

2020 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：数理统计

考生须知：

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
 2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上无效。
-

一、(15 分) 已知随机变量 X 的概率密度为

$$f(x) = \begin{cases} e^{-x}, & x > 0, \\ 0, & x \leq 0. \end{cases}$$

求随机变量 $Y = X^2$ 的概率密度。

二、(20 分，前 2 个小题每题 6 分，第 3 小题 8 分) 已知随机向量 (X, Y) 服从二维正态分布 $N(1, 0, 9, 16, -0.5)$ ，设 $Z = \frac{X}{3} + \frac{Y}{2}$ ，试：

- (1) 求 Z 的数学期望与方差；
- (2) 求 X 与 Z 的相关系数；
- (3) 证明 X 与 Z 相互独立。

三、(10 分，每小题 5 分) 设随机过程 $X(t) = R \cdot t + C$ ， $t \in (0, \infty)$ ， C 为常数， R 服从 $[0, 1]$ 区间上的均匀分布，求：

- (1) $X(t)$ 的一维概率密度和一维分布函数；
- (2) $X(t)$ 的均值函数、相关函数和协方差函数。

四、(20 分) 设某医院呼吸科门诊，从早上 8:00 开始就有大批患者等候，而每次专家只能为一名患者服务，平均服务时间为 20min，且每名患者的服务时间是独立的指数分布，则 8:00 到 12:00 门诊结束时接受过治疗的患者平均在医院停留了多

长时间。

五、(20 分) 设 X_1, \dots, X_n 是来自均匀总体 $U(0, \theta)$ 的样本, 证明 θ 的最大似然估计是一致估计。

六、(15 分) 某批矿砂的五个样品中镍含量测定如下 (%)

3.25, 3.27, 3.24, 3.26, 3.24

设测定值服从正态分布, 问能否认为这批矿砂的镍含量为 3.25 ($\alpha=0.01$)。

表 1: 上分位数简表

N	$\alpha=0.025$	$\alpha=0.01$	$\alpha=0.005$
4	2.7764	3.7469	4.6041
5	2.5706	3.3649	4.0322
6	2.4469	3.1427	3.7074

2020 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：计算方法

考生须知：

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上均无效。

一、(30 分，其中每小题 10 分) 已知 $f(x)$ 的函数值如表所示，且 $\max_{x \in [0,5]} f^{(4)}(x) = 0.1$

x_i	0	1	2	3	4	5
f_i	3	5	9	15	8	6

- 1) 试给出 $f(x)$ 在 $x \in [0, 3]$ 上的三次拉格朗日插值多项式；
- 2) 给出 $f(x)$ 在 $x \in [1, 4]$ 上的三次牛顿前插多项式，计算 $f(1.5)$ 的近似值并估计误差；
- 3) 用复化辛普森公式计算积分 $S = \int_0^5 f(x) dx$ 的近似值并估计误差。

二、(10 分) 已知一组实验数据如图所示，求它的拟合曲线及平方误差

x_i	0	1	2	3	4	5
f_i	3	5.1	9.2	15	23	33

三、(20 分，其中每小题 10 分) 设方程组
$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + x_3 = 9 \\ -x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 9 \\ 2x_1 - 3x_2 + 10x_3 = 19 \end{cases}$$

- 1) 判断求解此方程的雅克比迭代法、高斯-赛德尔迭代法的收敛性；
- 2) 用高斯-赛德尔迭代法求解此方程（计算三步）。

四、(20 分，其中每小题 10 分) 已知方程 $f(x) = (x - 1)e^x - 1$

- 1) 分析该方程根的分布情况，用适当的迭代法求出这些根，精确至 3 位有效数字
- 2) 证明所使用的迭代格式是收敛的

五、(20分,其中第1小题5分,第2小题15分)对于初值问题 $y' = -20(y - x^2) + 4x, y(0) = 1$ 。

1) 若分别用欧拉法、四阶龙格-库塔方法计算上述方程,步长 h 取什么值才能使计算稳定;

2) 选取一适合步长用四阶龙格-库塔方法求解上述方程,计算2步。

2020 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：半导体物理

考生须知：

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
 2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。
-

