

西华师范大学计算机学院

嵌入式系统基础与实践

课后习题精总结与考前抢分宝典

课程大纲：第 1 章 至 第 10 章 课后题全收录

参考教材：基于 ARM Cortex-M3 内核的 STM32 微控制器（第2版）

章节设置：根据课后题内容，完全提炼章节专有名称与检索特征

排版规格：TOC 物理页码回写 + 考点保姆级解析，支持考场秒查秒用

整理时间：2026年7月

【使用必读与考场检索技巧说明】

本总结文档完全对应《嵌入式系统基础与实践——基于 *ARM Cortex-M3* 内核的 *STM32* 微控制器（第2版）》第1至10章的课后习题。每个章节均已根据题目特点提炼了特征检索标签。

在开卷考试期间，如果题目问及某个专有名词（如“冯诺依曼区别”、“大小端换算”、“时钟初始化填空”、“推挽与开漏输出”、“中断抢占嵌套计算”、“比特率与波特率计算”、“*DMA*工作方式”、“定时器*PSC/ARR*定时周期换算”或“*ADC*电压传感器计算”等），请首先在第2页的目录特征表中快速定位对应的章节与物理页码，然后直接翻到对应页码参考参考答案和详尽解析，可大幅提高作答速度和准确性。

复习目录与考点快速检索特征表

目录是空的，因为你没有使用被设为在目录中显示的段落样式。

第 1 章 第一章：嵌入式系统与微处理器概述.....	4
└ 检索关键词：冯·诺依曼与哈佛结构区别、嵌入式系统定义与特点、开发流程及环境工具简介。	
第 2 章 第二章：ARM Cortex-M3内核与时钟系统	8
└ 检索关键词： <i>Cortex-M3</i> 寄存器（ <i>xPSR/PC/LR</i> ）、大端/小端字节序、流水线周期计算、 <i>STM32</i> 5大时钟源及分频配置。	
第 3 章 第三章：STM32开发环境与工程框架	12
└ 检索关键词： <i>Keil MDK/STM32CubeMX</i> 应用、 <i>CMSIS</i> 标准定义、 <i>STM32</i> 命名规范、标准时钟初始化函数代码填空与解析。	
第 4 章 第四章：STM32最小系统与嵌入式C语言	16
└ 检索关键词： <i>BOOT</i> 启动引脚配置、复位电路组成、 <i>const/static/volatile</i> 关键字含义、指针与宏定义、 <i>typedef</i> 别名安全。	
第 5 章 第五章：通用输入输出端口 GPIO	20
└ 检索关键词：推挽与开漏输出特性差异、 <i>GPIO</i> 寄存器读写、 <i>HAL</i> 库点灯与取反、三极管蜂鸣器原理图及长短音驱动程序设计。	
第 6 章 第六章：中断管理系统 NVIC 与 EXTI	24
└ 检索关键词：中断处理5步流程、引脚通道冲突限制、抢占与子优先级嵌套判优规则、标准库与 <i>HAL</i> 中断回调实现。	
第 7 章 第七章：串口异步通信 USART	28
└ 检索关键词：双机 <i>RX/TX</i> 对接、波特率每秒位传输计算、数据帧格式构成、 <i>TTL</i> 与 <i>RS-232</i> 正负电平逻辑转换、串口轮询点灯程序。	
第 8 章 第八章：直接内存访问 DMA	31
└ 检索关键词： <i>DMA</i> 数据搬运机制、外设/内存通道映射、硬件与软件结合优先级排序、 <i>DMA</i> 4大配置步骤、串口 <i>DMA</i> 发送 <i>API</i> 。	
第 9 章 第九章：定时器系统与 PWM 输出	34
└ 检索关键词：时基单元三大核心寄存器、 <i>SysTick</i> 与定时器差异、看门狗喂狗防跑飞、定时周期计算公式、 <i>PWM</i> 占空比物理原理与高低电平设定。	
第 10 章 第十章：A/D 模数转换器 ADC	38
└ 检索关键词： <i>ADC</i> 4大步骤（采样/保持/量化/编码）、12位/10位分辨率最小区分电压计算、扫描模式 <i>DMA</i> 搬运、查询与 <i>DMA</i> 接口代码。	

★ Chapter 1: Overview of Embedded Systems

第一章：嵌入式系统与微处理器概述

【核心特征与考点标签】 冯·诺依曼与哈佛结构区别、嵌入式系统定义与特点、开发流程及环境工具简介。

■ 单选题部分

【单选题 1】 以下选项中不属于嵌入式系统的是（ ）。

- A. 手机
- B. 微波炉
- C. 笔记本电脑
- D. B型超声诊断仪

【参考答案】 C

【解析】 笔记本电脑是通用计算机系统。而手机、微波炉、B型超声诊断仪都是专用、软件硬件可裁剪、对功耗体积有特定要求的嵌入式系统。

【单选题 2】 嵌入式微处理器类型中属于微控制器类型的是（ ）。

- A. DSP
- B. MCU
- C. FPGA
- D. MPU

【参考答案】 B

【解析】 *MCU* (*Microcontroller Unit*) 即微控制器，集成了CPU、内存及外设，通常用于控制。*MPU*是微处理器，*DSP*是数字信号处理器，*FPGA*是现场可编程门阵列。

【单选题 3】 以下不属于嵌入式系统特点的是（ ）。

- A. 软件、硬件可裁剪
- B. 可二次开发
- C. 体积小，功耗低
- D. 系统通用性差

【参考答案】 B

【解析】 嵌入式系统通常是专用的，最终用户一般无法进行二次开发（出厂即固化，或者开发时需要特定的开发环境和交叉编译），而其最大的设计特点是“专用”从而通用性较差。因此B正确。

【单选题 4】 嵌入式操作系统是一种专用于资源受限的嵌入式系统的操作系统，以下不属于嵌入式操作系统的是（ ）。

- A. FreeRTOS
- B. uC/OS-II
- C. Windows
- D. Linux

【参考答案】 C

【解析】 *Windows*是通用桌面操作系统，不是专门针对嵌入式受限资源设计的。*FreeRTOS*, *uC/OS-II*, 以及嵌入式*Linux*都是典型的嵌入式操作系统。

【单选题 5】以下嵌入式系统开发软件中用于 PCB 设计的是（ ）。

- A. ARM-MDK
- B. STM32CubeMX
- C. Altium Designer
- D. IAR

【参考答案】 C

【解析】 *Altium Designer*是著名的PCB电路板设计软件。*MDK*和*IAR*是集成开发环境(IDE)，*STM32CubeMX*是图形化配置工具。

■ 填空题部分

【填空题 1】微处理器的发展根据应用的不同，形成了微型计算机的两大分支，分别是通用计算机系统和_____。

【参考答案】 嵌入式系统

【解析】 微处理器的发展分化为通用计算机（追求高速运算与大容量扩展）和嵌入式系统（追求低功耗、小体积、专用硬件集成）两大路线。

【填空题 2】嵌入式系统一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统及_____组成。

【参考答案】 嵌入式应用软件

【解析】 嵌入式系统由硬件（处理器、外设）与软件（OS、应用软件）两大层面协同构成。

【填空题 3】嵌入式系统是以_____为中心，以计算机技术为基础，软硬件可裁剪的专用计算机系统。

【参考答案】 应用

【解析】 嵌入式系统的核心定义就是“以应用为中心，以计算机技术为基础”。

【填空题 4】嵌入式系统的开发主要由系统需求分析、_____、系统软硬件设计及系统软硬件测试等组成。

【参考答案】 系统设计（或系统方案/规格说明）

【解析】 完整的开发流程包含需求分析、系统设计、软硬件详细设计与系统测试集成。

■ 判断题部分

【判断题 1】嵌入式系统是专用的计算机系统。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 专用性是嵌入式系统最基本的属性。

【判断题 2】嵌入式 AI 不包括物联网和人工智能。（ ）

【参考答案】 错误

【解析】 嵌入式AI（Edge AI）正是物联网（IoT）与人工智能（AI）深度融合的技术载体，即智能物联网（AIoT）。

【判断题 3】嵌入式系统的英文简写是 Embedded System。（ ）

【参考答案】 错误

【解析】 *Embedded System* 是嵌入式系统的英文全称，其简写一般为 *ES*。

【判断题 4】嵌入式系统与通用计算机系统的功能和开发方式是相同的。（ ）

【参考答案】 错误

【解析】 通用计算机在本地开发和运行，而嵌入式系统通常使用交叉开发模式，在PC上编译后下载到目标板运行，其功能和开发模式存在根本区别。

【判断题 5】 嵌入式系统的主要目标是提供对硬件资源的有效管理和对应用程序的调度，以实现系统的可靠性、实时性和效率。（）

【参考答案】 正确

【解析】 这是嵌入式操作系统及系统软件设计的核心宗旨。

■ 简答题部分

【简答题 1】 什么是嵌入式系统？嵌入式系统主要有哪些特点？

【参考答案】 嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，软硬件可裁剪，适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。

其主要特点有：

1. 专用性极强，面向特定应用；
2. 软硬件资源受限且可灵活裁剪；
3. 具有极高的实时性、可靠性和安全性要求；
4. 功耗低、体积小、成本低；
5. 需采用交叉开发和联合调试模式。

【解析】 这是嵌入式系统的基础定义，为必背考点。

【简答题 2】 嵌入式系统主要由哪几部分组成？

【参考答案】 嵌入式系统主要由以下四部分组成：

1. 嵌入式微处理器（硬件核心，如STM32等微控制器）；
2. 外围硬件设备（存储介质、接口、传感器与执行机构等）；
3. 嵌入式操作系统（提供任务调度、资源管理及驱动开发抽象接口）；
4. 嵌入式应用软件（实现具体业务逻辑）。

【解析】 考查嵌入式系统软硬件结构组成。

【简答题 3】 简述通用计算机系统与嵌入式系统的区别与联系。

【参考答案】 【区别】：

1. 目的不同：通用计算机系统侧重通用性，软硬件配置冗余度高；嵌入式系统则面向特定应用，软硬件要求高度优化与裁剪。
2. 开发方式：通用计算机使用本地开发与运行；嵌入式系统通常在PC上使用交叉编译环境进行开发，再下载到目标电路板联调。
3. 指标约束：嵌入式系统对功耗、成本、体积、实时性有极其苛刻的限制。

【联系】：

它们都基于冯·诺依曼或哈佛总线计算机基础架构，均有CPU、存储器、输入输出总线；并且都通过软件控制硬件来实现系统功能。

【解析】 系统架构层面的核心对比。

【简答题 4】 简述嵌入式系统的开发流程。

- 【参考答案】
1. 需求分析阶段：确定系统物理约束（体积、功耗、成本）及功能性能指标；
 2. 系统方案设计与规格说明：确定硬件架构（选型MCU）、软件框架，划定软硬件边界；
 3. 软硬件详细设计：硬件进行电路原理图与PCB板设计；软件进行驱动层封装及业务逻辑编码；

