

2025 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

01. 【答案】B

锁定考点	图领数据结构讲义 1.2 小节：算法
解题思路	◆ 分析题意，题目中给出的是一个嵌套循环，首先关注外层循环变量的取值范围，然后分析内层循环与外层循环是否有关联。 ◆ 分析选项，根据计算的时间复杂度选择正确选项即可。
易错点	注意这里不能用乘法法则，很多同学可能看到是双层循环，就认为时间复杂度为 $O(n^2)$ 。注意分析内外层循环是否有关联。

图领解析 （下标从 0 开始还是从 1 开始不确定，但是不影响最后的结果）

分析过程：外层循环变量 i 从 $1 \sim \sqrt{n}$ ，

$i=1$ 时，不会进入内层循环；

$i=2$ 时， j 的取值范围是 $1 \sim 1$ ，取值个数是 1；

$i=3$ 时， j 的取值范围是 $1 \sim 2$ ，取值个数是 2；

$i=4$ 时， j 的取值范围是 $1 \sim 3$ ，取值个数是 3，

依次类推， $i = \sqrt{n}$ 时， j 的取值范围是 $1 \sim \sqrt{n} - 1$ ，取值个数是 $\sqrt{n} - 1$ 个。

将取值个数加和， $1+2+3+\dots+\sqrt{n}-1 = \frac{\sqrt{n} \times (\sqrt{n}-1)}{2}$ ，式子的数量级是 $O(n)$ ，因此选

B 选项。

图领小贴士

本题考查算法分析，单层循环直接计算循环次数就行，可以设有 k 次循环，接着按照变量递增的规律，比如 $i=1$ ，每次 $i=i*2$ ，那 $2^k < n$ ，计算出循环次数，也就得出了时间复杂度。双层循环要注意，不一定是 $O(n^2)$ ，通常在这里设下陷阱。

02. 【答案】D

锁定考点	图领数据结构讲义 3.4 小节：栈、队列和数组的应用
解题思路	◆ 分析题意，题目要求使用栈判断括号是否匹配，而且给出了栈的容量。基本思路是先左括号入栈，遇到匹配的右括号就出栈一个左括号。 ◆ 分析选项，根据括号匹配思路进行判断即可。
易错点	栈的括号匹配比较简单。

图领解析

计算带括号的中缀表达式，首先我们可以先将该表达式转为后缀表达式后，再直接求值。在括号匹配中，左括号入栈，遇到右括号的时候左括号弹出。在选项中找出栈中左括

号连续超过 3 个的表达式，即可选出 D 选项。

图领小贴士

括号匹配一定掌握匹配的基本思路，建议看一下括号匹配代码。

```
#define MAX_SIZE 100

int main() {
    char stack[MAX_SIZE];
    int top = -1;
    char c;

    while((c = getchar()) != '\n') {
        if(c == '(' || c == '[' || c == '{') {
            stack[++top] = c;
        } else if(c == ')') {
            if(top == -1 || stack[top--] != '(') {
                printf("不匹配\n");
                return 0;
            }
        } else if(c == ']') {
            if(top == -1 || stack[top--] != '[') {
                printf("不匹配\n");
                return 0;
            }
        } else if(c == '}') {
            if(top == -1 || stack[top--] != '{') {
                printf("不匹配\n");
                return 0;
            }
        }
    }

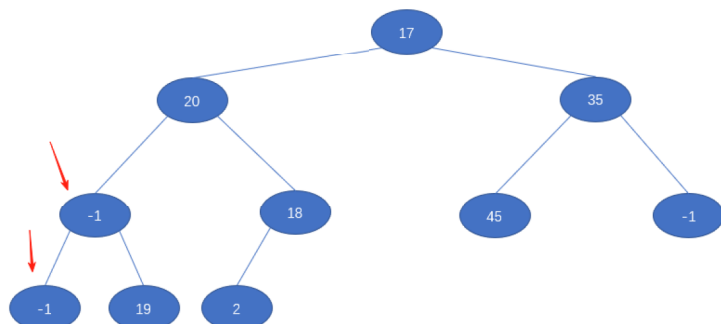
    printf(top == -1 ? "匹配\n" : "不匹配\n");
    return 0;
}
```

03. 【答案】D

锁定考点	图领数据结构讲义 4.2.2 小节：二叉树的存储结构
解题思路	◆分析题意，题目给出了二叉树的顺序存储结构，要知道顺序存储结构根据层次遍历来存的，根据这个特点还原二叉树。如果遇到空结点下面有非空结点，则存储出现错误。 ◆分析选项，先根据顺序存储方式对二叉树进行还原，接着进行判断（可以先将空结点当做非空结点进行还原）。
易错点	比较简单。

图领解析

考查顺序存储的二叉树还原。假设 -1 可以当作一个结点的权值，则 D 选项还原可得：



可以看到有两个 -1 的结点，空结点下有右孩子，所以不能还原。其他选项可以还原二叉树。

图领小贴士

二叉树的顺序存储是一种不高效的方法。第一，二叉树非完全时，需填充虚节点以维持数组结构，导致显著的空间浪费。第二，顺序存储的插入和删除操作复杂度高，需移动大量节点数据，而链式存储仅需调整指针。不过本题只需要会还原即可。

04. 【答案】B

锁定考点	图领数据结构讲义 4.2+4.4 小节：二叉树的基本概念 + 树和森林
解题思路	◆分析题意，考查二叉树和森林的性质，逐个选项分析即可。 ◆分析选项，A 选项考虑完全二叉树中结点种类；C 选项考虑二叉树中不同度的结点之间关系；D 选项考虑链式二叉树计算的特点是递归进行计算。
易错点	C 选项容易忽略度为 1 的结点而导致犯错，二叉树的分支结点有包括单分支结点和双分支结点两种。D 选项也得注意一下。

图领解析

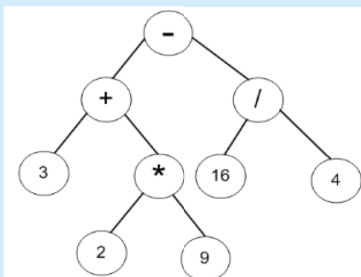
A 选项，完全二叉树可以包含度为 1 的结点（最后一个结点）。

C 选项，二叉树的分支节点不一定比叶结点个数少，有相等情况。根据性质 $n_2 - n_0 - 1$ ，可知双分支结点比叶子少一个，但没有考虑所有分支结点的情况。假设 $n_2=1$ ， $n_1=1$ ， $n_0=2$ 此时分支结点个数和叶结点相等。

D 选项，在表达式树中，根节点保存的是优先级最低的运算符（即最后计算的运算符），而不是最先计算的运算符。所以 B 选项正确。

图领小贴士

本题考察内容较多，考查了二叉树的性质、完全二叉树、二叉树与森林转换以及链式二叉树求值，比较综合。链式二叉树出现较少，算式 $(3+2*9)-(16/4)$ 的链式树如下：

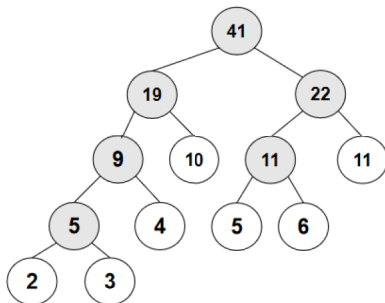


- (1) 表达式的运算符通常作为分支节点存储，操作数作为叶子节点。
- (2) 通过后序遍历对链式树进行访问（递归）计算表达式。

05. 【答案】D

锁定考点	图领数据结构讲义 4.5.1 小节：哈夫曼树和哈夫曼编码
解题思路	◆ 分析题意，考查哈夫曼树的构造，以及哈夫曼编码。 ◆ 分析选项，根据构造的哈夫曼树可以得到答案。
易错点	要注意保证自己构造的哈夫曼树正确。

图领解析 哈夫曼树的构造，根据字符出现的频次可得下面这棵树（不唯一）：



由图可知，编码长度大于等于 3 的有 5 个，分别为 2、3、4、5、6。

图领小贴士

哈夫曼树不唯一，哈夫曼编码同样不唯一。本题构造哈夫曼编码的时候可以发现这一点，这也是本题的考点。

06. 【答案】C

锁定考点	图领数据结构讲义 5.1+5.3+5.4 小节：图的基本概念 + 图的遍历 + 图的应用
解题思路	◆ 分析题意，本题属于图的综合考查，逐个分析选项。 ◆ 分析选项，A、C 选项属于图基本概念考查。B 考查拓扑排序的唯一性，考虑图的单一线性结构。D 考虑图中权值是否相同。
易错点	本题考虑两个易错点，第一是拓扑排序唯一性的判断，第二是 BFS 求最短距离。

图领解析 C 选项正确, 如果各顶点的度均大于等于 2, 假设图中有 n 个顶点, 那么总度数 $\geq 2n$, 此时可以推断出边数 $\geq n$ (因为一个边可以贡献两个度)。对于一个无向图来说, n 个顶点的图至少包含 n 条边, 一定存在回路。(可以画图推断一下)。

A 选项错误, 有向图不一定存在入度为 0 的顶点, 比如环形有向图。

B 选项错误, 有向无环图的拓扑排序序列存在, 但不一定唯一, 拓扑序列是否唯一要看有向图中顶点的出入度情况。

D 选项错误, BFS 适用于无权图或边权值相同的图, 而且 BFS 只能求单源最短路径, 任意两点的最短路径需要使用 Floyd 算法。

图领小贴士

本题考查图的概念、遍历以及拓扑序列。

(1) 拓扑序列: 如果图是有环的, 那么拓扑序列是不存在的, 拓扑序列的唯一性判断: 只有在拓扑排序的每一步中, 队列中只有一个顶点的入度为 0。

(2) 最短路径求法

Dijkstra: 求单源最短路径, 即从一个源点发出的最短路径。

Floyd: 求多源最短路径, 即求图中任意一个源点到其它顶点的路径。

BFS: 适用于无权图 (或边数权值均为 1)。

07. 【答案】C

锁定考点	图领数据结构讲义 6.2.3 小节: 分块查找
解题思路	◆ 分析题意, 本题属于分块查找的考查, 回忆分块查找的 ASL 的计算。 ◆ 分析选项, 在索引表和块内都采用顺序查找法, 则 ASL 为两个顺序查找的 ASL 相加再分析为保证查找效率最高, 每个块包含元素个数情况。
易错点	本题直接计算即可。