一、解释说明题（每小题 5 分，共 40 分）

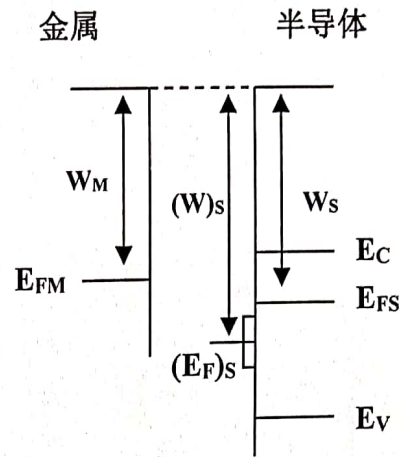
1. 单电子近似的基本思想和自洽场。
2. 费米能级的物理意义；影响费米能级的因素。
3. 载流子散射及相关的散射机构；各向同性散射和各向异性散射的区别是什么？
4. 什么是俄歇效应？画示意图描述带间俄歇复合过程。
5. 肖特基结和欧姆接触。
6. 激子和激子束缚能。
7. 光生伏特效应及其机理，举两个应用实例。
8. 什么是霍尔效应和光磁效应？它们之间有什么区别？

二、(15 分) 1. 讨论杂质在半导体中的各种作用。

2. 分析 Zn、O、N 和 Si 在 GaP 半导体中的杂质特点。

三、(15 分) 讨论半导体 PN 结的形成及其整流特性机制。

四、(15 分) 设想金属、表面态和 N 型半导体三个电子系统未相互接触, 如图所示, 它们各自处于电中性时的费米能级分别为 E_{FM} , $(E_F)_S$ 和 E_{FS} , 这些能级与真空中静止电子能量 E_0 之差分别为 $W_M=4.20eV$, $(W)_S=4.78eV$ 和 $W_S=4.36eV$, 试在 (1) 表面态密度近似为零; (2) 表面态密度趋于无穷大两种情况下, 分别画出金属-半导体接触的能带图, 并计算并标明半导体的表面势 V_s 的数值各是多少?



五、(15 分) 描述半导体各种光吸收过程及其吸收谱的特点, 讨论相应吸收过程的能量阈值。

中国科学院长春光机所

2020 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：数字信号处理

考生须知：

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。

1. (12 分) 请分析下列系统的线性性、非移变性、稳定性和因果性。

(1) $y(n) = 2x(n) + 3$ (4 分)

(2) $y(n) = x(n)g(n)$ (4 分)

(3) $T(x[n]) = x(n) + 3u(n+1)$ (4 分)

2. (8 分) 已知 $x(n)$ 和 $y(n)$ 的Z变换分别为：

$$X(Z) = \frac{1}{1 - 0.5Z^{-1}}, |z| > 0.5 \quad Y(Z) = \frac{1}{1 - 2Z}, |z| < 0.5$$

试用复卷积公式求 $W(n) = x(n)y(n)$ 的Z变换。

3. (8 分) 证明：a) 若 $x(n) = x(N - n)$ ，即 $x(n)$ 实偶对称，则 $X(k)$ 也实偶对称；

b) 若 $x(n) = -x(N - n)$ ，即 $x(n)$ 实奇对称，则 $X(k)$ 为纯虚函数

且奇对称。

4. (8 分) 一个线性时不变系统的输入输出差分方程描述为： $y(n) = x(n) - \frac{1}{2}y(n-1)$ ，请从下列选项中选取两个满足该系统的单位抽样响应。

A) $(-\frac{1}{2})^n u(n)$ B) $(-\frac{1}{2})^n u(-n-1)$ C) $(-\frac{1}{2})^n u(n-1)$

D) $2^n u(n)$ E) $(n)^{1/2} u(n)$ F) $(-2)^n u(-n-1)$

G) $2^{-n} u(n)$ H) $-(-\frac{1}{2})^n u(-n-1)$ I) $-(-2)^n u(-n-1)$

5. (8 分) 一个数字系统的系统函数是：

$$H(z) = \frac{0.5 - 0.826\,543\,321z^{-1}}{1 - 1.657\,823\,44z^{-1} + 0.756\,622\,3z^{-2}}$$

存储器的字为 8 比特，请写出实际的系统函数 $H(z)$ 的表达式。（注：系数被表示成无符号的二进制数，并且进行舍入处理）。

6. (8 分) 用什么结构可以实现以下单位抽样响应：

$$h(n) = \delta(n) - 3\delta(n-3) + 5\delta(n-7)$$

7. (12 分) 给定序列 $x[n] = a^n u[n]$ 。周期序列 $\tilde{x}[n] = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n + nN]$ 由 $x[n]$ 构造，