4. 联合调试：将软件映像通过下载器装载到印制板中进行联调与纠错；
5. 系统测试：对整机进行功能、性能、环境可靠性测试；
6. 投产与升级维护。

【解析】 考查产品工程生命周期流程。

★ Chapter 2: ARM Cortex-M3 & STM32 Microcontroller

第二章：ARM Cortex-M3内核与时钟系统

【核心特征与考点标签】 *Cortex-M3*寄存器（*xPSR/PC/LR*）、大端/小端字节序、流水线周期计算、*STM32* 5大时钟源及分频配置。

■ 单选题部分

【单选题 1】以下选项中不属于 STM32 时钟系统的是（ ）。

- A. HSI
- B. HSE
- C. PLL
- D. NVIC

【参考答案】 D

【解析】 *NVIC*为嵌套向量中断控制器，负责管理中斷事务。*HSI*（内部高速*RC*）、*HSE*（外部高速晶振）和 *PLL*（锁相环）均属于时钟源或时钟倍频系统。

【单选题 2】以下不属于 ARM Cortex 系列处理器的是（ ）。

- A. Cortex-M
- B. Cortex-R
- C. Cortex-A
- D. RISC-V

【参考答案】 D

【解析】 *RISC-V*是一种开源指令集架构（*ISA*），非 *ARM* 公司的产品系列。*Cortex-M/R/A* 均为 *ARM* 公司官方划分的微控制器、实时、应用级三大系列。

【单选题 3】存储一个 32 位数 0x12345678 到 1000H~1003H 这4个字节单元中，若以大端模式存储，则 1000H 存储单元的内容为（ ）。

- A. 0x12
- B. 0x21
- C. 0x78
- D. 0x87

【参考答案】 A

【解析】 大端模式（*Big-Endian*）规定高字节（0x12）存放在低地址（1000H）。若为小端模式，低地址则存放低字节（0x78）。

【单选题 4】在 ARM Cortex-M3 内核寄存器中，用于指示程序的运行状态的寄存器是（ ）。

- A. xPSR
- B. 堆栈指针寄存器
- C. 链接寄存器
- D. 程序计数器

【参考答案】 A

【解析】 *xPSR* (*Program Status Register*) 即程序状态寄存器，用于保存当前*ALU*状态和异常执行状态。*SP*(*R13*) 是堆栈指针，*LR*(*R14*)是链接寄存器，*PC*(*R15*)是程序计数器。

【单选题 5】ARM Cortex-M3 内核集成了一个专门负责中断的中断向量控制器是（ ）。

- A. RCC
- B. NVIC
- C. CISC
- D. RISC

【参考答案】 B

【解析】 *NVIC (Nested Vectored Interrupt Controller)* 是中断管理模块。*RCC* 是复位和时钟控制器，*CISC/RISC* 是处理器架构技术类别。

【单选题 6】计算机的体系结构一般分为冯·诺依曼结构和哈佛结构，以下对哈佛结构的叙述中，不正确的是（ ）。

- A. 程序和数据保持在同一个物理存储器上
- B. 指令、数据可以有不同宽度
- C. DSP 是哈佛结构
- D. 采用存储程序的方式工作

【参考答案】 A

【解析】 哈佛结构的核心特点就是物理上分立的程序存储空间和数据存储空间，拥有各自独立的访问总线。而冯·诺依曼结构中，程序与数据存放在同一个物理存储器中。

【单选题 7】以下说法错误的是（ ）。

- A. ARM 是一家半导体芯片设计公司
- B. ARM 是一种 RISC 技术的名称
- C. ARM 是一类采用ARM 技术开发的微处理器或产品的统称
- D. ARM 主要为通用办公领域生产和设计的微处理器芯片

【参考答案】 D

【解析】 *ARM* 芯片主导了低功耗的智能手机和嵌入式系统开发，而通用办公（个人电脑）主要是英特尔与 *AMD* 的 *x86* 系列通用处理器架构。

■ 填空题部分

【填空题 1】现有一个32位数 0x12345678，存放在内存地址为0x4000~0x4003处，若按小端模式存放，则其最低字节数据0x78存放在内存地址_____处；若以大端模式存储，则最高字节数据0x12存放在内存地址_____处。

【参考答案】 0x4000, 0x4000

【解析】 不管是大端还是小端，所指的字节都是存放于起始地址 0x4000 处。小端模式将低字节 0x78 存于 0x4000，大端模式将高字节 0x12 存于 0x4000。

【填空题 2】现采用3级流水线结构完成一条指令的取指令、译码和执行，若这三部分的时间分别是 $t_{\text{取指令}}=2nS$ ， $t_{\text{译码}}=2nS$ ， $t_{\text{执行}}=1nS$ ，则完成100条指令需要_____nS。

【参考答案】 203

【解析】 流水线时钟周期由最长步骤决定，即 $T = 2nS$ 。第一条指令执行完成花费 $2+2+1 = 5nS$ 。后续 99 条指令每过 $2nS$ 完成一条。总计 $5 + 99 * 2 = 203 nS$ 。

【填空题 3】ARM Cortex-M3 内核能够寻址的最大空间为_____，寻址范围为_____。

【参考答案】 4GB, 0x00000000 ~ 0xFFFFFFFF

【解析】 32位地址线可以产生 2^{32} 字节的寻址能力，即 4GB 字节，范围为 0x00000000 到 0xFFFFFFFF。

【填空题 4】 ARM Cortex-M3 微处理器采用存储器地址与 I/O 设备地址统一编址的方式，通过_____来区分内存单元和 I/O 设备。

【参考答案】 内存地址（或地址范围）

【解析】 STM32的外设寄存器、SRAM、Flash在4GB的寻址空间里拥有各自独立、不重合的映射地址段，依此统一编址并进行区分。

【填空题 5】 在STM32 时钟系统中，通过_____可将时钟源进行倍频。

【参考答案】 PLL（锁相环）

【解析】 PLL（Phase-Locked Loop）用于对高速外部（HSE）或高速内部（HSI）时钟源进行倍频，最终输出高达72MHz的系统时钟。

【填空题 6】 ARM Cortex-M3 内核的 R15 寄存器是_____，它总是指向下一条指令所在单元的地址。

【参考答案】 程序计数器（PC）

【解析】 R15 寄存器专用于程序计数器（Program Counter），它存放下一条待执行指令的物理内存地址。

■ 判断题部分

【判断题 1】 程序计数器（PC）用于存放指向当前程序执行的地址。（ ）

【参考答案】 错误

【解析】 PC（程序计数器）指向的是下一条即将执行的指令所在的内存单元地址，而非当前正在执行的地址。

【判断题 2】 ARM Cortex-M3 微控制器采用取指令—译码—执行的3级流水线技术。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 Cortex-M3 的核心处理单元采用经典的3级流水线设计架构。

【判断题 3】 ARM 是一类采用 RISC 设计的微处理器芯片或产品的统称。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 ARM 本身是精简指令集（RISC）计算技术的典型代表。

■ 简答题部分

【简答题 1】 计算机体系结构主要有冯·诺依曼结构与哈佛结构，请简述其区别。

【参考答案】 1. 冯·诺依曼结构：指令代码与数据存放在同一个物理存储器中，共享一条外部系统总线，读取指令和读写数据必须分时轮流进行。

2. 哈佛结构：指令与数据分别存放在两个完全独立的物理存储器（程序存储器和数据存储器）中，并配备独立的总线（指令总线和数据总线）。这使得处理器能够在同一个时钟周期内同时读取指令和执行数据操作，极大提升了指令流水线的吞吐量。

【解析】 考查计算机底层组成原理架构的区别。

【简答题 2】 ARM Cortex-M3 微处理器主要由哪些部分构成？

【参考答案】 1. 32位 Cortex-M3 处理器内核：包括逻辑运算单元ALU、通用寄存器组R0~R15（PC, LR, SP等）及特殊寄存器；

2. NVIC 中断管理控制器：用于高响应速度的中断请求调度；

3. 系统滴答定时器 SysTick：内核级别的24位递减计数时钟源；
4. 调试接口：JTAG 和 SWD 调试控制模块；
5. 内核内部总线结构接口：连接到系统外设和外部存储器的总线桥接矩阵。

【解析】 考查内核的模块划分。

【简答题 3】 简述 STM32 的时钟系统。该系统有哪几个时钟源，各自的时钟频率是多少？

【参考答案】 STM32拥有灵活的RCC时钟树管理系统，提供低功耗运行和多外设协调。它包括5个物理时钟源：

1. HSE（高速外部时钟）：接外部石英/陶瓷晶振，频率通常为 8MHz（可支持4~16MHz）；
2. HSI（高速内部时钟）：内部精度较低的RC振荡时钟，固定为 8MHz；
3. LSE（低速外部时钟）：外部接 32.768kHz 石英晶振，专门为 RTC 实时时钟提供高精度的基准源；
4. LSI（低速内部时钟）：内部约 40kHz 的低功耗RC振荡源，用于看门狗（IWDG）时钟；
5. PLLCLK（锁相环时钟）：通过对 HSE 或 HSI 分频、倍频运算生成，最高可提供 72MHz 系统主时钟。

【解析】 时钟树知识在嵌入式中是绝对的必考重难点。

【简答题 4】 STM32 的存储空间分为哪几部分？每部分的地址范围是多少？

【参考答案】 Cortex-M3 的4GB寻址空间被平均划分为了8个Block（每个Block各 512MB）：

1. Block 0 (Code区)：0x0000 0000 ~ 0x1FFF FFFF。包含内部Flash起始空间（0x0800 0000）；
2. Block 1 (SRAM区)：0x2000 0000 ~ 0x3FFF FFFF。内部SRAM静态内存空间；
3. Block 2 (Peripheral外设寄存器区)：0x4000 0000 ~ 0x5FFF FFFF。API/APB2/AHB总线上的所有GPIO、串口等外设寄存器地址映射；
4. Block 3/4/5/6 (外部存储器空间)：0x6000 0000 ~ 0xDFFF FFFF。用于外扩存储器接口；
5. Block 7 (System系统层空间)：0xE000 0000 ~ 0xFFFF FFFF。包括 NVIC、SysTick 等内核专用寄存器。

【解析】 考查物理内存的存储布局。

★ Chapter 3: STM32 Development Environment Setup

第三章：STM32开发环境与工程框架

【核心特征与考点标签】 *Keil MDK/STM32CubeMX*应用、*CMSIS*标准定义、*STM32*命名规范、标准时钟初始化函数代码填空与解析。

■ 单选题部分

【单选题 1】 以下选项中不属于嵌入式系统集成开发环境的是（ ）。

- A. Keil
- B. IAR
- C. Proteus
- D. STM32CubeIDE

【参考答案】 C

【解析】 *Proteus* 是一款著名的电路仿真和PCB设计辅助软件。*Keil*, *IAR*, *STM32CubeIDE* 则是主流的嵌入式集成代码编译与调试开发平台(*IDE*)。

【单选题 2】 以下选项中不属于 STM32 函数库的是（ ）。

- A. HAL
- B. LL
- C. 标准外设库
- D. MicroPython

【参考答案】 D

【解析】 *HAL*、*LL*库和标准外设库均是 *ST* 官方为 *STM32* 提供的底层硬件 *C* 语言驱动层；*MicroPython* 是运行在单片机之上的 *Python* 代码微解释器框架。

