



ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
Группа РОСНАНО



Олимпиада НТИ
Кружкового движения

Задачи по планированию экспериментальной работы

Профиль «Наносистемы и
наноинженерия» Олимпиады КД НТИ

2021

Как работать с задачами?

Для каждой задачи вам сформулирована конечная цель выполняемой работы и даны отдельные описания методик и процессов, необходимых для выполнения.

В описании указаны продолжительность (в часах) и необходимое оборудование.

Цель: разработать алгоритм максимально быстрого и верного решения задачи

Организационная рамка

Рекомендуемая продолжительность – 1,5 астрономических часа

Оптимальная форма участия: самостоятельная работа или работа с преподавателем в малой группе (5-6 человек). Очно или онлайн

Развиваемые навыки:

- Расчет времени эксперимента, суммарного и времени отдельных частей, минимально возможного времени
- Учет занятого оборудования
- Самостоятельное принятие решения о конструкции устройства и разработка алгоритма решения исходя из принятого решения
- Умение максимально полно использовать время и распараллеливать процессы при командной работе

Рекомендуемые материалы:

Гибкие солнечные элементы ITO/CdS/CdTe/Cu/Au
с высокой удельной мощностью Г.С. Хрипунов,
Б.Т. Бойко

(<http://dspace.nbuiv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/98477/10-Khripunov.pdf?sequence=1>)

Задание финального этапа профиля 2016-17
учебного года (<https://nti-contest.ru/upload/iblock/bf4/bf46b57b40b450c36d42905454204e21.pdf>)

Общие принципы создания алгоритма

1. Считайте все указанные процессы и синтезы непрерывными. Например, если вы начали нагревать синтез и греть его нужно на магнитной мешалке 1,5 часа, то все эти 1,5 часа мешалка недоступна более ни для чего другого. Реакционную массу нельзя снять на 10 минут, а потом продолжить греть.
2. Всё оборудование в единственном экземпляре, если не указано иного. Например, центрифуга одна, мешалка одна.

Общие принципы создания алгоритма (продолжение)

3. Операции могут выполняться параллельно, если требуют разного оборудования. Например, можно одновременно взвешивать навеску или готовить раствор и центрифугировать

4. Считайте, что численность вашей команды 2 человека. Вы не можете выполнять более 2х операций одновременно. За синтезом всегда должен кто-то следить

Тренировочная задача

Приготовление спагетти-болоньезе

Считайте, что в рецепт входят следующие процессы:

Номер	Название	Продолжительность	Требуемое оборудование
1	Варить спагетти	30 мин	Кастрюля, плита
2	Подготовить лук, чеснок, сельдерей	20 мин	Доска, нож
3	Тушить лук, чеснок, сельдерей	20 мин	Сковорода, плита
4	Тушить соус с мясом	60 мин	Сковорода, плита
5	Подготовить зелень и томаты	20 мин	Доска, нож
6	Тушить соус с мясом, томатами, зеленью	20 мин	Сковорода, плита
7	Подготовить тертый сыр	10 мин	Доска, терка

Запишите алгоритм готовки, по горизонтали последовательные процессы, по вертикали параллельные. Решение может быть многовариантным.

Ответ (каждая ячейка равна 10 минутам):

2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	6	6
					1	1	1	5	5		7

Комментарий: процессы 5, 7 и 1 могут быть поставлены в другое время

Задача 1

Гибкие солнечные элементы

Разработайте логику и алгоритм сборки солнечных элементов, если у вас есть методики подготовки/синтеза/нанесения следующих слоев:

1. ITO
2. Cu
3. Au
4. CdTe
5. CdS

Слои перечислены не по порядку, могут быть нанесены в любом порядке

Решение часть 1

Определите конструкцию солнечной ячейки, исходя из свойств используемых материалов:

Катод	
Электрон-транспортный слой	
Полупроводник	
Дырочно-транспортный слой	
Анод	

Параметры процессов

Номер	Название	Время	Оборудование
1	Нереактивное высокочастотное магнетронное распыление ITO	1 час	Магнетронный распылитель
2	Приготовление смеси для ITO: In ₂ O ₃ (90 вес. %) и SnO ₂ (10 вес.%)	0,5 часа	Весы аналитические
3	Осаждение пленки CdTe	0,5 часа	Магнетронный распылитель
4	Осаждение пленки CdS	1 час	Магнетронный распылитель
5	Отжиг без металлических контактов	0,5 часа	Нагревательная плитка, 430 градусов

Параметры процессов, продолжение

Номер	Название	Время	Оборудование
6	Отжиг с металлическими контактами	0,5 часа	Нагревательная плитка, 200 градусов
7	Нагревание/охлаждение плитки до нужной температуры, включая охлаждение образцов	0,5 часа	Нагревательная плитка
8	Термическое испарение золота	1 час	Вакуумный испаритель
9	Термическое испарение меди	1 час	Вакуумный испаритель
10	Подготовка CdTe	0,5 часа	Весы
11	Подготовка CdS	0,5 часа	Весы

Задача 2

Получение фотоннокристаллических нанопленок

Необходимо спланировать синтез наноразмерных сфер оксида кремния и получения из них упорядоченных пленок

Синтез состоит из формирования ядра и наращивания ядер до наносфер. Упорядоченные пленки получают экспериментальным путем, необходимо регулярно отбирать пробы.

Параметры процессов

Номер	Название	Время	Оборудование
1	Подготовка реакционной смеси для формирования ядер	30 мин	Магнитная мешалка с нагревом, колба, мерная посуда
2	Остудить реакционную смесь ядер	15 мин	Колба
3	Отбор проб для формирования нанопленок	4,5 часа	Стекла, пипетка
4	Нагрев реакционной смеси для ядер	1 час	Магнитная мешалка с нагревом, колба
5	Остудить реакционную смесь наносфер	15 мин	Вторая колба
6	Подготовка реакционной смеси для наращивания сфер	15 мин	Мерная посуда Вторая колба
7	Наращивание наносфер	8 часов	Магнитная мешалка с нагревом, вторая колба

Ответы:

Задача 1:

Катод	ITO
Электрон-транспортный слой	CdS
Полупроводник	CdTe
Дырочно-транспортный слой	Cu
Анод	Au

2	1	1	4	4	3	10	5	7	9	9	8	8	6		
		11		10		7						7		7	

Ответы

Задача 2:

1,4	4,2	7	7	7	7	7	7	7	7	5					
	6				3	3	3	3	3						