- 确定 $x[n]$ 的傅里叶变换 $X(e^{j\omega})$ ；
- 确定 $\tilde{x}[n]$ 的离散傅里叶序列 $\tilde{X}[k]$ ；

8. (20 分) 冲击响应不变法和双线性变换法是两种 IIR 数字滤波器的设计方法。试回答下列问题：

- 双线性变换法是否可以将最小相位模拟滤波器映射为最小相位数字滤波器？

- 用脉冲响应不变法将模拟传递函数 $H(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}$ 转变为数字传递函数 $H(z)$ ，其中 $\Omega_s = 10 \text{ rad/s}$ ，并绘制相应的模拟和数字幅度响应。

9. (16 分) 在设计连续时间或离散时间滤波器时，我们通常会近似指定幅度特性，而无需特别考虑相位。例如，低通和带通滤波器的标准设计技术仅从幅度特性的考虑中得出。在许多滤波问题中，我们希望相位特性为零或线性。令 $h[n]$ 为具有任意相位特性的因果滤波器的脉冲响应，并用 $H(n)e^{j\omega}$ 表示其傅立叶变换。令 $x[n]$ 表示要进行滤波的数据。

- 滤波操作如图 1 所示，1) 确定使 $x[n]$ 与 $s[n]$ 相关的整体脉冲响应 $h_1[n]$ ，并证明它具有零相位特性；2) 确定 $|H_1(n)e^{j\omega}|$ ，并用 $|H(e^{j\omega})|$ 和 $\angle H(e^{j\omega})$ 表示。(6 分)

b) 如图 2 所示, 通过滤波器 $h[n]$ 处理 $x[n]$ 得到 $g[n]$ 。同样, 通过 $h[n]$ 处理 $x[-n]$ 得到 $r[n]$ 。然后输出 $y[n]$ 作为 $g[n]$ 和 $r[-n]$ 的和。此组合操作集合可以表示为具有输入 $x[n]$, 输出 $y[n]$ 和脉冲响应 $h_2[n]$ 的滤波器。1) 证明 $h_2[n]$ 具有零相位特性; 2) 确定 $|H_2(e^{j\omega})|$, 并用 $|H(e^{j\omega})|$ 和 $\angle H(e^{j\omega})$ 表示。(6 分)

c) 假设给定了一个有限时宽实序列 $x[n]$, 我们希望在序列上执行带通零相位滤波操作。此外, 假设给定带通滤波器 $h[n]$, 其频率响应如图 3 所示, $h[n]$ 具有幅度特性, 但具有线性相位。为了达到零相位, 我们可以使用 a) 或者 b)。确定并绘制 $|H_1(e^{j\omega})|$ 和 $|H_2(e^{j\omega})|$ 。这些结果中, 您将使用哪种方法来实现所需的带通滤波操作? 请解释原因。(4 分)

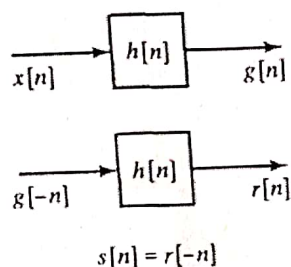


图 1

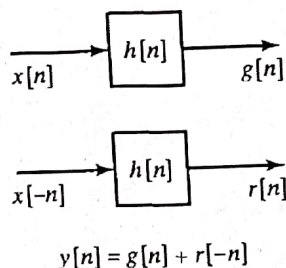


图 2

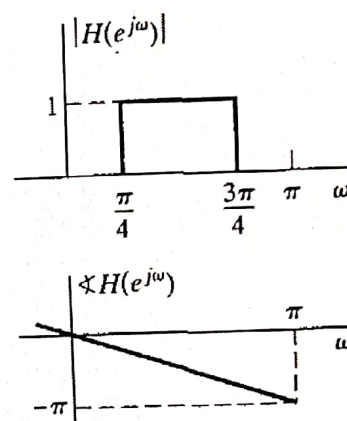


图 3

2020 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：计算机网络

考生须知：

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
 2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。
-