【单选题 3】 *STM32F1* 系列 MCU 基于（ ）内核，主频高达 72MHz。

- A. ARM Cortex-M4
- B. ARM Cortex-M3
- C. ARM Cortex-A3
- D. ARM Cortex-R3

【参考答案】 B

【解析】 *STM32F103* 等经典*F1*系列是基于 *Cortex-M3* 处理内核的，*F4/F7* 等芯片则多采用 *M4/M7* 内核。

【单选题 4】 *STM32F103ZET6* 芯片中的 E 代表的含义是（ ）。

- A. 引脚数目
- B. Flash 容量
- C. 封装信息
- D. 工作温度范围

【参考答案】 B

【解析】 *STM32*芯片的倒数第三个字母代表 *Flash* 容量。例如：*E=512KB*, *G=1MB*, *C=256KB*, *B=128KB*, *8=64KB*, *6=32KB*。

【单选题 5】以下不属于 STM32CubeMX 特性的是（ ）。

- A. 可直观地选择STM32微控制器
- B. 可生成初始化代码
- C. 具有编辑、编译和调试功能
- D. 可进行外设配置

【参考答案】 C

【解析】 *STM32CubeMX* 主要进行图形化引脚配置、时钟配置及自动生成初始化 C 工程代码，它本身没有集成代码编辑器、编译器或调试器仿真器环境。

■ 填空题部分

【填空题 1】IDE 作为嵌入式软件开发的工具，通常包含编辑器、_____、调试器、图形用户界面等集成多种工具的应用程序。

【参考答案】 编译器

【解析】 集成开发环境（*Integrated Development Environment*）核心三要素是编辑器、编译器和调试器。

【填空题 2】利用 STM32CubeMX 生成的 MDK-ARM 的工程框架结构包括4个模块，分别是 Application/MDK-ARM、Drivers/CMSIS、_____ 和 Application/User。

【参考答案】 Drivers/STM32F1xx_HAL_Driver

【解析】 *HAL*工程框架还包含驱动底层的 *HAL* 外设硬件驱动库代码段。

【填空题 3】芯片 STM32F103ZET6 具有_____个引脚，Flash 内存空间容量为_____。

【参考答案】 144, 512KB

【解析】 Z代表封装引脚为144脚（*LQFP144*），E代表Flash容量为512KB。

【填空题 4】STM32CubeIDE 软件基于 Java 环境运行，需要先安装_____才能使用。

【参考答案】 JRE（Java 运行环境）或 JDK

【解析】 *STM32CubeIDE* 很多插件是用 *Java* 开发的，系统环境需提供 *JRE* 虚拟机支持。

■ 判断题部分

【判断题 1】STM32 是 32 位的单片机。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 *STM32* 是 *ST* 公司推出的 32 位高性能 *ARM* 架构微控制器。

【判断题 2】IDE 是嵌入式软件开发的工具，通常包含编辑器、编译器、调试器、图形用户界面等集成多种工具的应用程序。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 这是对集成开发环境（*IDE*）概念的完整描述。

【判断题 3】STM32CubeMX 是专用于 STM32 开发的图形化配置工具。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 *ST* 官方专为此系列配置开发的辅助设计工具。

【判断题 4】MDK-ARM（Keil v5）编写程序时不需要安装 packs 器件包。（ ）

【参考答案】 错误

【解析】 Keil v5 采用了包管理机制，使用前必须手动下载安装对应厂商芯片的设备固件包（Device Pack）方可建立工程。

【判断题 5】 STM32F4 系列 MCU 基于 ARM Cortex-M3 内核，主频高达 72MHz，具有 DSP 和 FPU 等功能。（）

【参考答案】 错误

【解析】 STM32F4 系列基于的是 ARM Cortex-M4 内核，主频高达 168MHz，支持浮点运算 DSP 和单精度 FPU。Cortex-M3 内核（如 F1）则没有集成硬件 FPU 单元。

【判断题 6】 CMSIS 是 Cortex-M 处理器系列的与供应商无关的硬件抽象层，使用 CMSIS 可以为处理器和外设实现一致且简单的软件接口，从而简化软件的重用。（）

【参考答案】 正确

【解析】 CMSIS 的核心宗旨就是统一底层接口，缩短跨芯片开发重写时间。

■ 简答题部分

【简答题 1】 根据 STM32 的命名规则，芯片 STM32F103ZET6 中各符号分别代表什么含义？该芯片主要有哪些特征？

【参考答案】 1. 命名解析：

- STM32：32 位微控制器产品家族；
- F：产品类别为通用基础型（Foundation）；
- 103：增强型子系列外设配置；
- Z：封装引脚数为 144 脚；
- E：Flash 容量为 512KB（大容量）；
- T：塑料 LQFP 贴片封装；
- 6：工业级温度范围 -40°C ~ +85°C。

2. 特征：

具有 144 个引脚，基于 Cortex-M3 内核，主频 72MHz。集成 3 个 ADC、2 个 DAC、11 个定时器、5 个串口、CAN 总线及 FSMC 外部总线接口。

【解析】 考查芯片选型命名基础规则。

【简答题 2】 简述 STM32 微控制器三种开发模式的区别与联系。

- 【参考答案】 1. 寄存器开发：直接对芯片外设寄存器的映射物理地址读写。代码执行效率极高、编译后占用空间小，但开发难度极大，代码可读性和可移植性极差。
2. 标准外设库开发：ST 官方将寄存器封装成 C 函数，开发者调用 API 配置参数。可读性强，目前应用极广，但官方对 F4 之后的新产品线已停产支持更新该库。
3. HAL/LL 库开发：ST 目前主推的新一代 API 架构。HAL 库通过抽象实现不同 STM32 系列间的代码“零修改移植”，并完美适配 STM32CubeMX 图形配置；LL 库则提供精简的高性能操作接口。三者底层都是在操作寄存器地址，高级库只是做了更深层级的 C 封装。

【解析】 开发模式比对为高频基础面试/考试题。

【简答题 3】 什么是 CMSIS？ARM 公司为什么要制定 CMSIS 标准？

【参考答案】 CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard) 是 Cortex-M 处理器系列的与芯片厂商无关的标准化硬件接口规范抽象层。

制定原因：

由于许多不同的半导体设计商（如 ST、NXP、TI、GD等）都在采购 ARM Cortex-M 核心设计芯片，为防止各芯片商底层寄存器和接口名称设计各异导致软件生态严重分裂，ARM 公司规定了 CMSIS 统一标准。这使得开发人员能以一致的方法访问内核寄存器、配置 NVIC 中断，确保了通用基础库代码的高重用性。

【解析】 考察软件工程和供应商软件标准协调设计原则。

【简答题 4】 STM32 标准外设库中的 `startup_stm32f10x_hd.s` 文件主要有哪些功能？

【参考答案】 这是一段汇编启动代码，功能包括：

1. 初始化堆栈指针（MSP）；
2. 配置程序计数器（PC），设置复位中断向量入口；
3. 在物理内存中布置中断和异常向量表；
4. 调用 SystemInit 时钟库函数来对主频等时钟树硬件实施初始化；
5. 调用编译器分支，跳转进入用户的 C 主程序 ``main`` 函数。

【解析】 考查单片机上电启动流程机制。

★ Chapter 4: Minimal System & Embedded C Language

第四章：STM32最小系统与嵌入式C语言

【核心特征与考点标签】 *BOOT*启动引脚配置、复位电路组成、*const/static/volatile*关键字含义、指针与宏定义、*typedef*别名安全。

■ 单选题部分

【单选题 1】NRST 引脚上的低电平复位属于（ ）。

- A. 内部复位
- B. 电源复位
- C. RTC 域复位
- D. 系统复位

【参考答案】 D

【解析】 *NRST*是引脚外部输入的低电平复位，引起的是系统级复位（*System Reset*），可使除时钟寄存器、备份区外的其他寄存器复位。

【单选题 2】C语言规定，if-else 嵌套条件语句，else 总是与（ ）相配对。

- A. 其之后最近的if
- B. 同一行上的if
- C. 其之前最近的且未配对的if
- D. 最远的 if

【参考答案】 C

【解析】 C语言中 *if-else* 的就近匹配机制：*else* 总是与上面最近的、且还未配对的 *if*相结合。

【单选题 3】一个C语言源程序中，main() 函数的位置（ ）。

- A. 必须在最前面
- B. 必须在最后面
- C. 可以在任意位置
- D. 必须在系统调用的库函数的后面

【参考答案】 C

【解析】 C语言函数的定义无先后之分，编译器只寻找名为 `'main'` 的函数名作为主程序执行点，因此其位置可以在文件的任意部分。

【单选题 4】变量的指针，其含义是指该变量的（ ）。

- A. 类型
- B. 地址
- C. 值
- D. 名称

【参考答案】 B

【解析】 指针变量中存放的就是另一个变量的物理内存首地址。

【单选题 5】有如下宏定义：

```
#define N 2
```

```
#define Y(n) ((N+1)*n)
```

则执行语句 $z=2*(N+Y(5))$; 后，其结果为（ ）。

A. $Z=70$

B. $Z=34$

C. 语句有错误

D. z 无定值

【参考答案】 B

【解析】 宏展开直接代换：` $z = 2 * (2 + ((2+1)*5))$ ` -> ` $z = 2 * (2 + 3 * 5)$ ` -> ` $z = 2 * 17 = 34$ `。

■ 填空题部分

【填空题 1】若 STM32F103 系列微控制器从 Flash 的起始地址 0x08000000 处启动，则 BOOT0 应设置为_____，BOOT1 设置为_____。

【参考答案】 0，任意值（或X/0/1）

【解析】 $BOOT0=0$ 配置为内置闪存（Flash）启动模式，此时 $BOOT1$ 的电平对硬件无影响。

【填空题 2】STM32 的复位电路主要有_____和_____。

【参考答案】 上电/掉电复位，外部手动按键复位（或看门狗复位/软件复位）

【解析】 基本复位源包含低压上电硬件自动复位，以及由外部 $NRST$ 按钮引出的电容复位电路。

【填空题 3】static 关键字不仅可以用来修饰变量，还可以用来修饰_____。

【参考答案】 函数

【解析】 在 C 语言中，用 `static` 修饰函数可限制其作用域仅在当前声明它的源文件内有效，实现模块化隐藏。

【填空题 4】STM32F103 系列微控制器的工作电压是_____V，其内核集成了_____调试接口。

【参考答案】 2.0V~3.6V（或3.3V），SWD与JTAG

【解析】 其引脚推荐工作电平为 3.3V，带有五线 JTAG 与双线 SWD 下载协议接口。

【填空题 5】嵌入式C语言的 const 关键字定义的是_____，使用_____关键字修饰的变量，称为静态变量，使用_____关键字就是不让编译器进行优化。

【参考答案】 只读变量（常变量），static, volatile

【解析】 $const$ 定义只读防止误修改； $static$ 保持静态生存周期； $volatile$ 确保每次直接访问内存真实地址，常用于操作硬件寄存器或中断变量。

■ 判断题部分

【判断题 1】预处理命令必须以井号（#）开始。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 C 预处理器指令规定全部以 `#` 开头，如 `#include` 宏。

【判断题 2】宏替换不占用运行时间，只占用编译时间。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 预处理是在真正的编译生成二进制指令前，通过文段替换完成的，执行时不产生额外开销。

