

**ФИПИ, Типовые варианты экзаменационных заданий (2025)**  
**30 вариантов, Ю.Н. Медведев**

**Вариант 1, задача 34**

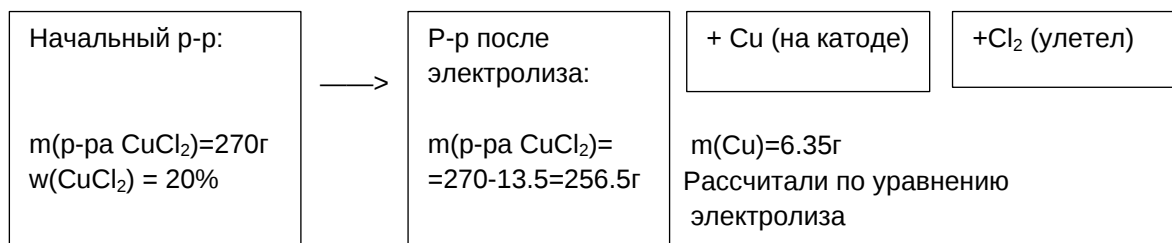
Электролиз раствора хлорида меди (II) (масса раствора 270 г, массовая доля соли 20%) проводили до тех пор, пока масса раствора не уменьшилась на 13.5 г. После этого инертные электроды оставили в растворе, к которому затем прилили 157,5 г раствора с массовой долей азотной кислоты 80%. Вычислите массовую долю нитрата меди (II) в получившемся растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

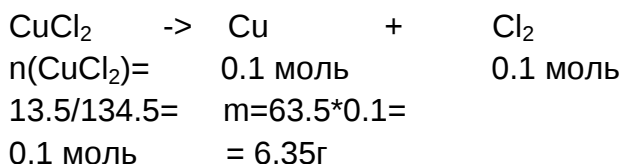
**Решение:**

Задача состоит из двух этапов: 1) проводим электролиз раствора  $\text{CuCl}_2$ ; 2) к полученному раствору (с катодами) прибавляем раствор  $\text{HNO}_3$ . Изобразим каждый их них подробно:

1. Электролиз раствора  $\text{CuCl}_2$ :  $\text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{Cl}_2$ . Схема процесса:



По уравнению можем рассчитать сколько меди выделилось на катоде, так как знаем массу  $\text{CuCl}_2$  (13.5г), который вступил в реакцию электролиза:

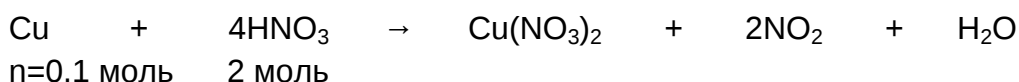


Эта медь (6.35г) и будет реагировать с азотной кислотой на следующем этапе.

2. Рассчитаем массу азотной к-ты по данным из условия задания:

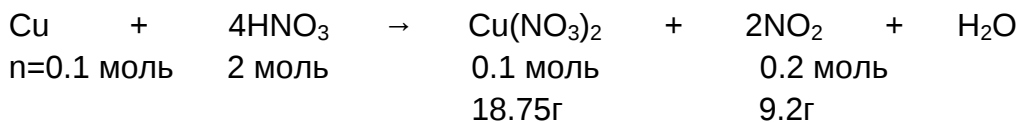
$$m(\text{HNO}_3)=m(\text{р-ра } \text{HNO}_3)*w=157.5*0.8=126\text{г.}$$

$$\text{И количество азотной к-ты: } n(\text{HNO}_3)=m/M=126\text{г}/63(\text{г/моль})=2\text{моль.}$$



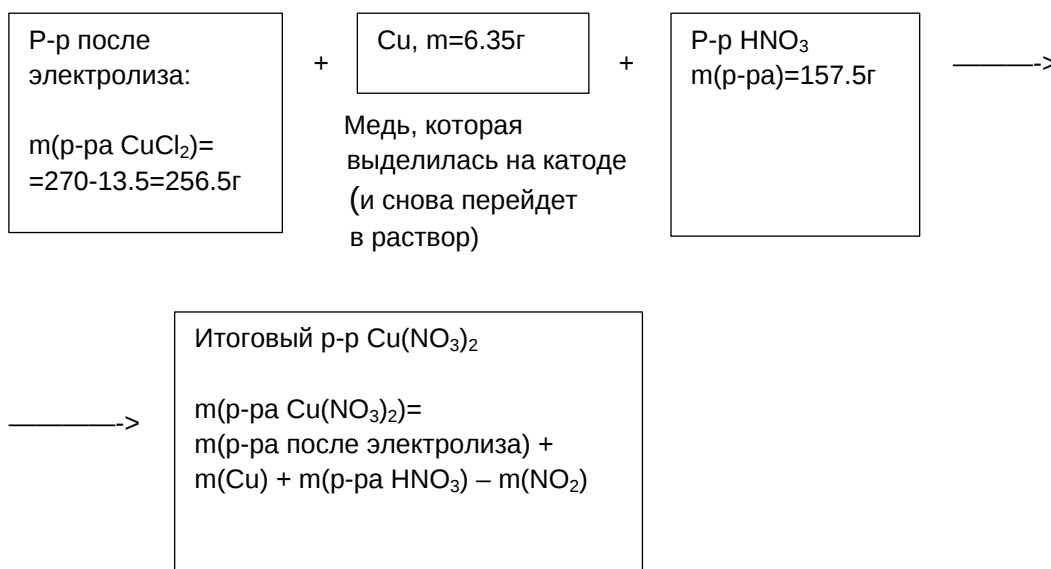
По коэффициентам видим, что азотной кислоты нужно в 4 раза больше, чем меди, т.е. 0.4 моль, а имеем гораздо больше (2 моль), т.е. кислота останется в избытке, а медь израсходуется вся и снова вернется в раствор.

Теперь рассчитываем количество нитрата меди по количеству самой меди. Так как коэффициенты одинаковые,  $n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0.1 \text{ моль}$ . Его масса:  
 $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n \cdot M = 0.1 \text{ моль} \cdot 187.5 (\text{г/моль}) = 18.75 \text{ г}$ .



$\text{NO}_2$  – бурый газ, который улетит во время реакции, т.е. его массу нужно будет вычитать из итогового раствора:  $m(\text{NO}_2) = 0.2 \text{ моль} \cdot 46 (\text{г/моль}) = 9.2 \text{ г}$ .

Изобразим схемой 2-ую реакцию с азотной кислотой:



В итоге, рассчитываем массу итогового раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ :

$$m(\text{р-ра Cu}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{р-ра после электролиза}) + m(\text{Cu}) + m(\text{р-ра HNO}_3) - m(\text{NO}_2) = 411.15 \text{ г}$$

256.5г	6.35г	157.5г	9.2г
--------	-------	--------	------

Рассчитываем массовую долю нитрата меди в итоговом растворе:

$$w(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) / m(\text{р-ра Cu}(\text{NO}_3)_2) = 18.75 \text{ г} / 411.15 \text{ г} = 0.0456 \text{ или } 4.56\%$$