一、单项选择（20 分，共 20 题，每题 1 分）

1. 通常用（）来表示特定的、世界范围内的互联网
A. WLAN B. WAN C. Internet D. Intranet
2. 以下哪一种说法是不正确的（）
A. 层和协议的集合称为网络体系结构
B. 不同的网络，其层的数目、各层的名字、内容和功能也不尽相同
C. 服务是指某一层向它上一层提供的一组原语（操作）
D. 协议是用来规定不同层上的对等实体之间所交换消息或分组的格式和含义
3. 属于无导向传输介质的是（）
A. 光纤 B. 双绞线 C. 红外线 D. 同轴电缆
4. 一种介质的带宽是指在（）的情况下能够通过这种介质的频率范围
A. 有噪音 B. 无噪音 C. 最大衰减 D. 最小衰减
5. 数据链路层要完成许多特定的功能，这些功能不包括（）
A. 向网络层提供一个定义良好的服务接口
B. 为网络定义了机械的、电气的和时序的接口
C. 处理传输错误
D. 调节数据流，确保慢速的接收方不会被快速的发送方淹没
6. 纠错码广泛应用于（）
A. 同轴电缆 B. 双绞线 C. 无线链路 D. 光纤
7. 单信道的 CSMA/CD 本质上是一个（）系统
A. 单工 B. 半双工 C. 全双工 D. 无冲突的协议

8. 以下哪一种说法是正确的 ()
- A. 以太网和 802.3 是完全相同的
 - B. 802.3 和 802.11 有不同的物理层, 但有共同的 MAC 子层
 - C. 802.3 和 802.11 这两种网络, 与网络层的接口是相同的
 - D. 千兆光纤以太网的编码方案是曼彻斯特编码
9. () 基于帧地址进行路由
- A. 中继器
 - B. 集线器
 - C. 交换机
 - D. 路由器
10. 使用面向连接的服务, 在发送数据分组之前, 必须首先建立起一条从源路由器到目标路由器之间的路径, 这个连接称为一个 ()
- A. 自治系统
 - B. 隧道
 - C. 数据报
 - D. 虚电路
11. 第三层网络互连不能解决的问题是 ()
- A. 屏蔽异种物理网络的差异
 - B. 扩大网络规模
 - C. 为进程提供端到端的服务
 - D. 隔离广播流量
12. 以下哪一种说法是不正确的 ()
- A. 数据报子网中, 路由决策是针对每一个分组而作出的
 - B. 静态路由不适于拓扑结构和流量方面经常变化的复杂网络
 - C. 距离矢量路由算法需要很长时间才能收敛到稳定状态
 - D. 外部网关协议 OSPF 是链路状态路由算法的典型应用
13. 通常为那些能够监听连接请求的进程定义相应的传输地址, 在 Internet 上, 这些端点称为 ()
- A. TPDU
 - B. TSAP
 - C. PORT
 - D. NSAP
14. 以下哪一种说法是不正确的 ()
- A. Internet 传输层上, 无连接的协议是 UDP, 面向连接的协议是 TCP
 - B. UDP 传输的数据段由 8 字节的头和净荷域构成, 其中 UDP 校验和是可选的
 - C. UDP 不考虑流控制、错误控制
 - D. DNS、SMTP、POP3 的传输层协议通常都使用 UDP
15. DNS 递归查询方法中, 当解析器接收到一个远程域名的查询时, 它将该查询首先传递给 ()
- A. 顶级域名服务器
 - B. 远程域名服务器
 - C. 区域边界域名服务器
 - D. 本地域名服务器

16. 以下哪一种说法是不正确的 ()

- A. 所有的 TCP 连接都是全双工的, 并且是点到点的
- B. TCP 使用三步握手法来建立连接, 释放一个连接时需要 4 个 TCP 数据段
- C. TCP 连接管理可以用一个有限状态机来表达, 该状态机共有 12 种状态
- D. 一个 TCP 连接就是一个字节流, 而不是消息流

17. Web 页面是用 () 来命名的

- A. BROWSER B. MIME C. URL D. HYPERLINK

18. 超文本传输协议 HTTP 被定义在 () 中

- A. RFC 2616 B. RFC 2131 C. RFC 1661 D. RFC 959

19. 网络安全问题可以被粗略地分成 4 个相互交织的领域, 其中, 确保信息不会被未授权的用户访问, 属于哪个领域 ()