【判断题 3】STM32 的时钟电路，主要由晶振、电容、电阻构成。（）

【参考答案】 正确

【解析】 无源石英晶振需并联起振电容，有时串联阻尼电阻形成完整闭环振荡。

【判断题 4】当定义一个结构体变量时，系统分配给它的内存是各成员所需内存的总和。（）

【参考答案】 错误

【解析】 由于编译器存在字节对齐（*Alignment*）配置以匹配 CPU 寻址效率，结构体成员间可能会被插入空白填充字节，因此实际占用空间往往大于或等于各成员实际字节之和。

【判断题 5】若 `int a[2]; int *p;` 则语句 `p=&a[1];` 是合法的。（）

【参考答案】 正确

【解析】 `a[1]` 是数组的合法元素，`&` 可以正确取出其内存地址并赋值给指针变量 `p`。

■ 简答题部分

【简答题 1】简述 STM32 的最小系统。

【参考答案】 最小系统是使单片机能够开始上电运行的最简外围支持电路，包含：

1. 电源电路：3.3V 直流稳压及大量的旁路滤波退耦电容；
2. 时钟起振电路：8MHz 的高速外部石英晶振（HSE）以及 32.768kHz 实时时钟晶振（LSE）；
3. 复位电路：外部手动按钮阻容复位网络（连接到 NRST 引脚）；
4. 启动引导配置：BOOT0 和 BOOT1 上拉或下拉电阻配置选择运行代码位置；
5. 程序调试下载通道：引出 SWD（SWDIO/SWCLK）等基本线缆排针接口。

【解析】 嵌入式系统设计基础。

【简答题 2】STM32 标准外设库和 HAL 库是通过什么来实现内存空间的定义和操作的？

【参考答案】 通过【C 语言的结构体（struct）与指针类型强转】来实现：

1. 将某个外设的所有控制与数据寄存器依其实际物理偏移地址，在结构体中定义为按顺序排列的数组成员；
2. 定义该外设寄存器块的绝对物理基地址（如 `0x40011000`）；
3. 利用宏和指针强转将该基地址强转为该结构体的指针对象，即：
`#define GPIOC ((GPIO_TypeDef *) 0x40011000)`
4. 当我们在代码中写入 `GPIOC->ODR = 0x01` 时，C 语言编译器会自动计算偏移量并向寄存器地址直接写值，免去了操作裸地址的麻烦。

【解析】 考察库底层封装在存储器映射中的设计内幕。

【简答题 3】STM32 的数据类型定义采用的是 C99 标准，请简述 STM32 嵌入式开发中常用的数据类型及其表示的数据范围。

【参考答案】 在嵌入式开发中，通常采用明确位数的整型：

1. `uint8_t`：无符号 8 位整型，范围 `0 ~ 255`；
2. `int8_t`：有符号 8 位整型，范围 `-128 ~ 127`；
3. `uint16_t`：无符号 16 位整型，范围 `0 ~ 65535`（常用于定时器计数值）；
4. `int16_t`：有符号 16 位整型，范围 `-32768 ~ 32767`；
5. `uint32_t`：无符号 32 位整型，范围 `0 ~ 4,294,967,295`（常用于外设绝对基地址）；
6. `int32_t`：有符号 32 位整型，范围 `-2,147,483,648 ~ 2,147,483,647`。

【解析】 C99 标准的数据宽度在嵌入式中极为重要，确保了跨平台的宽度稳定性。

【简答题 4】 简述 STM32 的 HAL 库的回调函数的形式和作用。

【参考答案】 1. 形式：回调函数名通常以 `Callback` 结尾，如 `HAL\_GPIO\_EXTI\_Callback(uint16\_t GPIO\_Pin)`，且在官方库中都具有 `\_\_weak`（弱函数）的修饰前缀。
2. 作用：提供软件隔离与标准的接口模板。底层中断处理（清除挂起位等）由 HAL 库函数代劳，完成后会自动调用这一回调。开发者无需修改官方固件库内部文件，只需在自己的用户源文件中重新定义同名的 Callback 函数，即可编写处理自己的中断逻辑。

【解析】 考查回调函数在事件驱动开发中的软件工程意义。

【简答题 5】 STM32 开发中使用了很多英文缩写，请解释下列英文缩写的含义：

(1) RCC; (2) RTC; (3) EXTI; (4) PWM; (5) PLL; (6) NVIC; (7) ISP; (8) UART; (9) AFIO; (10) APB。

【参考答案】 (1) RCC: Reset and Clock Control (复位和时钟控制器)
(2) RTC: Real-Time Clock (实时时钟)
(3) EXTI: External Interrupt/Event Controller (外部中断控制器)
(4) PWM: Pulse Width Modulation (脉冲宽度调制)
(5) PLL: Phase Locked Loop (锁相环)
(6) NVIC: Nested Vectored Interrupt Controller (嵌套向量中断控制器)
(7) ISP: In-System Programming (在系统可编程，指用串口ISP擦写代码)
(8) UART: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (通用异步收发器)
(9) AFIO: Alternate Function Input/Output (复用功能引脚配置)
(10) APB: Advanced Peripheral Bus (先进外设总线，用于挂载低速外设)

【解析】 考查嵌入式系统常见专业术语名称缩写。

【简答题 6】 嵌入式开发中大量用到宏定义#define，简述#define 与 typedef 的区别。

【参考答案】 1. #define：是编译预处理指令。它只是进行纯粹的【文本替换】，在编译前直接把宏名替换为指定字符串，不做任何语法和类型安全检查，不分配存储空间。
2. typedef：是 C 语言编译器的关键字。用于给现有的类型【定义一个别名】。它在编译时由编译器处理，具有类型安全检查功能。例如定义指针类型别名：
`typedef char\* String\_t;` 声明时 `String\_t a, b;` 使得 a 和 b 均为字符指针；
而若写为 `#define String\_d char\*` 声明时 `String\_d a, b;` 文本替换展开后为 `char\* a, b;`，此时 b 论为了普通的字符变量而不是指针，可能引发潜在 Bug。

【解析】 宏和类型别名是核心考点。

★ Chapter 5: GPIO Controller & Peripheral Driving

第五章：通用输入输出端口 GPIO

【核心特征与考点标签】 推挽与开漏输出特性差异、*GPIO*寄存器读写、*HAL*库点灯与取反、三极管蜂鸣器原理图及长短音驱动程序设计。

■ 单选题部分

【单选题 1】STM32 的 HAL 库和标准外设库中定义了很多布尔类型的常量，下列常量中属于复位、重置含义的是（ ）。

- A. SET
- B. RESET
- C. ENABLE
- D. DISABLE

【参考答案】 B

【解析】 *RESET* 常用于代表低电平（0）或重置清除标志位；*SET* 常用于置位高电平（1）。

【单选题 2】对于 STM32 微控制器的 GPIO 模块描述中，（ ）的说法不正确。

- A. I/O 引脚具备5V容限
- B. 每个IO 引脚都具备中断功能
- C. I/O 引脚具备复用功能，可以设置为片内外设的功能引脚
- D. 每个I/O引脚对应一个端口寄存器，可通过该硬件寄存器控制对应的引脚

【参考答案】 D

【解析】 *STM32*的外设引脚不是单独拥有独立的专属配置寄存器，而是 16 个引脚共用一组端口配置寄存器（如 *GPIOx_CRL* 控制低8位，*GPIOx_CRH* 控制高8位）。

【单选题 3】如果要设置引脚 PE5 输出低电平，则下面（ ）代码是正确的。

- A. HAL_GPIO_ReadPin(GPIOE, GPIO_PIN_5)
- B. HAL_GPIO_WritePin(GPIOE, GPIO_PIN_5, GPIO_PIN_RESET)
- C. HAL_GPIO_LockPin(GPIOE, GPIO_PIN_5)
- D. HAL_GPIO_TogglePin(GPIOE, GPIO_PIN_5)

【参考答案】 B

【解析】 *HAL* 库中使用 `HAL_GPIO_WritePin` 控制输出电平，参数 `GPIO_PIN_RESET` 表示输出低电平（0）。

【单选题 4】STM32 的 PA0 引脚与按键的连接电路如图5-39所示（一端接PA0，一端直接接地，无外接电阻），则该引脚端口需要配置成（ ）模式。

- A. 输出
- B. 上拉输入
- C. 下拉输入
- D. 复用第二功能输出

【参考答案】 B

【解析】 按键按下导通为低电平（0V）。松开时为了维持引脚的稳定高电平（防止浮空干扰），必须配置内部拉高，即配置为上拉输入模式（*GPIO_MODE_INPUT + GPIO_PULLUP*）。

【单选题 5】若当前连接 PB5 引脚的 LED 灯处于亮的状态（低电平点亮），则连续执行 HAL_GPIO_TogglePin(GPIOB, GPIO_PIN_5) 语句三次后，此时 LED 灯处于（ ）状态。

- A. 亮
- B. 灭
- C. 不确定
- D. 闪烁

【参考答案】 B

【解析】 初始亮（0）。第一次翻转变为灭（1）；第二次翻转变为亮（0）；第三次翻转变为灭（1）。

■ 填空题部分

【填空题 1】GPIO 引脚的基本功能是_____。

【参考答案】 输入和输出

【解析】 GPIO（General Purpose Input/Output）最基本的应用即是通用数字量的输入和输出。

【填空题 2】通过阅读 STM32 标准外设库和 HAL 库的 GPIO 输入/输出函数源代码可以看出，其实质是通过操作_____来实现的。

【参考答案】 GPIO 端口的硬件控制寄存器（如 ODR、IDR、BSRR）

【解析】 库函数底层只是指针指向 ODR（输出）、IDR（输入）或 BSRR（置位清除）等寄存器的绝对内存映射地址并读写内容。

【填空题 3】RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOC, ENABLE); 这句代码实现的功能是_____。

【参考答案】 使能/开启 GPIOC 端口的外设时钟

【解析】 这是标准外设库开启 APB2 总线上 GPIOC 模块时钟的经典库函数语句。

【填空题 4】STM32 系列微控制器的 GPIO 配置成输出模式时，单个引脚的最大输出电流为_____mA，同时所有引脚总体输出电流不能超过_____mA，推挽输出模式输出的高电平是_____V，GPIO 大部分引脚具备_____V 电压容限。

【参考答案】 25, 150, 3.3, 5

【解析】 单个 GPIO 极限电流 25mA，总体不超 150mA。VDD 高电平为 3.3V，带有 FT（Five-Volt Tolerant）标识的引脚支持输入最大 5V 模拟高电平。

【填空题 5】GPIO 的 HAL 库接口函数的源代码在源文件_____中，对应的头文件为_____。

【参考答案】 stm32f1xx_hal_gpio.c, stm32f1xx_hal_gpio.h

【解析】 GPIO 外设的核心驱动源文件与头文件声明名称。

■ 判断题部分

【判断题 1】使用 STM32CubeMX 生成的 Keil 工程代码，用户程序代码写在相应的“USER CODE BEGIN”和“USER CODE END”之间，再次配置生成时，系统不会删除这些用户编写的程序代码。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 这是 CubeMX 内置的保护机制，非指定区间编写的代码则会在二次生成时被直接覆写清除。

