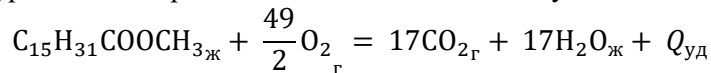


Решения задач рейтинговой олимпиады XVI Всероссийского химического турнира школьников

9 класс

Биодизель

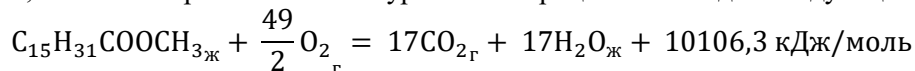
1. Если представить уравнения сгорания метилпальмитата в следующем виде:



То теплота реакции для такой формы записи будет равна теплоте сгорания ровно 1 моля метилпальмитата и составит.

$$Q_{\text{уд}} = 17 \cdot Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) + 17 \cdot Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOCH}_3) = 17 \cdot 285,8 + 17 \cdot 393,5 - 1441,8 = 10106,3 \text{ кДж/моль}$$

Таким образом, итоговое термохимическое уравнение процесса выглядит следующим образом:



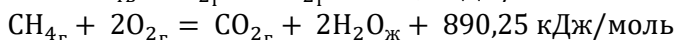
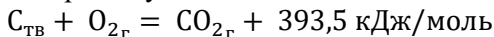
Рассчитаем количество теплоты, которое выделится в ходе сгорания образца:

$$Q = n(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOCH}_3) \cdot Q_{\text{уд}} = \frac{V \cdot \rho \cdot Q_{\text{уд}}}{M_r} = \frac{135 \text{ мл} \cdot 0,85 \text{ г/мл} \cdot 10106,3 \text{ кДж/моль}}{270 \text{ г/моль}} = 4295,2 \text{ кДж}$$

2. Масса воды в таком случае будет равна:

$$m = \frac{Q \cdot \eta}{c \cdot \Delta T} = \frac{4295200 \text{ Дж} \cdot 0,6}{4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)} \cdot (373 - 293) \text{ К}} = 7,67 \text{ кг}$$

3. Термохимические уравнения сгорания угля и метана:



Удельную теплоту сгорания метана считаем аналогично метилпальмитату:

$$Q_{\text{уд}} = 2 \cdot Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) + Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4) = 2 \cdot 285,5 + 393,5 - 74,85 = 890,25 \text{ кДж/моль}.$$

4. Для расчета массы угля и объема метана необязательно использовать данные воды, так как количество теплоты при сопоставимых теплопотерях процесса будет равно. Тогда количество вещества угля будет равно

$$n = Q/Q_{\text{уд}} = 4295,2 \text{ кДж} / 393,5 \text{ (кДж/моль)} = 10,9 \text{ моль, масса составит } 130,8 \text{ г}$$

Для метана:

$$n = Q/Q_{\text{уд}} = 4295,2 \text{ кДж} / 890,25 \text{ (кДж/моль)} = 4,82 \text{ моль, объем при н.у. равен } 108 \text{ л.}$$

5. Количество теплоты, необходимое на плавление снега

$$Q = 2,8 \cdot 10^6 \cdot 700 \cdot 2050 \cdot (273 - 263) + 2,8 \cdot 10^6 \cdot 700 \cdot 330 \cdot 10^3 = 6,87 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$$

Объем биодизеля

$$V = \frac{Q \cdot M_r}{Q_{\text{уд}} \cdot \rho} = \frac{6,87 \cdot 10^{14} \text{ Дж} \cdot 270 \text{ г/моль}}{10106300 \text{ Дж/моль} \cdot 0,85 \text{ г/мл}} = 2,16 \cdot 10^{10} \text{ мл} = 2,16 \cdot 10^4 \text{ м}^3$$

Баллы:

1. Теплота сгорания 1 моль метилпальмитата 1 балл
Термохимическое уравнение 2 балла (если нет численного указания Q и/или агрегатных состояний веществ, то снимаем половину)
Теплота сгорания образца 3 балла
2. Масса воды 4 балла
3. Каждое уравнение по 2 балла (критерии штрафов аналогичны 1 пункту)
4. По 3 балла на массу и объем (по отдельности)
5. 3 балла за расчет.

Итого: 23 балла.

