

2020 年全国硕士研究生入学统一考试

计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础综合试题

一、单项选择题（第 1~40 小题，每小题 2 分，共 80 分。下列每题给出的四个选项中，只有一个选项最符合试题要求）

1. 将一个 10×10 对称矩阵 M 的上三角部分的元素 $m_{i,j}$ ($1 \leq i \leq j \leq 10$) 按列优先存入 C 语言的一维数组 N 中，元素 $m_{7,2}$ 在 N 中的下标是

- A. 15 B. 16 C. 22 D. 23

2. 对空栈 S 进行 Push 和 Pop 操作，入栈序列为 a, b, c, d, e ，经过 Push, Push, Pop, Push, Pop, Push, Push, Pop 操作后得到的出栈序列是

- A. b, a, c B. b, a, e C. b, c, a D. b, c, e

3. 对于任意一棵高度为 5 且有 10 个结点的二叉树，若采用顺序存储结构保存，每个结点占 1 个存储单元（仅存放结点的数据信息），则存放该二叉树需要的存储单元数量至少是

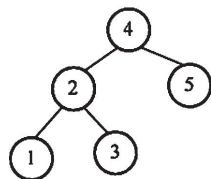
- A. 31 B. 16 C. 15 D. 10

4. 已知森林 F 及与之对应的二叉树 T ，若 F 的先根遍历序列是 a, b, c, d, e, f ，中根遍历序列是 b, a, d, f, e, c ，则 T 的后根遍历序列是

- A. b, a, d, f, e, c B. b, d, f, e, c, a
C. b, f, e, d, c, a D. f, e, d, c, b, a

5. 下列给定的关键字输入序列中，不能生成如下二叉排序树的是

- A. $4, 5, 2, 1, 3$ B. $4, 5, 1, 2, 3$
C. $4, 2, 5, 3, 1$ D. $4, 2, 1, 3, 5$

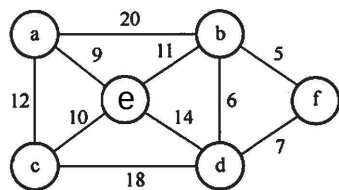


6. 修改递归方式实现的图的深度优先搜索 (DFS) 算法，将输出（访问）顶点信息的语句移到退出递归前（即执行输出语句后立刻退出递归）。采用修改后的算法遍历有向无环图 G ，若输出结果中包含 G 中的全部顶点，则输出的顶点序列是 G 的

- A. 拓扑有序序列 B. 逆拓扑有序序列
C. 广度优先搜索序列 D. 深度优先搜索序列

7. 已知无向图 G 如下所示，使用克鲁斯卡尔 (Kruskal) 算法求图 G 的最小生成树，加到最小生成树中的边依次是

- A. $(b, f), (b, d), (a, e), (c, e), (b, e)$
B. $(b, f), (b, d), (b, e), (a, e), (c, e)$
C. $(a, e), (b, e), (c, e), (b, d), (b, f)$
D. $(a, e), (c, e), (b, e), (b, f), (b, d)$



