

11 класс

Задача 1. Важное вещество

Вещество **X** является одним из самых крупнотоннажных продуктов современной химической промышленности. В больших масштабах его получают из газа **A**, который выделяют из воздуха, затем смешивают с газом **B** и нагревают при 500°C и 350 атм в присутствии катализатора (*реакция 1*). Плотности газов **A** и **B** различаются в 14 раз, а смесь этих газов в мольном соотношении 1 : 3 имеет молярную массу 8.5 г/моль. В лаборатории для получения **X** обычно используют нагревание твердой смеси гашеной извести и соли **B**, содержащей 66.355% хлора по массе (*реакция 2*). Каталитическое окисление **X** приводит к бесцветному газу **Г** (*реакция 3*), быстро бурящему на воздухе (*реакция 4*). Вещество **X** проявляет выраженные основные свойства, например, реагирует с хлороводородом (*реакция 5*), но в жидком агрегатном состоянии при низких температурах **X** может выступить и в роли кислоты, например, вступить в реакцию с калием с образованием соли **D** и выделением газа **B** (*реакция 6*).

1. Установите формулы **X**, а также веществ **A** – **D**. Состав газов **A** и **B** подтвердите расчетом молярных масс. Какова объемная доля газа **A** в воздухе? Каким образом **A** выделяют из воздуха?

2. Какую геометрическую форму имеет молекула **X**, чему равен валентный угол в ней? Какова гибридизация орбиталей центрального атома в молекуле **X**? Чем обусловлены основные свойства **X**?

3. Запишите электронную конфигурацию атома калия в виде $1s^2\dots$. Приведите три примера элементов, обладающих более сильными металлическими свойствами, чем калий.

4. Напишите уравнения *реакций 1–6*. Для *реакции 6* составьте схему электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.

5. Используя принцип Ле Шателье, укажите, как нужно изменять давление и температуру, чтобы сместить равновесие *реакции 1* в сторону образования **X**, если эта реакция экзотермична.

Решение и Критерии оценивания

№	Элемент ответа (допускаются иные формулировки и способы решения, удовлетворяющие условию задачи)	Баллы
1.	<p>Поскольку молярная масса смеси газов A и B меньше 9, то один из газов очень легкий, скорее всего, это водород H_2 ($M(H_2) = 2$ г/моль). Поскольку водород не выделяют из воздуха, то H_2 – это газ B. Тогда второй газ входит в состав воздуха и имеет молярную массу $M(A) = 2 \times 14 = 28$ г/моль, что соответствует азоту N_2. Можно провести и более строгий расчет. В смеси газов A и B в соотношении 1 : 3 мольная доля газа A равна 0.25, а мольная доля B – 0.75. Если обозначить молярные массы газов A и B через x и y, мы получим систему уравнений:</p> $x / y = 14$ $0.25x + 0.75y = 8.5$ <p>Решая данную систему, получим $x = 28$, $y = 2$</p> <p>В результате реакции азота с водородом образуется газ X – аммиак NH_3. Для получения аммиака в лаборатории в реакцию с гашеной известью ($Ca(OH)_2$) нужно ввести соль аммония, значит B – хлорид аммония NH_4Cl, что подтверждается расчетом массовой доли хлора: $\omega(Cl) = 35.5 / 53.5 = 66.355\%$.</p>	

