

Разбор заданий III этапа Всеукраинской ученической олимпиады по химии

Подготовила
студентка 4 курса
химического факультета
Запорожец Ирина

Харьков 2016

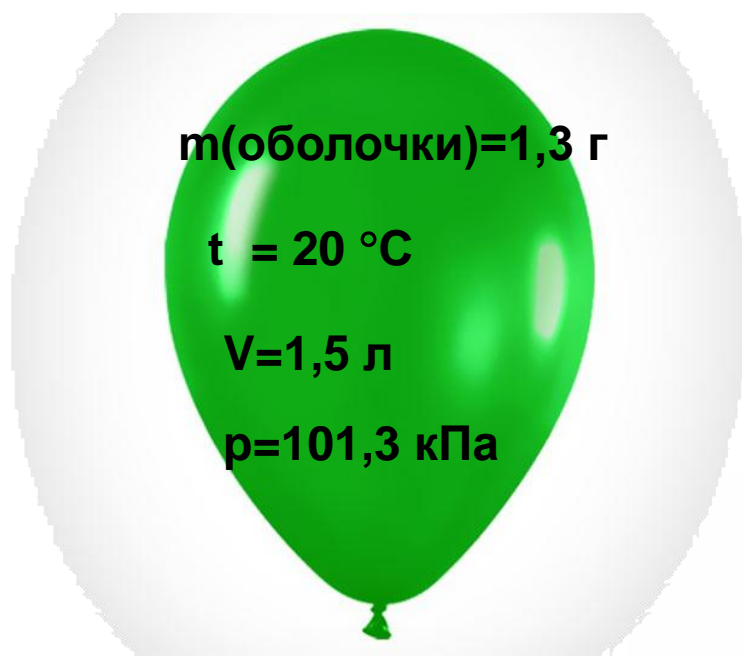
Задача 1. Шарик

(9 класс 2014 г)

- Надувной шарик (масса оболочки **1.3 г**) объемом **1.5 л** заполнен смесью двух газов. Он неподвижно висит в комнате при температуре **20° С** и атмосферном давлении.
- 1. Определите компоненты газовой смеси, которой заполнен шарик, если это – **пассивные неорганические вещества**, состоящие из стабильных природных изотопов элементов. Известно, что простых газов с молярными массами, которые являлись бы промежуточными между молярными массами неизвестных газов, не существует.
- 2. Определите массовую долю каждого газа в смеси.
- 3. Опустится шарик или поднимется, если: а) в комнате похолодало, а температура внутри шарика не успела так быстро измениться; б) увеличилось атмосферное давление; в) увеличилась влажность воздуха?
- *Среднюю молярную массу воздуха считайте равной 29 г/моль.*

Задача 1. Шарик- Решение

- Шаг 1. Вычисление средней молярной массы смеси газов



$$m(\text{оболочки})+m(\text{смеси})=m(\text{воздуха})$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона
 $pV=RTm/M$

$$m=(pVM)/RT$$

$$m(\text{воздуха})= 1 \times 1,5 \times 29 / (0,082 \times 293) = 1,81 \text{ г.}$$

$$m(\text{смеси})=1,81-1,3=0,51 \text{ г}$$

$$M(\text{смеси})= 8,16 \text{ г/моль.}$$

Либо $V_0=V \times T_0/T = 1,5 \times 273/293 = 1,40 \text{ л}$ –
привидение объема к н. у.

$$M=m/(V/V_0)=0,51/(1,40/22,4)=8,16 \text{ г/моль.}$$

Задача 1. Шарик- Решение

- Шаг 2. Определение газов и вычисление состава

1 H hydrogen [1.007, 1.009]							2 He helium 4.003
3 Li lithium [6.938, 6.997]	4 Be beryllium 9.012	5 B boron [10.80, 10.83]	6 C carbon [12.00, 12.02]	7 N nitrogen [14.00, 14.01]	8 O oxygen [15.99, 16.00]	9 F fluorine 19.00	10 Ne neon 20.18
11 Na sodium 22.99	12 Mg magnesium [24.30, 24.31]	13 Al aluminium 26.98	14 Si silicon [28.08, 28.09]	15 P phosphorus 30.97	16 S sulfur [32.05, 32.08]	17 Cl chlorine [35.44, 35.46]	18 Ar argon 39.95

$M=8,16$ г/моль.