Ничего лишнего

1. $Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$;
2. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 \uparrow$;
3. $Ag_2O + 4NH_3 + H_2O \rightarrow 2[Ag(NH_3)_2]OH$;
4. $2AlCl_3 + 3Na_2SO_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3SO_2 \uparrow + 6NaCl$;
5. $2AgCl \xrightarrow{\text{свет}} 2Ag + Cl_2 \uparrow$;
6. $2AgF + CaCl_2 \rightarrow 2AgCl \downarrow + CaF_2 \downarrow$ (в растворе);
7. $PbO + SO_3 \rightarrow PbSO_4$ (в присутствии паров воды или при нагревании);
8. $PbS + 4O_3 \rightarrow PbSO_4 + 4O_2$;
9. $Pb(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 2H_2O$ (можно брать $PbS + H_2O_2$);
10. $PbCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 2NaCl$ (в растворе);
11. $K_2Cr_2O_7 + 3K_2SO_3 + 4KOH + 4H_2O \rightarrow 3K_2SO_4 + 2K_2[Cr(OH)_6]$;
12. $2KMnO_4 + 16HCl_{(\text{конц})} \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$.

Баллы:

1. 12 Наборов веществ, 12 правильных уравнений по 1 баллу – 24 балла
 2. Условия реакций 5, 7 – по 1 баллу, реакций 6 и 10 по 0,5 балла – 3 балла
- Итого: 27 баллов

Кроссворд

По вертикали:

1. Перекись
4. Ванадий
5. Малахит
7. Бунзен
8. Сублимация
9. Астат

По горизонтали:

2. Ацетон
3. Осмий
5. Медь
6. Палладий
10. Уран
11. Индикатор
12. Аргон
13. Аммиак

1. Как по-другому называют явление 8? **Возгонка**
2. Какие меры безопасности существуют при работе с колбой 7? **Защитные очки и сетка на колбу для улавливания осколков.**
3. Продемонстрируйте окислительные и восстановительные свойства вещества 1 двумя различными реакциями по выбору.

Баллы:

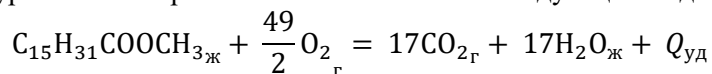
1. 14 ответов в кроссворде по 1 баллу – 14 баллов
2. дополнительные вопросы по 2 балла – 6 баллов.

Итого: 20 баллов за задачу.

10 класс

Биодизель

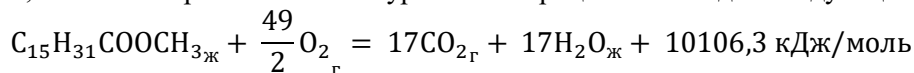
1. Если представить уравнения сгорания метилпальмитата в следующем виде:



То теплота реакции для такой формы записи будет равна теплоте сгорания ровно 1 моля метилпальмитата и составит.

$$Q_{уд} = 17 \cdot Q_{обр}(H_2O) + 17 \cdot Q_{обр}(CO_2) - Q_{обр}(C_{15}H_{31}COOCH_3) = 17 \cdot 285,8 + 17 \cdot 393,5 - 1441,8 = 10106,3 \text{ кДж/моль}$$

Таким образом, итоговое термохимическое уравнение процесса выглядит следующим образом:



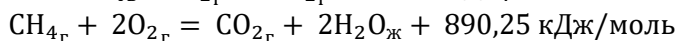
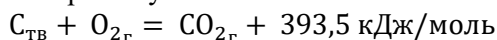
Рассчитаем количество теплоты, которое выделится в ходе сгорания образца:

$$Q = n(C_{15}H_{31}COOCH_3) \cdot Q_{уд} = \frac{V \cdot \rho \cdot Q_{уд}}{M_r} = \frac{135 \text{ мл} \cdot 0,85 \text{ г/мл} \cdot 10106,3 \text{ кДж/моль}}{270 \text{ г/моль}} = 4295,2 \text{ кДж}$$

2. Масса воды в таком случае будет равна:

$$m = \frac{Q \cdot \eta}{c \cdot \Delta T} = \frac{4295200 \text{ Дж} \cdot 0,6}{4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)} \cdot (373 - 293) \text{ К}} = 7,67 \text{ кг}$$

3. Термохимические уравнения сгорания угля и метана:



Удельную теплоту сгорания метана считаем аналогично метилпальмитату:

$$Q_{уд} = 2 \cdot Q_{обр}(H_2O) + Q_{обр}(CO_2) - Q_{обр}(CH_4) = 2 \cdot 285,5 + 393,5 - 74,85 = 890,25 \text{ кДж/моль}.$$

4. Для расчета массы угля и объема метана необязательно использовать данные воды, так как количество теплоты при сопоставимых тепловых потерях процесса будет равно. Тогда количество вещества угля будет равно

$$n = Q/Q_{уд} = 4295,2 \text{ кДж} / 393,5 \text{ (кДж/моль)} = 10,9 \text{ моль, масса составит } 130,8 \text{ г}$$

Для метана:

$$n = Q/Q_{уд} = 4295,2 \text{ кДж} / 890,25 \text{ (кДж/моль)} = 4,82 \text{ моль, объем при н.у. равен } 108 \text{ л.}$$

5. Количество теплоты, необходимое на плавление снега

$$Q = 2,8 \cdot 10^6 \cdot 700 \cdot 2050 \cdot (273 - 263) + 2,8 \cdot 10^6 \cdot 700 \cdot 330 \cdot 10^3 = 6,87 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$$

Объем биодизеля

$$V = \frac{Q \cdot M_r}{Q_{уд} \cdot \rho} = \frac{6,87 \cdot 10^{14} \text{ Дж} \cdot 270 \text{ г/моль}}{10106300 \text{ Дж/моль} \cdot 0,85 \text{ г/мл}} = 2,16 \cdot 10^{10} \text{ мл} = 2,16 \cdot 10^4 \text{ м}^3$$

Баллы:

1. Теплота сгорания 1 моль метилпальмитата 1 балл
Термохимическое уравнение 2 балла (если нет численного указания Q и/или агрегатных состояний веществ, то снимаем половину)
Теплота сгорания образца 3 балла
2. Масса воды 4 балла
3. Каждое уравнение по 2 балла (критерии штрафов аналогичны 1 пункту)
4. По 3 балла на массу и объем (по отдельности)
5. 3 балла за расчет.

Итого: 23 балла.

Ничего лишнего

1. $Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$;
2. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 \uparrow$;
3. $Ag_2O + 4NH_3 + H_2O \rightarrow 2[Ag(NH_3)_2]OH$;
4. $2AlCl_3 + 3Na_2SO_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + 3SO_2 \uparrow + 6NaCl$;
5. $2AgCl \xrightarrow{\text{свет}} 2Ag + Cl_2 \uparrow$;
6. $2AgF + CaCl_2 \rightarrow 2AgCl \downarrow + CaF_2 \downarrow$ (в растворе);

7. $PbO + SO_3 \rightarrow PbSO_4$ (в присутствии паров воды или при нагревании);

8. $PbS + 4O_3 \rightarrow PbSO_4 + 4O_2$;

9. $Pb(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 2H_2O$ (можно брать $PbS + H_2O_2$);

10. $PbCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 2NaCl$ (в растворе);

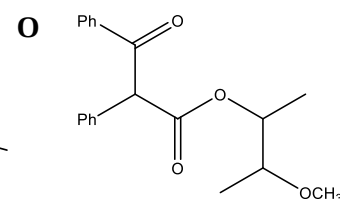
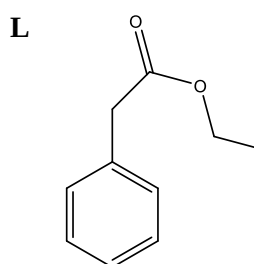
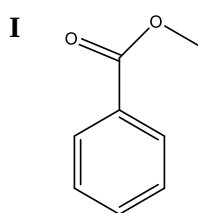
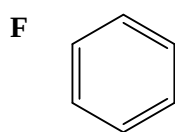
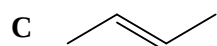
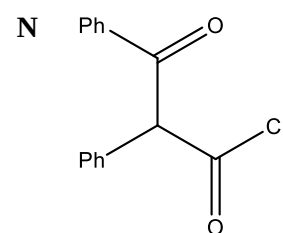
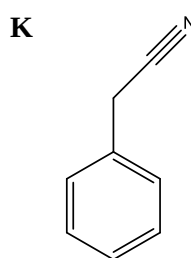
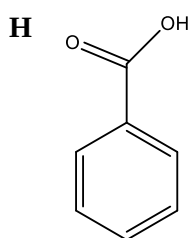
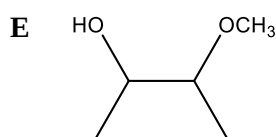
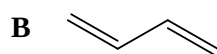
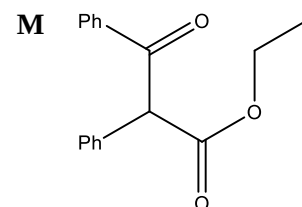
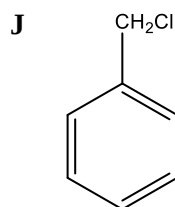
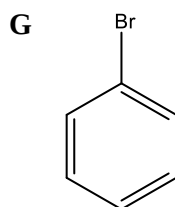
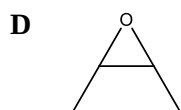
11. $K_2Cr_2O_7 + 3K_2SO_3 + 4KOH + 4H_2O \rightarrow 3K_2SO_4 + 2K_2[Cr(OH)_6]$;