	<p>При каталитическом окислении аммиака образуется оксид азота (II) NO – газ Г. При реакции жидкого аммиака с калием образуется амид калия KNH₂ – соль Д.</p> <p>Таким образом:</p> <p>Х – NH₃ А – N₂ Б – H₂ В – NH₄Cl Г – NO Д – KNH₂</p> <p>Объемная доля азота в воздухе равна 78%</p> <p>Азот выделяют из воздуха фракционной перегонкой (дистилляцией) при низких температурах – сжижают воздух и затем перегоняют, разделяя фракции по температуре кипения.</p>	<p>6×1 = 6 б</p> <p>1 б</p> <p>1 б</p>						
2.	<p>Молекула аммиака имеет форму тригональной (треугольной) пирамиды (тетраэдр не засчитывается как правильный ответ).</p> <p>Валентный угол близок к тетраэдрическому и равен ~108° (принимаются значения 104 – 109.5°).</p> <p>Гибридизация орбиталей атома азота – sp³.</p> <p>Основные свойства аммиака обусловлены наличием у атома азота неподеленной электронной пары (аммиак способен выступать донором неподеленной электронной пары и образовывать с протоном донорно-акцепторную связь).</p>	<p>1 б</p> <p>1 б</p> <p>1 б</p> <p>1 б</p>						
3	<p>Электронная конфигурация атома калия: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s¹</p> <p>Элементы с более выраженными металлическими свойствами: Rb, Cs, Fr</p>	<p>1 б</p> <p>2 б</p>						
4.	<p><i>Реакция 1:</i> $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$</p> <p><i>Реакция 2:</i> $Ca(OH)_2 + 2NH_4Cl = CaCl_2 + 2NH_3 + 2H_2O$ (при нагревании)</p> <p><i>Реакция 3:</i> $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$ (на катализаторе)</p> <p><i>Реакция 4:</i> $2NO + O_2 = 2NO_2$</p> <p><i>Реакция 5:</i> $NH_3 + HCl = NH_4Cl$</p> <p><i>Реакция 6:</i> $2K + 2NH_3 = 2KNH_2 + H_2\uparrow$</p> <p>Схема электронного баланса:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>$K^0 - 1e = K^+$</td> <td>2</td> <td>K^0 – восстановитель</td> </tr> <tr> <td>$2H^+ + 2e = H_2$</td> <td>1</td> <td>H^+ (NH_3) – окислитель</td> </tr> </tbody> </table>	$K^0 - 1e = K^+$	2	K^0 – восстановитель	$2H^+ + 2e = H_2$	1	H^+ (NH_3) – окислитель	<p>6×1 = 6 б</p> <p>2 б</p>
$K^0 - 1e = K^+$	2	K^0 – восстановитель						
$2H^+ + 2e = H_2$	1	H^+ (NH_3) – окислитель						
5.	<p>Реакция $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ экзотермична и идет с уменьшением количества молей газов. Следовательно, для смещения равновесия вправо (в сторону образования аммиака) по принципу Ле Шателье нужно:</p> <p>увеличить давление и уменьшить температуру</p>	<p>2 б</p>						
Итого		25 баллов						

При отсутствии (неправильной расстановке) коэффициентов в уравнениях реакций необходимо снижать баллы вдвое.

Задача 2. Глицин

Профессор дал юному химику интересное задание: используя натриевые соли **X**, **Y** и **Z**, синтезировать аминокислоту глицин. Известно, что молярные массы **X** и **Y** различаются в 1.419 раза, а молярные массы **Y** и **Z** различаются на 1 г/моль. Юный химик успешно выполнил задание, придумав следующую последовательность реакций. Сначала он провел электролиз водного раствора **X** (реакция 1), получив окрашенный газ **A**. Затем юный химик нагрел водный раствор **Y** (реакция 2), получив бесцветный газ **B**. Газы **A** и **B** обладают резким запахом, их молярные массы различаются в 4.176 раза. Далее юный химик смешал **Z** с соляной кислотой (реакция 3), полученную кислоту **B** он выделил и обработал сначала газом **A** (реакция 4), а потом избытком **B** (реакция 5), получив в результате глицин.

1. Установите формулы веществ **X – Z**, **A – B**, ответ подтвердите расчетом. Приведите структурную формулу глицина.

2. Напишите полные уравнения реакций 1–5, используя структурные формулы для органических веществ.

3. Для реакции 3 составьте полное и сокращенное ионно-молекулярные уравнения.

4. При проведении реакции 1 юный химик взял 117 г 10% водного раствора **X**. В результате электролиза он получил 1.344 л (н.у.) **A**. Рассчитайте массовые доли (%) веществ в растворе после окончания электролиза и максимальную массу глицина, которую можно получить, используя это количество **A**.

