

**Задание 1. Неизвестный Минерал** (*Коршыбек Диас*)

- (1) По второму пункту задачи можно понять, что элемент с валентностью I это металл, валентность I могут иметь все щелочные металлы, а также золото, медь и серебро. По описанию  $C - SO_2$ , и получается **A** и **B** сульфиды, **D** это оксид.

Получается минерал содержит два металла и серу. С помощью данных по параметрам решетки для минерала **X** можем найти ее молярную массу:

$$M_r = \frac{\rho \cdot N_A \cdot V}{z} = \frac{4.193 \cdot N_A \cdot (5.289 \cdot 10^{-8})^2 \cdot (10.423 \cdot 10^{-8})}{4} = 184 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

С учетом молярной массы можно понять, что золото из вариантов отпадает, так как ее атомная масса больше чем молярная масса самого минерала. Вещество **B** имеет черный цвет, поэтому щелочные металлы отпадают, так как их сульфиды белого цвета. Остаются лишь серебро и медь.

Если серебро, минерал  $MeAgS_n$ :

$n$	$M_r(\text{Me})$
1	44
2	12

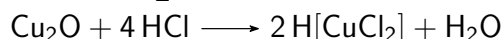
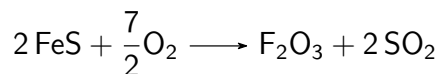
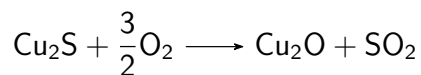
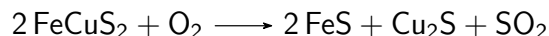
Если медь, минерал  $MeCuS_n$ :

$n$	$M_r(\text{Me})$
1	88
2	56

Из всех вариантов подходит лишь последний, получается минерал  $FeCuS_2$ .

A	B	C	D	E	X
$FeS$	$CuS$	$SO_2$	$Cu_2O$	$H[CuCl_2]$	$FeCuS_2$

Реакции:



За нахождение каждого элемента по 1 баллу, за реакции по 1 баллу, за нахождения молярной массы 2 балла.

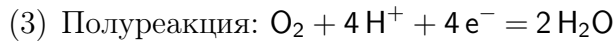
- (2) Эффект Яна-Теллера. (1 балл)

**Задание 2. Солнышко** (*Имоусизов Ринат*)

- (1) Эти молекулы должны обладать большой сопряженной системой  $\pi$  электронов (1 балл)

$$(2) E = \frac{hc}{\lambda} = 3.49 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

(3 балл)



Пересчитаем потенциал на  $T=310\text{K}$ ,  $\text{pH}=7$ :  $E = E^\circ - \frac{RT}{4F} \cdot \ln\left(\frac{1}{[\text{H}^+]^4}\right) = 0.82\text{V}$

(4 балл)

(4) На 1 моль кислорода:  $E_{\text{прак}} = 32 \cdot (4 + 2 \cdot 2.5) = 288 \text{ кДж}$

$E_{\text{теор}} = 2 \cdot 4 \cdot \frac{h \cdot c \cdot N_a}{\lambda} = 1596 \text{ кДж}$  Таким образом, КПД составляет около 18 процентов

(4 балл)

### Задача 3. Опять математика в химии/ Продолжение фаз:кошка жены

(Бакытбекова Енлик)

(1)  $d\mu(1) = d\mu(2) \implies V_m(1)dp - S_m(1)dT = V_m(2)dp - S_m(2)dT \implies (S_m(2) - S_m(1)) dT = (V_m(2) - V_m(1)) dp \implies \Delta_{\text{ф.п.}} S dT = \Delta_{\text{ф.п.}} V dp \implies \frac{dp}{dT} = \frac{\Delta_{\text{ф.п.}} S}{\Delta_{\text{ф.п.}} V} = \frac{\Delta_{\text{ф.п.}} H}{T \Delta_{\text{ф.п.}} V}$

(1 балл)

(2) Энтальпия испарения положительна, а  $\Delta_{\text{исп}} V$  велико и положительно, поэтому наклон  $dp/dT$  положительный.