图领解析 分块查找时, 每个块中需要进行查找, 索引顺序表需要进行查找, 计算 $\sqrt{400} = 20$ 作为块内元素个数, 此时索引表长度也为 20, 是最快速且合理的分块方式。

$$\begin{aligned}
 ASL_{bs} &= L_b + L_w = \frac{1}{b} \sum_{j=1}^b j + \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s i = \frac{b+1}{2} + \frac{s+1}{2} \\
 &= \frac{1}{2} \left(\frac{n}{s} + s \right) + 1
 \end{aligned}$$

在给定 n 的前提下, s 是可以选择的。容易证明, 当 s 取 $\sqrt{n}$ 时, ASL 取最小值。

图领小贴士

分块查找除了考察每个块包含元素的个数, 还会考察分块查找的平均查找长度等。考查的题型比较简单。

08. 【答案】C

锁定考点	图领数据结构讲义 6.4 小节：B 树和 B+ 树
解题思路	◆分析题意，本题考查 B 树结点关键字数量，以及 B 树性质（叶子结点高度要相同）。主要考虑根结点不同情况，因为根结点关键字数量影响下层结点数量。 ◆分析选项，根据分析过程，统计总数量。
易错点	本题主要根据根结点数量进行判断，易错点在于 B 树叶子结点高度要相同。

图领解析 4 阶 B 树的根节点关键字范围是 1~3；非根结点的关键字范围是 1~3。由此分析 B 树的形态即可，注意关键字个数 +1= 分支数。

①当根节点关键字个数为 1 时，有 2 种形态：

分别是所有非根节点的关键字数都为 1，共 7 个结点（满二叉树）；

高度为 2，一共 2 个非根结点，每个结点中有三个关键字。

②当根节点关键字个数为 2 时，有 6 种形态：

B 树高度为 2，剩下 5 个结点分配给 3 个非根结点即可，分别有 (1,1,3)、(1,2,2)、(1,3,1)、(2,1,2)、(2,2,1)、(3,1,1)。

③当根节点关键字个数为 3 时，有 1 种形态：

第二层非根节点有 4 个，每个节点有 1 个关键字。

图领小贴士

关于 B 树的考查，常见有 B 树的概念（结点或关键字数量）、B 树的构造、B 树的插入（或删除）调整以及 B 树的性质等。本题考察 B 树的形态，涉及 B 树的结点中关键字数量以及 B 树的性质（叶结点在同一高度）。

09. 【答案】A

锁定考点	图领数据结构讲义 6.6 小节：散列查找
解题思路	◆分析题意，本题考查散列表处理冲突的两种方法，线性探测法和平方探测法，考虑两种方法的特点，逐个分析每个选项 ◆分析选项，线性探测法在于逐个查找位置，平方探测法会跳跃查找位置。此外，要知道什么是同义词，发生冲突可能在同义词之间，也可能不在同义词之间。
易错点	易错点在于不熟悉平方探测法而出错。

图领解析 C、D 选项中同义词和同义词的比较，指哈希值相同的那些数，因为冲突后检测的位置无论是线性探测还是平方探测，都有可能找到那些非同义词的位置上做比较，所以 C、D 不对。A、B 选项中，线性探测法是一个一个探测并且走到末尾后从头开始，因此不会遗漏任何空闲位置；平方探测就不一定了，因为始终是跳着来探测的， $di=1^2, -1^2, 2^2, -2^2, \dots, \pm k^2 (k \leq m/2)$ ，所以 B 选项说法太绝对了，错误。

图领小贴士

线性探测法和平方探测法都属于开放地址法，它们之间的区别如下：

特性	线性探测法	平方探测法
探测序列	固定增量（如 +1, +2, +3...）	平方增量（如 $\pm 1^2, \pm 2^2, \pm 3^2 \dots$ ）
冲突解决方式	顺序查找相邻空槽，易形成聚集现象	跳跃式探测，分散冲突元素分布
查找精度	更仔细（能覆盖所有空槽）	可能遗漏某些空槽（尤其在非质数表长时）
性能特点	低负载因子时高效，高负载时性能下降	高负载因子下优于线性探测，减少聚集

10. 【答案】D

锁定考点	图领数据结构讲义 7.6 小节：内部排序的比较
解题思路	◆ 分析题意，本题考查排序算法的特点（移动次数、比较次数等）。要知道不同排序算法最坏情况是什么时候，并能单独分析排序算法的移动次数或比较次数，不能只知道时间复杂度。 ◆ 分析选项，分析题意选出正确的选项即可。
易错点	易错点在于不熟悉各种排序算法导致出错。

图领解析 假设要将序列从小到大排序（顺序），序列从大到小称为逆序。

对于冒泡排序来说，最坏情况下（完全逆序）移动次数为 $\frac{n(n-1)}{2}$ ；

对于直接插入排序来说，最坏情况的情况是序列逆序，移动次数是 $\frac{n(n-1)}{2}$ ；

快速排序的最坏情况是当序列逆序时，移动次数为约为 $O(n^2)$ ；

简单选择排序主要是做比较，比较后再进行交换。最坏情况是当序列是逆序时，需要进行 $n-1$ 次交换，即 $3(n-1)$ 次移动。

图领小贴士

常见排序算法的移动次数、比较次数与复杂度对比如下：

排序算法	比较次数	移动 / 交换次数	空间复杂度	稳定性
直接插入排序	$O(n^2)$ （平均）	$O(n^2)$ （逆序时最多）	$O(1)$	✓
希尔排序	$O(n \log n) \sim O(n^2)$	$O(n \log n) \sim O(n^2)$	$O(1)$	✗
冒泡排序	$O(n^2)$ （固定）	$O(n^2)$ （逆序时最多）	$O(1)$	✓
快速排序	$O(n \log n)$ （平均）	$O(n \log n)$ （平均）	$O(\log n)$	✗
简单选择排序	$O(n^2)$ （固定）	$O(n)$ （固定）	$O(1)$	✗
堆排序	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(1)$	✗
归并排序	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(n)$	✓

11. 【答案】A

锁定考点	图领数据结构讲义 7.6 小节：内部排序的比较
解题思路	◆分析题意，本题考查排序算法的特点（排序过程序列的变化），这类题最好结合选项进行解答（排除法），结合序列变化特点。不要直接去分析序列，这样费时费力。 ◆分析选项，分析序列选出正确的选项即可。
易错点	易错点在于不熟悉各种排序算法导致出错。

图领解析 此题分析排序过程中序列变化的特点，如果不好进行判断，可以使用排除法。

希尔排序不好进行判断。可以先看其他选项。

B 选项，基数排序第一趟根据个位进行排序，关键字 10、20、30、40 应该位于前面，所以不是基数排序。

C 选项，归并排序第一趟，应该每两个都有序，45 和 25 不是有序的，不是归并排序。

D 选项，折半插入排序第一趟需要根据初始序列进行判断，前面两个元素是 5 和 25，排除。

图领小贴士

常见排序算法序列变化特征区别如下：

排序算法	核心特征	序列变化（前 2 趟变化）
直接插入排序	前 i 个元素始终保持有序（每趟将第 i 个元素插入前面的有序区），整体呈现“前端局部有序，后端无序”。	第一趟：[6,45],12,23,58,66,35,48 第二趟：[6,12,45],23,58,66,35,48
希尔排序	存在“间隔为 d 的子序列有序”（如 $d=5$ 时，下标 0,5,10... 构成的子序列有序），且间隔 d 逐渐减小。	第 1 趟（增量 4）：6,45,12,23,58,66,35,48 第 2 趟（增量 2）：6,23,12,45,35,48,58,66
冒泡排序	每趟结束后，末尾会多一个“固定的最大元素”（如第 i 趟后，最后 i 个元素已完全有序）。	第 1 趟：6,12,23,45,58,35,48,66 第 2 趟：6,12,23,45,35,48,58,66
快速排序	存在“基准元素”：某元素左侧均 $\leq$ 自身，右侧均 $\geq$ 自身（该元素位置固定），且左右子区间可能无序但满足与基准的大小关系。	第 1 趟分区（以 6 为基准）： 6,[45,12,23,58,66,35,48] 第 2 趟分区（以 45 为基准）： 6,[35,12,23],45,[66,58,48]
简单选择排序	前 i 个元素是整个序列中最小的 i 个元素（但前 i 个元素内部未必有序），每趟“选最值放前面”。	第 1 趟：6,[45,12,23,58,66,35,48] 第 2 趟：6,12,[45,23,58,66,35,48]
堆排序	未排序部分始终保持“堆结构”（如大根堆中，未排序部分的第一个元素是当前最大值），且每趟会将堆顶元素移到末尾。	初始建堆：66,58,35,48,45,12,6,23 第 1 趟：58,48,35,23,45,12,6 66 第 2 趟：48,45,35,23,6,12 58,66
归并排序	呈现“分段有序”特征：第 i 趟后，序列被分为若干长度为 2^i 的有序子段（或最后一段长度不足 2^i ），段内有序，段间可能无序。	第 1 趟（分组）： [6,45],[12,23],[58,66],[35,48] 第 2 趟（两两合并）： [6,12,23,45],[35,48,58,66]

12. 【答案】D

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 2.3.3 小节：C 语言中的整数类型及其类型转换
解题思路	◆ 本题根据 C 语言中整数的类型转换的规则即可得出该答案。
易错点	①混淆符号拓展和零拓展，导致结果分析错误。 ②转化过程中，数值换算错误，导致少加了一个“1”。

图领解析 分析可知，-32767 以原码形式表示为 FFFFH，在计算机里以补码形式存储，即 8001H，转为 int 要进行符号扩展，扩展到 32 位，即 FFFF 8001H，从有符号数到无符号数，需要将最高位的符号位解释为数值位，即 $2^{32}-1-(2^{15}-1)+1=2^{32}-2^{15}+1$ 。所以最后的结果选 D。

13. 【答案】D

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 2.4.2 小节：IEEE754 标准
解题思路	◆ 本题实际上考察 IEEE754 标准下浮点数与机器数的转化过程，审清题目，认真计算即可得出答案。
易错点	1. 混淆普通移码和 IEEE754 移码的偏置值，导致 x 的指数计算错误； 2. 忽略 IEEE754 格式下尾数隐藏的“1”，导致尾数计算错误。

图领解析

由题知，4730 0000H 表示为二进制为 0100 0111 0011 00000000000000000000B，符号位为 0，阶码为 10001110，尾数位 1.011，那么对应的真值为 $142-127=15$ ，尾数转换为十进制位 1.375，选 D。

