

LXXIV Московская олимпиада школьников по химии

Отборочный этап

2017-2018уч.год

9 класс

Каждое задание – 10 баллов

Всего за 10 заданий – 100 баллов

9-1-1

Смесь гелия и сероводорода объёмом 24,64 л (н.у.) содержит $4,214 \cdot 10^{23}$ атомов гелия. Определите массу сероводорода (в граммах) в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$n(\text{смесь}) = 24,64 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 1,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{He}) = 4,214 \cdot 10^{23} : (6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}) = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{смесь}) - n(\text{He}) = 1,1 \text{ моль} - 0,7 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{H}_2\text{S}) = 0,4 \text{ моль} \cdot 34 \text{ г/моль} = 13,6 \text{ г}$$

Ответ: 13,6

9-1-2

Смесь кислорода и фосфина объёмом 20,16 л (н.у.) содержит $5,418 \cdot 10^{23}$ атомов водорода. Определите массу (в граммах) кислорода в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$n(\text{смесь}) = 20,16 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,9 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 5,418 \cdot 10^{23} : (6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}) = 0,9 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{PH}_3) = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2) = n(\text{смесь}) - n(\text{PH}_3) = 0,9 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,6 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 19,2 \text{ г}$$

Ответ: 19,2

9-1-3

Смесь озона и азота объёмом 15,68 л (н.у.) содержит $4,816 \cdot 10^{23}$ атомов азота. Определите массу (в граммах) озона в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$n(\text{смесь}) = 15,68 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}) = 4,816 \cdot 10^{23} : (6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}) = 0,8 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{N}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_3) = n(\text{смесь}) - n(\text{N}_2) = 0,7 \text{ моль} - 0,4 \text{ моль} = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}_3) = n(\text{O}_3) \cdot M(\text{O}_3) = 0,3 \text{ моль} \cdot 48 \text{ г/моль} = 14,4 \text{ г}$$

Ответ: 14,4

9-2-1

37,6 г нитрата меди (II) аккуратно прокалили до постоянной массы. Определите суммарный объём (в литрах) выделившихся газов (н.у.). В ответ запишите число, округлив его до десятых. (Атомную массу меди примите равной 64)

Решение:



$$v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{37,6 \text{ г}}{188 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль};$$

$$v(\text{NO}_2) = 0,4 \text{ моль}; v(\text{O}_2) = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow V(\text{общ.}) = 11,2 \text{ л};$$

Ответ: 11,2

9-2-2

17,04 г нитрата алюминия аккуратно прокалили до постоянной массы. Определите суммарный объём (в литрах) выделившихся газов (н.у.). В ответ запишите число, округлив его до сотых.

Решение:



$$\nu(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = \frac{17,04 \text{ г}}{213 \text{ г/моль}} = 0,08 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{NO}_2) = 0,24 \text{ моль}; \nu(\text{O}_2) = 0,06 \text{ моль} \Rightarrow V(\text{общ.}) = 6,72 \text{ л};$$

Ответ: 6,72

9-2-3

11,34 г нитрата цинка аккуратно прокалили до постоянной массы. Определите суммарный объём (в литрах) выделившихся газов (н.у.). В ответ запишите число, округлив его до сотых.

Решение:



$$\nu(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = \frac{11,34 \text{ г}}{189 \text{ г/моль}} = 0,06 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{NO}_2) = 0,12 \text{ моль}; \nu(\text{O}_2) = 0,03 \text{ моль} \Rightarrow V(\text{общ.}) = 3,36 \text{ л};$$

Ответ: 3,36

9-3-1

Оксид азота (V) массой 21,6 г растворили в 130 мл воды. Определите массовую долю (в процентах) кислоты в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:



$$n(\text{N}_2\text{O}_5) = 21,6 \text{ г} : 108 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{HNO}_3) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{HNO}_3) = n(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 0,4 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль} = 25,2 \text{ г}$$

$$m(\text{раствор}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{N}_2\text{O}_5) = 130 \text{ г} + 21,6 \text{ г} = 151,6 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3) : m(\text{раствор}) = 25,2 \text{ г} : 151,6 \text{ г} \approx 0,166 (16,6\%)$$