【判断题 2】stm32f1xx_hal_gpio.h 文件是 GPIO 外设硬件驱动 HAL 库函数的源文件。（）

【参考答案】 错误

【解析】 后缀 `.h` 代表的是 C 头文件（包含了宏、常数和函数原型声明），对应的 `.c` 文件才是函数具体逻辑的源文件。

【判断题 3】对于同一个端口的多个引脚而言，如果配置参数相同，则可以按位或的方式来同时使用这些引脚。（）

【参考答案】 正确

【解析】 例如 `GPIO_Pin_0 | GPIO_Pin_1` 可以被同时填入 `GPIO_Init` 中批量配置。

【判断题 4】GPIO 的输出模式有推挽输出、开漏输出、复用推挽输出和上拉输出模式。（）

【参考答案】 错误

【解析】 输出模式包括推挽、开漏、复用推挽、复用开漏四种，没有“上拉输出”模式。上拉一般属于输入配置。

【判断题 5】GPIO 多采用复用技术减少芯片引脚数量和降低功耗，使得大部分引脚兼有通用和专用功能。（）

【参考答案】 正确

【解析】 复用技术让一个引脚分时承担普通 GPIO 与各种通信总线（SPI/I2C/USART）的物理端口，大大压缩了芯片尺寸。

■ 简答题部分

【简答题 1】简述 I/O 引脚的通用功能和复用功能。

【参考答案】 1. 通用功能（GPIO）：引脚直接被配置为普通的数字输入或输出脚，直接通过操作输入数据寄存器（IDR）或输出数据寄存器（ODR）来获取高低电平或写入输出值。

2. 复用功能（AFIO）：引脚引脚被移交给单片机内部集成的其他专用硬件外设（如 UART、SPI、TIM 等）进行物理控制。此时，引脚发送和接收的波形完全由对应的通信或定时控制器硬件控制，不接受普通 ODR/IDR 寄存器的控制。

【解析】 考查端口复用基本概念。

【简答题 2】简述 STM32 推挽输出模式和开漏输出模式的区别及应用场合。

【参考答案】 1. 推挽输出（Push-Pull）：利用两个互补的 PMOS 和 NMOS 管轮流导通。既能强力输出 3.3V 高电平，也能强力灌入电流拉低为 0V。驱动速度快、能力强，适合直接驱动 LED、蜂鸣器等数字或通讯引脚线。

2. 开漏输出（Open-Drain）：仅有低端 NMOS 管工作。输出低电平（0）时拉低到地，输出高电平（1）时引脚呈现断开的高阻状态，无法输出高电压。必须通过外部上拉电阻将电平拉高。适合用于 I2C 等多设备的“线与”总线，或电平翻转的接口场合（如 3.3V 输出控制 5V 外设）。

【解析】 微控制器物理层硬件设计核心对比题。

【简答题 3】简述基于 HAL 库开发的一般流程。

【参考答案】 1. 通过 STM32CubeMX 完成图形化硬件选型、时钟倍频、外设及引脚映射参数配置，并自动生成 MDK 工程；

2. 打开 MDK 工程，在系统生成的 `main.c` 里的 `USER CODE` 区域编写具体的初始化与逻辑代码；

3. 在主循环 `while(1)` 或特定的外部/定时器中断回调函数中，调用 HAL 库 API 函数控制外设；

4. 编译代码并使用 ST-Link 下载到目标电路板进行仿真与功能验证。

【解析】 考查应用层开发的完整路线。

★ Chapter 6: Interrupt Controller NVIC & EXTI

第六章：中断管理系统 NVIC 与 EXTI

【核心特征与考点标签】 中断处理5步流程、引脚通道冲突限制、抢占与子优先级嵌套判优规则、标准库与HAL中断回调实现。

■ 单选题部分

【单选题 1】 以下选项中不属于中断处理流程的是（ ）。

- A. 中断请求
- B. 中断响应
- C. 中断处理
- D. 中断回调

【参考答案】 D

【解析】 物理中断处理的经典流程是：请求 -> 响应 -> 保护现场 -> 中断服务程序处理 -> 恢复现场返回。中断回调属于软件架构模式，非系统核心中断流程。

【单选题 2】 假设按键 WAKE_UP 连接在 STM32F103 的 PA0 引脚上，则 PA0 映射到外部中断事件线上的是（ ）。

- A. EXTI线0
- B. EXTI 线 1
- C. EXTI 线13
- D. EXTI线 16

【参考答案】 A

【解析】 根据引脚分配规则，0号引脚（PA0、PB0、PC0...）都映射到外部中断线0（EXTI_Line0）。

【单选题 3】 HAL 库中用于设置中断优先级分组的函数是（ ）。

- A. HAL_NVIC_SetPriority
- B. HAL_NVIC_EnableIRQ
- C. HAL_NVIC_SetPriorityGrouping
- D. HAL_NVIC_SystemReset

【参考答案】 C

【解析】 SetPriorityGrouping 函数用于设置 NVIC 的优先级分组，划分抢占优先级与响应优先级各占几位。

【单选题 4】 以下关于 NVIC 的描述中，正确的是（ ）。

- A. STM32 的每个中断都可以使能或禁止，并且可以被设置为挂起或消除状态
- B. STM32 的中断都有一个固定或可编程的中断优先级
- C. 异常发生时，需要通过软件实现异常处理的定位
- D. STM32 的 NVIC 可以屏蔽硬件错误、NMI 及其他所有异常

【参考答案】 A

【解析】 NVIC 提供了挂起、清除挂起、使能、失能各路中断的专门寄存器位。B错误，因为复位、NMI等内部系统异常的优先级是硬固定的（负数），不能由用户编程改变。C异常定位是通过硬件中断向量表自动实现的。D中 NMI 属于不可屏蔽中断，不能被屏蔽。

【单选题 5】下列不属于 STM32 微控制器外部中断的触发方式的是（ ）。

- A. 低电平触发
- B. 双边沿触发
- C. 下降沿触发
- D. 上升沿触发

【参考答案】 A

【解析】 STM32的 EXTI（外部中断控制器）仅支持上升沿、下降沿、双边沿三种边沿检测方式，不支持高低电平触发。

■ 填空题部分

【填空题 1】STM32 的外部中断由_____和_____共同管理与实现。

【参考答案】 EXTI（外部中断控制器），NVIC（嵌套向量中断控制器）

【解析】 GPIO的中断边沿由 EXTI 判定并触发中断请求线，最终由内核级的 NVIC 进行屏蔽和优先级嵌套调度控制。

【填空题 2】HAL 库将中断中需要执行的操作以_____的形式提供给用户，用户在该函数中编写具体的中断服务程序。

【参考答案】 中断回调函数（Callback）

【解析】 HAL 库统一封装了 ISR 入口，执行硬件清除后自动以 Weak 形式回调 Callback 函数。

【填空题 3】ARM Cortex-M3 内核的 NVIC 支持_____种异常和中断，STM32F103 系列微控制器有_____根外部中断线。

【参考答案】 256，19

【解析】 NVIC理论最多可管理 256 种。STM32F103 的外部中断线有 19 根（EXTI0~15 映射 GPIO，另有 3 根分别映射 LVD 掉电、RTC 闹钟、USB 唤醒）。

【填空题 4】STM32 的中断优先级分为_____和_____两类。

【参考答案】 抢占优先级，响应优先级（或子优先级）

【解析】 嵌套中断依靠抢占式和子优先级的两级判优策略完成仲裁。

【填空题 5】STM32 使用 Cortex-M3 的 8 位优先级寄存器中的_____来配置中断优先级。

【参考答案】 高 4 位

【解析】 STM32 仅实现了优先级控制寄存器（IPR）的高4位（bit4~bit7），低4位默认未实现并读为0。

■ 判断题部分

【判断题 1】STM32 微控制器的 PA0 和 PB0 两个引脚可以同时触发外部中断。（ ）

【参考答案】 错误

【解析】 PA0 与 PB0 必须竞争映射到同一根 EXTI_Line0 中断线上，在同一时刻只能使能其中一个，无法同时被开启触发。

【判断题 2】HAL 库函数 HAL_GPIO_EXTI_Rising_Callback() 在下降沿触发时进行回调。（ ）

【参考答案】 错误

【解析】 Rising 代表上升沿触发时的弱函数回调入口。

【判断题 3】中断优先级的数字越小，优先级越高。（）

【参考答案】 正确

【解析】 在 *Cortex-M* 中，0代表最紧急、最高的优先级级别。

【判断题 4】HAL 库中默认的外部中断回调函数的属性设计为 *weak*，用户需要重新定义一个同名的回调函数用于中断服务程序的编写。（）

【参考答案】 正确

【解析】 *weak*（弱别名）修饰器保证了当用户在主应用中覆写该 *Callback* 函数时，编译器优先采用用户的同名函数进行链接。

【判断题 5】前后台系统中的后台程序为主程序。（）

【参考答案】 正确

【解析】 前后台系统中，“前台”特指响应实时硬件中断的中断服务子程序，“后台”特指在 *main* 循环中非实时串行执行的无限大循环。

■ 简答题部分

【简答题 1】假配置了三个中断向量，其属性如下表所示：

* 中断A：抢占优先级=0，响应优先级=0

* 中断B：抢占优先级=1，响应优先级=0

* 中断C：抢占优先级=1，响应优先级=1

请问：在响应中断时，中断A能否打断中断C的服务程序？中断B能否打断中断C的服务程序？如果中断B和中断C同时到达，那么响应哪个中断？

【参考答案】 1. 中断A【能】打断中断C的服务函数。因为中断A的抢占优先级是0，高于中断C的抢占优先级1。只要抢占优先级不同，就可以发生高打断低的抢占嵌套。

2. 中断B【不能】打断中断C的服务函数。因为两者的抢占优先级都是1。在执行中断期间，同级抢占优先级无法发生抢占嵌套，即使B的响应优先级高于C。

3. 中断B和C同时到达时，【优先响应中断B】。因为此时抢占优先级相同，NVIC 会去判定它们的响应（子）优先级。B 的响应优先级为 0，高于 C 的响应优先级 1，因此 B 优先被执行。

【解析】 非常经典的 *NVIC* 嵌套与响应仲裁机制考查题。

【简答题 2】简述中断的处理流程。

【参考答案】 1. 中断请求：触发条件达成，标志位置位，向 *NVIC* 提出中断申请；

2. 中断响应：CPU 发现中断挂起，且当前优先级许可，自动停止主程序运行并响应；

3. 保护现场：硬件自动将寄存器组（*xPSR*, *PC*, *LR*, *R0-R3*等）压入堆栈保存现场；

4. 执行中断服务程序（*ISR*）：硬件读取向量表跳转到对应 *Handler* 函数，运行并清除挂起标志；

5. 恢复现场返回：*ISR* 执行结束后，出栈恢复主程序寄存器状态，CPU 继续在主程序原断点处执行代码。

【解析】 考查微机原理中中断的处理时序。

【简答题 3】STM32 的中断和异常有什么不同？ARM *Cortex-M3* 内核的 *NVIC* 支持多少种异常和中断？

【参考答案】 1. 区别：异常（*Exception*）通常特指发生在 CPU 内核内部的事件（如指令除以0、硬故障 *HardFault*、非法地址访问等），一般是同步产生的；中断（*Interrupt*）则是由 CPU 外部的外设（如引脚跳变、定时器满、串口接收完毕）产生的异步硬件信号。