8. 若使用 AOE 网估算工程进度，则下列叙述中正确的是
A. 关键路径是从原点到汇点边数最多的一条路径
B. 关键路径是从原点到汇点路径长度最长的路径

C. 增加任一关键活动的时间不会延长工程的工期

D. 缩短任一关键活动的时间将会缩短工程的工期

9. 下列关于大根堆（至少含 2 个元素）的叙述中，正确的是

I. 可以将堆看成一棵完全二叉树

II. 可以采用顺序存储方式保存堆

III. 可以将堆看成一棵二叉排序树

IV. 堆中的次大值一定在根的下一层

A. 仅 I、II B. 仅 II、III C. 仅 I、II 和 IV D. I、III 和 IV

10. 依次将关键字 5, 6, 9, 13, 8, 2, 12, 15 插入初始为空的 4 阶 B 树后，根结点中包含的关键字是

A. 8 B. 6, 9 C. 8, 13 D. 9, 12

11. 对大部分元素已有序的数组进行排序时，直接插入排序比简单选择排序效率更高，其原因是

I. 直接插入排序过程中元素之间的比较次数更少

II. 直接插入排序过程中所需要的辅助空间更少

III. 直接插入排序过程中元素的移动次数更少

A. 仅 I B. 仅 III C. 仅 I、II D. I、II 和 III

12. 下列给出的部件中，其位数（宽度）一定与机器字长相同的是

I. ALU II. 指令寄存器 III. 通用寄存器 IV. 浮点寄存器

A. 仅 I、II B. 仅 I、III C. 仅 II、III D. 仅 II、III、IV

13. 已知带符号整数用补码表示，float 型数据用 IEEE 754 标准表示，假定变量 x 的类型只可能是 int 或 float，当 x 的机器数为 C800 0000H 时， x 的值可能是

A. -7×2^{27} B. -2^{16} C. 2^{17} D. 25×2^{27}

14. 在按字节编址，采用小端方式的 32 位计算机中，按边界对齐方式为以下 C 语言结构型变量 a 分配存储空间。

```
Struct record{
    short  x1;
    int    x2;
} a;
```

若 a 的首地址为 2020 FE00H， a 的成员变量 $x2$ 的机器数为 1234 0000H，则其中 34H 所在存储单元的地址是

A. 2020 FE03H B. 2020 FE04H C. 2020 FE05H D. 2020 FE06H

15. 下列关于 TLB 和 Cache 的叙述中，错误的是

A. 命中率都与程序局部性有关

B. 缺失后都需要去访问主存

C. 缺失处理都可以由硬件实现

D. 都由 DRAM 存储器组成

16. 某计算机采用 16 位定长指令字格式，操作码位数和寻址方式位数固定，指令系统有 48 条指令，支持直接、间接、立即、相对 4 种寻址方式。单地址指令中，直接寻址方式的寻址范围是

A. 0~225 B. 0~1023 C. -128~127 D. -512~511

17. 下列给出的处理器类型中, 理想情况下, CPI 为 1 的是

- I. 单周期 CPU II. 多周期 CPU
III. 基本流水线 CPU IV. 超标量流水线 CPU
A. 仅 I、II B. 仅 I、III C. 仅 II、IV D. 仅 III、IV

18. 下列关于“自陷”(Trap, 也称陷阱)的叙述中, 错误的是

- A. 自陷是通过陷阱指令预先设定的一类外部中断事件
B. 自陷可用于实现程序调试时的断点设置和单步跟踪
C. 自陷发生后 CPU 将转去执行操作系统内核相应程序
D. 自陷处理完成后返回到陷阱指令的下一条指令执行

19. QPI 总线是一种点对点全工同步串行总线, 总线上的设备可同时接收和发送信息, 每个方向可同时传输 20 位信息(16 位数据+4 位校验位), 每个 QPI 数据包有 80 位信息, 分 2 个时钟周期传送, 每个时钟周期传递 2 次。因此, QPI 总线带宽为: 每秒传送次数 $\times 2B \times 2$ 。若 QPI 时钟频率为 2.4GHz, 则总线带宽为

- A. 4.8GB/s B. 9.6GB/s C. 19.2GB/s D. 38.4GB/s

20. 下列事件中, 属于外部中断事件的是

- I. 访存时缺页 II. 定时器到时 III. 网络数据包到达
A. 仅 I、II B. 仅 I、III C. 仅 II、III D. I、II 和 III

21. 外部中断包括不可屏蔽中断(NMI)和可屏蔽中断, 下列关于外部中断的叙述中, 错误的是

- A. CPU 处于关中断状态时, 也能响应 NMI 请求
B. 一旦可屏蔽中断请求信号有效, CPU 将立即响应
C. 不可屏蔽中断的优先级比可屏蔽中断的优先级高
D. 可通过中断屏蔽字改变可屏蔽中断的处理优先级

22. 若设备采用周期挪用 DMA 方式进行输入和输出, 每次 DMA 传送的数据块大小为 512 字节, 相应的 I/O 接口中有一个 32 位数数据缓冲寄存器。对于数据输入过程, 下列叙述中, 错误的是