14. 【答案】D

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 2.3.2 小节：整数的运算
解题思路	◆ 本题实际上考察的是补码的减法运算过程以及溢出的判断分析。根据补码的减法规则以及 OF 位的判断方式即可得出答案。
易错点	1. 混淆补码减法的运算法则，导致结果错误。 2. 混淆 OF 的判断方式，导致溢出判断分析错误

图领解析 分析可知，x，y 都为补码形式，求减法时需要对 y 补码求补，即将 y 的补码连同符号位一起取反再加 1，即 10001011。x 的补码加 y 的补码为 (1) 00101110，符号位有进位，最高数值位没有，那么 OF 为 1，最终的结果为 00101110 转换为十进制是 46，选 D。需要注意的是，算出的最终结果，并不是实际的结果，而是溢出出错的结果。

图领小贴士

OF 位的判断只跟带符号数有关，CF 位的判断只跟无符号数有关。

15. 【答案】C

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 3.3.1 小节：主存储器的基本组成及地址分配存储
解题思路	◆ 本题考察的是结构体中边界对齐的原则，需明确两点： ① 每个成员按其类型的大小对齐； ② 结构体的长度必须是最大对齐值的整数倍；
易错点	1. 混淆结构体边界对齐的规则，导致结构体大小分析错误。 2. 混淆小端方式和大端方式存放的方式，导致结果分析错误。

图领解析 分析可知，int 需对齐到 4 字节地址（地址能被 4 整除），char 无特殊对齐要求，即对齐到 1 字节地址，而结构体整体大小为最大成员对齐值的整数倍。故 id（int）所占地址为 0000A0B0H~0000A0B3H。name[10]（char 数组）占 10 字节，即地址为 0000A0B4H~0000A0BDH。而 salary（int）需对齐到 4 字节地址，即填充 2 个字节后，下一个 4 字节地址为 0000A0C0H，即 salary 占 0000A0C0H~0000A0C3H 字节。因此，单个结构体总大小为 20 字节为最大成员对齐值的 2 倍。故 employee[1].id 的起始地址为 0000A0B0+20=0000A0C4H。采用小端方式存储，低字节存放在低地址的位置，故 78H 存放在 0000A0C4H，56H 存放在 0000A0C5H，选 C。

16. 【答案】C

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 4.1.1 小节：指令集体系结构
解题思路	◆ 本题属于概念记忆类题目，根据 ISA 规定的内容即可得出答案。
易错点	1. 混淆 ISA 所规定的内容，从而错选答案。 2. 对指令格式的理解偏差，认为指令格式的实现属于硬件内部设计细节

图领解析 对于 A，是否采用阵列乘法器属于运算器的硬件实现细节，由计算机组成决定，与 ISA 无关。

对于 B，是否采用微程序控制器是控制器的实现方式，属于计算机组成范畴，不由 ISA 规定。

对于 C，指令字格式是程序员编写程序时必须了解的基本信息，直接由 ISA 规定，属于 ISA 的核心内容。

对于 D，是否采用单总线数据通路是数据通路的硬件结构设计，属于计算机组成的实现细节，与 ISA 无关。

图领小贴士

讲义 4.1.1 小节直接列出了 ISA 的规定内容，熟练记忆即可。

17. 【答案】C

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 4.4.2 小节：精简指令系统计算机
解题思路	◆ 本题考察 RISC 的特点，从其特点出发即可很容易得出答案。

易错点	1. 混淆 RISC 和 CISC 的区别和特点, 导致错选答案。 2. 对过程调用参数传递方式的混淆 RISC 拥有大量通用寄存器, 过程调用时多采用寄存器传递参数, 而 CISC 因寄存器数量少, 更多依赖栈传递参数。
-----	---

图领解析 对于 A, RISC 指令数量少、功能简单, 硬连线控制器速度快且适合实现固定的简单逻辑, 因此多采用硬连线方式实现控制器。

对于 B, RISC 通常采用 Load/Store 架构, 即只有 Load 和 Store 指令可访问内存, 其他指令仅操作寄存器数据, 减少内存访问开销。

对于 C, RISC 的指令格式统一、执行步骤规整, 非常适合流水线数据通路的实现。相反, CISC 因指令复杂多变, 更难高效实现流水线。

对于 D, RISC 配备大量通用寄存器, 过程调用时多通过寄存器传递参数, 减少对栈内存的访问, 提高效率。

18. 【答案】B

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 5.2.3 小节、5.6.1: 指令执行方案、流水线的基本概念
解题思路	◆ 本题需从 CPI 和 CPU 时钟周期的概念出发, 结合对不同指令流水线的执行方案的理解, 很容易得出答案。
易错点	1. 混淆 CPI 与 Cache 的关系 认为 CPI 仅由指令本身的复杂度决定, 忽略了存储系统 (如 Cache) 对指令执行时间的影响。 2. 对单周期 / 流水线 CPU 时钟周期的理解偏差, 从而错选答案。 3. 对不同指令 CPI 差异的忽视 忽略了复杂指令与简单指令 (如寄存器间传送) 在执行周期上的差异。

图领解析 对于 A, 不同指令的功能复杂度差异较大 (如简单的寄存器传送指令和复杂的浮点乘法指令), 执行时所需的时钟周期数不同, 因此 CPI 可能不一样。

对于 B, Cache 缺失时, CPU 需要暂停当前操作等待内存数据, 会增加指令执行的时钟周期数, 因此程序的 CPI 与 Cache 缺失率密切相关。

对于 C, 单周期 CPU 中, 所有指令必须在一个时钟周期内完成, 为确保最复杂、最耗时的指令能正确执行, 时钟周期需以其所用时间为准。

对于 D, 流水线 CPU 将指令执行分解为多个流水段, 时钟周期需等于最长流水段的延迟, 因此时钟周期由最长流水段时间决定。

19. 【答案】A

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 5.1.3 小节、5.4.1 小节、5.6.3 小节: CPU 的寄存器、控制器的结构和功能、流水线冒险及其处理
解题思路	◆ 本题从概念记忆理解出发, 区分清楚控制器的结构、寄存器的分类以及流水线数据通路的实现即可得出答案

易错点	1. 对通用寄存器组与程序计数器（PC）的关系理解错误，从而错选答案。 2. 混淆控制器的核心功能，从而分析错误。 3. 对单周期与多周期 CPU 控制器复杂度的混淆，从而错选答案。
-----	---

图领解析 分析可知，对于 A，通用寄存器组用于临时存储运算数据或地址，是程序员可直接访问的寄存器；而程序计数器（PC）是专用寄存器，用于存储下一条指令的地址，其功能和访问方式由硬件固定，不属于通用寄存器组。

对于 B，控制器的核心功能是解析指令并生成控制信号，而指令操作码直接决定指令功能，因此控制器中必须包含操作码译码电路。

对于 C，单周期 CPU 中，所有指令需在一个时钟周期内完成，控制器需同时生成所有阶段的控制信号，逻辑复杂；多周期 CPU 将指令执行分解为多个步骤，控制器分时生成控制信号，逻辑更简单。因此单周期控制器确实比多周期更复杂。

对于 D，流水线 CPU 中，指令并行执行可能引发数据相关和控制相关，必须通过转发、暂停、分支预测等机制解决。

20. 【答案】A

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 6.1.2 小节：总线的组成及性能指标
解题思路	◆ 明确总线带宽计算公式 总线带宽（数据传输速率）= 每秒传输次数（即总线工作频率）× 每次传输的数据位数 ÷ 8（单位转换为字节）。 ◆ 解析题目关键参数 工作频率为 1333 MT/s（即每秒传输 1333 百万次）。 采用 quadpumped 技术，每个总线时钟周期传送 4 次数据，但题目中已明确 1333 MT/s 是实际每秒传输次数，即已包含 4 次 / 周期的倍数关系，无需额外乘以 4。总线宽度为 64 位，即每次传输 64 位数据。 ◆ 代入公式计算 每秒传输数据量（位）= $1333 \times 10^6 \text{ 次 / 秒} \times 64 \text{ 位 / 次} = 85312 \times 10^6 \text{ 位 / 秒} \approx 10.66 \text{ GB/s}$
易错点	1. 混淆 quadpumped 技术与 MT/s 的关系 这里的 MT/s（兆次 / 秒）已经包含了 quadpumped 技术的 4 次 / 周期的倍数关系，无需额外 × 4。 2. 单位换算错误

图领解析 本题根据上述解题思路已得出答案，故不再赘述。

21. 【答案】B

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 7.2.3 小节：DMA 方式
解题思路	◆ 仔细审题，理清楚 DMA 方式和程序中断方式的区别即可很容易得出答案。
易错点	1. 混淆 DMA 的核心适用条件，从而错选答案 2. 对 DMA 与中断方式的功能边界模糊，从而错选答案。

图领解析 对于 A，其属于低速设备，数据传输率极低，且传输不连续，适合采用中断方式，不适合 DMA。

对于Ⅱ，网卡需要高速接收 / 发送网络数据包，数据传输量大且连续，符合 DMA 的适用条件，可通过 DMA 直接在网卡与内存间传输数据，减少 CPU 负担。

对于Ⅲ，固态硬盘作为高速存储设备，需批量读写大量数据块，传输速率高且连续，适合采用 DMA 方式，直接在硬盘与内存间进行数据交换。

对于Ⅳ，其属于低速输出设备，数据传输率低，更适合中断方式，无需 DMA 的复杂控制。

22. 【答案】A

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 5.5.2 小节、7.2.3 小节：异常和中断的分类、DMA 方式
解题思路	◆ 本题理清清楚触发异常和中断的事件类型即可得出答案，多从概念理解出发，不强调死记硬背。
易错点	混淆外部中断与内部异常的触发源，从而错选答案。 对总线事务结束的性质误判，误认为需触发中断完成数据传送。

图领解析 对于 A，DMA 控制器是 CPU 外部的硬件设备，当 DMA 完成数据传输后，会通过硬件信号向 CPU 发送中断请求，告知 CPU 处理后续工作。这是典型的外部中断，由外部硬件（DMA 控制器）触发。