2. 数量：Cortex-M3 内核的 NVIC 共支持 256 种。包括 16 种系统内部异常，以及 240 根可编程外部中断通道。STM32 芯片实现了其中的一部分（通常为16个异常和60个可编程中断）。

【解析】 考查内核级异常与外设级中断的物理概念划分。

★ Chapter 7: USART Serial Communication

第七章：串口异步通信 USART

【核心特征与考点标签】 双机RX/TX对接、波特率每秒位传输计算、数据帧格式构成、TTL与RS-232正负电平逻辑转换、串口轮询点灯程序。

■ 单选题部分

【单选题 1】 UART 在双机通信中，设备1的 RxD 应该连接到设备2的（ ）引脚上。

- A. RxD
- B. TxD
- C. GND
- D. VCC

【参考答案】 B

【解析】 串口双机通信中，接线必须交叉连接：设备1的接收端（RxD）连接设备2的发送端（TxD），发送端（TxD）接接收端（RxD），且必须共地（GND）。

【单选题 2】 串行通信中数据通信速率通常用波特率表示，波特率是每秒传送的（ ）。

- A. 字节数
- B. 位数
- C. 双位数
- D. 数据包数

【参考答案】 B

【解析】 波特率（Baud Rate）在二进制数字信道上代表每秒所传输的二进制位（bit）的数量。

【单选题 3】 某异步串行通信波特率设置为 2400 bps，数据位为 8 位，停止位 1 位，无奇偶校验位，则每秒传输的最大字符个数为（ ）。

- A. 2400
- B. 9
- C. 240
- D. 266

【参考答案】 C

【解析】 一帧完整数据格式包含：1位起始 + 8位数据 + 1位停止 = 10 位。每秒传输字数 = $2400 / 10 = 240$ 个字符。

【单选题 4】 串口接收时，要判断是否收到新的数据，应该判断（ ）标志位。

- A. RXE
- B. TXE
- C. RXNE
- D. TC

【参考答案】 C

【解析】 RXNE (Receive Data Register Not Empty) 表示接收数据寄存器非空。当其为1时，说明串口已经收满一字节，软件必须读取清零。

【单选题 5】RS-232 高电平脉冲（+3V ~ +15V）对应的 TTL 逻辑是（ ）。

- A. 高电平
- B. 低电平
- C. +3~+15V
- D. -15~3V

【参考答案】 B

【解析】 RS-232 采用负逻辑：高电平（+3V ~ +15V）代表逻辑 0，低电平（-3V ~ -15V）代表逻辑 1；而 TTL 规范中，逻辑 0 对应的是低电平（0V）。因此 RS-232 的高电平对应的是 TTL 的低电平。

■ 填空题部分

【填空题 1】异步串行通信的数据帧格式由起始位、数据位、_____和停止位构成。

【参考答案】 校验位

【解析】 典型数据帧由 1 位低电平起始位、数据位、1 位可选的奇偶校验位以及高电平的停止位构成。

【填空题 2】微控制器中的 UART 采用的是 TTL 电平标准，因此该电平标准逻辑 1 的电平范围为_____，逻辑 0 的电平范围为_____。

【参考答案】 2.4V ~ VDD（通常为 3.3V/5V），0V ~ 0.8V

【解析】 这是单片机上标准的晶体管-晶体管逻辑（TTL）高低电平定义门槛。

【填空题 3】RS-485 接口采用_____传输，即通过两根通信线之间的电压差的方式来传递信号，有效提高了抗干扰能力，实现了远距离传输。

【参考答案】 差分信号（或平衡双绞线差分）

【解析】 RS-485 使用 A、B 两根差分线的电压差判定 0 或 1，能抵抗极强的共模电压干扰。

■ 判断题部分

【判断题 1】RS-232、RS-485 等串行通信中这些不同的电气协议都对设备的电气特性和物理特性进行了规定。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 物理层协议主要是对电气规范（电平范围）和物理封装尺寸进行标准化定义。

【判断题 2】UART 异步串行通信为保证传输数据的正确性，收发双方需要设置相同的波特率。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 由于没有共用的物理时钟同步总线，接收端必须按照和发送端完全一样的预设波特率进行定时采样，否则会产生乱码。

【判断题 3】RS-232 的电平标准采用负逻辑。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 高电压代表逻辑 0，负电压代表逻辑 1，是典型的负逻辑电平机制。

【判断题 4】UART 是全双工通信，具有异步和同步通信功能。（ ）

【参考答案】 错误

【解析】 UART（Universal Asynchronous Receiver/Transmitter）仅包含通用【异步】串口功能，不支持同步通信。具有同步功能的是 USART。

【判断题 5】常见的异步串行通信接口有 RS-232、I2C、SPI、USB。（）

【参考答案】 错误

【解析】 I2C 和 SPI 是同步接口（有时钟线）。

■ 简答题部分

【简答题 1】在数字通信中，比特率和波特率有什么区别与联系？

【参考答案】 1. 区别：波特率（Baud Rate）指单位时间内物理信道传送的【码元（信号状态变化次数）】数量，单位是 Baud；比特率（Bit Rate）则指单位时间内信道传送的【二进制信息位数（0或1的个数）】，单位是 bps。

2. 联系：关系公式为 $R_b = R_d * \log_2(M)$ ，其中 M 代表码元的进制数。当我们在单片机中使用二进制通信（即低电平代表0，高电平代表1，码元仅有0和1两种状态，即 $M=2$ ）时，波特率和比特率在数值上完全相等。

【解析】 考查信息论和通信原理核心参数差别。

【简答题 2】简述 RS-232 的接口组成及其电平标准。

【参考答案】 1. 接口组成：通常使用标准的 DB9 连接器，在只做基本双向异步通信的极简电路中，只需连接 3 根核心线缆：TXD（数据发送脚）、RXD（数据接收脚）和 GND（信号参考地）。

2. 电平标准：RS-232 逻辑定义采用负电平极性。逻辑“1”对应的电压为 $-3V \sim -15V$ ；逻辑“0”对应的电压为 $+3V \sim +15V$ 。

【解析】 考查串口电平与物理接口排布。

【简答题 3】UART 数据帧格式由哪几部分组成？

【参考答案】 顺序由以下四部分组成：

1. 起始位（Start Bit）：恒定为 1 位低电平（0），指示新一帧数据开始；
2. 数据位（Data Bits）：发送的数据主体，可配置为 5~9 位，默认一般为 8 位；
3. 校验位（Parity Bit）：用于检测错误，可选奇校验（Odd）、偶校验（Even）或无校验（None）；
4. 停止位（Stop Bits）：拉高总线的高电平（1），可选 1、1.5 或 2 位，表示这一帧发送结束。

【解析】 串口数据封装的基本常识。

【简答题 4】简述 STM32 的 USARTx 的各引脚的复用和映射情况。

【参考答案】 在 STM32F1 中：

1. USART1：默认挂载在 PA9（TX，配置为复用推挽输出 AF_PP）和 PA10（RX，配置为浮空输入 IN_FLOATING），可通过 AFIO 重映射寄存器完全重映射到 PB6 和 PB7 引脚。
2. USART2：默认挂载在 PA2（TX）和 PA3（RX）上，可通过配置重映射到 PD5 和 PD6 引脚。
3. USART3：默认挂载在 PB10（TX）和 PB11（RX）上，可通过配置重映射到 PD8/PD9 或 PC10/PC11。

【解析】 考查 STM32 引脚复用和重映射寄存器知识。

★ Chapter 8: Direct Memory Access (DMA)

第八章：直接内存访问 DMA

【核心特征与考点标签】 DMA数据搬运机制、外设/内存通道映射、硬件与软件结合优先级排序、DMA 4大配置步骤、串口DMA发送API。

■ 单选题部分

【单选题 1】STM32 的 DMA 控制器不支持（ ）的 DMA 传输方式。

- A. 外设到存储器
- B. 存储器到外设
- C. 外设到外设
- D. 存储器到存储器

【参考答案】 C

【解析】 STM32 内部的 DMA 主控矩阵提供：外设到存储器（如 ADC 读值写入 SRAM）、存储器到外设（如 SRAM 数据写入串口发送 DR 寄存器）、以及存储器到存储器（如 Flash 到 SRAM 的搬运）三种，但不支持外设直接向外设物理拷贝数据。

【单选题 2】STM32 的 DMA 通道优先级具有（ ）等级。

- A. 16
- B. 3
- C. 8
- D. 4

【参考答案】 D

【解析】 DMA 软件优先级在配置寄存器中支持配置为 4 个硬件优先级等级：最高（Very High）、高（High）、中（Medium）、低（Low）。

【单选题 3】STM32 的 DMA 通道支持8位、16位或32位数据传输，最大传输数据量可达（ ）。

- A. 8KB
- B. 16KB
- C. 32KB
- D. 65535个数据项

【参考答案】 D

【解析】 DMA通道的 CNDTR（通道数据数量传输寄存器）是一个16位的计数器，因此单次配置的最大传输项数目为 $2^{16} - 1 = 65535$ 个。

【单选题 4】HAL 库提供的 DMA 串口发送数据的传输函数是（ ）。

- A. HAL_UART_Transmit_DMA
- B. HAL_DMA_Start
- C. DMA_GetITStatus
- D. HAL_DMA_Start_IT

【参考答案】 A

【解析】 HAL 库封装的串口 DMA 发送函数为 `HAL_UART_Transmit_DMA(UART_HandleTypeDef*huart, uint8_t *pData, uint16_t Size)`。

■ 填空题部分

【填空题 1】STM32 的 DMA1 控制器有_____个通道，DMA2 有_____个通道，每个通道都用来管理来自一个或多个外设对存储器访问的请求。

【参考答案】 7, 5

【解析】 DMA1 包含 7 个通道，DMA2 在大容量芯片中包含 5 个通道，每个通道的硬件源映射是硬固定的。

【填空题 2】一个完整的 DMA 传输过程包括_____4 个步骤。

【参考答案】 DMA 请求、DMA 响应、DMA 传输、DMA 结束（或清除挂起）

【解析】 这是 DMA 硬件控制逻辑中建立数据传输链路的核心状态时序。

■ 判断题部分

【判断题 1】外设采用 DMA+中断方式读写数据时，不需要处理器查询操作，实时性高。（）

【参考答案】 正确

【解析】 相比于轮询或普通中断读取方式，DMA 配合中断可在传输全过程中无需 CPU 介入，传输结束后才通过中断通知 CPU 接收结果，效率最高。

【判断题 2】STM32 中 DMA 的每个通道都可以在 DMA 传输过程中触发中断，可通过设置相关寄存器的不同位来打开这些中断。（）

【参考答案】 正确

【解析】 可单独开启传输完成（TCIE）、半传输完成（HTIE）或传输错误（TEIE）的中断寄存器位。

【判断题 3】外设发送一个请求信号到 DMA 控制器，DMA 控制器根据通道的优先权处理请求。（）

【参考答案】 正确

【解析】 当多个通道同时申请总线时，DMA 硬件判优逻辑会根据设定的通道软件及硬件优先级进行仲裁。

【判断题 4】DMA 的数据传输是在后台进行的，只有当一个完整的数据块传输完成时，才会触发一次 DMA 中断。（）

【参考答案】 正确

【解析】 DMA 控制器在总线空闲期偷偷搬运数据，整个块（Block）拷毕结束（CNT 归零）后，硬件才触发中断告诉 CPU 处理业务。

■ 简答题部分

【简答题 1】简述 DMA 控制器的工作原理。

【参考答案】 DMA（Direct Memory Access，直接内存存取）原理：

1. 请求阶段：外设发出硬件 DMA 传输请求信号给 DMA 控制器；
2. 申请阶段：DMA 控制器向 CPU 发出总线挂起申请，要求临时接管系统总线控制权；
3. 接管阶段：CPU 响应申请并暂时让出总线，DMA 控制器获取总线控制权；
4. 传输阶段：DMA 产生内存与外设所需的控制周期，硬件自动把指定字节数据直接从源地址写入目的地址，传输后地址指针自增，传输计数器 CNDTR 自减；
5. 释放阶段：计数器减到 0 代表传输完成，DMA 释放总线控制权交还 CPU，并可选触发传输完成中断通知 CPU 接收数据。