He, $M_1=4$ г/моль

Ne, $M_2=20$ г/моль

$$\bar{M} = \sum_i x_i M_i = x_1 M_1 + x_2 M_2 \quad M = 4 * X_1 + 20 * (1 - X_1)$$

$$x_1 + x_2 = 1$$

$$X_1 = 0,74 \quad X_2 = 0,26$$

$$w_1 = 0,74 * 4 / (0,74 * 4 + 0,26 * 20) = 0,36$$

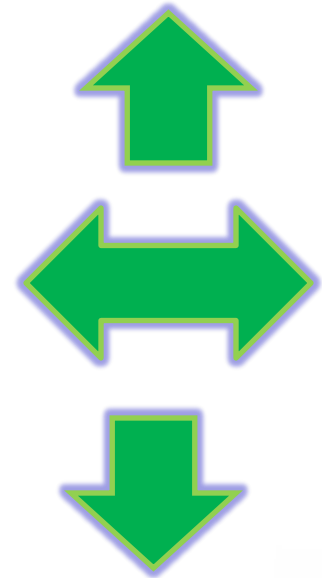
$$w_2 = 1 - 0,36 = 0,64$$

Задача 1. Шарик- Решение

- Шаг 3. Ответ на вопрос

Опустится шарик или поднимется, если:

- а) в комнате похолодало, а температура внутри шарика не успела так быстро измениться;
- б) увеличилось атмосферное давление;
- в) увеличилась влажность воздуха?



Задача 2. Топливо (9 класс 2008 г)

Известно, что тепловой эффект реакции равен разности тепловых эффектов образования продуктов реакции и исходных веществ. Какое из трех газообразных веществ – C_2H_6 (этан), B_2H_6 (диборан) или SiH_4 (силан) – будет лучшим ракетным топливом, если их объем одинаков, окислителем является чистый кислород, а тепловые эффекты образования (в ккал/моль) равны: C_2H_6 (-20.2), B_2H_6 (9.2), SiH_4 (8.3), CO_2 (-93.9), H_2O (-57.6), B_2O_3 (-299.3), SiO_2 (-217.4).
Ответ мотивируйте.

Задача 2. Топливо - Решение

$$\Delta_r H^\circ = \sum_i \nu_i \Delta_f H^\circ_{\text{products}} - \sum_j \nu_j \Delta_f H^\circ_{\text{reagents}}$$

- $\text{C}_2\text{H}_6 + 3.5 \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- $\Delta H = -(2 \cdot 93.9 + 3 \cdot 57.6 - 20.2)$ ккал/моль = -340.4 ккал/моль
-
- $\text{B}_2\text{H}_6 + 3 \text{O}_2 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- $\Delta H = -(299.3 + 3 \cdot 57.6 - (-9.2))$ ккал/моль = -481.3 ккал/моль
-
- $\text{SiH}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\Delta H = -(2 \cdot 57.6 + 217.4 - (-8.3))$ ккал/моль = -340.9 ккал/моль.
- B_2H_6 выгоднее.

Задача 3. Перекись (10 класс 2015 г)

- Разложение пероксида водорода происходит под действием различных факторов: света, температуры, катализаторов.
- 1. Напишите уравнение разложения H_2O_2 .
- Известно, что кинетическое уравнение, описывающее скорость разложения H_2O_2 имеет вид: $v = k[\text{H}_2\text{O}_2]$.
- 2. Рассчитайте константу скорости k (в с^{-1}) при 25°C , если известно, что концентрация H_2O_2 изменяется с 0.3 моль/л до 0.2 моль/л за 9 минут. Сколько молекул пероксида водорода разложилось за это время в 1 л раствора H_2O_2 ?
- 3. Пусть начальная концентрация H_2O_2 равна 0.100 моль/л. Какой станет концентрация H_2O_2 через 30 минут? (При расчетах используйте выражение для константы скорости: $k = (1/t) \times \ln(a_0/a)$, где t – время, за которое концентрация вещества меняется с a_0 (моль/л) до a (моль/л). Если вы не рассчитали константу скорости в предыдущем пункте, используйте значение $k = 7 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$).

