##  Термохимические уравнения

[ОПРЕДЕЛЕНИЕ]

**Термохимические уравнения** — уравнения химических реакций с указанием теплового эффекта реакции.

Например:

CH4(г)+2O2(г)=CO2(г)+2H2O(ж)+890кДж

2H2(г)+O2(г)=2H2O(г)+572кДж

N2(г)+O2(г)⇔2NO(г)−180кДж

S(т)+O2(г)=SO2(г)+297кДж

Следует помнить, что тепловой эффект — стандартная величина для определенной реакции. Точные значения можно найти в справочнике физико-химических величин.

При этом тепловой эффект реакции пропорционален количеству реагентов и продуктов. Например, в реакции

3O2(г)⇔2O3(г)−284кДж

3 моль кислорода превращаются в 2 моль озона с поглощением 284 кДж, значит, для превращения 6 моль кислорода в озон потребуется в два раза больше теплоты, то есть (284⋅2)(284⋅2)= 568 кДж. Эту пропорциональную зависимость легко увидеть, если писать количества каждого вещества под уравнением реакции и помнить, что в химической реакции коэффициент перед веществом отражает его количество (в моль):

|  |  |
| --- | --- |
| 3O2(г)⇔2O3(г)−284кДж |  |
| 3моль | 2моль  | −284кДж | по уравнению реакции |
| 1.5моль  | 1моль | −142кДж | в два раза меньше |
| 6моль | 4моль | −586кДж  |  два раза больше |
| 15моль | 10моль | −1420кДж  | в пять раз больше |
| 30моль | 20моль | −2840кДж  | в 10 раз больше |

 Фоксфорд. Учебник. [Расчеты по термохимическим уравнениям.](http://foxford.ru/wiki/himiya/raschety-po-termohimicheskim-uravneniyam#!)

|  |  |
| --- | --- |
| Задача 1. | Сколько теплоты выделится при сгорании 67,2 л метана по уравнению реакции:CH4(г)+2O2(г)=CO2(г)+2H2O(ж)+890кДж |
| Решение. | Из уравнения реакции видно, что в соответствии со стехиометрией при сгорании 1 моль метана (коэффициент в уравнении равен 1) образуется 890 кДж. Решить задачу можно двумя способами, очень похожими друг на друга. В обоих вариантах решения в основе лежит принцип пропорциональности, заложенный в уравнении химической реакции и отраженный в коэффициентах реакции.  |
| Способ 1 | 1. Найдем количество метана, исходя из условий задачи:n(CH4) =$ \frac{V(CH4)}{Vm}$ =$\frac{67,2л }{22,4л/моль}$ =3моль2. Составим пропорцию:по уравнению реакции: 1 моль метана приводит к выделению 890 кДж теплапо условию задачи: 3 моль — Х кДж тепла$\frac{1моль}{3моль} $=$ \frac{890кДж}{XкДж}$ ⟹X =$ \frac{3моль⋅890кДж}{1моль} $= 2670кДж |
| Способ 2 | Можно составить пропорцию не по количеству вещества, а по объему участвующего газа. В уравнении реакции участвует 1 моль метана, значит, его объем V(CH4)=n(CH4)⋅Vm=1моль⋅22,4л/моль=22,4лпо уравнению реакции: 22,4 л/моль метана приводит к выделению 890 кДж теплапо условию задачи: 67,2 л — Х кДж тепла $\frac{22,4л}{67,2л} $=$ \frac{890кДж}{XкДж}$ ⟹ X =$ \frac{67,2л⋅890кДж}{22,4л} $= 2670кДж |
| Ответ:  | 2670 кДж (**способ решения не влияет на ответ**). |
| ЗАДАЧА 2 | Сколько теплоты выделится при сгорании 36 кг угля?C(т)+O2(г) = CO2(г)+394кДж |
| Решение.  | Эту задачу также можно решить составлением одной из двух пропорций. |
| Способ 1 | 1. Найдем количество угля, исходя из условий задачи:n(C) =$ \frac{m(C)}{M(C)}$ = $\frac{36000г}{ 12г/моль}$ = 3000моль2. Составим пропорцию:по уравнению реакции: 1 моль угля сгорает с выделением 394 кДж теплапо условию задачи: 3000 моль — Х кДж тепла$\frac{1моль}{3000моль}$ =$ \frac{394кДж}{XкДж}$ ⟹X =$ \frac{3000моль⋅394кДж}{1моль} $= 1182000кДж |
| Способ 2 | 1. m(C)=n(C)⋅M(C)=1моль⋅12г/моль=12г2. По уравнению реакции: 12 г угля сгорает с выделением 394 кДж теплапо условию задачи: 36 кг = 36 000 г — Х кДж тепла$\frac{12г}{36000г}$ =$ \frac{394кДж}{XкДж}$ ⟹ X = $ \frac{36000г⋅394кДж}{12г} $= 1182000кДж |
| Ответ:  | 1 182 000 кДж. |
| ЗАДАЧА 3 | Какой объем азота нужно сжечь, чтобы поглотилось 900 кДж тепла?N2(г)+O2(г) ⇔ 2NO(г)−180кДж |
| Решение.  | 1. Составим пропорцию (по молям):по уравнению реакции: 1 моль азота сгорает с поглощением 180 кДж теплапо условию задачи: Х моль — 900 кДж тепла$\frac{1моль}{Xмоль} $=$ \frac{180кДж}{900кДж} $⟹X$\frac{1моль⋅900кДж}{180кДж}$ = 5моль |
|  | 2. По найденному количеству азота найдем его объем: V(N2)=n(N2)⋅Vm(N2)=5моль⋅22,4л/моль=112л |
| Ответ:  | 112 л. |
| ЗАДАЧА 4 |  Сколько моль озона образуется по уравнению, если поглотилось 852 кДж тепла?3O2(г)⇔2O3(г)−284кДж |
| Решение.  | Составим пропорцию (по молям):по уравнению реакции: 1 моль азота сгорает с поглощением 284 кДж теплапо условию задачи: Х моль — 852 кДж тепла$\frac{1моль}{Xмоль} $=$ \frac{284кДж}{852кДж}$⟹X = $\frac{1моль⋅852кДж}{284кДж}$=3мольОтвет: 3 моль. |