- A. 每准备好 32 位数据, DMA 控制器就发出一次总线请求
B. 相对于 CPU, DMA 控制器的总线使用权的优先级更高
C. 在整个数据块的传送过程中, CPU 不可以访问主存储器
D. 数据块传送结束时, 会产生“DMA 传送结束”中断请求

23. 若多个进程共享同一个文件 F, 则下列叙述中, 正确的是

- A. 各进程只能用“读”方式打开文件 F
B. 在系统打开文件表中仅有一个表项包含 F 的属性
C. 各进程的用户打开文件表中关于 F 的表项内容相同
D. 进程关闭 F 时, 系统删除 F 在系统打开文件表中的表项

24. 下列选项中, 支持文件长度可变、随机访问的磁盘存储空间分配方式是

- A. 索引分配 B. 链接分配 C. 连续分配 D. 动态分区分配

25. 下列与中断相关的操作中, 由操作系统完成的是

- I. 保存被中断程序的中断点 II. 提供中断服务
III. 初始化中断向量表 IV. 保存中断屏蔽字
A. 仅 I、II B. 仅 I、II、IV C. 仅 III、IV D. 仅 II、III、IV

26. 下列与进程调度有关的因素中, 在设计多级反馈队列调度算法时需要考虑的是

- I. 就绪队列的数量 II. 就绪队列的优先级

- III. 各就绪队列的调度算法 IV. 进程在就绪队列间的迁移条件
 A. 仅 I、II B. 仅 III、IV C. 仅 II、III、IV D. I、II、III 和 IV
 27. 某系统中有 A、B 两类资源各 6 个， t 时刻资源分配及需求情况如下表所示。

进程	A 已分配数量	B 已分配数量	A 需求总量	B 需求总量
P1	2	3	4	4
P2	2	1	3	1
P3	1	2	3	4

t 时刻安全性检测结果是

- A. 存在安全序列 P1、P2、P3 B. 存在安全序列 P2、P1、P3
 C. 存在安全序列 P2、P3、P1 D. 不存在安全序列
 28. 下列因素中，影响请求分页系统有效（平均）访存时间的是
 I. 缺页率 II. 磁盘读写时间 III. 内存访问时间
 IV. 执行缺页处理程序的 CPU 时间
 A. 仅 II、III B. 仅 I、IV C. 仅 I、III、IV D. I、II、III 和 IV

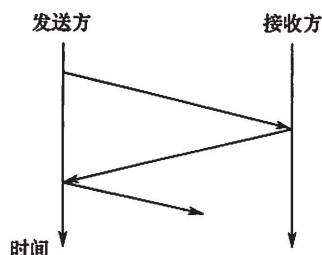
29. 下列关于父进程与子进程的叙述中，错误的是

- A. 父进程与子进程可以并发执行
 B. 父进程与子进程共享虚拟地址空间
 C. 父进程与子进程有不同的进程控制块
 D. 父进程与子进程不能同时使用同一临界资源
 30. 对于具备设备独立性的系统，下列叙述中，错误的是
 A. 可以使用文件名访问物理设备
 B. 用户程序使用逻辑设备名访问物理设备
 C. 需要建立逻辑设备与物理设备之间的映射关系
 D. 更换物理设备后必须修改访问该设备的应用程序

31. 某文件系统的目录项由文件名和索引结点号构成。若每个目录项长度为 64 字节，其中 4 字节存放索引结点号，60 字节存放文件名。文件名由小写英文字母构成，则该文件系统能创建的文件数量的上限为

- A. 2^{26} B. 2^{32} C. 2^{60} D. 2^{64}
 32. 下列准则中，实现临界区互斥机制必须遵循的是
 I. 两个进程不能同时进入临界区
 II. 允许进程访问空闲的临界资源
 III. 进程等待进入临界区的时间是有限的
 IV. 不能进入临界区的执行态进程立即放弃 CPU
 A. 仅 I、IV B. 仅 II、III C. 仅 I、II、III D. 仅 I、III、IV