【解析】 微机原理中极为重要的硬件协同通信考点。

【简答题 2】STM32 有几个 DMA 控制器？简述各 DMA 通道的 DMA 映射及优先权。

【参考答案】 1. 数量：STM32F103大容量微控制器有 2 个 DMA 控制器（DMA1 和 DMA2）。

2. 映射：外设的 DMA 传输请求与 DMA 控制器通道之间具有固定的硬件连线关系。例如，ADC1 的 DMA 请求固定连线在 DMA1_Channel1，USART1_TX 发送请求绑定在 DMA1_Channel4。在软件配置时必须按照此映射匹配通道。

3. 优先权机制：

- 软件优先级：分为非常高（Very High）、高（High）、中（Medium）、低（Low）四个级别，在软件中通过寄存器设定；

- 硬件优先级：如果两个通道的软件优先级相同，则进行硬件通道号对比，通道号小的（如 Channel 1 优先于 Channel 2）优先权最高。

【解析】 考查 DMA 物理通道选择与优先级抢夺分配原则。

【简答题 3】STM32 的 DMA 控制器支持哪几种 DMA 传输方式？

【参考答案】 支持三种基本的搬运方式：

1. 外设到存储器（Peripheral-to-Memory）：多用于读取 ADC 数据、串口接收等；

2. 存储器到外设（Memory-to-Peripheral）：用于串口批量发送、DAC 产生正弦波等；

3. 存储器到存储器（Memory-to-Memory）：用于内存大数组数据的极速搬运（仅在 DMA 控制器挂接的时钟使能下进行，Flash到SRAM，或SRAM到SRAM）。

【解析】 考查 DMA 的应用路由类型。

★ Chapter 9: Timer System & PWM Generation

第九章：定时器系统与 PWM 输出

【核心特征与考点标签】 时基单元三大核心寄存器、*SysTick*与定时器差异、看门狗喂狗防跑飞、定时周期计算公式、*PWM*占空比物理原理与高低电平设定。

■ 单选题部分

【单选题 1】 以下选项中属于 STM32 基本定时器功能的是（ ）。

- A. 定时/计数
- B. 死区时间控制
- C. 输出比较
- D. 输入捕获

【参考答案】 A

【解析】 基本定时器（*TIM6*、*TIM7*）功能单一，仅能用于向上计数产生基本定时或触发数模转换器（*DAC*），不支持任何 *PWM* 输出比较或输入捕获通道。后三者是通用和高级定时器才有的功能。

【单选题 2】 *SysTick* 是一个（ ）位的递减计数器。

- A. 8
- B. 16
- C. 24
- D. 32

【参考答案】 C

【解析】 *Cortex-M3* 系统滴答时钟 *SysTick* 内部是一个 24 位的递减计数寄存器（计数上限为 $2^{24} = 16,777,216$ ）。

【单选题 3】 STM32 通用定时器的时基单元不包括（ ）。

- A. 计数器（*TIMx_CNT*）
- B. 预分频器（*PSC*）
- C. 自动重装载寄存器（*ARR*）
- D. *SysTick*

【参考答案】 D

【解析】 定时器时基单元专指 *CNT*（当前计数值）、*PSC*（分频系数）和 *ARR*（自动重装载寄存器）三个基础寄存器组。*SysTick* 是内核独立外设。

【单选题 4】 以下关于 *PWM* 描述不正确的是（ ）。

- A. *PWM* 是通过数字信号实现的模拟输出
- B. *PWM* 是通过调整占空比来实现输出值的变化
- C. 占空比是一个脉冲周期内低电平时间所占的比例
- D. *PWM* 等效输出电压值等于占空比乘以高电平值

【参考答案】 C

【解析】 占空比（*Duty Cycle*）定义为一个方波脉冲周期内【高电平（即有效工作电平）】时间所占整个周期的百分比，而不是低电平占比。

【单选题 5】下列选项中不属于定时器输入捕获功能的有效触发事件的是（ ）。

- A. 下降沿
- B. 上升沿
- C. 高电平
- D. 双边沿

【参考答案】 C

【解析】 输入捕获必须依靠引脚处的动态【电平边沿跳变】（*Rising / Falling / Both*）信号来触发硬件锁存 *CNT* 数值，静态的高电平或低电平状态无法产生触发脉冲。

【单选题 6】定时器发生溢出后，计数器的重装载值由（ ）决定。

- A. 计数寄存器
- B. 自动重装载寄存器
- C. 预分频寄存器
- D. 捕获/比较寄存器

【参考答案】 B

【解析】 当定时器 *CNT* 向上计数达到极限值产生溢出时，其被重新加载的数值来自于自动重装载寄存器（*ARR*）。

■ 填空题部分

【填空题 1】采用 STM32 通用定时器分别精确延时 10ms 时的定时中断，当定时器输入时钟为 72MHz 时，其预分频系数（*PSC*）可设置为_____，自动重装载值（*ARR*）设置为_____。

【参考答案】 7199, 99（或者719, 999。只要乘积 $(PSC+1)*(ARR+1) = 720,000$ 即可）

【解析】 系统时钟为72MHz，10ms 定时需要 $72,000,000 / 100 = 720,000$ 个时钟脉冲。代入溢出周期公式即可得出 *PSC* 与 *ARR* 的配对值。

【填空题 2】STM32F103 系列微控制器集成了_____个定时器，其中 TIM1 和 TIM8 挂载在_____总线上，TIM2~TIM7 挂载在_____总线上。

【参考答案】 8, APB2, APB1

【解析】 STM32F103大容量芯片配备有8个定时器。*TIM1/8*（高级定时器）在*APB2*上运行，*TIM2~5*（通用）、*TIM6/7*（基本）挂载在*APB1*总线。

【填空题 3】STM32 通用定时器 TIM 的 16 位计数器可以采用3种方式工作，分别是_____、_____和_____。

【参考答案】 向上计数模式，向下计数模式，中央对齐模式（即双向计数）

【解析】 这是 16 位计数寄存器 *CNT* 支持的三种物理累加或递减的计数时序模式。

【填空题 4】PWM 信号的输出其实就是对外输出脉宽可调节的方波信号，STM32 中的 PWM 信号频率由_____决定，占空比由_____决定。

【参考答案】 *ARR*（自动重装载值）和 *PSC*，*CCR*（捕获/比较寄存器值）

【解析】 *PSC*和*ARR*决定了波形发生一轮溢出的总周期和频率，*CCR* 则是比较的临界线，决定了引脚输出有效电平的高时间段占比。

【填空题 5】STM32 的 PWM 有_____和_____两种工作模式。

【参考答案】 PWM 模式 1，PWM 模式 2

【解析】 模式1和2规定了当 *CNT* 与 *CCR* 进行大/小关系比较时，引脚物理电平的电平映射状态分配规则。

■ 判断题部分

【判断题 1】看门狗本质上是一个定时器，设置好后需要定时操作更新，即喂狗，如果在规定的时间内没有操作，就会进入系统复位。（）

【参考答案】 正确

【解析】 看门狗是递减计数器，必须靠周期性的“喂狗”重装初值，一旦归零即被判定为系统失控程序跑飞，自动触发系统复位重启系统。

【判断题 2】定时器是对周期固定的脉冲进行计数，它属于计数器的一种。（）

【参考答案】 正确

【解析】 定时器就是计数脉冲频率恒定（比如系统时钟分频）的特殊计数器。

【判断题 3】预分频寄存器的作用是扩大定时器的定时范围，并获取精确的时钟。（）

【参考答案】 正确

【解析】 *PSC* 将输入的高频时钟进行分频处理，减小 *CNT* 的累加速率，从而以较低时钟节拍换取数倍的延时周期范围。

【判断题 4】STM32CubeMX 中若将定时器的参数 *Period* 设置为 0，定时器将不会启动。（）

【参考答案】 错误

【解析】 *Period=0* 相当于重装载值 *ARR=0*。此时定时器启动后一开机就会溢出触发更新事件（*CNT* 从 0 到 0），而不是不工作。

【判断题 5】在 PWM 的一个周期内，当计数器的值 *TIMx_CNT* 小于比较寄存器的值 *TIMx_CCRx* 时，输出低电平，当计数器的值 *TIMx_CNT* 大于比较寄存器的值 *TIMx_CCRx* 时，输出高电平。（）

【参考答案】 错误

【解析】 在 *PWM* 模式 1 且极性为 *High* 的配置下，*CNT < CCRx* 时输出高电平，大于时输出低电平。该题目的叙述与标准输出特性恰好相反。

■ 简答题部分

【简答题 1】简述通用定时器、SysTick 定时器和看门狗定时器的区别。

【参考答案】 1. 通用定时器（*TIMx*）：功能最丰富。挂在外部总线上，支持 16 位向上/下双向计数，具备 4 个通道用于输出比较（生成 PWM 波）、输入捕获（测频率/脉宽），与引脚相连，可驱动电机和执行复杂计时。

2. SysTick（系统滴答定时器）：是内核级别的 24 位只减不增定时器。专用于产生精确的时间片基准中断以支持实时操作系统（RTOS）的线程切换，或实现微秒级精确软件阻塞延时，没有映射外设引脚。

3. 看门狗定时器（*IWDG/WWDG*）：是专用于系统安全监控的单向计数器。如果软件主逻辑跑飞，未能定时清除计数器（喂狗），计数器归零溢出将自动触发 CPU 物理硬件复位，强制整机重启，防止系统死机。

【解析】 考查三类定时器的物理层和应用层区别。

【简答题 2】简述 STM32 通用定时器与高级定时器的功能、区别和应用场合。

【参考答案】 1. 通用定时器（*TIM2~5*）：具备 16 位计数器，具有独立的 4 路输入捕获与输出比较通道，支持脉宽测量与普通 PWM 信号生成。用于日常的控制、测量与调速。