Задача 3. Перекись (10 класс 2015 г)

- Реакция разложения H_2O_2 в присутствии йодид-ионов описывается следующим кинетическим уравнением: $v = k[\text{H}_2\text{O}_2][\text{I}^-]$.
- 3. Как будет изменяться скорость разложения H_2O_2 , если: а) концентрацию H_2O_2 увеличить в 2 раза, а концентрацию I^- уменьшить в 3 раза; б) концентрацию H_2O_2 увеличить в 3 раза, а концентрацию I^- уменьшить в 2 раза?
- В человеческом организме реакцию разложения H_2O_2 катализирует фермент каталаза.
- 4. Рассчитайте, во сколько раз увеличивается скорость разложения H_2O_2 в присутствии каталазы при 37°C , если энергии активации реакции без катализатора и в его присутствии равны соответственно 75 кДж/моль и 23 кДж/моль. При расчетах используйте уравнение Аррениуса: $k = A \cdot e(-E_a/RT)$, где E_a – энергия активации, R – газовая постоянная, равная 8.314 Дж/(моль×К), A – некая константа для данной реакции.

Задача 3. Перекись- Решение



2. $v = k[\text{H}_2\text{O}_2]$. $c_1 = 0.3$ моль/л $c_2 = 0.2$ моль/л $t = 9$ минут.

$k = ?$ $N = ?$

Способ 1.

$$v = \Delta c / \Delta t, \Delta t = 9 \text{ мин} = 540 \text{ с};$$

$$\Delta c = (0.3 - 0.2) \text{ моль/л} = 0.1 \text{ моль/л},$$

$$v = 0.1 / 540 \text{ моль/(л}\cdot\text{с)} = 1.85 \times 10^{-4} \text{ моль/(л}\cdot\text{с)},$$

$$c_{\text{средн}} = (0.3 + 0.2) / 2 \text{ моль/л} = 0.25 \text{ моль/л},$$

$$k = v / c = (1.85 \times 10^{-4}) / 0.25 \text{ с}^{-1} = 7.4 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}.$$

Способ 2.

$$k = (1/t) \times \ln(a_0/a)$$

$$k = (1/540) \times \ln(0.3/0.2) = 7.4 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$$

$$N = N_A \cdot (c_2 - c_1) = 0.1 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{22} \text{ молекул}$$

Задача 3. Перекись- Решение

3. $v = k[\text{H}_2\text{O}_2][\text{I}^-]$.
Как будет изменяться скорость разложения H_2O_2 , если:
- а) концентрацию H_2O_2 увеличить в 2 раза, а концентрацию I^- уменьшить в 3 раза; $v_2 = k \cdot 2 \cdot [\text{H}_2\text{O}_2]^{(1/3)}[\text{I}^-]$
Уменьшится в 1,5 раза.
- б) концентрацию H_2O_2 увеличить в 3 раза, а концентрацию I^- уменьшить в 2 раза? $v_3 = k \cdot 3 \cdot [\text{H}_2\text{O}_2]^{(1/2)}[\text{I}^-]$
Увеличится в 1,5 раза.

Задача 3. Перекись- Решение

4. . Рассчитайте, во сколько раз увеличивается скорость разложения H_2O_2 в присутствии каталазы при 37°C , если энергии активации реакции без катализатора и в его присутствии равны соответственно 75 кДж/моль и 23 кДж/моль . При расчетах используйте уравнение Аррениуса: $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$, где E_a – энергия активации, R – газовая постоянная, равная $8.314 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$, A – некая константа для данной реакции.

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{e^{-\frac{E_{a2}}{RT}}}{e^{-\frac{E_{a1}}{RT}}} = e^{\frac{E_{a1}-E_{a2}}{RT}} = e^{\frac{75000-23000}{8,314 \cdot 310}} = 5,8 \cdot 10^8$$

Задача 4. Взрыв (11 класс 2012 г)

- Твердое бинарное неорганическое вещество **A** окрашивает пламя в карминовый цвет, причем при сгорании 8,0 г вещества **A** в избытке кислорода образуется лишь 24,0 г твердого вещества **B1**. При взаимодействии с избытком воды 8,0 г вещества **A** образуют вещество **B2** массой 23,0 г и газ **B** (плотность по водороду 1,5). При некоторых условиях вещество **A** способно взрываться, образуя лишь газ **Г** (плотность по водороду 2).
- 1. Расшифруйте вещества, приведите уравнение реакций.
- 2. Как получают вещество **A**? Какие условия взрыва вещества **A** с образованием газа **Г**?

Задача 4. Взрыв- Решение

$M(B)=3$ г/моль: HD ^3He - ?