对于 B，总线事务是 CPU 与内存 / 外设通过总线进行数据交换的过程，其结束是总线操作的自然完成，仅需硬件握手信号确认，无需触发中断请求，不属于中断事件。

对于 C，页故障是 CPU 执行指令时因内存页缺失产生的内部异常，其处理由 CPU 内部机制完成。处理结束是异常流程的终点，不会触发外部中断。

对于 D，断点指令是 CPU 执行特定指令时主动触发的内部陷阱（软件触发的异常），属于 CPU 内部事件，而非外部硬件触发的中断。

图领小贴士

DMA 的传送过程为预处理、数据传送、后处理，其中预处理和后处理都需要 CPU 介入，而数据传送由 DMA 硬件完成，本题描述的正是数据传送阶段。

23. 【答案】D

锁定考点	图领操作系统讲义 2.5.1+4.5.2 小节：进程调度的实现 + 请求分页存储管理方式
解题思路	◆ 分析题意，理解上下文切换的过程，以及页式虚拟存储管理方式中涉及到的寄存器 ◆ 分析选项，掌握各个寄存器包含的内容。
易错点	会直接以为内核中断向量表肯定是需要操作系统更新的，没有结合题意的上下文切换过程，误选其它选项。

图领解析 D 内核中断向量表基址寄存器存放的是中断向量表的入口地址，这个是由操作系统来直接维护更新的，和进程的操作无关。

其它选项分析：

A 通用寄存器存放的是当前进程运行过程中的临时数据、地址等信息，因此在进程上

下文切换时，是需要保存当前进程的通用寄存器内容，并恢复另外一个进程的通用寄存器内容，来保证进程的正确执行。

B 页表基址寄存器保存的是页表的起始地址，在页式虚拟存储管理下，每个进程都有页表，用来实现逻辑和物理地址之间的转化。所以这个也是需要保存当前进程的页表，更新切换进程的页表。

C 程序寄存器保存的是程序执行的下一条指令，这个也是需要保存当前进程的程序寄存器内容，更新切换进程的程序寄存器内容，才可以保证下个进程从正确的位置开始执行。

图领小贴士

本题需要掌握上下文切换的本质是：从一个进程切换到另外一个进程执行，所以需要保存当前进程的信息，并加载另一个进程的信息，来保证可以正确执行。其次注意页表基址寄存器存放的是当前页表的起始地址，每个进程都有各自的页表来实现逻辑物理地址的转化。

24. 【答案】C

锁定考点	图领操作系统讲义 1.6 小节：虚拟机
解题思路	◆难度简单，掌握虚拟机的基本概念即可。
易错点	对于 D 选项中的 ISA 理解不到位，容易误选 D。

图领解析 C 虚拟化技术通过虚拟化软件（虚拟机监视器，VMM），在一台物理机上模拟出了一个或多个虚拟机。每个虚拟机都拥有自己的虚拟硬件和独立的运行环境。所以 VMM 的特权级一般要高于操作系统，因为它是实现虚拟机的核心技术，对硬件需要有完全的控制权，从而可以合理的硬件资源给各个虚拟机运行。

其它选项分析：

A 操作系统可以在虚拟机上运行是正确的，因为虚拟机是和实体计算机架构功能类似的逻辑计算机，是可以实现安装和运行操作系统的。

B 一台主机可以支持多个虚拟机是正确的，这也是虚拟化技术的一个重要应用场景，可以通过合理分配主机的硬件资源来支持多个虚拟机在一台主机上独立运行。

DISA 指的是指令集架构，属于计组里面的一个概念。通过虚拟化技术也是可以在一台主机上模拟不同的 ISA，从而运行不同的软件。

图领小贴士

本题重点掌握虚拟机的本质是把实体计算机的物理资源抽象成逻辑资源，基于这些逻辑资源构建与实体计算机架构类似、功能等价的逻辑计算机，这些逻辑计算机称为虚拟机。可以在虚拟机上安装和运行不同的操作系统，使得多个操作系统可以在同一物理硬件上独立运行。其次要注意不管是第一类虚拟机还是第二类虚拟机，VMM 的特权级都是最高的，因为它需要对硬件资源具有完全的控制权，来合理的分配给各个虚拟机。

25. 【答案】C

锁定考点	图领操作系统讲义 2.5.2 小节：处理机调度算法
解题思路	◆ 该题属于和数据结构结合考查，因此需要理解优先权调度的原理，也需要掌握时间复杂度的计算。
易错点	忽视了就绪队列是用单链表保存的条件，会误选 A。

图领解析 由于是单链表保存就绪队列，因此插入进程的时候会根据进程的优先级高低排序，将其放在就绪队列中。已知就绪队列的长度为 n ，最坏情况下需要遍历整个队列，才可以找到合适的位置插入，因此时间复杂度为 $O(n)$ ；

对于选出进程的时候直接从就绪队列的队头（队头放的是高优先级进程）选即可，因此不管队列中元素个数有多少，每次都直接从队头选出进程运行，即时间复杂度为 $O(1)$ 。

图领小贴士

本题虽然是属于结合数据结构考查的新题型，但是难度简单，只要掌握优先级调度算法的原理，以及数据结构中时间复杂度的计算即可解答该题。

26. 【答案】B

锁定考点	图领操作系统讲义 4.5.4 小节：页面置换算法
解题思路	◆ 掌握 LRU 置换算法和固定分配局部置换的原理即可解题。
易错点	对 LRU 置换算法的原理理解不到位，或者写访问序列的时候其中淘汰页面出错，导致选错。

图领解析 LRU 算法的原理是：淘汰最近最久未使用的页面。

固定分配局部置换是置换页面的时候要从已经给进程分配的页框中选出一页进行置换。

因此根据题意我们可以得出：

0	1	2	0	5	1	4	3	0	2	3	2	0
2	0	1	2	0	5	1	4	3	0	2	3	2
1	2	0	1	2	0	5	1	4	3	0	0	3
				√	√	√	√	√	√			

因此缺页次数为 6 次。

图领小贴士

本题考查的页面置换算法，除了 LRU 算法之外，其它常见的页面置换算法原理也需要能够记忆清楚。对应的算法的英文简称也是大家容易忽略的一个点，考试中如果直接考算法的英文简称，大家应该知道对应的算法是什么，原理是什么。

27. 【答案】D

锁定考点	图领操作系统讲义 4.5.2 小节：请求分页管理方式
解题思路	◆ 该题主要理解确定进程运行所需的最少页框数时，主要考虑的是进程执行时的关键资源需求，而不是整个虚拟或物理地址空间的大小。
易错点	对 D 选项了解不到位，容易误选 A。

图领解析 指令的寻址方式决定了单条指令可能访问的内存范围，寻址方式越复杂，需要的最少页框数越大，这样才可以满足进程运行的需求。因此这个是决定进程运行所需最少页框数的重要指标。

其它选项分析：

A 因为进程在请求分页方式下运行是动态的加载，利用请求调页和页面置换的方式来运行的，因此进程代码长度并不能直接影响进程运行所需的最少页框数，反而进程可以运行的最短代码长度是会影响最少页框数的。

B 和 C 是虚拟或者物理地址空间大小，这个和进程运行时候需要的资源需求没有直接关系。

图领小贴士

本题要注意理解虚拟存储器的原理，以及进程运行的最少页框数是和整个地址空间大小或者进程的整个长度没有直接关系的。

28. 【答案】C

锁定考点	图领操作系统讲义 5.4.3 小节：虚拟文件系统
解题思路	◆ 概念考查，主要理解虚拟文件系统的基本概念。
易错点	对虚拟文件系统的概念掌握不到位，容易误选 A 或 B 选项。

图领解析 虚拟文件系统建立的目的是：为了能支持多种文件系统。

虚拟文件系统的实现：隐藏了各种硬件的具体细节，包括本地存储设备和远程网络存储设备等，并且把文件系统的相关操作和不同文件系统的具体细节分离开，为所有的设备提供了统一的接口。所以 C 选项是正确的。

其它选项分析：

A 虚拟文件系统并不是运行在虚拟内存的，它是一个软件层，是为了屏蔽不同文件系统之间的差异而提供了一个统一接口。

B 虚拟文件系统的主要目的是提供统一接口，当用户要访问文件的时候，会通过系统调用（如 open()、read() 等）来访问 VFS 的数据结构，来确定要访问的具体是哪个文件系统，通过存储在 VFS 数据结构中的函数指针实现对该文件系统相关操作的调用。所以相比直接访问文件系统速度并没有提高。

D 通过虚拟文件系统的概念，可以发现它是可以实现对网络文件系统的访问的。

图领小贴士

本题的知识点属于复习中偏冷门的内容，很容易被大家忽视。所以对于一些以往真题没有考查过的知识点，大家复习中也要注意概念的理解。

29. 【答案】C

锁定考点	图领操作系统讲义 5.1.2 小节：文件控制块和索引节点
解题思路	◆ 主要了解文件索引节点的结构即可。
易错点	对索引节点的结构了解不到位，容易误选 B。这个索引节点号和指向索引节点的指针目的是一样的。

图领解析 由于检索目录文件的过程中只用到了文件名，因此我们将文件的描述信息和文件名分开，将文件描述信息单独形成一个索引节点的数据结构。在文件目录的目录项中，由文件名和指向索引节点的指针构成。

因此在新建文件时，需要在目录文件中增加一个目录项，写入其文件名和指向索引节点的指针，其次需要初始化指针（里面放的是文件的描述信息）。因此 A、B、D 都是正确的。

C 对于文件的访问权限信息一般是放在文件的索引节点中，不会直接在目录文件中写入。

图领小贴士

本题考查的主要点就是文件的索引节点结构，也属于概念题。

30. 【答案】D

锁定考点	图领操作系统讲义 4.5.7 小节：内存映射文件
解题思路	◆ 掌握内存映射文件的原理。
易错点	对内存映射文件的概念理解不到位，容易误选 C。

图领解析 内存映射文件的原理是：通过系统提供的一个系统调用，把进程需要访问的文件映射到其虚地址空间中，通过读写这段虚地址来进行文件访问，从而将磁盘访问转变为内存访问。如果多个进程同时映射到同一个文件时，各个进程的虚地址空间都是相互独立的，它们之间可以通过共享内存来进行通信。所以 I、II、III 是正确的。

IV 错误，内存映射文件首先映射到的是虚地址空间，当进程访问被映射的文件时，才会通过页表将其转为物理地址，并不是直接将其映射到物理地址空间。

图领小贴士

本题考查的内容也属于操作系统中偏冷门的一个考点，考查的也是概念。所以一定不要忽略冷门考点的概念理解。

31. 【答案】C

锁定考点	图领操作系统讲义 5.1.5+5.5 小节：文件的物理结构 + 外存空闲空间管理
解题思路	◆ 该题其实考查的并不是我们常见的外存空闲空间表示方法，所以在这里需要分析各个选项，是否可以表示空闲空间的状态。
易错点	对文件分配表了解不到位，可能误选 A。