(1 балл)

(3)  $\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta_{\text{пл}} H}{T \Delta_{\text{пл}} V} \implies \int dp = \int \frac{\Delta_{\text{пл}} H}{T \Delta_{\text{пл}} V} dT \implies p = \frac{\Delta_{\text{пл}} H}{\Delta_{\text{пл}} V} \ln T + C$

(2 балл)

(4)

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta_{\text{исп}} H}{T \Delta_{\text{исп}} V}$$

$$\Delta_{\text{исп}} V = V_m(\text{газ}) - V_m(\text{жид}) \approx V_m(\text{газ}) = \frac{V}{n} = \frac{RT}{p}$$

$$\implies \frac{dp}{dT} = \frac{p \Delta_{\text{исп}} H}{RT^2} \implies \int \frac{dp}{p} = \int \frac{\Delta_{\text{исп}} H}{RT^2} dT$$

$$\implies \ln p = -\frac{\Delta_{\text{исп}} H}{RT} + C$$

(2 балл)

(5)

$$\ln p_2 = -\frac{\Delta_{\text{воз}} H}{RT_2} + C_{\text{воз}}$$

—

$$\ln p_1 = -\frac{\Delta_{\text{воз}} H}{RT_1} + C_{\text{воз}}$$

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = -\frac{\Delta_{\text{воз}} H}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\implies \Delta_{\text{воз}} H = \frac{R \ln \frac{p_2}{p_1}}{-\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)} \xrightarrow{\text{аналогично}} \Delta_{\text{исп}} H = \frac{R \ln \frac{p_2}{p_1}}{-\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)}$$

$$\Delta_{\text{воз}} H = 31226.81 \text{ Дж/моль}$$

$$\Delta_{\text{исп}} H = 22164.02 \text{ Дж/моль}$$

(2 балл)

(6) Найдем константы для возгонки и испарения

$$\ln p = -\frac{\Delta_{\text{воз}}H}{RT} + C = -\frac{3755.93}{T} + C$$

Подставив  $p = 2277$  Па,  $T = -98 + 273.15$  К  $\implies C_{\text{воз}} = 29.17$ . Аналогично находим, что  $C_{\text{исп}} = 22.76$ .

$$\ln p_{\text{ТВ}} = -\frac{3755.93}{T} + 29.17$$

$$\ln p_{\text{жид}} = -\frac{2665.87}{T} + 22.76$$

Так как в тройной точке одно давление и одна температура, мы можем уравнять эти два выражения,  $\ln p_{\text{ТВ}} = \ln p_{\text{жид}}$ :

$$-\frac{3755.93}{T_{\text{тр}}} + 29.17 = -\frac{2665.87}{T_{\text{тр}}} + 22.76$$

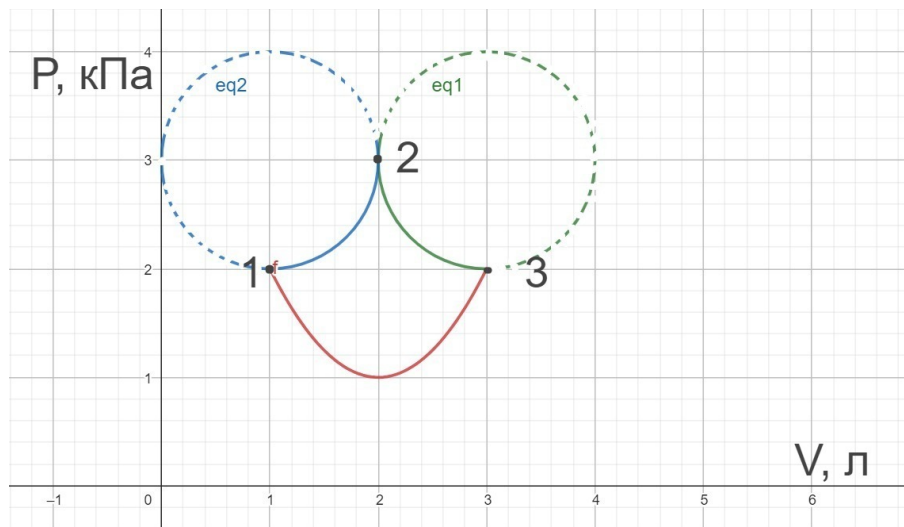
$$T_{\text{тр}} = 170.05 \text{ К}$$

Подставим температуру в любое уравнение, и получим

$$p_{\text{тр}} = 1191.28 \text{ Па}$$

(4 балл)

#### Задание 4. Прикольная термодинамика (Махматов Мансур)



1. Окружность 1-2:

$$(V - 1)^2 + (P - 3)^2 = 1$$

(1 балл) Окружность 2-3:

$$(V - 3)^2 + (P - 3)^2 = 1$$

(1 балл) Парабола 1-3:

$$P(V) = (V - 2)^2 + 1$$

(2 балл)

2. Найдем площадь прямоугольника, ограниченного кривыми 1-2 и 2-3:

$$S = 2 \cdot 3 - \frac{1}{4}\pi R^2 - \frac{1}{4}\pi R^2 = 6 - \frac{1}{2}\pi$$

Отнимем площадь, ограниченной параболой:

$$w = 6 - \frac{\pi}{2} - \int_1^3 (V - 2)^2 + 1dV = 1.76kJ$$

За нахождение площади и работы по 4 балла.