[Фоксфорд. Учебник. [Расчеты по термохимическим уравнениям.](http://foxford.ru/wiki/himiya/raschety-po-termohimicheskim-uravneniyam#!)]

­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

|  |  |
| --- | --- |
| Гущин. Решу ЕГЭ | Задачи 5-10. |
| ЗАДАЧА 5 | В ре­зуль­та­те ре­ак­ции, тер­мо­хи­ми­че­ское урав­не­ние ко­то­рой  вы­де­ли­лось 1479 кДж теп­ло­ты. Вы­чис­ли­те массу об­ра­зо­вав­шей­ся при этом воды (в грам­мах). |
| Ответ:  | 110. |
| ЗАДАЧА 6 | В ре­зуль­та­те ре­ак­ции, тер­мо­хи­ми­че­ское урав­не­ние ко­то­рой H+ + OH- = H2O + 57 кДж вы­де­ли­лось 171 кДж теп­ло­ты. Какая масса гид­рок­си­да на­трия была ней­тра­ли­зо­ва­на со­ля­ной кис­ло­той? Ответ ука­жи­те в грам­мах с точ­но­стью до целых. |
| Ответ:  | 120 г |
| ЗАДАЧА 7 | В ре­зуль­та­те ре­ак­ции, тер­мо­хи­ми­че­ское урав­не­ние ко­то­рой 2H2 + O2 = H2O + 484 кДж вы­де­ли­лось 968 кДж теп­ло­ты. Вы­чис­ли­те объём (н. у.) во­до­ро­да, всту­пив­ше­го в ре­ак­цию. Ответ ука­жи­те в лит­рах с точ­но­стью до де­ся­тых. |
| Ответ (с точ­но­стью до де­ся­тых): | 89,6 л |
| ЗАДАЧА 8 | В ре­зуль­та­те ре­ак­ции, тер­мо­хи­ми­че­ское урав­не­ние ко­то­рой SO3 + H2O = H2SO4 + 88кДж вы­де­ли­лось 264 кДж теп­ло­ты. Вы­чис­ли­те массу об­ра­зо­вав­шей­ся при этом сер­ной кис­ло­ты. Ответ ука­жи­те в грам­мах с точ­но­стью до целых. |
| Ответ:  | 294 г |
| ЗАДАЧА 9 | В ре­зуль­та­те ре­ак­ции, тер­мо­хи­ми­че­ское урав­не­ние ко­то­рой 2H2 + O2 = H2O + 484 кДж вы­де­ли­лось 121 кДж теп­ло­ты. Какой объём (н. у.) кис­ло­ро­да из­рас­хо­до­ван на сжи­га­ние во­до­ро­да? Ответ ука­жи­те в лит­рах с точ­но­стью до де­ся­тых. |
| Ответ (с точ­но­стью до де­ся­тых): | 5,6 л |
| ЗАДАЧА 10 | В ре­зуль­та­те ре­ак­ции, тер­мо­хи­ми­че­ское урав­не­ние ко­то­рой H+ + OH- = H2O + 57 кДж вы­де­ли­лось 28,5 кДж теп­ло­ты. Какая масса азот­ной кис­ло­ты была ней­тра­ли­зо­ва­на гид­рок­си­дом калия? Ответ ука­жи­те в грам­мах с точ­но­стью до де­ся­тых. |
| Ответ (с точ­но­стью до де­ся­тых): | 31,5 г |
| ЗАДАЧА 11 | Количество теплоты, которое выделится при образовании 120 г MgO  в результате реакции горения магния, термохимическое уравнение которой:2 Mg + O2  = 2MgO + 1204  кДж, равноа) 602 кДж б) 301 кДж в) 2408 кДж г) 1803 кДж |
| ЗАДАЧА 12 | В реакцию, термохимическое уравнение которой S + O2 = SO2 + 297 кДж, вступила сера массой 1 г. Количество теплоты, выделившееся при этом, равно:а) 9,28 кДж б) 2,97 кДж в) 29,7 1 кДж г) 74,25 кДж |
| ЗАДАЧА 13 | Какое количество теплоты выделится при сгорании графита массой 2,4 г, если термохимическое уравнение реакции C + O2 = CO2 + 402 кДж?а) 984 кДж б) 40,2 кДж в) 98,4 кДж г) 80,4 кДж |