Ответ: 16,6

9-3-2

Оксид лития массой 4,5 г растворили в 110 мл воды. Определите массовую долю (в процентах) щелочи в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:



$$n(\text{Li}_2\text{O}) = 4,5 \text{ г} : 30 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{LiOH}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(\text{LiOH}) = n(\text{LiOH}) \cdot M(\text{LiOH}) = 0,3 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 7,2 \text{ г}$$

$$m(\text{раствор}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Li}_2\text{O}) = 110 \text{ г} + 4,5 \text{ г} = 114,5 \text{ г}$$

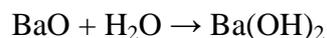
$$\omega(\text{LiOH}) = m(\text{LiOH}) : m(\text{раствор}) = 7,2 \text{ г} : 114,5 \text{ г} \approx 0,063 (6,3\%)$$

Ответ: 6,3

9-3-3

Оксид бария массой 15,3 г растворили в 120 мл воды. Определите массовую долю (в процентах) щелочи в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:



$$n(\text{BaO}) = 15,3 \text{ г} : 153 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{Ba(OH)}_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ba(OH)}_2) = n(\text{Ba(OH)}_2) \cdot M(\text{Ba(OH)}_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 171 \text{ г/моль} = 17,1 \text{ г}$$

$$m(\text{раствор}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{BaO}) = 120 \text{ г} + 15,3 \text{ г} = 135,3 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Ba(OH)}_2) = m(\text{Ba(OH)}_2) : m(\text{раствор}) = 17,1 \text{ г} : 135,3 \text{ г} \approx 0,126 (12,6\%)$$

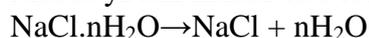
Ответ: 12,6

9-4-1

Кристаллогидрат состава $\text{NaCl} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и массой 1,89 г выдерживали в эксикаторе над оксидом фосфора (V), через некоторое время масса оксида фосфора (V) увеличилась на 0,72 г. Определите формулу кристаллогидрата. В ответ запишите значение числа n.

Решение:

Масса увеличилась за счёт поглощения оксидом фосфора (V) кристаллизационной воды:



$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,72 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,04 \text{ моль};$$

$$\frac{1,89}{58,5 + 18n} = \frac{0,04}{n} \Rightarrow n = 2;$$

Формула кристаллогидрата - $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

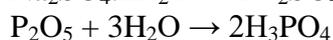
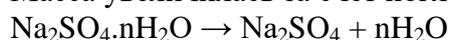
Ответ: 2

9-4-2

Кристаллогидрат состава $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и массой 6,44 г выдерживали в эксикаторе над оксидом фосфора (V), через некоторое время масса оксида фосфора (V) увеличилась на 3,6 г. Определите формулу кристаллогидрата. В ответ запишите значение числа n.

Решение:

Масса увеличилась за счёт поглощения оксидом фосфора (V) кристаллизационной воды:



$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3,6 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль};$$

$$\frac{6,44}{142 + 18n} = \frac{0,2}{n} \Rightarrow n = 10;$$

Формула кристаллогидрата - $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;

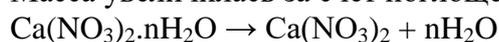
Ответ: 10

9-4-3

Кристаллогидрат состава $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и массой 7,08 г выдерживали в эксикаторе над оксидом фосфора (V), через некоторое время масса оксида фосфора (V) увеличилась на 2,16 г. Определите формулу кристаллогидрата. В ответ запишите значение числа n.