Решение и Критерии оценивания

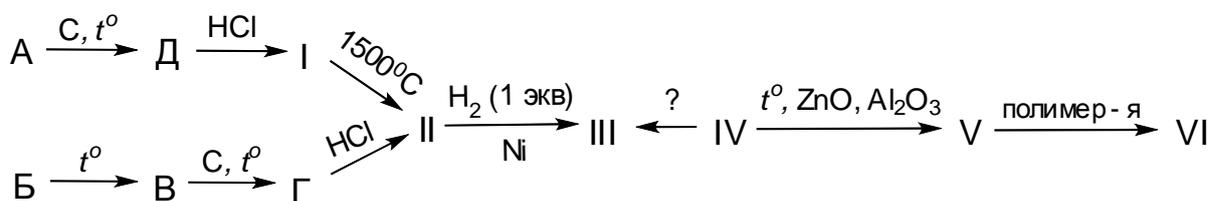
№	Элемент ответа (допускаются иные формулировки и способы решения, удовлетворяющие условию задачи)	Баллы
1.	<p>В стандартной схеме синтеза глицина уксусную кислоту обрабатывают сначала хлором, а затем аммиаком. Это предположение согласуется с отношением молярных масс газов A и B:</p> $M(\text{Cl}_2) / M(\text{NH}_3) = 71 / 17 = 4.176$ <p>Хлор можно получить электролизом водного раствора хлорида, значит, X – хлорид натрия NaCl.</p> <p>Аммиак выделяется при гидролизе нитридов, то есть Y – нитрид натрия Na₃N, что также согласуется с отношением молярных масс:</p> $M(\text{Na}_3\text{N}) / M(\text{NaCl}) = 83 / 58.5 = 1.419$ <p>Молярная масса Z равна 82 или 84. Первое значение соответствует ацетату натрия, то есть Z – CH₃COONa, тогда B – уксусная кислота CH₃COOH.</p> <p>Таким образом,</p> <p>X – NaCl Y – Na₃N Z – CH₃COONa A – Cl₂ B – NH₃ B – CH₃COOH</p> <p>Структурная формула глицина:</p> $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$	<p>6×1 = 6 б</p> <p>1 б</p>
2.	<p>Реакция 1: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$ (электролиз)</p> <p>Реакция 2: $\text{Na}_3\text{N} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{NaOH} + \text{NH}_3$</p> <p>Реакция 3: $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$</p> <p>Реакция 4:</p> $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \\ \\ \text{Cl} \end{array} + \text{HCl}$	5×2 = 10 б

	<p><i>Реакция 5:</i></p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \backslash \\ \text{Cl} \quad \text{OH} \end{array} + 2\text{NH}_3 (\text{изб}) \longrightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \backslash \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array} + \text{NH}_4\text{Cl}$	
3	<p>Полное ионно-молекулярное уравнение: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ Сокращенное ионно-молекулярное уравнение: $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ = \text{CH}_3\text{COOH}$</p>	<p>16</p> <p>16</p>
4.	<p>В 117 г 10% водного раствора NaCl $m(\text{NaCl}) = 117 \times 0.1 = 11.7 \text{ г}$ $n(\text{NaCl}) = m/M = 11.7 / 58.5 = 0.2 \text{ моль}$ $n(\text{Cl}_2) = V/V_M = 1.344 / 22.4 = 0.06 \text{ моль}$ Значит, электролизу подверглось $n(\text{NaCl})_{\text{прореаг.}} = 2n(\text{Cl}_2) = 0.12 \text{ моль}$ В конечном растворе: $n(\text{NaCl})_{\text{ост.}} = 0.2 - 0.12 = 0.08 \text{ моль}$ $m(\text{NaCl})_{\text{ост.}} = 0.08 \times 58.5 = 4.68 \text{ г}$ $n(\text{NaOH}) = 0.12 \text{ моль}$ $m(\text{NaOH}) = 0.12 \times 40 = 4.8 \text{ г}$ Масса конечного раствора: $m(\text{р-ра}) = 117 - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2) = 117 - 0.06 \times 2 - 0.06 \times 71 = 112.62 \text{ г}$ Массовые доли веществ в растворе: $\omega(\text{NaCl}) = 4.68 / 112.62 = \mathbf{0.0416 (4.16\%)}$ $\omega(\text{NaOH}) = 4.8 / 112.62 = \mathbf{0.0426 (4.26\%)}$ Исходя из стехиометрии <i>реакций 4 и 5</i>, из 0.06 моль хлора можно максимально синтезировать 0.06 моль глицина, следовательно, $m(\text{глицина}) = 0.06 \times 75 = \mathbf{4.5 \text{ г}}$</p>	<p>26</p> <p>26</p> <p>26</p>
	Итого	25 баллов