12. $2KMnO_4 + 16HCl_{(конц)} \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$.

Баллы:

- 12 Наборов веществ, 12 правильных уравнений по 1 баллу – 24 балла
 - Условия реакций 5, 7 – по 1 баллу, реакций 6 и 10 по 0,5 балла – 3 балла
- Итого: 27 баллов

Синтез из ацетилена



Баллы:

- Соединения **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K** по 1 баллу – 11 баллов.
- Соединения **L, M, N, O** по 2 балла – 8 баллов
- За указание на синтез бензола с помощью активированного угля и нагрева – 1 балл.

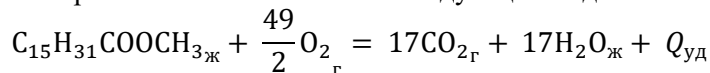
Итого: 20 баллов за задачу.

Решения задач рейтинговой олимпиады XVI Всероссийского химического турнира школьников

11 класс

Биодизель

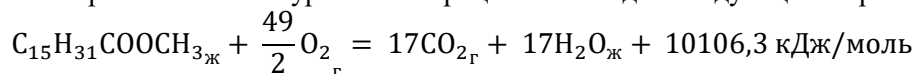
1. Если представить уравнения сгорания метилпальмитата в следующем виде:



То теплота реакции для такой формы записи будет равна теплоте сгорания ровно 1 моля метилпальмитата и составит.

$$Q_{уд} = 17 \cdot Q_{обр}(H_2O) + 17 \cdot Q_{обр}(CO_2) - Q_{обр}(C_{15}H_{31}COOCH_3) = 17 \cdot 285,8 + 17 \cdot 393,5 - 1441,8 = 10106,3 \text{ кДж/моль}$$

Таким образом, итоговое термохимическое уравнение процесса выглядит следующим образом:



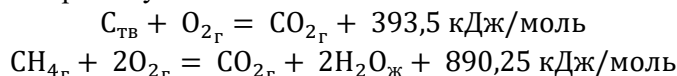
Рассчитаем количество теплоты, которое выделится в ходе сгорания образца:

$$Q = n(C_{15}H_{31}COOCH_3) \cdot Q_{уд} = \frac{V \cdot \rho \cdot Q_{уд}}{M_r} = \frac{135 \text{ мл} \cdot 0,85 \text{ г/мл} \cdot 10106,3 \text{ кДж/моль}}{270 \text{ г/моль}} = 4295,2 \text{ кДж}$$

2. Масса воды в таком случае будет равна:

$$m = \frac{Q \cdot \eta}{c \cdot \Delta T} = \frac{4295200 \text{ Дж} \cdot 0,6}{4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)} \cdot (373 - 293) \text{ К}} = 7,67 \text{ кг}$$

3. Термохимические уравнения сгорания угля и метана:



Удельную теплоту сгорания метана считаем аналогично метилпальмитату:

$$Q_{уд} = 2 \cdot Q_{обр}(H_2O) + Q_{обр}(CO_2) - Q_{обр}(CH_4) = 2 \cdot 285,5 + 393,5 - 74,85 = 890,25 \text{ кДж/моль.}$$

4. Для расчета массы угля и объема метана необязательно использовать данные воды, так как количество теплоты при сопоставимых теплотериях процесса будет равно. Тогда количество вещества угля будет равно

$$n = Q/Q_{уд} = 4295,2 \text{ кДж} / 393,5 \text{ (кДж/моль)} = 10,9 \text{ моль, масса составит } 130,8 \text{ г}$$