图领解析 文件分配表是在文件的显示链接结构下出现的，是记录了文件在外存上的存储位置和链接情况。该表记录了所有的磁盘块，并在每个盘块中记录该文件的下一个盘块地址。因此我们也可以通过该表格知道哪些磁盘块是空闲的。C 正确。

其它选项分析：

A 目录是记录了外存的所有文件信息，是为了加快文件的查找速度，和外存是无关的。

B 系统打开文件表是内存上的一个表，是当文件被打开的时候，该文件的信息会被记录在这个表中，为了更好的管理正在被进程使用或者共享的文件，和外存也是无关的。

D 文件控制块记录的是单个文件的各种信息，并不能表示整个外存空间的使用情况。

图领小贴士

本题难度简单，如果对 FAT 表了解到位的话可以很直接的选出答案。

32. 【答案】B

锁定考点	图领操作系统讲义 6.6.4 小节：固态硬盘
解题思路	◆ 概念题考查，考查机械硬盘和固态硬盘之间的区别。
易错点	对温彻斯特硬盘的说法理解不到位，导致选择错误。

图领解析 温彻斯特硬盘指机械硬盘。

文件系统会对所有的存储设备提供确定盘块大小的功能，不管是哪种类型的存储设备，这样的目的是为了统一管理读写操作。所以 B 是正确的。

其它选项分析：

A 划分扇区是在物理格式化过程中进行划分的，文件系统是逻辑格式化后才标记的，因此划分扇区不能由文件系统提供；其次扇区一般是机械硬盘的叫法，在固态硬盘中读写单位是页和块。

C 寻道时间是机械硬盘特有的概念，固态硬盘是不存在寻道时间的。

D 均衡磨损是固态硬盘特有的概念，机械硬盘是不存在均衡磨损的。

图领小贴士

本题非常容易出错，主要是对名词的不熟悉，不知道温彻斯特硬盘是最传统的机械硬盘的叫法。其次一定要注意这些简单概念的理解，也是复习中容易忽视的一个小点。

33. 【答案】B

锁定考点	图领计算机网络讲义 2.1.4 小节：数据传输三种交换方式比较
解题思路	❖ 理解题意并抓住关键词：本题主要是考察大家对于三种分组交换方式下时延大小的计算方法，本题忽略分组拆装时间和传播延迟，所以三种交换时延如下： ❖ 电路交换时延组成：建立连接时延 + 源端口发出时的传输时延 ❖ 分组交换时延组成：所有分组从源端口发出时的传输时延 + 最后一个分组在链路中间路由的传输时延 ❖ 报文交换时延组成：源端口发出时的传输时延 + 链路中间路由的传输时延
易错点	忽略电路交换建立连接时间；分组交换、报文交换各链路的带宽不同传输时延也不同

图领解析 对于电路交换： $T_{cs}=32\mu s+\frac{2MB}{10Mbps}=1.6s+32\mu s$ ；对于分组交换：每个分组从 $H1 \rightarrow R1$ 的传输时间 $=\frac{400B}{10Mbps}=0.00032s$ ， $R1 \rightarrow R2$ ， $R2 \rightarrow H2$ 的传输时间 $=\frac{400B}{100Mbps}=0.000032s$ ，分组数 $=\frac{2MB}{400B}=5000$ ， $T_{ps}=5000 \times 0.00032s+0.000032s \times 2=1.6s+64\mu s$ ；对于报文交换：文件从 $H1 \rightarrow R1$ 的传输时间 $=\frac{2MB}{10Mbps}=1.6s$ ， $R1 \rightarrow R2$ ， $R2 \rightarrow H2$ 的传输时间 $=\frac{2MB}{100Mbps}=0.16s$ ， $T_{ms}=1.6s+0.16s \times 2=1.6s+0.32s$ ，比较可得： $T_{ms} > T_{ps} > T_{cs}$ 。本题选 B。

图领小贴士

三种交换方式比较

	电路交换	报文交换	分组交换
数据传输特点	整个报文的比特流连续地从源点直达终点，好像在一个管道中传送。	整个报文先传送到相邻节点，全部存储下来后查找转发表，转发到下一个节点。	单个分组（这只是整个报文的一部分）传送到相邻节点，存储下来后查找转发表，转发到下一个节点。
连接方式	提前建立连接	不需提前建立连接	不需提前建立连接
传输单位	比特流	完整报文	分组
资源利用率	低	中	高
常见应用	电话网络	电报	互联网
延迟	低	高	中

34. 【答案】C

锁定考点	图领计算机网络讲义 3.3.2 小节：纠错编码（海明码）
解题思路	◆ 理解题意并抓住关键词：检错、纠错率 100%、纠错，根据 ◆ 检错和纠错能力判断步骤： ① 计算最小汉明距离 $d_{\min}$：比较编码集中所有字符串两两之间在相同位置上不同比特的个数，其中最小的就是最小汉明距离 ② 根据汉明距离判断检错和纠错能力，对应公式如下： - 检错能力：可检错的位数 $\leq d_{\min}-1$ - 纠错能力：可纠错的位数 $\leq \left\lfloor \frac{d_{\min}-1}{2} \right\rfloor$

易错点	检错和纠错公式注意区分，不要混淆 码距计算需注意两两比较所有字符串，不要有遗漏
-----	--

图领解析 计算最小汉明距离 $d_{\min}$ ，从下表可得 $d_{\min}=4$

字符串两两比较	1001 1010 0101 1100	1001 1010 1111 0000	10011010 00001111	01011100 11110000	01011100 00001111	11110000 00001111
不同位数	4	4	4	4	4	8

代入公式，检错位数 $\leq d_{\min}-1$ ，检错位数 ≤ 3 即检错不超过 3 位，纠错位数 $\leq \left\lfloor \frac{d_{\min}-1}{2} \right\rfloor$ ，纠错位数 ≤ 1 即可纠错不超过 1 位。本题选 C。

图领小贴士

这道目难度相对比较高，这主要是因为往年的计网中并未出现对这一考点的考察，很多同学在复习过程中可能会忽略这一部分内容，但是掌握了相关计算方法后，还是能够迅速的做出来。

35. 【答案】C

锁定考点	图领计算机网络讲义 3.5.2 小节：截断二进制指数退避算法
解题思路	◆ 理解题意并抓住关键词：从 10BaseT 以太网这几个字我们可以获取的关键信息包括：此时争用期长度为 $51.2\mu s$，采用 CSMA/CD 协议，使用截断二进制指数退避算法来计算检测到碰撞后，退避的随机时间。退避时间计算公式： $\text{退避时间} = \text{争用期} \times r$ 其中：r 为从 $[0, 1, \dots, (2^k - 1)]$ 中随机取出的一个数 $k = \text{Min}[\text{重传次数}, 10]$ 将题中数据代入上面公式即可得到答案。
易错点	当重传次数超过 10 时，k 一直等于 10 10BaseT 以太网的争用期固定为 $51.2\mu s$，需要记住

图领解析 题中，连续发生 11 次冲突，所以 $k=10$ ， r 的范围为 $[0, 1, \dots, (2^{10} - 1)]$ 即 $[0, 1, \dots, 1023]$ ，当 r 取最大值 1023 时，退避时间最大即等到的时间最久，此时退避时间 = $1023 \times 51.2\mu s = 52.3776ms$ ，故本题选 C

图领小贴士

做本题的关键在于，大家能够通过 10BaseT 以太网这几个关键字得出争用期为 $51.2\mu s$ ，对应的退避时间计算方法。

36. 【答案】C

锁定考点	图领计算机网络讲义 4.3.6 小节：DHCP 动态分配 IP 地址过程
解题思路	◆ 理解题意并抓住关键词：本题主要考察的是 DHCP 协议给主机动态分配 IP 地址的过程，具体流程如下 ◆ ① DHCP 客户会广播 DHCP 发现报文（封装该报文的 IP 数据报的源地址为 0.0.0.0，目的地址是 255.255.255.255），其目的是在网络中寻找 DHCP 服务器，进而从服务器处获取一个 IP 地址。 ◆ ② DHCP 服务器收到 DHCP 发现报文后，检查核对并发送 DHCP 提供报文。封装 DHCP 提供报文的 IP 数据报的源 IP 地址为 DHCP 服务器的 IP 地址，目的地址仍为广播地址 255.255.255.255。 ◆ ③ DHCP 客户在收到 DHCP 提供报文后，向所选择的 DHCP 服务器发送 DHCP 请求报文，封装该报文的 IP 数据报的源地址仍为 0.0.0.0，目的 IP 地址仍为广播地址 255.255.255.255。 ◆ ④ DHCP 服务器给 DHCP 客户发送 DHCP 确认报文，封装该报文的 IP 数据报的源地址为 DHCP 服务器的 IP 地址，目的 IP 地址仍为广播地址 255.255.255.255。DHCP 客户收到该确认报文段后，就可以使用所租用到的 IP 地址了。
易错点	误认为发送请求报文时已经开始使用 DHCP 服务器提供的 IP 地址。 REQUEST 报文是主机 H 向它选择的 DHCP 服务器确认请求，同时也为了让其他 DHCP 服务器知晓该选择，所以采用广播方式，目的 IP 地址为 255.255.255.255。

图领解析 根据题意分析，主机 H 通过 DHCP 服务器动态请求 IP 地址过程中各报文中的目的 P 地址和源 IP 地址信息如下：

报文	源地址	目的地址
发现报文：主机 H → DHCP 服务器	0.0.0.0	255.255.255.255
提供报文：DHCP 服务器 → 主机 H	192.168.5.1	255.255.255.255
请求报文：主机 H → DHCP 服务器	0.0.0.0	255.255.255.255
确认报文：DHCP 服务器 → 主机 H	192.168.5.1	255.255.255.255

由上表可知，封装 DHCP 的 REQUEST 报文的 IP 数据报的目的 P 地址和源 IP 地址分别是 255.255.255.255，0.0.0.0，本题选 C。

图领小贴士

牢记 DHCP 各阶段报文的 IP 地址特性：

阶段	源地址	目的地址
DISCOVER（发现）	0.0.0.0	255.255.255.255
OFFER（提供）	DHCP 服务器 IP	255.255.255.255
REQUEST（请求）	0.0.0.0	255.255.255.255
ACK（确认）	DHCP 服务器 IP	255.255.255.255

