

РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ОТБОРОЧНОГО (РАЙОННОГО) ЭТАПА

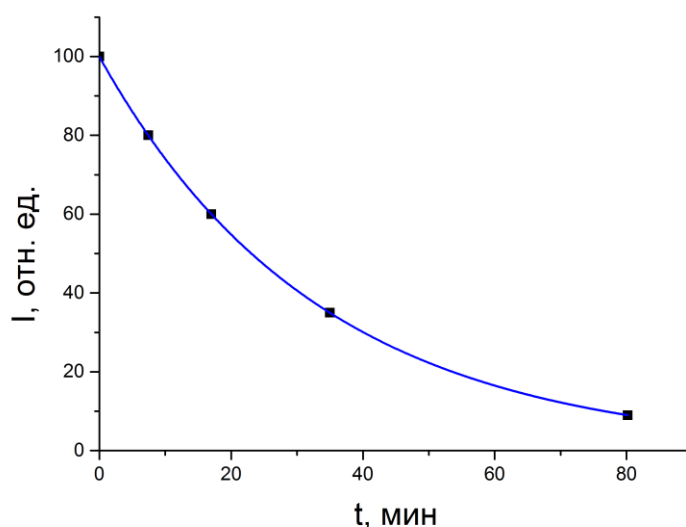
Практический тур

11 класс

Вариант 1

Решение:

График с экспериментальными данными и аппроксимацией экспоненциальной функцией:



Время, когда интенсивность свечения будет составлять половину от исходной, можно определить по графику или аналитически, воспользовавшись уравнением зависимости интенсивности от времени. Оба подхода к решению задачи корректны.

Для нахождения времени по графику проводим горизонтальную линию от шкалы ординат (от интенсивности 50 отн. ед.) к графику, от точки пересечения этой линии с графиком проводим вертикальную линию к шкале абсцисс, точка пересечения этой линии со шкалой абсцисс и даст искомое время. $t_{1/2} \approx 23$ мин (значение, найденное по графику, считается корректным в интервале от 20 до 26 минут).

Так как интенсивность прямо пропорциональна концентрации, то можно перейти от известного уравнения с концентрациями к уравнению с интенсивностями. То есть уравнение зависимости интенсивности свечения от времени в общем виде будет выглядеть так:

$$I = I_{\text{нач}} e^{-kt}$$

Параметр $I_{\text{нач}}$ – это интенсивность свечения в момент времени $t = 0$, то есть она равна 100 отн. ед. Параметр k – это константа скорости реакции, ее необходимо рассчитать. Это можно сделать, воспользовавшись значением интенсивности для любой из последующих экспериментальных точек. Например, для $t = 17$ минут.

$$60 = 100e^{-k17}$$

$$k = -\frac{1}{17} \ln\left(\frac{60}{100}\right)$$

$$k = 0,03 \text{ мин}^{-1}$$

Таким образом, уравнение зависимости интенсивности свечения от времени имеет вид:

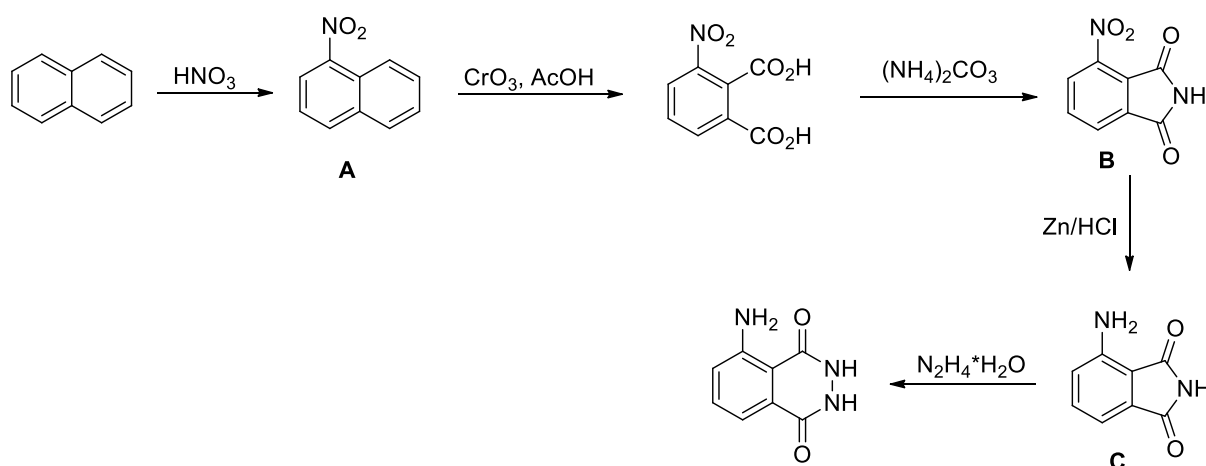
$$I = 100e^{-0,03t}$$

Подставив в это уравнение $I = 50$, можно найти время, когда интенсивность свечения будет составлять половину от исходной.

$$t = -\frac{1}{0,03} \ln\left(\frac{50}{100}\right)$$

$$t_{1/2} = 23,1 \pm 0,1 \text{ (мин)}$$

Решение синтетической части задачи:



Для получения соединения **A** могут быть использованы другие системы, дающие нитрониевый катион, например $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$, KNO_3/AcOH , NO_2BF_4 и т. п.

Критерии оценивания:

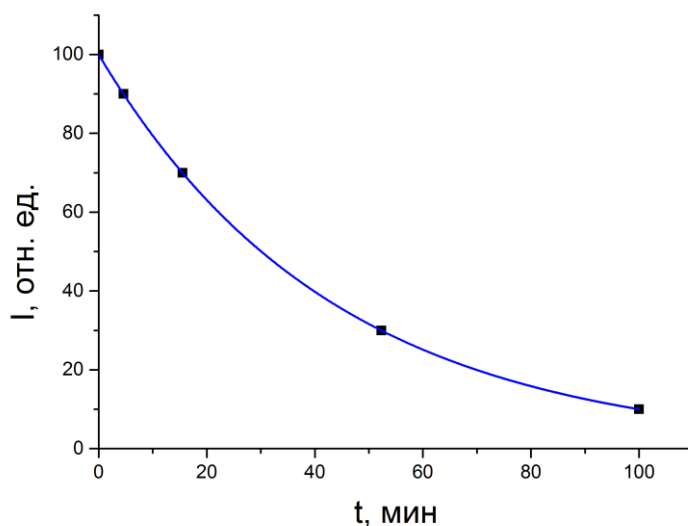
1. График (точки соединены прямыми линиями – 0,5 балла, если все точки соединены одной плавной кривой – 1 балл)
2. Правильное время полуинтенсивности свечения (если определено графическим способом с пояснениями или по уравнению $I = f(t)$, то ставится 2 балла. Если иным способом, то ставится 1 балл)
3. Верное значение параметра $I_{нач}$ – 0,5 балла
4. Верное значение параметра k – 0,5 балла
5. Размерность параметра k (мин^{-1}) – 0,5 балла
6. Верные структурные формулы соединений **A**, **B**, **C** – по 1 баллу (всего: 3 балла)
7. Реагент для получения соединения **A** – 0,5 балла

Всего: 8 баллов

Вариант 2

Решение:

График с экспериментальными данными и аппроксимацией экспоненциальной функцией:



Время, когда интенсивность свечения будет составлять половину от исходной, можно определить по графику или аналитически, воспользовавшись уравнением зависимости интенсивности от времени. Оба подхода к решению задачи корректны.

Для нахождения времени по графику проводим горизонтальную линию от шкалы ординат (от интенсивности 50 отн. ед.) к графику, от точки пересечения этой линии с графиком проводим вертикальную линию к шкале абсцисс, точка пересечения этой линии со шкалой абсцисс и даст искомое время. $t_{1/2} \approx 30$ мин (значение, найденное по графику, считается корректным в интервале от 26 до 35 минут).