Решение:

Масса увеличилась за счёт поглощения оксидом фосфора (V) кристаллизационной воды:



$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2,16 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,12 \text{ моль};$$

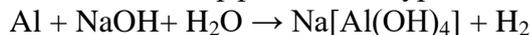
$$\frac{7,08}{164 + 18n} = \frac{0,12}{n} \Rightarrow n = 4;$$

Формула кристаллогидрата - $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$;

Ответ: 4

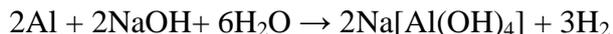
9-5-1

Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:



В ответ запишите сумму коэффициентов.

Решение:



Ответ: 15

9-5-2

Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:



В ответ запишите сумму коэффициентов.

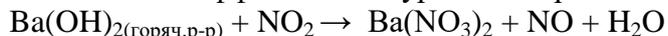
Решение:



Ответ: 18

9-5-3

Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:



В ответ запишите сумму коэффициентов.

Решение:



Ответ: 7

9-6-1

Какое количество теплоты (кДж) выделится при взаимодействии 4 г кальция с кислородом, если термохимическое уравнение имеет следующий вид:



В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$\nu(\text{Ca}) = \frac{4 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль};$$

$$2 \text{ моль Ca} - 1270 \text{ кДж}$$

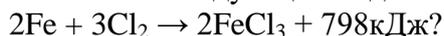
$$0,1 \text{ моль Ca} - Q \text{ кДж}$$

$$\text{Отсюда, } Q = 63,5 \text{ кДж.}$$

Ответ: 63,5

9-6-2

Какое количество теплоты (кДж) выделится при взаимодействии 11,2 г железа с хлором, если термохимическое уравнение имеет следующий вид:



В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$\nu(\text{Fe}) = \frac{11,2 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль};$$

2 моль Fe – 798 кДж

0,2 моль Fe – Q кДж

Отсюда, Q = 79,8 кДж.

Ответ: 79,8

9-6-3

Какое количество теплоты (кДж) выделится при взаимодействии фосфора с 5,6 л (н.у.) хлора, если термохимическое уравнение имеет следующий вид:



В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$\nu(\text{Cl}_2) = \frac{5,6 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,25 \text{ моль};$$

5 моль Cl₂ – 734 кДж

0,25 моль Cl₂ – Q кДж

Отсюда, Q = 36,7 кДж.

Ответ: 36,7

9-7-1

Из приведенного списка выберите вещества, способные реагировать с водой при комнатной температуре:

1) Cs; 2) CuSO₄·5H₂O; 3) Ag₂O; 4) NO₂; 5) Ag; 6) Al₂S₃.

В ответе укажите номера без пробелов в порядке возрастания, например, 123.

Решение:

1) $2\text{Cs} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CsOH} + \text{H}_2$;

2) Реакция не идёт;

3) Реакция не идёт;

4) $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$;

5) Реакция не идёт;

6) $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$.

Ответ: 146

9-7-2

Из приведенного списка выберите вещества, способные реагировать с водой при комнатной температуре:

1) Cl₂O₇; 2) Cu; 3) PCl₅; 4) Mg(OH)₂; 5) He; 6) Ba.

В ответе укажите номера без пробелов в порядке возрастания, например, 123.

Решение:

1) $\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HClO}_4$;

2) Реакция не идёт;

3) $\text{PCl}_5 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_4$;

4) Реакция не идёт;

5) Реакция не идёт;

6) $\text{Ba} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$.

Ответ: 136

9-7-3

Из приведенного списка выберите вещества, способные реагировать с водой при комнатной температуре:

- 1) SiO₂; 2) BaSO₄; 3) CH₄; 4) SO₂Cl₂; 5) Ca; 6) Li₂O.

В ответе укажите номера без пробелов в порядке возрастания, например, 123.

Решение:

- 1) Реакция не идёт;
2) Реакция не идёт;
3) Реакция не идёт;
4) $\text{SO}_2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$;
5) $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$;
6) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH}$.

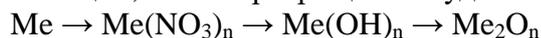
Ответ: 456

9-8-1

Металл массой 19,2 г растворили в избытке концентрированного раствора азотной кислоты. Образовавшуюся соль выделили, растворили в воде, а затем добавили избыток щелочи, выпавший осадок отфильтровали и прокалили, при этом получили 24 г продукта. Определите металл. В ответ запишите его порядковый номер.