- A. 鉴别 B. 保密 C. 不可否认 D. 完整性控制

20. 以下哪一种说法是不正确的 ()

- A. IPSec 总是要求加密功能, 但是允许使用空算法
- B. IPSec 支持多种服务, 这些服务都建立在对称密钥密码学的基础上
- C. IPSec 位于 IP 层上, 通常认为 IPSec 是无连接的
- D. IPSec 可以被用来在 Internet 上建立 VPN, 并由防火墙建立和管理 SA

二、综合分析 with 问题解答 (30 分, 共 3 题, 每题 10 分)

1. 分析电路交换和分组交换有哪些不同。
2. 在使用了管道化技术之后, 有哪两种方法可以用来处理错误? 分析它们有哪些不同。
3. 当网络增长到一定程度时, 每个路由器不太可能再为其它每一个路由器维护一个表项。请分析其原因, 给出相应解决方案。

三、计算与设计 (50 分, 共 5 题, 每题 10 分)

1. 若某带宽为 3kHz 的信道, 采用 8 种不同的状态来表示数据, 在信噪比为 20dB 的情况下, 求该信道的最大数据传输速率。
2. 假设一台计算机可以按照 25Mbps 的速率产生数据, 并且网络也运行在同样的

速率上。然而，相连的路由器只能在较短的时间间隔内以这样的速率接受数据，在长时间情况下，它的最佳工作速率不超过 2MBps。

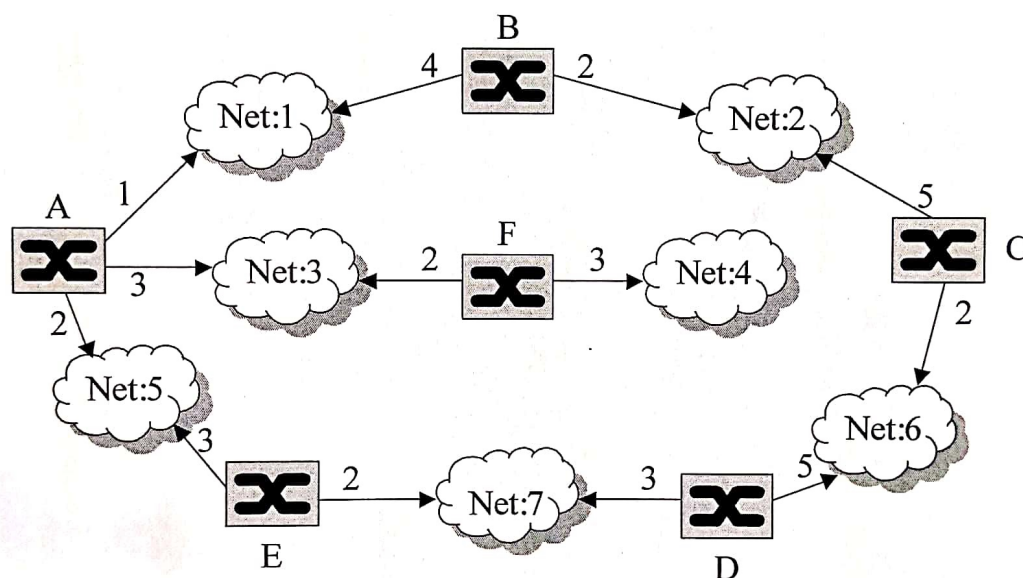
(1) 以漏桶算法进行流量整形，假设漏桶容量为 1MB，流出速率为 2MBps，求：该漏桶可支持的突发数据大小和持续时间，以及突发数据整流后的流出时间；

(2) 以令牌桶算法进行流量整形，假设令牌桶容量为 250KB，令牌到达速率为 2MBps，到达的突发数据为 1MB，且桶已满，求：该令牌桶以最大速率发送突发数据的持续时间，以及发送完这 1MB 突发数据所需总时间。

3. 对于如下互连网络，假设一个包到达某个网络中就意味着到达了该网络中的所有节点（包括所连接的路由器），也就是只考虑发送代价不考虑接收代价。使用链路状态路由算法，求：