Так как интенсивность прямо пропорциональна концентрации, то можно перейти от известного уравнения с концентрациями к уравнению с интенсивностями. То есть уравнение зависимости интенсивности свечения от времени в общем виде будет выглядеть так:

$$I = I_{\text{нач}} e^{-kt}$$

Параметр $I_{\text{нач}}$ – это интенсивность свечения в момент времени $t = 0$, то есть она равна 100 отн. ед. Параметр k – это константа скорости реакции, ее необходимо рассчитать. Это можно сделать, воспользовавшись значением интенсивности для любой из последующих экспериментальных точек. Например, для $t = 100$ минут.

$$10 = 100e^{-k100}$$

$$k = -\frac{1}{100} \ln\left(\frac{10}{100}\right)$$

$$k = 0,023 \text{ мин}^{-1}$$

Таким образом, уравнение зависимости интенсивности свечения от времени имеет вид:

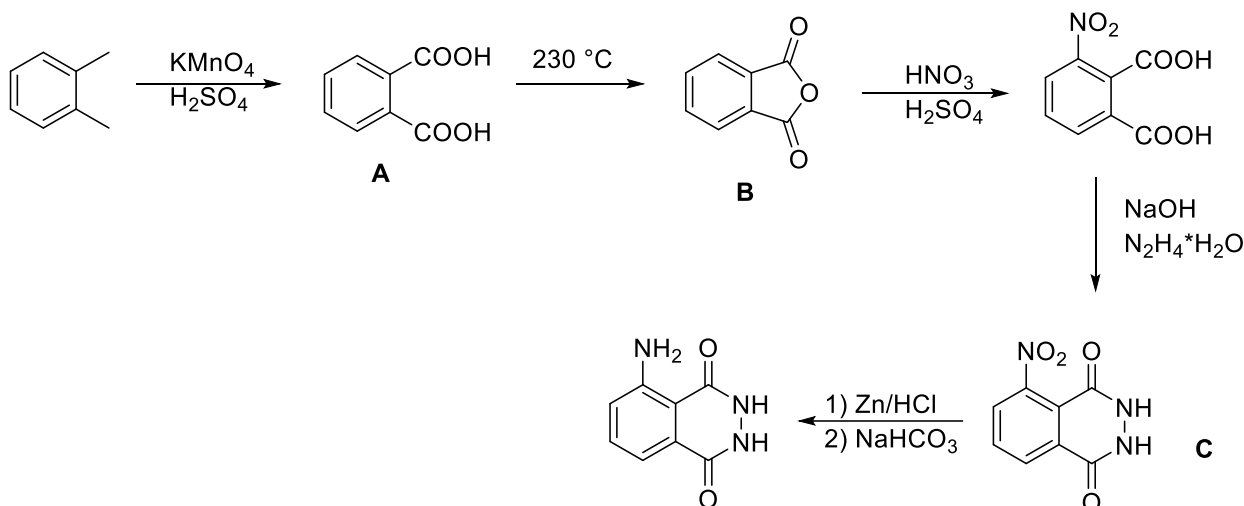
$$I = 100e^{-0,023t}$$

Подставив в это уравнение $I = 50$, можно найти время, когда интенсивность свечения будет составлять половину от исходной.

$$t = -\frac{1}{0,023} \ln\left(\frac{50}{100}\right)$$

$$t_{1/2} = 30,1 \pm 0,1 \text{ (мин)}$$

Решение синтетической части задачи:



В качестве реагентов для получения **L** из **C** могут быть использованы другие системы для восстановления нитрогруппы до аминогруппы: SnCl_2/HCl , Na_2S , H_2/Pd и т. п. Оценивается только предложенный восстановитель; указание на необходимость подщелачивания, чтобы выделить амин в свободном виде, не требуется.

Критерии оценивания:

1. График (точки соединены прямыми линиями – 0,5 балла, если все точки соединены одной плавной кривой – 1 балл)
2. Правильное время полуинтенсивности свечения (если определено графическим способом с пояснениями или по уравнению $I = f(t)$, то ставится 2 балла. Если иным способом, то ставится 1 балл)
3. Верное значение параметра $I_{нач}$ – 0,5 балла
4. Верное значение параметра k – 0,5 балла
5. Размерность параметра k (мин^{-1}) – 0,5 балла
6. Верные структурные формулы соединений **A**, **B**, **C** – по 1 баллу (всего: 3 балла)
7. Реагент для превращения **C** в **L** – 0,5 балла

Всего: 8 баллов