2. 高级定时器（*TIM1/TIM8*）：在通用定时器全部功能的基础上，硬件上集成了【互补输出通道】、可配置

的【死区时间插入】功能，以及【刹车输入（Break）】接口。这些配置是强电驱动、三相交流电机控制或逆变器驱动的硬性安全要求，用于防止互补 MOS 管在上电过渡期发生直通短路烧毁。

【解析】考查定时器的功能区分级设计原理。

【简答题 3】简述 PWM 的工作原理。

【参考答案】PWM（脉冲宽度调制）通过改变脉冲周期内的高电平（有效电平）时间所占比例（占空比）实现模拟电压的等效输出。

1. 定时器计数器 CNT 启动并递增；
2. 每一个时钟周期，硬件将 CNT 与设定好的捕获/比较寄存器 CCR 值的数值大小进行比较；
3. 在 PWM 模式 1 下，若 $CNT < CCR$ ，引脚输出有效电平（高电平）；当 $CNT \geq CCR$ 时，引脚输出无效电平（低电平）；
4. 达到溢出值 ARR 时，CNT 清零并开始下一个循环。通过调整比较值 CCR，引脚输出高电平时间发生变化，使负载端获得的平均等效电压值为 $V_{out} = V_{high} * \text{占空比}$ 。高频切换的平均电平对 LED 亮度和电机转速起到了平滑控制作用。

【解析】微控制器的核心外设波形生成原理。

★ Chapter 10: Analog-to-Digital Converter (ADC)

第十章：A/D 模数转换器 ADC

【核心特征与考点标签】 ADC 4大步骤（采样/保持/量化/编码）、12位/10位分辨率最小区分电压计算、扫描模式 DMA搬运、查询与DMA接口代码。

■ 单选题部分

【单选题 1】 12 位 ADC 转换结果是一个（ ）位的二进制数。

- A. 16
- B. 24
- C. 12
- D. 8

【参考答案】 C

【解析】 转换位数为12位，其结果就是一个12位的无符号二进制值（数字范围 0~4095）。

【单选题 2】 以下选项中不属于 A/D 转换技术指标的是（ ）。

- A. 量程
- B. 转换位数
- C. 分辨率
- D. 通道数

【参考答案】 D

【解析】 量程（输入电压范围）、转换位数（ADC位数）、分辨率（最小识别电压）都是 ADC 转换精度的核心物理指标。通道数代表可接收模拟输入的物理引脚路数，属于多路开关的配置，非模数转换的核心精度性能指标。

【单选题 3】 对于 10 位的 ADC，若最大输入信号为 5V，则分辨率能够区分的输入信号最小电压为（ ）。

- A. 39.1mV
- B. 4.88mV
- C. 2.44mV
- D. 1.22mV

【参考答案】 B

【解析】 10位 ADC 的量化分度数为 $2^{10} = 1024$ 份。因此可识别的最小电压为： $5V / 1024 = 4.88 mV$ 。

【单选题 4】 ADC 的模拟输入通道分为规则组和注入组两种，其中 ADC 可以对一组最多 16 个通道按照指定的顺序逐个进行转换，该组为（ ）。

- A. 规则组
- B. 注入组
- C. 混合组
- D. 间断组

【参考答案】 A

【解析】 规则通道组 (Regular Group) 是 ADC 转换的常规序列，可依次对最多 16 个通道执行顺序扫描转换；注入通道组最多支持 4 个通道，相当于中断插队通道。

【单选题 5】以下 HAL 库 ADC 接口函数中，用于中断方式下启动 A/D 转换的是（ ）。

- A. HAL_ADC_Start_IT
- B. HAL_ADC_Start
- C. HAL_ADC_Start_DMA
- D. HAL_ADC_GetValue

【参考答案】 A

【解析】 *HAL_ADC_Start_IT* 用于中断模式启动；*Start* 为轮询方式启动；*Start_DMA* 为使用 *DMA* 连续拷贝启动；*GetValue* 用于读取 *DR* 寄存器数值。

■ 填空题部分

【填空题 1】A/D 转换过程可分为 4 个步骤，分别是采样、_____、量化和编码。

【参考答案】 保持

【解析】 采样获得脉冲电平瞬间值后，由于量化需要几微秒时间，电路必须对采样的模拟电平进行“保持”操作才能稳定转换。

【填空题 2】STM32 芯片内部集成的_____位 ADC 是一种逐次逼近型 ADC，具有多达_____个通道，可测量_____个外部和_____个内部信号源。

【参考答案】 12, 18, 16, 2

【解析】 *STM32F103* 的 ADC 精度为 12 位，共有 18 个输入通道（16 个外部引脚，2 个内部源：内部温度传感器和 *Vrefint* 内部参考电压）。

【填空题 3】STM32 的 ADC 有 4 种转换模式，分别是_____、_____、_____和_____。

【参考答案】 单次转换模式，连续转换模式，扫描转换模式，间断转换模式

【解析】 四种常规转换方式，根据单通道/多通道、运行一次或多次自动切换选择。

【填空题 4】STM32 的 ADC 数据有_____和_____2 种对齐方式。

【参考答案】 右对齐，左对齐

【解析】 由于 ADC 转换结果为 12 位而数据寄存器为 16 位，数据可以选择放在低 12 位（右对齐）或放在高 12 位（左对齐）。

【填空题 5】STM32 的 HAL 库的 ADC 接口函数采用_____、_____和_____三种方式实现 ADC 操作。

【参考答案】 轮询（查询）方式，中断方式，DMA 方式

【解析】 三种常用接口驱动形式，其中 *DMA* 最节省 *CPU* 资源。

■ 判断题部分

【判断题 1】ADC 的主要技术参数中转换速度是指完成一次 A/D 转换所需的时间。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 转换时间是表征 ADC 运行速度最核心的技术参数。

【判断题 2】ADC 是将时间和幅值连续的模拟量转化为时间和幅值离散的数字量。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 采样使时间离散，量化使幅值离散，两者结合完成数字量化。

【判断题 3】 STM32 中只有在规则通道的转换结束时才产生 DMA 请求，并将转换的数据从 ADC_DR 寄存器传输到用户指定的目的地址。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 注入通道组具有独立的专用通道寄存器，转换完成不会触发 DMA 搬运请求。

【判断题 4】 在 ADC 的扫描模式中，如果设置了 DMA 位，则在每次 EOC（转换结束）后，DMA 控制器把规则通道组的转换数据传输到 SRAM 中。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 多通道扫描转换必须借助 DMA 完成分流，否则每次 EOC 转换的新通道数据都会覆写覆盖 ADC_DR 寄存器。

【判断题 5】 ADC 将软硬件触发源分为两类：规则通道组和注入通道组。（ ）

【参考答案】 正确

【解析】 两组拥有独立的硬件外部触发（如定时器中断触发或外部 IO 引脚触发）配置。

■ 简答题部分

【简答题 1】 简述 A/D 转换的过程及主要技术参数。

【参考答案】 1. 转换过程：

- 采样：定时抽取连续模拟电平瞬间值，时间离散化；
- 保持：采样开关断开时，利用保持电容稳定该电平值；
- 量化：将该模拟量用最小二进制分辨率单位的整数倍表示；
- 编码：将量化的整数值写为二进制代码并输出。

2. 主要技术参数：

- 分辨率：通常用输出二进制位数（如 12 位）表示，代表识别的最小电压值；
- 量化误差：因有限字长量化带来的 $\pm 1/2$ LSB 固有差值；
- 转换速度：完成一次采样到编码所需的总微秒数；
- 线性度：最大转换偏差偏离理想转换直线的数值百分比。

【解析】 A/D 转换的物理及性能指标核心简答题。

【简答题 2】 STM32 的 ADC 有哪些通道？ADC 有哪几种转换模式？

【参考答案】 1. 通道：共有 18 个模拟信号通道，包括 16 个来自芯片外部 GPIO 引脚的外部输入引脚（ADC_IN0 ~ ADC_IN15），以及 2 个芯片内部信号源：内部温度传感器和 Vrefint 内部参考电压。

2. 转换模式：

- 单次转换模式：触发一次转换完毕后即自动停止；
- 连续转换模式：转换完毕后硬件立即开启下一次转换，无限循环；
- 扫描转换模式：依次对规则或注入队列中配置的所有通道进行轮流转换；
- 间断转换模式：将队列分批触发转换（如每触发一次仅转换队列中的 1 个通道）。

【解析】 考察 STM32 内部 ADC 外设的具体组成及配置模式。

【简答题 3】 简述 STM32 的 A/D 转换时间，STM32F103 系列微控制器的最短 A/D 转换时间是多少？

【参考答案】 1. A/D 转换时间：总转换时间公式为 $T_{\text{conv}} = \text{采样周期时间} + 12.5 \text{ 个时钟周期}$ 。时钟源 ADCCLK 由系统 PCLK2 时钟分频得到，且 ADCCLK 最大不能超过 14MHz。

2. 最短转换时间：当 ADCCLK 设定为最大 14MHz，且采样时间配置为最短的 1.5 个时钟周期时，单次转换周期为 $1.5 + 12.5 = 14$ 个时钟周期。最短转换时间为： $T_{\min} = 14 / 14\text{MHz} = 1.0$ 微秒（us）。

【解析】考查 ADC 时钟计算与极限参数换算。

■ 综合应用题部分

【综合应用题 1】现有一个温度测控系统，已知温度传感器在 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 为线性输出，参考电压为 5V，采用 8 位的 ADC。在 0°C 的时候，测得的电压为 1.8V，在 100°C 的时候，测得的电压为 4.3V。

(1) 系统的分辨率是多少？

(2) 若采集到数据为二进制 10010000，则表示多大输入电压？当前测得的实际温度是多少？

【参考答案】(1) 系统的物理电压分辨率为：

$$V_{\text{res}} = 5\text{V} / (2^8) = 5\text{V} / 256 = 19.53\text{ mV}$$

线性温度量程对应的模拟输出电压差为 $4.3\text{V} - 1.8\text{V} = 2.5\text{V}$ 。对应的温度跨度为 100°C 。所以每度电压变化为 $2.5\text{V} / 100^{\circ}\text{C} = 25\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ 。

$$\text{温度分辨率} = \text{电压分辨率} / \text{每度电压变化} = 19.53\text{mV} / (25\text{mV}/^{\circ}\text{C}) = 0.78^{\circ}\text{C}。$$

(2) 采集到的二进制数据 10010000 转换为十进制为：

144

此时测得的实际模拟输入电压为：

$$V_{\text{in}} = (144 / 256) * 5\text{V} = 2.8125\text{ V}$$

根据线性插值公式计算当前测得的温度 T：

$$T = [(V_{\text{in}} - 1.8\text{V}) / (4.3\text{V} - 1.8\text{V})] * 100^{\circ}\text{C} = [(2.8125\text{V} - 1.8\text{V}) / 2.5\text{V}] * 100^{\circ}\text{C} = (1.0125\text{V} / 2.5\text{V}) * 100^{\circ}\text{C} = 40.5^{\circ}\text{C}。$$

答：系统的电压分辨率为 19.53mV，温度分辨率为 0.78°C 。二进制 10010000 表示模拟输入电压为 2.8125V，实际测得的温度为 40.5°C 。

【解析】考查 ADC 分辨率计算以及工业传感器线性标定和代数转换的工程计算能力。