A – гидрид? MetD_x



• 8г 24 г

• $m(\text{O}_2)=24-8=16$ г

$m(\text{O}_2)/m(A)=M_{\text{ЭКВ}}(\text{O}_2)/M_{\text{ЭКВ}}(A)$; $M_{\text{ЭКВ}}(\text{O}_2)=8$ г/моль

$M_{\text{ЭКВ}}(A)=4$ г/моль

$X=1$ $M(A)=8$ г/моль - ^6LiD

Задача 4. Взрыв- Решение

- **A** – ${}^6\text{LiD}$, **Б1** – ${}^6\text{LiOD}$, **Б2** – ${}^6\text{LiOH}$, **В** – HD , **Г** – ${}^4\text{He}$.
- $2{}^6\text{LiD} + \text{O}_2 = 2{}^6\text{LiOD}$,
- ${}^6\text{LiD} + \text{H}_2\text{O} = 2{}^6\text{LiOH} + \text{HD}$,
- ${}^6\text{LiD} = 2{}^4\text{He}$.

Задача 5. Комплексы Ее Величества (11 класс 2012 г)

• . Прямое фторирование серовато-белого металла **X** при температуре 600 °С с последующим резким охлаждением приводит к получению темно-красного вещества **A** ($w(\text{X}) = 0,6312$), легко реагирующего с газом **B** даже при комнатной температуре с образованием только оранжевого комплекса **C** ($w(\text{X}) = 0,5719$). Фторирование металла **X** эквимолекулярным количеством бинарного вещества **D** в жидком фтороводороде приводит к образованию коричневого вещества **E** ($w(\text{X}) = 0,7196$) и газа **F** (**F** в 4,1 раза тяжелее **B**), который образует с веществом **A** при нагревании в атмосфере гексафторида серы только оранжевый комплекс **G** ($w(\text{X}) = 0,4430$), а с соединением **C** даже при комнатной температуре – другой оранжевый комплекс **H** ($w(\text{X}) = 0,5206$) и газ **B**.

• 1. Установите металл **X** и вещества **A–H**, а также запишите уравнения химических реакций для всех описанных превращений.

• 2. Приведите структуры комплексного иона вещества **C** и молекулы вещества **D** с указанием типа гибридизации неконцевых атомов в их составе.

• 3. Чем объясняется возможность прямого получения комплексов **C** и **G** из вещества **A**?

Задача 5. Комплексы Ее Величества - Решение

- Соединение А – XF_n $w(\text{X})= 0,6312$ Е- XF_m $w(\text{X})= 0,7196$
- $w(\text{X})=\text{Ar}(\text{X})/(\text{Ar}(\text{X})+19n)$

n	$M(\text{X})_A, \text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$	X_A	$M(\text{X})_E, \text{г}\cdot\text{моль}^{-1}$	X_E
1	32.52	–	48.76	–
2	65.04	Zn	97.52	–
3	97.56	–	146.28	–
4	130.08	–	195.04	Pt
5	162.60	Dy	243.80	–
6	195.12	Pt	292.56	–

X – Pt, А – PtF_6 Е- PtF_4

Задача 5. Комплексы Ее Величества (11 класс 2012 г)

• . Прямое фторирование серовато-белого металла **X** при температуре 600 °С с последующим резким охлаждением приводит к получению темно-красного вещества **A** ($w(\text{X}) = 0,6312$), легко реагирующего с газом **B** даже при комнатной температуре с образованием только оранжевого комплекса **C** ($w(\text{X}) = 0,5719$). Фторирование металла **X** эквимолекулярным количеством бинарного вещества **D** в жидком фтороводороде приводит к образованию коричневого вещества **E** ($w(\text{X}) = 0,7196$) и газа **F** (**F** в 4,1 раза тяжелее **B**), который образует с веществом **A** при нагревании в атмосфере гексафторида серы только оранжевый комплекс **G** ($w(\text{X}) = 0,4430$), а с соединением **C** даже при комнатной температуре – другой оранжевый комплекс **H** ($w(\text{X}) = 0,5206$) и газ **B**.

• 1. Установите металл **X** и вещества **A–H**, а также запишите уравнения химических реакций для всех описанных превращений.

• 2. Приведите структуры комплексного иона вещества **C** и молекулы вещества **D** с указанием типа гибридизации неконцевых атомов в их составе.

• 3. Чем объясняется возможность прямого получения комплексов **C** и **G** из вещества **A**?