Решение:

В общем, схема превращений будет иметь следующий вид:



По закону сохранения массы вся масса металла перешла в оксид, следовательно,

$$\omega(\text{Me}/\text{Me}_2\text{O}_n) = \frac{19,2}{24} = 0,8 = \frac{2M}{2M + 16n};$$

Решая, получаем, что при $n = 2$, $M = 64$, что соответствует меди (Cu)

Ответ: 29

9-8-2

Металл массой 45,5 г растворили в избытке раствора соляной кислоты. Образовавшуюся соль выделили, растворили в воде, а затем добавили необходимое количество нитрата серебра, выпавший осадок отфильтровали, а из оставшегося фильтрата выделили соль и прокалили, при этом образовалось 56,7 г остатка. Определите металл. В ответ запишите его порядковый номер.

Решение:

В общем схема превращения будет иметь следующий вид:



По закону сохранения массы вся масса металла перешла в оксид, следовательно,

$$\omega(\text{Me}/\text{Me}_2\text{O}_n) = \frac{45,5}{56,7} = 0,8024 = \frac{2M}{2M + 16n};$$

Решая получаем, что при $n = 2$, $M = 65$, что соответствует цинку (Zn)

Ответ: 30

9-8-3

Металл массой 11 г растворили в избытке раствора серной кислоты. Образовавшуюся соль выделили, растворили в воде, а затем добавили необходимое количество нитрата бария, выпавший осадок отфильтровали, а из оставшегося фильтрата выделили соль и прокалили, при этом образовалось 17,4 г остатка. Определите металл. В ответ запишите его порядковый номер.

Решение:

В общем схема превращения будет иметь следующий вид:

металл → сульфат металла → нитрат металла → оксид металла

По закону сохранения массы вся масса металла перешла в оксид, следовательно,

$$\omega(\text{Me}/\text{Me}_2\text{O}_n) = \frac{11}{17,4} = 0,6322 = \frac{2M}{2M + 16n};$$

Решая, получаем, что при $n = 4$, $M = 55$, что соответствует марганцу (Mn)

Ответ: 25

9-9-1

Смесь метана и оксида азота (I) имеет относительную плотность по кислороду равную 1,1125. Определите объёмную долю (в процентах) метана. В ответ запишите число, округлив его до целых.

Решение:

$$M(\text{смесь}) = 1,1125 \cdot 32 \text{ г/моль} = 35,6 \text{ г/моль};$$

$$35,6 = 16\varphi(\text{CH}_4) + 44(1 - \varphi(\text{CH}_4));$$

$$\varphi(\text{CH}_4) = 30\%.$$

Ответ: 30

9-9-2

Смесь сероводорода и хлороводорода имеет относительную плотность по азоту равную 1,25. Определите объёмную долю (в процентах) сероводорода. В ответ запишите число, округлив его до целых.

Решение:

$$M(\text{смесь}) = 1,25 \cdot 28 \text{ г/моль} = 35 \text{ г/моль};$$

$$35 = 34\varphi(\text{H}_2\text{S}) + 36,5(1 - \varphi(\text{H}_2\text{S}));$$

$$\varphi(\text{H}_2\text{S}) = 60\%.$$

Ответ: 60

9-9-3

Смесь аммиака и оксида водорода имеет относительную плотность по гелию равную 3,5. Определите объёмную долю (в процентах) аммиака. В ответ запишите число, округлив его до целых.