33. 下图描述的协议要素是



I. 语法 II. 语义 III. 时序

A. 仅 I

B. 仅 II

C. 仅 III

D. I、II 和 III

34. 下列关于虚电路网络的叙述中, 错误的是

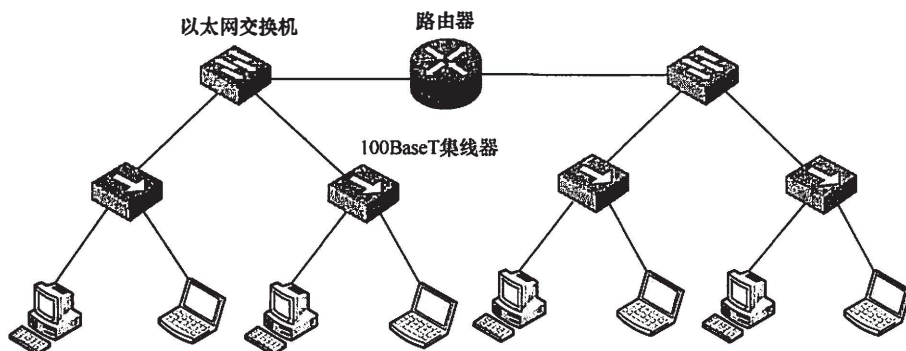
A. 可以确保数据分组传输顺序

B. 需要为每条虚电路预分配带宽

C. 建立虚电路时需要进行路由选择

D. 依据虚电路号 (VCID) 进行数据分组转发

35. 下图所示的网络中,冲突域和广播域的个数分别是



A. 2, 2

B. 2, 4

C. 4, 2

D. 4, 4

36. 假设主机甲采用停-等协议向主机乙发送数据帧, 数据帧长与确认帧长均为 1000B, 数据传输速率是 10kbps, 单项传播延时是 200ms。则甲的最大信道利用率为

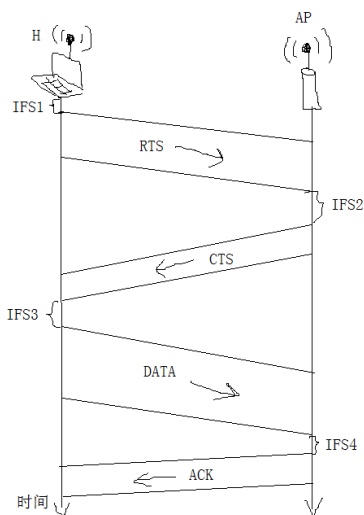
A. 80%

B. 66.7%

C. 44.4%

D. 40%

37. 某 IEEE 802.11 无线局域网中, 主机 H 与 AP 之间发送或接收 CSMA/CA 帧的过程如下图所示。在 H 或 AP 发送帧前所等待的帧间间隔时间 (IFS) 中, 最长的是



A. IFS1

B. IFS2

C. IFS3

D. IFS4

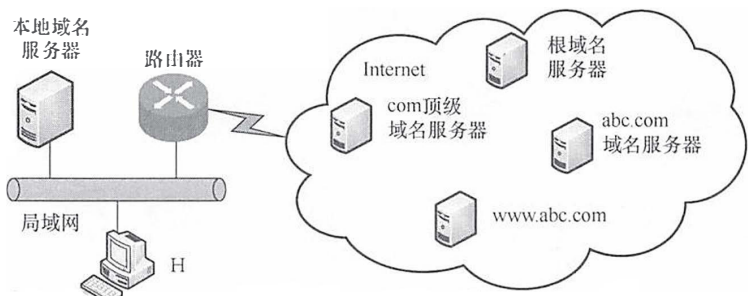
38. 若主机甲与主机乙已建立一条 TCP 连接, 最大段长 (MSS) 为 1KB, 往返时间 (RTT) 为 2ms, 则在不出现拥塞的前提下, 拥塞窗口从 8KB 增长到 32KB 所需的最长时间是

- A. 4ms B. 8ms C. 24ms D. 48ms

39. 若主机甲与主机乙建立 TCP 连接时, 发送的 SYN 段中的序号为 1000, 在断开连接时, 甲发送给乙的 FIN 段中的序号为 5001, 则在无任何重传的情况下, 甲向乙已经发送的应用层数据的字节数为