Для метана:

$$n = Q/Q_{уд} = 4295,2 \text{ кДж} / 890,25 \text{ (кДж/моль)} = 4,82 \text{ моль, объем при н.у. равен } 108 \text{ л.}$$

5. Количество теплоты, необходимое на плавление снега

$$Q = 2,8 \cdot 10^6 \cdot 700 \cdot 2050 \cdot (273 - 263) + 2,8 \cdot 10^6 \cdot 700 \cdot 330 \cdot 10^3 = 6,87 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$$

Объем биодизеля

$$V = \frac{Q \cdot M_r}{Q_{уд} \cdot \rho} = \frac{6,87 \cdot 10^{14} \text{ Дж} \cdot 270 \text{ г/моль}}{10106300 \text{ Дж/моль} \cdot 0,85 \text{ г/мл}} = 2,16 \cdot 10^{10} \text{ мл} = 2,16 \cdot 10^4 \text{ м}^3$$

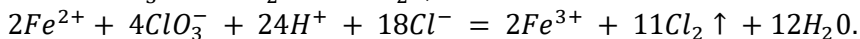
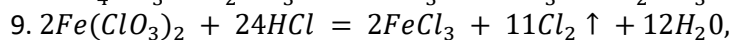
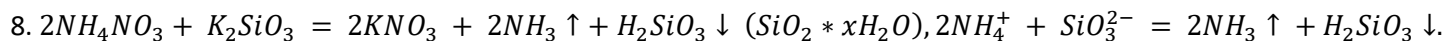
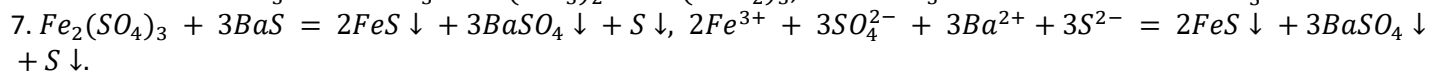
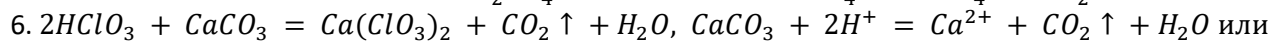
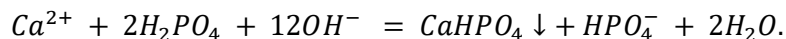
Баллы:

- Теплота сгорания 1 моль метилпальмитата 1 балл
Термохимическое уравнение 2 балла (если нет численного указания Q и/или агрегатных состояний веществ, то снимаем половину)
Теплота сгорания образца 3 балла
- Масса воды 4 балла
- Каждое уравнение по 2 балла (критерии штрафов аналогичны 1 пункту)
- По 3 балла на массу и объем (по отдельности)
- 3 балла за расчет.

Итого: 23 балла.

