text{H}_{6(\text{г})}) = 82.93$ ,  $\Delta_f H^0(\text{C}_{(\text{г})}) = 716.68$ ,  $\Delta_f H^0(\text{H}_{(\text{г})}) = 217.97$ . Энтальпия реакции равна:



**Пример 3.** Рассчитайте тепловой эффект реакции горения сероводорода

$\text{H}_2\text{S}_{(г)} + 3/2 \text{O}_2 = \text{SO}_{2(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$  по следующим данным:



**Решение:** уравнения 1-3 есть термохимические уравнения образования соответственно 1 моль  $\text{H}_2\text{S}_{(г)}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$  и  $\text{SO}_{2(г)}$  из простых веществ в стандартных условиях, а тепловые эффекты - стандартные энтальпии образования указанных соединений  $\Delta\text{H}_{298}$  (см. справоч. таблицу).  $\Delta\text{H}_{298}$  образования простых веществ в наиболее термодинамически устойчивом состоянии принимаются равными нулю

$$(\Delta\text{H}_{298}^{\circ}(\text{O}_2) = 0).$$

На основании одного из следствий закона Гесса:

$$\Delta\text{H} = \sum \Delta\text{H} (\text{прод.}) - \sum \Delta\text{H} (\text{исх.}),$$

где  $\sum \Delta\text{H} (\text{прод.})$  и  $\sum \Delta\text{H} (\text{исх.})$  - суммы стандартных энтальпий образования продуктов реакции и исходных веществ, получаем:

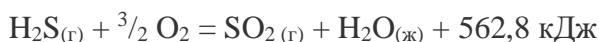
$$\Delta\text{H} = (-286,0 - 297,0) - (-20,17) = -562,8 \text{ кДж}.$$

Отрицательное значение энтальпии реакции горения сероводорода означает, что данная реакция экзотермическая.

$\sum \Delta\text{H} (\text{исх.}) > \sum \Delta\text{H} (\text{прод.})$  (в данном случае, больше на 562,8 кДж).

Следовательно,  $\sum \Delta\text{H} (\text{исх.}) = \sum \Delta\text{H} (\text{прод.}) + 562,8 \text{ кДж}$ . Энергия выделяется в окружающее пространство.

Тепловой эффект можно включить в уравнение химической реакции



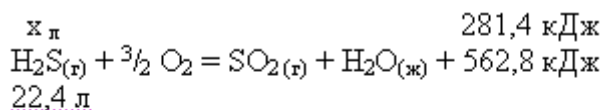
**Пример 4.** С помощью термохимического уравнения

$\text{H}_2\text{S}_{(г)} + 3/2 \text{O}_2 = \text{SO}_{2(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 562,8 \text{ кДж}$  определите объем сгоревшего сероводорода, если известно, что в результате реакции выделилось 281,4 кДж теплоты.

**Решение:** проведем расчет по уравнению и определим  $V(\text{H}_2\text{S})$ . Составляем пропорцию:

При горении 1 моль (22,4 л) сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$  выделяется 562,8 кДж теплоты;

При горении X л сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$  выделяется 281,4 кДж теплоты.



$$\frac{22,4 \text{ л}}{\text{X л}} = \frac{562,8 \text{ кДж}}{281,4 \text{ кДж}}; \quad \text{X} = V(\text{H}_2\text{S}) = 11,2 \text{ л}$$

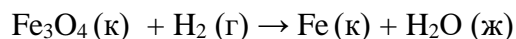
**Ответ:** 11,2 л  $\text{H}_2\text{S}$ .

**Внимание:** при решении задач необходимо учитывать коэффициенты в уравнениях реакций.

### Задачи для самостоятельного решения:

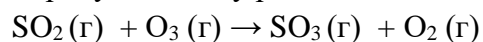
#### Вариант 1

1. Рассчитать стандартную теплоту реакции  $\Delta H$



$$\Delta H^0_{298, \text{кДж/моль}} \quad -1117,9 \quad 0 \quad 0 \quad -286,0$$

2. Рассчитать стандартную теплоту реакции

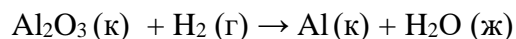


$$\Delta H^0_{298, \text{кДж/моль}} \quad -297,2 \quad -142,3 \quad -376,2 \quad 0$$

3. Стандартная теплота образования аммиака  $-46,19$  кДж/моль. Рассчитать количество теплоты, выделившейся при реакции взаимодействия 140 г азота с водородом.

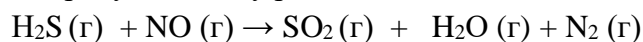
#### Вариант 2

1. Рассчитать стандартную теплоту реакции



$$\Delta H^0_{298, \text{кДж/моль}} \quad -1676,8 \quad 0 \quad 0 \quad -286,0$$

2. Рассчитать стандартную теплоту реакции



$$\Delta H^0_{298, \text{кДж/моль}} \quad -20,17 \quad 0 \quad 90,37 \quad -297,2 \quad -241,98 \quad 0$$

3. Стандартная теплота образования  $\text{Al}_2\text{O}_3$   $-1676,8$  кДж/моль. Рассчитать количество теплоты, выделившейся при реакции взаимодействия 54 г алюминия с кислородом.