- A. 4002 B. 4001 C. 4000 D. 3999

40. 假设下图所示网络中的本地域名服务器只提供递归查询服务, 其他域名服务器均只提供迭代查询服务; 局域网内主机访问 Internet 上各服务器的往返时间 (RTT) 均为 10ms, 忽略其他各种时延。若主机 H 通过超链接 <http://www.abc.com/index.html> 请求浏览纯文本 Web 页 index.html, 则从点击超链接开始到浏览器接收到 index.html 页面为止, 所需的最短时间与最长时间分别是



- A. 10ms, 40ms B. 10ms, 50ms C. 20ms, 40ms D. 20ms, 50ms

二、综合应用题 (第 41~47 小题, 共 70 分)

41. (13 分) 定义三元组 (a, b, c) (a, b, c 均为正数) 的距离 $D = |a - b| + |b - c| + |c - a|$ 。给定 3 个非空整数集合 S_1 、 S_2 和 S_3 , 按升序分别存储在 3 个数组中。请设计一个尽可能高效的算法, 计算并输出所有可能的三元组 (a, b, c) ($a \in S_1, b \in S_2, c \in S_3$) 中的最小距离。例如 $S_1 = \{-1, 0, 9\}$, $S_2 = \{-25, -10, 10, 11\}$, $S_3 = \{2, 9, 17, 30, 41\}$, 则最小距离为 2, 相应的三元组为 $(9, 10, 9)$ 。要求:

- (1) 给出算法的基本设计思想。
- (2) 根据设计思想, 采用 C 或 C++ 语言描述算法, 关键之处给出注释。
- (3) 说明你所设计算法的时间复杂度和空间复杂度。

42. (10 分) 若任一个字符的编码都不是其他字符编码的前缀, 则称这种编码具有前缀特性。现有某字符集 (字符个数 ≥ 2) 的不等长编码, 每个字符的编码均为二进制的 0、1 序列, 最长为 L 位, 且具有前缀特性。请回答下列问题:

- (1) 哪种数据结构适宜保存上述具有前缀特性的不等长编码?
- (2) 基于你所设计的数据结构, 简述从 0/1 串到字符串的译码过程。
- (3) 简述判定某字符集的不等长编码是否具有前缀特性的过程。

43. (13 分) 有实现 $x \times y$ 的两个 C 语言函数如下:

```
unsigned umul (unsigned x, unsigned y) { return x*y; }
int imul (int x, int y) {return x * y; }
```

假定某计算机 M 中 ALU 只能进行加减运算和逻辑运算。请回答下列问题。

(1) 若 M 的指令系统中没有乘法指令, 但有加法、减法和位移等指令, 则在 M 上也能实现上述两个函数中的乘法运算, 为什么?

(2) 若 M 的指令系统中有乘法指令, 则基于 ALU、位移器、寄存器以及相应控制逻辑实现乘法指令时, 控制逻辑的作用是什么?

(3) 针对以下三种情况: a) 没有乘法指令; b) 有使用 ALU 和位移器实现的乘法指令; c) 有使用阵列乘法器实现的乘法指令, 函数 `umul()` 在哪种情况下执行时间最长? 哪种情况下执行的时间最短? 说明理由

(4) n 位整数乘法指令可保存 $2n$ 位乘积, 当仅取低 n 位作为乘积时, 其结果可能会发生溢出。当 $n = 32$ 、 $x = 2^{31} - 1$ 、 $y = 2$ 时, 带符号整数乘法指令和无符号整数乘法指令得到的 $x \times y$ 的 $2n$ 位乘积分别是什么(用十六进制表示)? 此时函数 `umul()` 和 `imul()` 的返回结果是否溢出? 对于无符号整数乘法运算, 当仅取乘积的低 n 位作为乘法结果时, 如何用 $2n$ 位乘积进行溢出判断?