Номенклатура и уравнения реакций

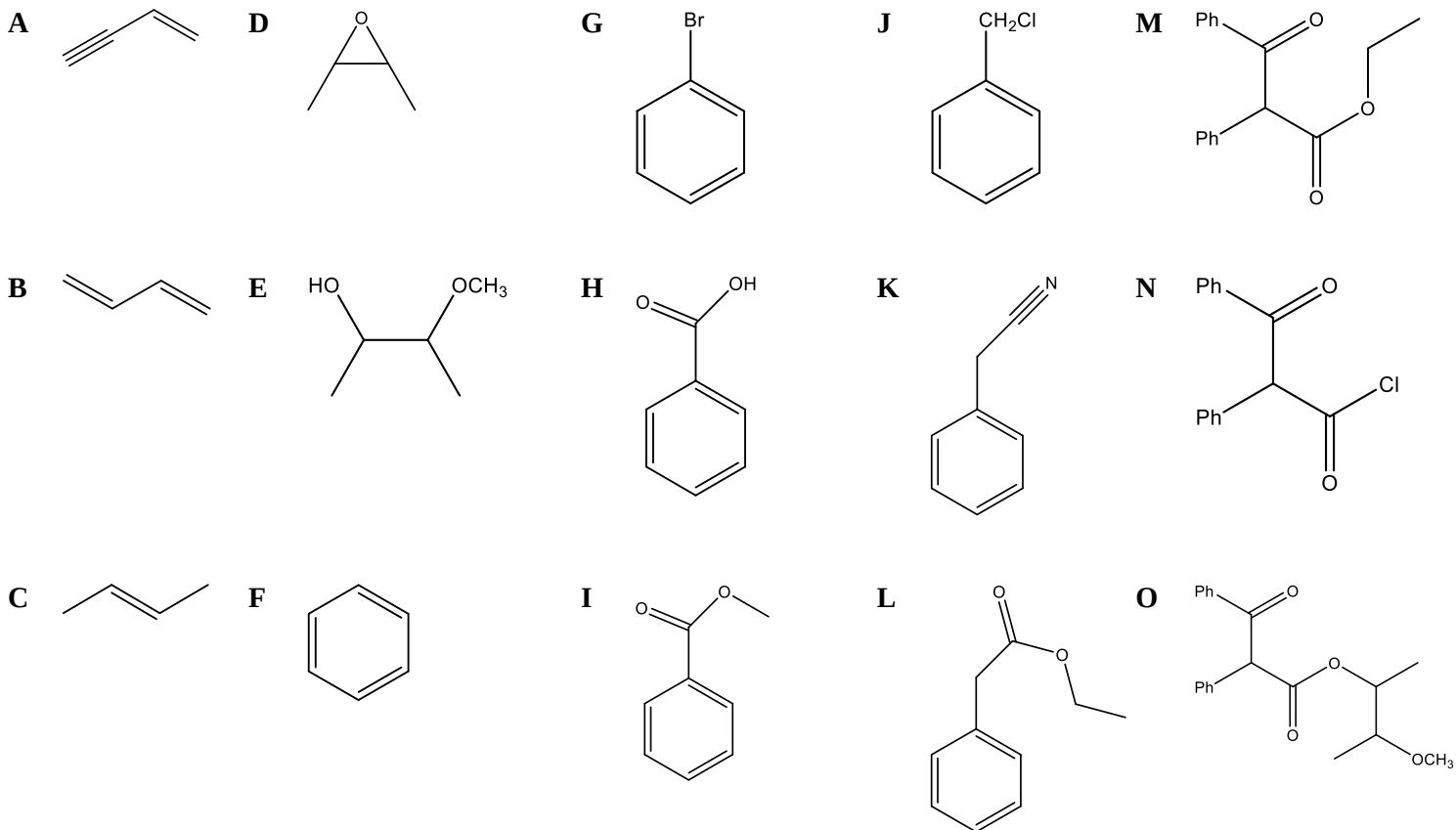
- $MnO_2 + 4HI = MnI_2 + I_2 + 2H_2O$, $MnO_2 + 4H^+ + 2I^- = Mn^{2+} + I_2 + 2H_2O$.
- $H_2SO_4 \text{ (конц.)} + NaCl = NaHSO_4 + HCl \uparrow$, $H^+ + Cl^- = HCl$
- $Zn(BrO_3)_2 + 4CsOH = Cs_2[Zn(OH)_4] + 2CsBrO_3$, $Zn^{2+} + 4OH^- = [Zn(OH)_4]^{2-}$.
- $2Cr(ClO_2)_3 + 3Rb_2SO_3 + 3H_2O = 2Cr(OH)_3 \downarrow + 3SO_2 \uparrow + 6RbClO_4$,
 $2Cr^{3+} + 3SO_3^{2-} + 3H_2O = 2Cr(OH)_3 \downarrow + 3SO_2 \uparrow$.
- $3Ca(H_2PO_4)_2 + 12NaOH = Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 4Na_3PO_4 + 12H_2O$,
 $3Ca^{2+} + 6H_2PO_4 + 12OH^- = Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 4PO_4^{3-} + 12H_2O$ или
 $Ca(H_2PO_4)_2 + 2NaOH = CaHPO_4 \downarrow + Na_2HPO_4 + 2H_2O$,



Баллы:

1. Формулы веществ по 0,5 б – 9 баллов
 2. Реакции в молекулярной и ионной форме – по 1 баллу -18 баллов
- Итого 27 баллов

Синтез из ацетилена



Баллы:

1. Соединения **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K** по 1 баллу – 11 баллов.
2. Соединения **L, M, N, O** по 2 балла – 8 баллов
3. За указание на синтез бензола с помощью активированного угля и нагрева – 1 балл.

Итого: 20 баллов за задачу.