При отсутствии (неправильной расстановке) коэффициентов в уравнениях реакций необходимо снижать баллы вдвое.

Задача 3. Минералы и органические вещества

Используя распространенные минералы **A** и **B**, можно получить важные органические соединения **I** – **III**. Вещество **A** является оксидом и составляет основу глины и таких драгоценных камней как рубин и сапфир. Вещество **B** при нагревании (реакция 1) теряет 44% массы и образует твердый остаток **B**. Молярные массы **A** и **B** различаются в 1.82 раза. При сплавлении веществ **A** и **B** с избытком угля при высокой температуре (реакции 2 и 3) образуются бинарные соединения **Д** и **Г**, обработка которых соляной кислотой (реакции 4 и 5) приводит к получению газов **I** и **II**. Вещество **I** может быть превращено в **II** при быстром нагревании до 1500°C (реакция 6). При действии одного моль водорода на вещество **II** (реакция 7) образуется соединение **III**, которое можно также получить из жидкости **IV** (реакция 8). При сжигании 6.9 г вещества **IV** в избытке кислорода образуется 6.72 л (н.у.) углекислого газа и 8.1 мл воды. Нагревание вещества **IV** в присутствии катализатора приводит к соединению **V** (реакция 9), которое способно полимеризоваться с образованием ценного вещества **VI** (реакция 10). Все описанные превращения отражены на схеме:



1. Установите формулы веществ **A** – **Д**, ответ подтвердите расчетом. Приведите тривиальные названия минералов **A** и **B**.
2. Установите брутто-формулу вещества **IV** по продуктам его сгорания.
3. Приведите структурные формулы органических веществ **I** – **VI**. Каковы условия реакции превращения **IV** в **III** ?
4. Напишите полные уравнения реакций 1–10.

Решение и Критерии оценивания

№	Элемент ответа (допускаются иные формулировки и способы решения, удовлетворяющие условию задачи)	Баллы
1.	<p>Судя по описанию, вещество A – это оксид алюминия Al_2O_3 – именно он составляет основу глины. Вещество B, вероятно, тоже оксид, тогда $M(\text{B}) = M(\text{A}) / 1.82 = 102 / 1.82 = 56$ г/моль, что соответствует оксиду кальция CaO. Исходя из потери массы при нагревании B: $M(\text{B}) = 100$ г/моль – это карбонат кальция CaCO_3 ($(100-56) / 100 = 44\%$). При нагревании оксидов с избытком угля образуются соответствующие карбиды – Al_4C_3 и CaC_2. Таким образом,</p> <p>A – Al_2O_3 B – CaCO_3 B – CaO Г – CaC_2 Д – Al_4C_3</p> <p>Тривиальные названия минералов (принимаются любые из приведенных названий):</p> <p>Al_2O_3 – глинозем или корунд CaCO_3 – известняк, мел или мрамор</p>	<p>5×1 = 5 б</p> <p>2×1 = 2 б</p>
2.	<p>Установление молекулярной формулы вещества IV – $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$:</p> <p>$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 6.72 / 22.4 = 0.3$ моль ($m = 0.3 \times 12 = 3.6$ г) $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 8.1 / 18 = 0.9$ моль ($m = 1 \times 0.9 = 0.9$ г) $m(\text{O}) = 6.9 - 3.6 - 0.9 = 2.4$ г $n(\text{O}) = 2.4 / 16 = 0.15$ моль $x : y : z = n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0.3 : 0.9 : 0.15 = 2 : 6 : 1$</p> <p>Следовательно, простейшая брутто-формула IV – $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$</p>	1 б

