

**Решение практического тура муниципального этапа  
Всероссийской олимпиады школьников  
по химии 2015/2016 учебного года  
11 класс**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{MnO}_2\downarrow + 3\text{O}_2\uparrow + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>(образуется бурый осадок или раствор бурого цвета и выделяется бесцветный газ без запаха)</p> $\text{H}_2\text{O}_2 - 2\bar{e} \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ \quad *3$ $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^- \quad *2$ <p>Суммарно:</p> $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- \rightarrow 2\text{MnO}_2\downarrow + 3\text{O}_2\uparrow + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	<p style="text-align: center;"><b>1 (за открытие)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>1 (схема реакции)</b> <b>2 (метод электронного баланса)</b> <b>3 (метод полуреакций)</b></p>
$16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 5\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$ <p>(происходит обесцвечивание раствора и выделяется газ с резким удушливым запахом, окрашивающий смоченную водой йодкрахмальную бумагу в синий (серый) цвет)</p> $2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2 \quad *5$ $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad *2$ <p>Суммарно:</p> $10\text{Cl}^- + \text{MnO}_4^- \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$	<p style="text-align: center;"><b>1 (за открытие)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>1 (схема реакции)</b> <b>2 (метод электронного баланса)</b> <b>3 (метод полуреакций)</b></p>
$6\text{KI} + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}_2\downarrow + 3\text{I}_2\downarrow^* + 8\text{KOH}$ <p>(образуется бурый осадок и раствор приобретает бурую окраску)</p> $2\text{I}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{I}_2 \quad *3$ $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^- \quad *2$ <p>Суммарно:</p> $6\text{I}^- + 2\text{MnO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}_2\downarrow + 3\text{I}_2\downarrow + 8\text{OH}^-$	<p style="text-align: center;"><b>1 (за открытие)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>1 (схема реакции)</b> <b>2 (метод электронного баланса)</b> <b>3 (метод полуреакций)</b></p>

$3\text{MnSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{MnO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$ <p>(образуется бурый осадок)</p> $\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} - 2\bar{e} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ \quad *3$ $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^- \quad *2$ <p>Суммарно:</p> $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{H}^+$	<p><b>1 (за открытие)</b></p> <p><b>1 (схема реакции)</b></p> <p><b>2 (метод электронного баланса)</b></p> <p><b>3 (метод полуреакций)</b></p>
<p><b>Окончательно убедиться в правильности определения содержимого пробирок позволяют следующие реакции:</b></p>	
$10\text{KI} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{I}_2\downarrow^* + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ <p>(при проведении этой реакции в кислой среде бурый осадок не образуется, а раствор также приобретает бурую окраску)</p> $2\text{I}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{I}_2 \quad *5$ $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad *2$ <p>Суммарно:</p> $10\text{I}^- + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{I}_2\downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$	<p><b>1 (схема реакции)</b></p> <p><b>2 (метод электронного баланса)</b></p> <p><b>3 (метод полуреакций)</b></p>
$5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2\uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ <p>(при проведении этой реакции в кислой среде бурый осадок не образуется, а бесцветный газ без запаха по-прежнему выделяется)</p> $\text{H}_2\text{O}_2 - 2\bar{e} \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ \quad *5$ $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \quad *2$ <p>Суммарно:</p> $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$	<p><b>1 (схема реакции)</b></p> <p><b>2 (метод электронного баланса)</b></p> <p><b>3 (метод полуреакций)</b></p>

$2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2\downarrow^* + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>(раствор приобретает усиливающуюся со временем бурую окраску)</p> $2\text{I}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{I}_2$ $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ <p>Суммарно:</p> $2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	<p><b>1 (схема реакции)</b></p> <p><b>2 (метод электронного баланса)</b></p> <p><b>3 (метод полуреакций)</b></p>
--	--

\*в избытке KI йод растворяется с образованием трийодидного комплекса  $\text{KI}_3$ , придающего раствору окраску чайного цвета.

**Итого: 21 балл.**

**Примечание:** желательно использовать **свежий** раствор перекиси водорода (1% - 3%), 10%-ные р-ры HCl и KI, 0,1 М р-р сульфата марганца(II) (в колбу на 100 мл вносят 1,5 г соли, растворяют и доводят до метки) и 0,1 М р-р перманганата калия (в колбу на 100 мл вносят 1,6 г соли, растворяют и доводят до метки);

**за нарушение ТБ общее количество баллов может быть снижено на 1-3 балла.**