Задача 5. Комплексы Ее Величества - Решение

- Газ В ???
- $A + B = C$ $A + F = G$
- $yPtF_6 + xB = B_x[PtF_6]_y$
- Если $y=1$, то $M(C) = M(Pt)/w(Pt)$, $w(Pt) = 0,5719$
- $\Delta M(C) = 195,08/0,5719 - 309,08 = 32$
(г/моль) $\equiv 2O$,
- $\Delta M(G) = 195,08/0,443 - 309,08 = 131.3$
(г/моль) $\equiv Xe$,

Задача 5. Комплексы Ее Величества (11 класс 2012 г)

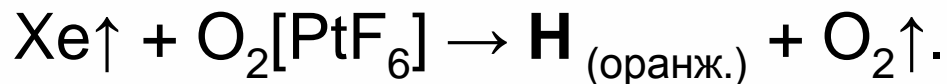
• . Прямое фторирование серовато-белого металла **X** при температуре 600 °С с последующим резким охлаждением приводит к получению темно-красного вещества **A** ($w(\text{X}) = 0,6312$), легко реагирующего с газом **B** даже при комнатной температуре с образованием только оранжевого комплекса **C** ($w(\text{X}) = 0,5719$). Фторирование металла **X** эквимолекулярным количеством бинарного вещества **D** в жидком фтороводороде приводит к образованию коричневого вещества **E** ($w(\text{X}) = 0,7196$) и газа **F** (**F** в 4,1 раза тяжелее **B**), который образует с веществом **A** при нагревании в атмосфере гексафторида серы только оранжевый комплекс **G** ($w(\text{X}) = 0,4430$), а с соединением **C** даже при комнатной температуре – другой оранжевый комплекс **H** ($w(\text{X}) = 0,5206$) и газ **B**.

• 1. Установите металл **X** и вещества **A–H**, а также запишите уравнения химических реакций для всех описанных превращений.

• 2. Приведите структуры комплексного иона вещества **C** и молекулы вещества **D** с указанием типа гибридизации неконцевых атомов в их составе.

• 3. Чем объясняется возможность прямого получения комплексов **C** и **G** из вещества **A**?

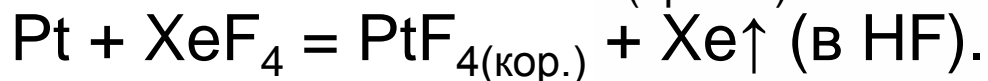
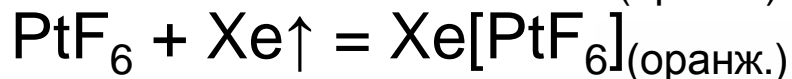
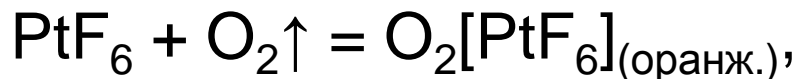
Задача 5. Комплексы Ее Величества - Решение



Масса некомплексного фрагмента $\Delta M(\text{H})$:

$$\Delta M(\text{H}) = 195,08/0,5206 - 309,08 = 131.3/2 \text{ (г/моль)}$$

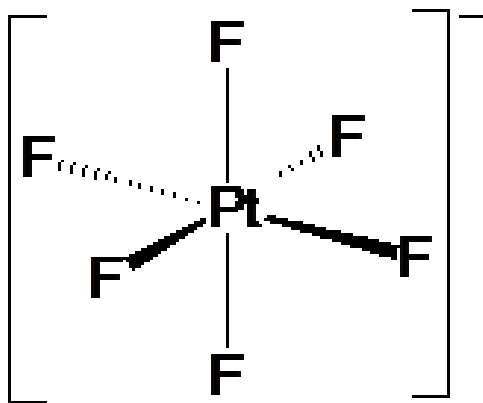
H – гексафтороплатинат (V) ксенона(II):



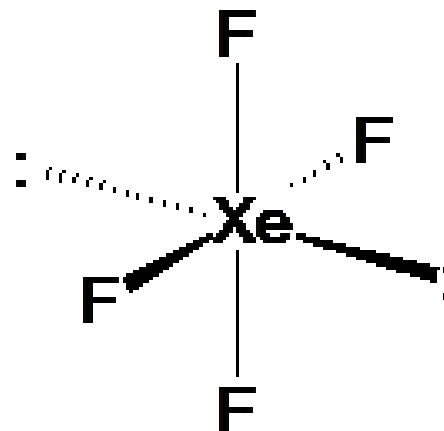
Задача 5. Комплексы Ее Величества - Решение



Pt – d^2sp^3 (октаэдр)



Xe – sp^3d^2 (квадрат)



Полезные ссылки:

- Сайт украинских химических олимпиад:

<http://www-chemo.univer.kharkov.ua/olympiad.htm>

Всеукраинская Интернет-олимпиада

http://www.osvitaodessa.org/?mod=internet_olimp