3	<p>При разложении карбида алюминия соляной кислотой образуется метан СН₄ (вещество I), при разложении карбида кальция – ацетилен С₂Н₂ (вещество II), который образуется и при флеш-пиролизе метана при 1500°С. Присоединение 1 моль водорода к ацетилену приводит к этилену С₂Н₄ (вещество III). Один из способов получения этилена – дегидратация этанола С₂Н₅ОН (вещество IV). Нагревание этанола в присутствии смешанного оксидного катализатора приводит к бутадиену С₄Н₆ (вещество V), который при полимеризации образует бутадиеновый каучук (вещество VI).</p> <p>Структурные формулы органических веществ: I – СН₄ IV – СН₃СН₂ОН II – НС≡СН V – СН₂=СН–СН=СН₂ III – СН₂=СН₂ VI – $\left[\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_n$ или $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}=\text{CH}_2}{\text{CH}} \right]_n$</p> <p>Превращение IV → III можно осуществить двумя способами: – нагревание в присутствии конц. серной кислоты (t°, H₂SO₄(к)), – нагревание в присутствии оксидов некоторых металлов (например, t°, Al₂O₃). В качестве правильного засчитывается любой из приведенных вариантов, указание конкретного значения температуры не требуется.</p>	<p>6×1 = 6 б</p> <p>1 б</p>
4.	<p><i>Реакция 1:</i> CaCO₃ = CaO + CO₂ (при нагревании) <i>Реакция 2 (3):</i> 2Al₂O₃ + 9C = Al₄C₃ + 6CO (при нагревании) <i>Реакция 3 (2):</i> CaO + 3C = CaC₂ + CO (при нагревании) <i>Реакция 4 (5):</i> CaC₂ + 2HCl = CaCl₂ + C₂H₂↑ <i>Реакция 5 (4):</i> Al₄C₃ + 12HCl = 4AlCl₃ + 3CH₄↑ <i>Реакция 6:</i> 2СН₄ = НС≡СН + 3Н₂ (1500°С) <i>Реакция 7:</i> НС≡СН + Н₂ = СН₂=СН₂ (Ni) <i>Реакция 8:</i> С₂Н₅ОН = СН₂=СН₂ + Н₂О (t°, H₂SO₄ (конц)) <i>Реакция 9:</i> $2 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \xrightarrow{\text{t}^\circ, \text{кат}} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ <i>Реакция 10:</i> $n \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{t}^\circ} \left[\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_n$ или $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}=\text{CH}_2}{\text{CH}} \right]_n$</p>	<p>10×1 = 10 б</p>
Итого		25 баллов

При отсутствии (неправильной расстановке) коэффициентов в уравнениях реакций необходимо снижать баллы вдвое.

Задача 4. «Холодное» пламя

При горении различных веществ мы обычно наблюдаем характерное пламя, цвет которого может принимать разные оттенки. Температура пламени может достигать очень высоких величин (до 5000°C) и зависит от теплового эффекта протекающей реакции горения – чем больше тепла выделяется в реакции, тем сильнее нагреваются продукты сгорания, соответственно, тем выше температура пламени. Пламя называют «холодным», если его температура отличается от температуры окружающей среды не более чем на 200°C.

Одним из веществ, сгорающих с образованием «холодного» зеленого пламени, является жидкость **X**, относящаяся к классу сложных эфиров. При сгорании навески **X** массой 10.4 г выделяется 299 кДж теплоты, и образуются 6.72 л (н.у.) углекислого газа, 8.1 мл воды и 3.5 г твердого оксида **Y** с массовой долей кислорода 68.57%.

Сероуглерод CS₂ также сгорает «холодным» пламенем. Теплота образования сероуглерода равна –88.7 кДж/моль, а для углекислого и сернистого газов теплоты образования соответственно равны 393.5 и 297 кДж/моль.