从上表中我们可以发现，DHCP 各阶段的目的地址均为广播地址，大家后续在做类似题目的过程中可以通过这一性质快速排除选项。

37. 【答案】B

锁定考点	图领计算机网络讲义 4.3.3+5.2.2+ 小节：NAT 路由器工作原理及 UDP 首部格式
解题思路	◆ 理解题意并抓住关键词：UDP 首部字段由源端口、目的端口、总长度、校验和四个字段组成。 源端口：标识发送方进程的端口号 目的端口：标识接收方进程的端口号 总长度：UDP 数据报的总长度，首部长度 + 数据部分长度，其中首部长度固定为 8 字节 ◆ 校验和：伪首部、UDP 首部及填充后的数据按 16 位分组，逐项进行反码求和后取反码，得到的最终值。 ◆ NAT 路由器收到从内网主机发往互联网上主机的 IP 数据报，NAT 路由器通过内部的 NAT 转换表，把内网主机 IP 地址转换为接口对应全球 IP 地址后，改写到数据报的首部中作为新的源地址，然后把新的数据报转发出去。 ◆ NAT 分为 3 种类型：静态 NAT，动态地址 NAT 和网络地址端口转换 NAPT。其中 NAPT 可以将端口号与 IP 地址一起进行转换，这样，用一个全球 IP 地址就可以使多个拥有本地地址的主机同时和因特网上的主机进行通信。
易错点	UDP 首部长度固定，不会因为首部字段内容变化而变化

图领解析 NATP 路由器模式下，路由器会将 IP 地址和端口号同时进行转换，转换后将对应修改 IP 数据报首部中源 IP 地址字段，UDP 数据报首部中源端口字段。因此也需要重新计算 UDP 首部中校验和字段。UDP 报文中数据部分字段不变，首部字段固定为 8 字节，因此总长度字段不变。目的端口号是用来标识 Internet 上的服务的，也不会变。综上，本题选 B。

38. 【答案】A

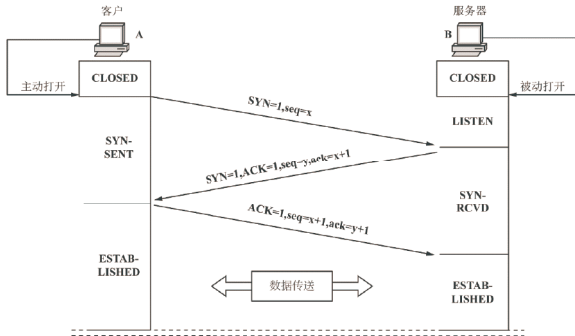
锁定考点	图领计算机网络讲义 5.3.5+5.3.6 小节：TCP 流量控制及拥塞控制
解题思路	◆ 理解题意并抓住关键词：t_0 时刻，甲的拥塞阈值为 8，拥塞窗口为 2，所以此时执行慢开始算法，慢开始算法规定，发送方每收到一个对新报文段的确认（对重传的确认不算在内），就把发送方的拥塞窗口加 1。 ◆ 发送窗口大小 $= \min\{\text{拥塞窗口}, \text{接收窗口}\}$
易错点	发送窗口大小为拥塞窗口和接收窗口两者中的最小值。 题中甲只收到了一个报文段的确认，拥塞窗口是 $2 \rightarrow 3$，而不是 $2 \rightarrow 4$ 注意区分报文段中 seq 和 ack_seq 的意思，明确是对哪个报文段的确认，避免混淆

图领解析 t_1 时刻甲收到报文段中 $\text{ack_seq}=3001$ 说明该报文段是对主机甲发出的 $\text{seq}=2001$ 的报文段的确认，故甲的拥塞窗口大小变为 $2+1=3$ ，发送窗口大小 $= \min\{\text{拥塞窗口}, \text{接收窗口}\}$ ，此时接收窗口大小为 4，所以发送窗口大小为 3。所以 t_1 时刻主机甲的发送窗口为 3，且有一个 $\text{seq}=3001$ 的报文段未确认，因此在未收到新的确认段之前，主机甲还可以发送 2 个 TCP 段。

图领小贴士

TCP 首部字段中序号字段值指的是本报文段所发送的数据的第一个字节的序号。确认号字段是期望收到对方下一个报文段的第一个数据字节的序号。发送窗口的大小由拥塞窗口和接收窗口共同决定。

39. 【答案】B

锁定考点	图领计算机网络讲义 5.2.1+5.3.3 小节：UDP 连接与 TCP 连接的流程和区别
解题思路	◆理解题意并抓住关键词：UDP 是无连接的传输协议。在 UDP 通信中，发送数据前无需建立连接，且客户端发送请求后，不需要等待服务器的确认就可以直接发送下一个请求。 ◆TCP 是面向连接的传输协议。在 TCP 通信开始前，需要进行三次握手来建立连接，建立连接后，客户端才能发送请求。TCP 三次握手流程图如下： 
易错点	TCP 三次握手建立连接时，第三次握手可携带请求数据

图领解析 客户通过 UDP 向该服务器请求时间，无需建立连接，可直接发送请求，服务器收到请求后直接响应，故最短时间为 1 个 RTT 即 8ms。客户通过 TCP 向该服务器请求时间，具体流程如下：客户端发送连接请求→服务器收到请求并且发送确认连接请求→客户端发送最终确认并且携带时间请求→服务器收到请求后直接响应，故最短时间为 2RTT 即 16ms。

图领小贴士

UDP 连接和 TCP 连接的比较分析

比较	UDP	TCP
连接性	无连接 (发送前无需建立连接)	面向连接 (需经过“三次握手”建立连接)
可靠性	不可靠 (不保证数据送达、顺序或完整性)	可靠 (通过确认、重传、校验等机制确保数据正确交付)
有序性	不保证数据按序到达	保证数据按发送顺序到达
流量控制	无	有 (通过滑动窗口机制)
拥塞控制	无	有 (通过慢启动、拥塞避免等算法)
首部开销	固定 8 字节	最小 20 字节，带选项时可更长

40. 【答案】B

锁定考点	图领计算机网络讲义 6.4.3 小节：POP3 协议
解题思路	◆ 理解题意并抓住关键词：POP3 是用于从邮件服务器读取邮件的协议。一个典型的电子邮件系统主要由三个核心组成部分构成：用户代理、邮件服务器和相关通信协议。如下图所示：
易错点	混淆 POP3 与 SMTP 的功能，SMTP（发送 / 转发邮件），POP3（接收 / 下载邮件）POP3 是基于 TCP 的持久连接，一次连接可处理多封邮件，而不是每接收一封邮件需要建立一次 TCP 连接。

图领解析 对于 I 选项，POP3 协议的主要功能就是用于从邮件服务器读取邮件，所以 I 正确。

对于 II 选项，POP3 协议主要是用于读取邮件，不是用于向邮件服务器发送邮件，发送邮件一般使用 SMTP（Simple Mail Transfer Protocol）协议，所以 II 错误。

对于 III 选项，POP3 协议不能用于邮件服务器之间的接收和发送，它是客户端从服务器获取邮件的协议，所以 III 错误。

对于 IV 选项，POP3 协议在一次 TCP 连接中，可以连续接收多个邮件，在用户认证成功后，就可以在该连接下进行邮件的获取操作，所以 IV 正确。综上，正确的是 I、IV，选 B。

图领小贴士

本题难度不大，主要是要注意明确和区分 POP3 和 SMTP 协议的核心功能：POP3 的核心是“读取 / 下载邮件”，仅涉及用户代理与邮件服务器之间的交互，且依赖 TCP 连接。

二、综合应用题

41.

锁定考点	图领数据结构讲义 2.2 小节：顺序表的实现
解题思路	◆ 本题有两种解法，暴力解法就是使用双层循环进行遍历，将最大的 n 个数保存起来。最优解要注意题目给出的条件，相乘的两个数有大小关系。使用从后往前的遍历方式可以避免重复计算，节省时间复杂度。
易错点	没有仔细审题导致出错，题目要求 $i \leq j$ 。

图领解析 （1）有两种解法：

解法 1：暴力解法

用两层 for 循环，计算出 $A[i] * A[j]$ 的值，并将其与 max 值中进行比较，如果比 max 值大，

则替换 res 中的值。反之，则不变。

解法 2:

考虑从后往前遍历，可以缩小比较元素的个数。对 $A[i]$ 来说，与其相乘的数一定存在 $i \sim n-1$ 的位置上，从 $n-1$ 向前遍历，对 $n-1$ 位置的元素来说， $res[i]=A[n-1]*A[n-1]$ ，在之后向前遍历的过程中，保存下 max 和 min，并与 $A[i]*A[i]$ 相比存储最大的值。

(2) 解法 1:

```
void CalMultMax(int A[],int res[],int n)
{
    int max=0;
    for(int i=0;i<n;i++){
        max=A[i]*A[i];
        for(int j=i+1;j<n;j++){
            if(A[i]*A[j]>=max)
                max=A[i]*A[j];
        }
        res[i]=max;
    }
}
```

解法 2:

```
void CalMultMax(int A[],int res[],int n)
{
    int max=A[n-1],min=A[n-1];
    res[n-1]=A[n-1]*A[n-1];
    for(int i=n-2;i>=0;i--){// 找出最大值和最小值
        max=(A[i]>max)?A[i]:max;
        min=(A[i]<min)?A[i]:min;
        res[i]=(A[i]*max>A[i]*min)?A[i]*max:A[i]*min;
    }
}
```

(3) 解法 1: 时间复杂度 $O(n^2)$ ，空间复杂度为 $O(1)$ 。

解法 2: 时间复杂度 $O(n)$ ，空间复杂度为 $O(1)$ 。

图领小贴士

本题使用暴力算法可以解决，但是由于不是最优解，在考试中可能无法获得满分。代码想拿高分的同学，平时要多积累算法思路。如果想不到最优解，暴力解也行。

42.