44. (10 分) 假定主存地址为 32 位, 按字节编址, 指令 Cache 和数据 Cache 与主存之间均采用 8 路组相联映射方式, 直写 (Write Through) 写策略和 LRU 替换算法, 主存块大小为 64B, 数据区容量各为 32KB。开始时 Cache 均为空。请回答下列问题。

(1) Cache 每一行中标记 (Tag)、LRU 位各占几位? 是否有修改位?

(2) 有如下 C 语言程序段:

```
for (k = 0; k < 1024 ; k++)
    s[k] = 2 * s[k];
```

若数组 s 及其变量 k 均为 `int` 型, `int` 型数据占 4B, 变量 k 分配在寄存器中, 数组 s 在主存中的起始地址为 0080 00C0H, 则该程序段执行过程中, 访问数组 s 的数据 Cache 缺失次数为多少?

(3) 若 CPU 最先开始的访问操作是读取主存单元 0001 003H 中的指令, 简要说明从 Cache 中访问该指令的过程, 包括 Cache 缺失处理过程。

45. (7 分) 现有 5 个操作 A、B、C、D 和 E, 操作 C 必须在 A 和 B 完成后执行, 操作 E 必须在 C 和 D 完成后执行, 请使用信号量的 `wait()`、`signal()` 操作 (P、V 操作) 描述上述操作之间的同步关系, 并说明所用信号量及其初值。

46. (8 分) 某 32 位系统采用基于二级页表的请求分页存储管理方式, 按字节编址, 页目录项和页表项长度均为 4 字节, 虚拟地址结构如下所示。

页目录号 (10 位)

页号 (10 位)

页内偏移量 (12 位)

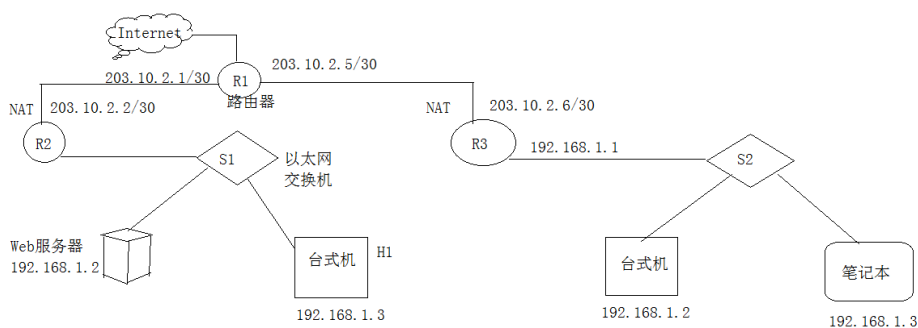
某 C 程序中数组 `a[1024][1024]` 的起始虚拟地址为 1080 0000H, 数组元素占 4 字节, 该程序运行时, 其进程的页目录起始物理地址为 0020 1000H, 请回答下列问题。

(1) 数组元素 `a[1][2]` 的虚拟地址是什么? 对应的页目录号和页号分别是什么? 对应的页目录项的物理地址是什么? 若该目录项中存放的页框号为 00301H, 则 `a[1][2]` 所在页对应的页表项的物理地址是什么?

(2) 数组 a 在虚拟地址空间中所占区域是否必须连续? 在物理地址空间中所占区域是否必须连续?

(3) 已知数组 a 按行优先方式存放, 若对数组 a 分别按行遍历和按列遍历, 则哪一种遍历方式的局部性更好?

47. (9 分) 某校园网有两个局域网, 通过路由器 R1、R2 和 R3 互联后接入 Internet, S1 和 S2 为以太网交换机。局域网采用静态 IP 地址配置, 路由器部分接口以及各主机的 IP 地址如下图所示。



假设 NAT 转换表结构为：

外网		内网	
IP 地址	端口号	IP 地址	端口号

请回答下列问题：

- (1) 为使 H2 和 H3 能够访问 Web 服务器（使用默认端口号），需要进行什么配置？
- (2) 若 H2 主动访问 Web 服务器时，将 HTTP 请求报文封装到 IP 数据报 P 中发送，则 H2 发送 P 的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是什么？经过 R3 转发后，P 的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是什么？经过 R2 转发后，P 的源 IP 地址和目的 IP 地址分别是什么？