**C++综合实战项目：类的设计与应用**

**（满分100分）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名： |  | 学号： |  | 班级： |  |

**请根据下面题目要求设计完整可运行程序，要求手写，作为课程大作业参与最后成绩考评。**

（1）**项目一**：设计一个完整的研究生Graduate类（30分）

**要求：**类内含研究生姓名、学号、入学成绩（百分制）、研究领域和指导教师5个私有数据；类的成员函数具备以下功能：初始化研究生数据（至少提供2种方式，如自力更生构造函数模式，拿来主义拷贝构造函数模式）、输出研究生对象的单项基本数据信息、输出多个研究生对象的平均成绩、以友元函数形式输出研究生对象的成绩等级（90分以上输出A,80-89分输出B，70-79分输出C,低于60分输出D)、重载运算符“=”使得该研究生类的对象可以直接进行对象间的赋值操作。

（2）**项目二**：设计一个二维空间下的向量Vectors类（20分）

**要求：**类内包含2个私有数据，即横坐标维度x和纵坐标维度y；该向量类具有的功能：可以初始化向量对象数据成员、输出向量对象的数据成员、以成员函数形式重载运算符“+”实现两个向量对象的求和操作、以友元函数形式重载运算符“-”实现两个向量对象的求差操作。



（3）**项目三：**设计一个组合类解决经典约瑟夫环问题（50分）**难度系数★★★★★**

约瑟夫问题描述：已知num个小孩（以编号1，2，3...num分别表示）围坐在一张圆桌周围。从编号为k的人开始报数，数到T的那个人出列；他的下一个人又从1开始报数，后面数到T的那个人又出列；依此规律重复下去，直到圆桌周围的人全部出列,试计算最后出列的那个小孩的编号。

**要求：**基于双向循环链表（下图）和面向对象的程序设计方法完成本程序。

【提示】：可以对小孩和圆桌游戏进行合理抽象，设计小孩类和圆桌类，然后基于小孩child类和圆桌circle类完成问题求解。