锁定考点	图论数据结构讲义 5.4.4 小节：关键路径
解题思路	◆掌握关键路径的求法，关键路径的求法计算下列这些指标： (1) 事件：最早发生时间、最迟发生时间； (2) 活动：最早开始时间、最迟开始时间。 ◆关键路径的大题考法不仅要会计算，而且要能理解上面各种指标的意义。 (1) 事件最早发生时间 ve： ①求法：从源点开始正向拓扑排序，取所有前驱事件的最早时间加上活动持续时间的最大值。 ②意义：表示该事件必须等待所有前置活动完成后才能发生的最早时间，决定了后续活动的最早启动时间。 (2) 事件最迟发生时间 vl： ①求法：从汇点开始逆向拓扑排序，取所有后继事件的最迟时间减去活动持续时间的最小值。 ②意义：表示在不延误总工期的前提下，该事件允许的最晚发生时间。 (3) 活动最早开始时间 e： ①求法：等于该活动起点事件的最早发生时间。 ②意义：活动可以开始的最早时间，由前置事件的最早完成时间决定。 (4) 活动最迟开始时间 l： ①求法：等于该活动终点事件的最迟发生时间减去活动持续时间。 ②意义：活动必须开始的最晚时间，否则会延误总工期。 (5) 时间余量： ①求法：时间余量 = 最迟开始时间 (l) - 最早开始时间 (e)。 ②意义：表示活动在不影响总工期的前提下可延迟的时间长度，用于识别关键路径（时间余量为 0 的活动构成关键路径）。非关键活动的时间余量可用于资源调配或进度优化。 ◆活动压缩逻辑 如果非关键路径上的活动发生延期执行并超过其总浮动时间时，可能会影响关键路径。要维持原来的关键路径不变，压缩目标应为抵消延期时间，不然关键活动会发生改变了。
易错点	可能很少听过压缩活动的这个概念，而导致出错。

图论解析 关键路径 1-3-4-7-5，

	1	2	3	4	5	6	7
$Ve(i)$	0	9	2	5	12	6	9
$Vl(i)$	0	10	2	5	12	8	9

	a	b	c	d	e	f	g	h	j	k	m	n
$e(i)$	0	0	2	0	2	5	5	6	5	9	5	9
$l(i)$	0	5	7	2	2	6	7	8	11	10	5	9
d	0	5	5	2	0	1	2	2	6	1	0	0

(1) 最早的结束时间 12、关键活动 a、e、m、n。

(2) 并行的活动：b、d、c

(3) 活动余量最大的是活动 j，活动余量为 6

(4) b 压缩到 4; 否则压缩 k 到 1。

图领小贴士

对关键路径的理解是解答这道题目的关键了, 不仅要能计算, 对每一步的理解也要到位。关键路径一般在选择题中出现, 现在大题也在进行考察。同学们要注意趋势, 命题已经是越来越细致了。复习时更要注意理解, 不能死记硬背。

43.

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 3.5 节、3.6 小节: 高速缓冲存储器、页式虚拟存储器
解题思路	◆ 第一问: ①根据 Cache 的地址映射结构以及块大小即可得出组号和块内地址的位数; ②同样根据虚拟地址的结构划分, 同样可得 Cache 的索引位数。 ◆ 第二问: ①先计算出数组 d[100] 与 d[0] 间隔的数组元素个数, 然后根据起始地址和其间隔元素大小进行偏移即可得出 d[100] 的虚拟地址; ②同样根据得出的 d[100] 的虚拟地址, 展开成 2 进制, 拆分出 cache 组号对应组索引的值, 即可得出答案。 ◆ 第三问: ①判断 d[0] 的起始位置是否从一页的起始地址处开始存放 (即页内地址全 0), 若不是减去起始地址可得出它的页内偏移量; ②分析一个 cache 行能存放多少个数组, 以及存放 d 数组需要多少个 cache 行, 再根据代码分析其对一个 d 数组的访问是涉及到两次, 而由于数组 d 的起始位置不在一页的开始, 故需要多读一次进行 Cache 缺失, 分析到这答案基本上就出来了。 ③根据上述②计算出的 Cache 缺失率, 以及题目所给的条件即可得出平均访问时间。 ◆ 第四问 ①求出数组 d 最后一个元素的实页号, 与首地址实页号比较, 可得占几页 ②执行时, 会引发 3 次缺页异常。
易错点	1. 混淆 Cache 映射方式的地址结构划分以及虚拟地址结构的划分, 从而 (1) (2) 问分析错误。 2. 忽略数组 d 的起始位置不在一页的起始地址处, 从而 (3) (4) 问错误

图领解析

(1) 分析可知, Cache 的数据区大小为 32KB, 块大小为 64B, 采用八路组相联, Cache 共有 $32\text{KB}/64\text{B}=512$ 块, 分为 $512 \div 8=64$ 组, 故 Cache 组号和块内地址分别占 6 位; 页大小为 4KB, 故虚拟地址低 12 位为页内地址, 而块大小占页内地址中低 6 位, 故 VA 中的 V11~V6 可以作为 Cache 索引。

(2) d[100] 首地址与 d[0] 首地址间隔了 100 个数组元素, 该数组为 int 型占 4B, 由于按字节编址, 且其起始地址 (即 d[0] 首地址) 为 0180 0020H, 故 D[100] 相对首地址偏移 $100 \times 4\text{B}$, 起始逻辑地址为: $0180\ 0020+400\ (0190\text{H})=0180\ 01\text{B}0\text{H}$, 其对应的组号占 6 为, 即把其逻辑地址中间 6 位展开, 对应为 06H。

(3) 分析可知, 数组 d 并不是从主存的 0180 0000H 开始存放的, 而是从 0180 0020

存放的，故 d[0] 的偏移量为 20H；

对于 Cache 的缺失率的分析，一个 cache 行大小为 64B，能存放 64B/4B=16 个数组，存放 d 数组需要 128 个 Cache 行，所以在访问的过程中 cache 中的数据不会发生替换。根据代码分析其 1 次循环内对数组的访问次数是 2 次（读取和赋值），共循环 2048 次，那么访问 d 的总次数为 2048×2。需要注意的是数组 d 存放的起始地址为 01800020H，故还需要多读一行进行 cache 缺失，即命中率为 $1+128 / (2048 \times 2) = 3.15\%$ ，故平均访问时间为 $202 \times 3.15\% + 2 \times 96.85\% = 8.3$

（4）分析可知，页号占 20bit，首地址所在页为 01800，数组 d[2047] 元素的地址为 01800020H+2047×4（1FFCH）=0180201CH，所在页为 01802，因此整个数组占 3 页，故在其运行中会有三次缺页。

44.

锁定考点	图领计算机组成原理讲义 2.2.3 小节、4.5 节：乘 / 除运算、程序的机器级表示
解题思路	◆ 第一问 ①根据题目所给的补码除法器的逻辑结构，确定除数和被除数所在的寄存器。由 32 位补码除法器的结构和工作原理可知，除数寄存器 Y 存放除数，若除数不足 32 位，则需要符号拓展至 32 位，被除数不足 64 位需先拓展至 64 位，再把高 32 位置于余数寄存器 R，把低 32 位置于余数 / 商寄存器 Q 中，到这就分析出来了。 ②图中的控制逻辑包含计数器，用于存放循环的次数，在该图中初始值为 32，当循环计数器的值减为 0，则除法运算结束。 ③ ALU 在补码除法中是核心部件，用于实现加 / 减运算，即根据被除数（中间余数）与除数之间符号的异同或差值的正负来确定下次做减法还是加法，再根据加或减运算的结果来判断是否够减。 ◆ 第二问 ①对于除法异常的分析，无法就是两种情况，一种是除数为 0，这个时候不管被除数是什么，结果都会触发异常；第二种情况是溢出导致结果出错，即两个 32 位的 int 型整数相除，达到 $-2^{31}/-1$ 的情况才会溢出，其他的情况都不会溢出。 ②发生异常需关中断、保存断点、引出异常处理服务程序。
易错点	1. 对补码除法器的结构及工作原理不清晰，错用符号拓展或忽略符号拓展，导致（1）问错误。 2. 对触发异常的场景分析不够清晰，忽略溢出异常，只知道除数为 0 异常，导致（2）问中的一小问错误。

图领解析

（1）根据除法器的结构即运算原理可知，先要对除数进行扩展，即把 0xff 符号拓展至 32 位 0xffff，因此 Y 中的值为 ff ffH，再把被除数符号拓展至 64 位，即 FFFFFFFF 87654321H，低 32 位存放在余数 / 商寄存器 Q 中，即 87654321H，高 32 位存放在余数寄存器 R 中，即 FFFFFFFFH。

图 b 中的控制逻辑包含计数器，用于存放循环的次数，在该图中初始值为 32，当循环计数器的值减为 0，则除法运算结束。

ALUop 所控制的 ALU 运算包含加法和减法, 即根据被除数 (中间余数) 与除数之间符号的异同或差值的正负来确定下次做减法还是加法, 再根据加或减运算的结果来判断是否够减, 所以 ALUop 的操作是加和减。

(2) 第一种情况 除数为 0 异常, $d[i]$ 为任意值, x 为 0000 0000H; 第二种情况 溢出异常, $d[i]$ 为 8000 0000H, x 为 fff fffH, 即 $d[i]=-2^{31}$, $x=-1$ 的情况下会发生溢出异常, 这个时候结果为 2^{31} , 超出了 32 位补码表示的最大正数的范围 $2^{31}-1$, 所以发生溢出; 在发生除法异常时 CPU 响应的操作: ①关中断。②保存断点。③引出异常处理服务程序。

45.

锁定考点	图领操作系统讲义 3.2 小节: PV 操作
解题思路	◆ 该类题属于 PV 操作类型题, 大家做这类题时可以参考下列步骤来写: ①根据题意分析有几个进程, 有几个进程就设置几个函数。 根据题意可以知道有 3 个人所以需要 3 个进程。 ②确认是否要循环操作, 若要, 则加 while(1), 否则不加。 三个进程是循环执行的。 ③中文描述进程动作。 甲: 查看树坑数量是否小于 3, 如果小于 3, 则去拿上铁锹, 进行挖坑; 乙: 查看是否有坑, 如果有坑, 则将树苗放入坑, 并去拿铁锹填土; 丙: 查看是否有新种的树苗, 如果有则拿上水桶去浇水; ④分析同步互斥关系设置信号量。 由于只有一个铁锹, 因此甲和乙之间对铁锹存在互斥关系, 需要设置一个互斥信号量 mutex, 初始值为 1; 由于步骤是固定的, 因此甲乙丙之间存在同步关系: 甲的动作执行, 是需要判断树坑数量, 因此根据题意我们可以设置一个信号量 empty, 初始值为 2, 表示甲可以挖坑的个数; 甲挖完后会释放空坑的数量, 乙通过判断这个空坑的信号量来进行动作, 因此可以设置信号量 finish, 表示有树坑; 乙挖完后会释放一个填土的信号量 full, 来告诉丙可以浇水啦; ⑤加 PV 操作。 甲: P(empty)—P(mutex)—挖坑—V(mutex)—V(finish); 乙: P(finish)—P(mutex)—种树苗并填土—V(mutex)—V(empty)—V(full); 丙: P(full)—拿水桶浇水;
易错点	对于题意中的树坑数量小于 3 的理解和信号量的设置不到位; 多设置水桶的信号量。

图领解析

```
semaphore mutex=1;
semaphore empty=2;
semaphore finish=0;
semaphore full=0;
```


甲挖坑： while(true){ P(empty); P(mutex); 挖坑； V(mutex); V(finish); }	乙种树苗并填土： while(true){ P(finish); P(mutex); 种树苗并填土； V(mutex); V(empty); V(full); }	丙浇水： while(true){ P(full); 浇水； }
---	---	--

图领小贴士

一定要正确定义所有必要的信号量，如果遗漏或者多设置信号量都会有所扣分；其次一定要注意同步关系中信号量的 PV 操作是在不同的函数里面出现的，要保证它的成对性。

46.