1. Определите брутто-формулы веществ **X** и **Y**, проведя расчет по продуктам сгорания и массовой доле кислорода. Приведите структурную формулу **X**. Запишите термохимическое уравнение реакции сгорания **X**.

2. Рассчитайте тепловой эффект реакции сгорания сероуглерода и запишите соответствующее термохимическое уравнение.

3. Рассчитайте удельные теплоты сгорания (в кДж/г) жидкости **X** и сероуглерода. На основании этих данных сделайте вывод, какое из веществ сгорает более «холодным» пламенем.

Решение и Критерии оценивания

№	Элемент ответа (допускаются иные формулировки и способы решения, удовлетворяющие условию задачи)	Баллы
1.	<p>Определим формулу оксида Y: В общем виде формула оксида – Э₂O_n M(Э₂O_n) = 16n / 0.6857 = 23.33n г/моль M(2Э) = 23.33n – 16n = 7.33n, M(Э) = 3.67n При n = 3 получаем разумный вариант: M(Э) = 11 г/моль – это бор B Тогда оксид Y – B₂O₃</p> <p>Установление молекулярной формулы вещества X: C_xH_yB_zO_k + O₂ → xCO₂ + y/2H₂O + z/2B₂O₃ n(C) = n(CO₂) = 6.72 / 22.4 = 0.3 моль (m = 12×0.3 = 3.6 г) n(H) = 2n(H₂O) = 2 × 8.1 / 18 = 0.9 моль (m = 1×0.9 = 0.9 г) n(B) = 2n(B₂O₃) = 2 × 3.5 / 70 = 0.1 моль (m = 11×0.1 = 1.1 г) m(O) = 10.4 – 3.6 – 0.9 – 1.1 = 4.8 г n(O) = 4.8 / 16 = 0.3 моль x : y : z : k = n(C) : n(H) : n(B) : n(O) = 0.3 : 0.9 : 0.1 : 0.3 = 3 : 9 : 1 : 3 Следовательно, простейшая брутто-формула X – C₃H₉BO₃</p> <p>Структурная формула X: $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O}-\text{B}-\text{OCH}_3 \\ \\ \text{OCH}_3 \end{array}$</p> <p>На 1 моль X (104 г) выделяется (104/10.4) × 299 = 2990 кДж теплоты. Термохимическое уравнение сгорания X: 2C₃H₉BO₃ + 9O₂ = 6CO₂ + 9H₂O + B₂O₃ + 2990 кДж</p>	<p>3 б</p> <p>3 б</p> <p>2 б</p> <p>3 б</p>

2.	<p>Уравнение реакции сгорания сероуглерода: $\text{CS}_2 + 3\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2$ Рассчитаем тепловой эффект данной реакции, руководствуясь следствием из закона Гесса: $Q = Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) + 2Q_{\text{обр}}(\text{SO}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CS}_2) = 393.5 + 2 \times 297 - (-88.7) = \mathbf{1076.2 \text{ кДж}}$ Термохимическое уравнение сгорания сероуглерода: $\mathbf{\text{CS}_2 + 3\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2 + 1076.2 \text{ кДж}}$ (в случае неверного теплового эффекта уравнение оценивается в 1 б)</p>	<p>3 б</p> <p>3 б</p>
3	<p>Удельные теплоты сгорания: $q(\text{C}_3\text{H}_9\text{BO}_3) = 2990 / 104 = \mathbf{28.75 \text{ кДж/г}}$ $q(\text{CS}_2) = 1076.2 / 76 = \mathbf{14.16 \text{ кДж/г}}$ $q(\text{CS}_2) < q(\text{C}_3\text{H}_9\text{BO}_3)$, то есть сероуглерод сгорает более «холодным» пламенем.</p>	<p>3 б</p> <p>3 б</p> <p>2 б</p>
Итого		25 баллов

При отсутствии (неправильной расстановке) коэффициентов в уравнениях реакций необходимо снижать баллы вдвое.