| ЗАДАЧА 14 | Термохимическое уравнение горения фосфора: 4P + 5O2 = 2P2O5 + 3010 кДж. Какое количество теплоты выделится при сгорании 62 г фосфора?а) 6020 кДж б) 752,5 кДж в) 301кДж г) 1505 кДж |
| ЗАДАЧА 15 | Какое количество теплоты выделится при сгорании метана объемом 5,6 л (н.у.), если термохимическое уравнение реакции СН4 + 2О2 = СО2 + 2Н2О + 892 кДж?а) 22,3 кДж б) 2,23 кДж в) 223 кДж г) 446 кДж |
| ЗАДАЧА 16 | Сколько теплоты выделится при растворении 200 г оксида меди (II) (СuO) в соляной кислоте, если термохимическое уравнение реакции: CuO + 2HCl = CuCl2+ H­2O + 63,6 кДжа) 159 кДж б) 318 кДж в) 15,9кДж г) 636 кДж |
| ЗАДАЧА 17 | В результате реакции, термохимическое уравнение которой   2 C2H2+ 5O2  = 4CO2 +2H2O + 2610  кДжвыделилось 652,5 кДж теплоты. Масса сгоревшего ацетилена составила:а) 13 г б) 26 г в) 52г г) 5,2г |
| ЗАДАЧА 18 | В результате горения 48 г метана выделилось 2406 кДж теплоты. Количество теплоты, указанное в термохимическом уравнении этой реакции составит:а) 401 кДж б) 802 кДж в) 1203кДж г) 4812 кДж |
| ЗАДАЧА 19 | На разложение бертолетовой  соли по реакции, термохимическое уравнение которой2KClO3 = 2KCl + 3O2 – 91 кДж,было  затрачено 182 кДж теплоты. Объем кислорода (при н.у.) выделившийся при этом, составил: а) 134,4л б) 44,8л в) 89,6л г) 179,2л |
| ЗАДАЧА 20 | В результате реакции, термохимическое уравнение которой  H2+ Cl2  = 2HCl + 184,36 кДж,   выделилось 921,8 кДж теплоты. Объем хлора, затраченный  на образование  хлороводорода (при н.у.) при этом составил: а) 134,4л б) 112л в) 44,8л г) 96л |
| ЗАДАЧА 21 | Согласно термохимическому уравнению реакции 2СО(г) + О2(г) = 2СО2(г) + 566 кДж при сжигании оксида углерода (II) выделилось 424,5 кДж теплоты. Объем (н.у.) сгоревшего газа составил а) 66,2 л  б) 33,6 л  в) 44,8 л   г) 12 л |
| ЗАДАЧА 22 | Согласно термохимическому уравнению реакции 3Cu + 8HNO3 = 3Cu(NO3)2 + 2NO + 4H2O + 385 кДж, при получении 15,68 л NO (н.у.), количество выделившейся теплоты составило:а) 358 кДж б) 716 кДж в) 134,75 кДж г) 22,4 кДж |
| ЗАДАЧА 23 | По термохимическому уравнению реакции 2Сu + О2 = 2СuО + 311 кДж вычислите. Количество теплоты, которая выделится при окислении 384 г меди, составит: а) 622 кДж б) 716 кДж в) 466,5 кДж г) 933 кДж |
| ЗАДАЧА 24 | В результате реакции, термохимическое уравнение которой2Cl2O7 = 2Cl2 + 7O2 + 574 кДж, выделилось 5,74 кДж теплоты. Объем образовавшегося при этом кислорода (н.у.) составил: а) 100 л  б) 0,224 л  в) 1,568 л   г) 4,48 л |
| ЗАДАЧА 25 | В реакцию, термохимическое уравнение которой MgO(тв) + CO(г) = MgCO3(тв) + 102 кДж, вступило 8 г оксида магния. Количество теплоты, выделившейся при этом, равно: а) 102 кДж б) 204 кДж в) 20,4 кДж г) 1,02 кДж |