锁定考点	图领操作系统讲义 4.1.2 小节：程序运行时内存映像
解题思路	◆掌握内存映像的定义和组成。程序运行时内存映像是程序运行时在内存中的布局，即包含了各类资源的分布情况。其中具体结构如下： 内核区：存放的是操作系统的核心代码，用户程序是不能直接访问的； 用户栈：是用户程序在执行过程中用于存储函数调用信息和局部变量的内存区域。 运行时堆：是用户程序用于动态分配内存的区域。通过调用 malloc 和 free 等函数，用户程序可以在堆上申请和释放内存空间。 可读写数据区：用于存储用户程序的全局变量和静态变量。这些变量在程序运行期间可以被修改和访问。 只读代码区：用于存储用户程序的指令和只读数据。这些区域的内容在程序运行期间不会被修改。
易错点	对程序内存映像结构的各个部分包含的内容不清晰，其中第(3)小问的错误率会比较高，ptr 指向的字符串和变量 ptr 的位置容易搞错。

图领解析

(1) 程序执行时，PCB 进程控制块是存储的进程的相关信息，是存放在操作系统内核区，每个进程都是相互独立的；scanf() 等待键盘输入的时候，进程会由运行态变为阻塞态；

(2) main() 是程序编译后的机器指令，是位于只读代码段区域，运行期间是不能被修改的；驱动程序由于是直接控制的硬件，因此程序中的 scanf 和 printf 这两个函数是需要通过执行驱动程序来实现的。

(3) 变量 ptr 是通过 malloc 动态分配内存得到的全局变量，因此是被分配在可读写数据段，length 属于 main 函数下的局部变量，如果没有被分配在寄存器中，那么是会在用户栈中保存。变量 ptr 指向的字符串在运行时堆上。

图领小贴士

再次强调，一定要注意教材上容易被大家忽视的知识点。只要是大纲上出现的，都要做到基本理解他们的概念，千万不要直接跳过。考试中有可能就会以你意想不到的题型来考查。

47.

锁定考点	图领计算机网络讲义 1.1.5+3.4.3+4.3.2 小节：性能指标计算、滑动窗口机制及信道利用率计算、子网划分的方法
解题思路	◆ 理解题意并抓住关键词：传播时延指的是电磁波在信道中传播一定的距离需要花费的时间，计算公式是：传播时延 = $\frac{\text{信道长度(m)}}{\text{电磁波在信道上的传播速率(m/s)}}$ ◆ 吞吐量表示在单位时间内通过某个网络（或信道、接口）的实际数据量，受网络带宽或网络额定速率的限制。 ◆ 信道利用率 = 发送时间 / (发送时间 + 单向传播时间 × 2 + ACK 发送时间) ◆ 对于 GBN 协议来说，采用 n 比特进行编号，则其窗口序号范围为：0-2ⁿ-1，且接收窗口大小 + 发送窗口大小 ≤ 2ⁿ，接收窗口大小固定为 1。 ◆ 子网划分时，可分配的 IP 地址数目取决于网络前缀的位数，在划分子网时，可以根据所需的 IP 地址数，计算出所需的最小网络前缀位数。再根据各子网所需位数，进行分配。
易错点	① 卫星链路往返传播（TR1 → 卫星 → TR2） ② 计算信道利用率注意使用往返时延代入，而非单向传播时延 ③ 窗口大小与编号序号注意区分 ④ 注意检查各子网地址范围是否有重叠

图领解析 （1）由题意可知，R1 到天通一号卫星链路的传播时延 = 轨道高度 / 电磁波速度 = 36000km/300000km/s = 0.12s，故天通一号卫星链路到 R2 的传播时延 = 0.12s，路由器 R1 到路由器 R2 之间的卫星链路单向传播时延是 0.12s+0.12s=0.24s。

主机 H1 向总部服务器传输数据时可达到的最大吞吐量是 200kbps，因为 TR1 和 TR2 收发速率为 200Kbps，且是全双工，所以主机 H1 向总部服务器传输数据，受限于卫星链路的收发速率，最大吞吐量就是卫星链路的收发速率，即 200Kbps。

主机 H1 发送一个 4000B 的文件到总部服务器，涉及到的时延包括

$$\text{H1 的发送时延} = \frac{4000\text{B}}{100\text{Mbps}} = \frac{4000 \times 8\text{bit}}{100 \times 10^6 \text{bps}} = 0.32\text{ms}$$

$$\text{R1 的发送时延} = \frac{4000\text{B}}{200\text{Kbps}} = \frac{4000 \times 8\text{bit}}{200 \times 10^3 \text{bps}} = 0.16\text{s}$$

$$\text{TR1 的发送时延和传播时延} = \frac{4000\text{B}}{200\text{Kbps}} + 0.24\text{s} = \frac{4000 \times 8\text{bit}}{200 \times 10^3 \text{bps}} + 0.24\text{s} = 0.4\text{s}$$

$$\text{TR2 的发送时延} = \frac{4000\text{B}}{200\text{Kbps}} = \frac{4000 \times 8\text{bit}}{200 \times 10^3 \text{bps}} = 160\text{ms}$$

$$\text{R2 的发送时延} = \frac{4000\text{B}}{100\text{Mbps}} = \frac{4000 \times 8\text{bit}}{100 \times 10^6 \text{bps}} = 0.32\text{ms}$$

两个千兆交换机的转发时延 $= 2 \times (4000\text{B}/1000\text{Mb/s}) = 64\mu\text{s}$ 。

总时间 $= 0.32\text{ms} + 0.16\text{s} + 0.4\text{s} + 0.16\text{s} + 0.32\text{ms} + 64\mu\text{s} = 720.64\text{ms} + 64\mu\text{s}$ 。

(2) 数据帧从 R1 → R2 的发送时延包括:

$$\text{R1} \rightarrow \text{TR1 的发送时延} = \frac{1500\text{B}}{200\text{Kbps}} = \frac{1500 \times 8\text{bit}}{200 \times 10^3 \text{bps}} = 0.06\text{s}$$

$$\text{TR1} \rightarrow \text{TR2 的发送时延} = \frac{1500\text{B}}{200\text{Kbps}} = \frac{1500 \times 8\text{bit}}{200 \times 10^3 \text{bps}} = 0.06\text{s}$$

$$\text{TR2} \rightarrow \text{R2 的发送时延} = \frac{1500\text{B}}{200\text{Kbps}} = \frac{1500 \times 8\text{bit}}{200 \times 10^3 \text{bps}} = 0.06\text{s}$$

忽略忽略 ACK 帧长度, 一个发送周期时间 $= 0.06\text{s} + 0.06\text{s} + 0.06\text{s} + 0.24\text{s} \times 2 = 0.66\text{s}$

要使 SLP 单向信道利用率不低于 80%, 则实际传输速率需 $\geq 0.8 \times 200\text{Kbps} = 160\text{Kbps}$

设发送窗口大小为 n, 一个发送周期最多可以发送的数据量为 $1500n\text{B}$

实际传输速率 = 一个发送周期发送实际数据量 / 一个发送周期

$$= \frac{1500n\text{B}}{0.66\text{s}} \geq 160\text{Kbps} \rightarrow \frac{1500n \times 8}{0.66} \geq 160 \times 10^3 \rightarrow n \geq 8.8$$

所以发送窗口大小至少为 9, GBN 协议接收窗口固定为 1, SLP 帧序号至少应使用 4 ($2^4 > 10 > 2^3$) 比特编号。

(3) 总部给工程部分配 IP 地址空间 10.10.10.0/24, 主机位为后 8 位

管理区子网: 分配 IP 不少于 60 个, 则所需主机位 n 需满足 $2^n - 2 \geq 60$, $n \geq 6$, 且管理区子网内主机 H1 已正确配置 IP 地址 101.10.10.33 (0010 0001) /26, 由此可知管理区子网号为 00, 对应的子网为: 10.10.10.0/26, 可用 IP 地址为 10.10.10.1–10.10.10.63 (网络地址 10.10.10.0, 广播地址 10.10.10.64)。

生活区子网: 分配 IP 不少于 120 个, 则所需主机位 n 需满足 $2^n - 2 \geq 120$, $n \geq 7$, 由此可知生活区子网号为 1, 对应的子网为: 10.10.10.128/25, 可用 IP 地址为 10.10.10.129–10.10.10.254 (网络地址 10.10.10.128, 广播地址 10.10.10.255)。

作业子网: 分配 IP 不少于 60 个, 则所需主机位 n 需满足 $2^n - 2 \geq 60$, $n \geq 6$, 由此可知作业子网号为 01, 对应的子网为: 10.10.10.64/26, 可用 IP 地址为 10.10.10.65–10.10.10.127 (网络地址 10.10.10.64, 广播地址 10.10.10.128)。

图领小贴士

这道题目的考察比较综合, 涉及到多个章节的考点内容, 但是整体难度不大, 做题时要注意一些细节的把握。计算时延是注意区分时延类型, 传播时延公式 = 距离 / 传播速度 (与数据量无关), 传输时延公式 = 数据量 / 传输速率 (与距离无关, 计算时注意单位的转换, $1\text{B} = 8\text{bit}$)。计算总时间时, 注意是单向还是双向。在涉及 GBN 协议考点的计算中, 一定要注意窗口大小 $\neq$ 窗口序号。在做子网划分类型的题目时, 注意验证结果的合理性, 检查可用主机数量是否满足需求, 是否出现重复划分。注意以上技巧细节, 大家可以很好的提高解题的准确性。