Решение:

$$M(\text{смесь}) = 3,5 \cdot 4 \text{ г/моль} = 14 \text{ г/моль};$$

$$14 = 17\varphi(\text{NH}_3) + 2(1 - \varphi(\text{NH}_3));$$

$$\varphi(\text{NH}_3) = 80\%.$$

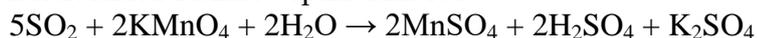
Ответ: 80

9-10-1

Смесь сернистого газа и газа X имеет относительную плотность по водороду равную 28. При пропускании исходной смеси через склянку с раствором перманганата калия, масса склянки увеличилась на 19,2 г. Если аналогичную смесь пропустить через склянку с баритовой водой, то масса склянки увеличивается на 28 г, при этом смесь поглощается полностью. Определите газ X. В ответ запишите молярную массу газа X, округлив её до целых. (Например: 28)

Решение:

Т.к. масса в первом случае меньше чем во втором, следовательно, в первом случае поглотился только сернистый газ:



$$m(\text{SO}_2) = 19,2\text{ г} \Rightarrow \nu(\text{SO}_2) = 0,3 \text{ моль}$$

Общая масса газов равна 28 г, тогда $m(\text{X}) = 28 - 19,2 = 8,8 \text{ г}$

$$M(\text{смеси}) = 56 \text{ г/моль}, \text{ тогда } \nu(\text{смеси}) = 28 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\text{Тогда } \nu(\text{X}) = 0,5 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

$$M(\text{X}) = \frac{8,8 \text{ г}}{0,2 \text{ моль}} = 44 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{X} - \text{углекислый газ (CO}_2\text{)}$$

Ответ: 44

9-10-2

Смесь углекислого газа и газа X имеет относительную плотность по неону равную 2. При пропускании исходной смеси через склянку с раствором перманганата калия и серной кислотой, масса склянки увеличилась на 6,8 г. Если аналогичную смесь пропустить через склянку с гидроксидом натрия, то масса склянки увеличивается на 20 г, при этом смесь поглощается полностью. Определите газ X. В ответ запишите молярную массу газа X, округлив её до целых. (Например: 28)

Решение:

Т.к. масса в первом случае меньше чем во втором, следовательно, в первом случае поглотился только газ X (углекислый газ не реагирует с раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты), тогда $m(\text{X}) = 6,8\text{ г}$.

$$\text{Общая масса газов равна } 20 \text{ г, тогда } m(\text{CO}_2) = 20 - 6,8 = 13,2\text{ г} \Rightarrow \nu(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль}$$

$$M(\text{смеси}) = 40 \text{ г/моль}, \text{ тогда } \nu(\text{смеси}) = 20 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\text{Тогда } \nu(\text{X}) = 0,5 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

$$M(\text{X}) = \frac{6,8 \text{ г}}{0,2 \text{ моль}} = 34 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{X} - \text{сероводород (H}_2\text{S)}$$

Ответ: 34

9-10-3

Смесь углекислого газа и газа X имеет относительную плотность по гелию равную 11,2. При пропускании исходной смеси через склянку с раствором перекиси водорода, масса склянки увеличилась на 9,2 г. Если аналогичную смесь пропустить через склянку с гидроксидом калия, то масса склянки увеличивается на 22,4 г, при этом смесь поглотилась полностью. Определите газ X. В ответ запишите молярную массу газа X, округлив её до целых. (Например: 28)

Решение:

Т.к. масса в первом случае меньше чем во втором, следовательно, в первом случае поглотился только газ X (углекислый газ не реагирует с раствором перекиси водорода), тогда $m(\text{X}) = 9,2\text{ г}$.

$$\text{Общая масса газов равна } 22,4 \text{ г, тогда } m(\text{CO}_2) = 22,4 - 9,2 = 13,2\text{ г} \Rightarrow \nu(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль}$$

$$M(\text{смеси}) = 44,8 \text{ г/моль}, \text{ тогда } \nu(\text{смеси}) = 22,4 \text{ г} / 44,8 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\text{Тогда } \nu(\text{X}) = 0,5 - 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

$$M(\text{X}) = \frac{9,2 \text{ г}}{0,2 \text{ моль}} = 46 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{X} - \text{оксид азота (IV) (NO}_2\text{)}$$

Ответ: 46