(1) 路由器 A 的最短路径树；

(2) 路由器 A 的路由表，表中每一项包括：目标网络，代价，下一路由器。



4. 利用伯克利套接字，设计并编写一个简单的 Internet 文件服务器程序和一个与该服务器配合使用的客户端程序。（可使用任意编程语言或伪代码）
5. RSA 是一个非常强的公开密钥算法，在实践中大量的安全性都建立在它的基础之上。请用 RSA 算法和公式求解下列各题：
- (1) 若 $p=7$, $q=11$, 请给出 5 个合法的 d 值；
- (2) 若 $p=13$, $q=31$, $d=7$, 请计算出 e 值；
- (3) 若 $p=5$, $q=11$, $d=27$, 请计算出 e 值，并对明文 “abcdefghij” 进行加密（假设 ‘a’ =1, ‘b’ =2, …… , ‘z’ =26）。

中国科学院长春光机所

2020 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：高等光学

考生须知：

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。

1.(10 分) 从标量场衍射理论的角度解释，点光源发出的光经过凸透镜之后准直为平行光。

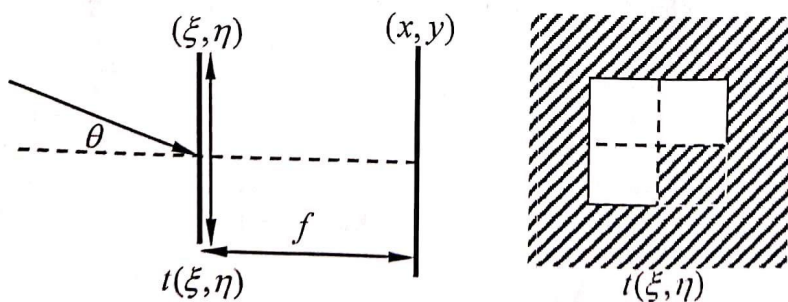
2. (15 分) 光经过纯位相物体经历的相移为 $\varphi(\xi, \eta)$ ，若 $|\varphi(\xi, \eta)| \ll 1 \text{ rad}$ ，采用 $4f$ 光路，利用 Zernike 相称法进行显微观察，但是相称板采用中心点不透光的滤波器，从光学系统的角度，分析成像面上的相对光强分布。

3.(15 分) 自由空间中，一沿 z 轴传播的线偏振光的电场具有形式

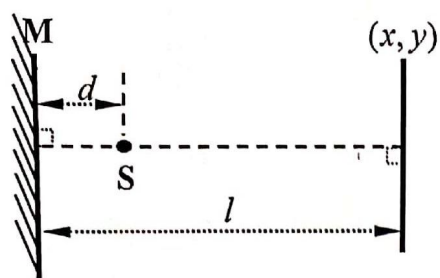
$$\vec{E} = \begin{bmatrix} 1/2 \\ \sqrt{3}/2 \\ 0 \end{bmatrix} A \exp[j(kz - \omega t)], \text{ 其中 } A \text{ 为常数, (1)求磁感应强度 } \vec{B}; (2) \text{ 把此线偏}$$

正光分解成左旋圆偏振光和右旋圆偏振光的叠加。

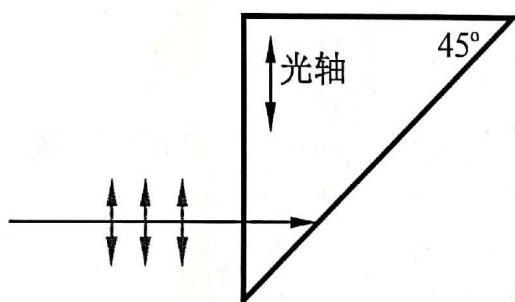
4. (15 分) 衍射屏有一边长为 $2a$ 的方形孔，其中四分之一被挡住(如图所示)，被一入射角为 θ 的相干光照明，(1) 写出此衍射屏的振幅透过率 $t(\xi, \eta)$ ；(2) 写出此斜入射光的表达式；(3) 计算 (x, y) 面上夫朗和费衍射的场分布。



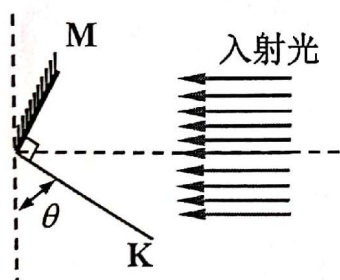
5. (15 分) 如图所示, 平面镜 M 前有一点光源(波长 $\lambda=500nm$), (1)证明在 (x,y) 平面上干涉条纹为圆环; (2) 若 $d=4mm$, 判断中心点条纹的级次及亮暗; (3)若此光源光谱宽度 $\Delta\lambda=50nm$, d 为多少时, (x,y) 平面上刚好看不到干涉条纹?



6. (15 分) 一块正单轴晶体 ($n_o < n_e$) 制成的直角棱镜如图所示, 一沿光轴方向偏振的线偏振光从棱镜的直角边入射, (1)求棱镜斜面反射光的波法线 \vec{k} 与光轴的夹角; (2)计算晶体中反射光线 \vec{S} 与光轴的夹角。



7. (15 分) 如图所示, 波长为 λ 的平行光入射到干涉光学系统中, 观察平面 K 与反射镜 M 垂直, 请分析计算平面 K 上干涉条纹的分布及周期。



中国科学院长春光机所

2020 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：计算机控制及应用

考生须知：

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。

一、(10 分)

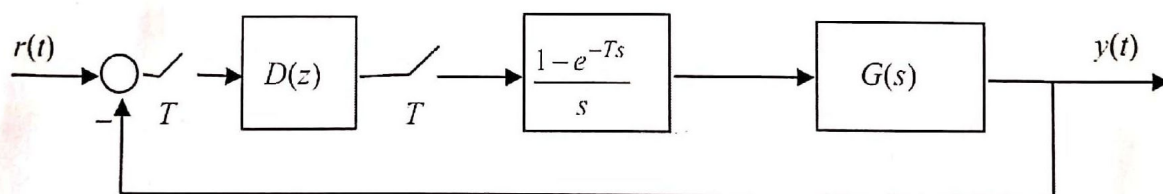
已知连续系统开环传递函数为 $G(s) = \frac{K(s+5)}{(s+3)(s^2+40s+1600)}$,

若进行计算机控制，试确定采样周期上限值。

二、(10 分)

函数 $F(s) = \frac{e^{-0.4Ts}}{s(s+1)}$ 的 Z 变换

三、(20 分) 计算机控制系统框图如图所示



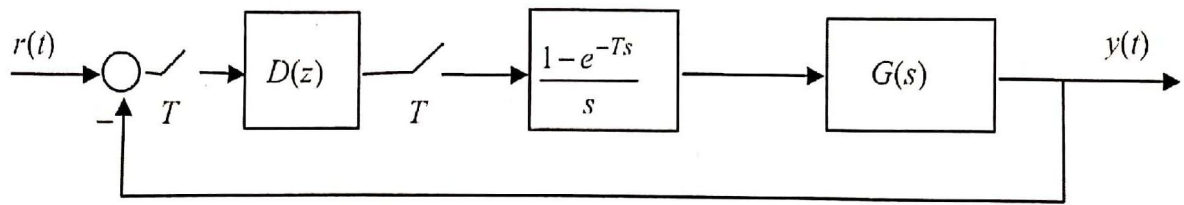
分别求如下 (1)、(2) 情况下的该系统闭环 Z 传递函数和输出单位阶跃响应序列。

(1) $G(s) = \frac{e^{-0.4Ts}}{s+0.25}, D(z) = \frac{1}{z-1}, T=1\text{秒}$

(2) $G(s) = \frac{e^{-2.4Ts}}{s+0.25}, D(z) = \frac{z-0.85}{z-1}, T=1\text{秒}$

四、(20 分)

计算机控制系统如图所示



其中被控对象传递函数为

$$G(s) = \frac{10e^{-0.1s}}{s+2}, \quad T=0.1 \text{ 秒}$$

试分别按阶跃输入和等速度输入设计最少拍系统控制器 $D(z)$ ，并计算出所设计的系统分别对阶跃输入和等速度输入的输出响应序列 $y(k)$ 。

五、(10 分)

画出典型计算机反馈控制系统结构框图，并详细说明计算机反馈控制系统由哪些部分组成，并叙述各个部分的功能是什么？

六、(15 分，每小题 3 分)

名词解释：PIO, DDC, PID, PLC, VLSI

七、(15 分)

(1) PID 参数整定的系统性能准则有哪些，具体内容是什么？(6 分)

(2) PID 算法参数整定方法有哪几类，具体内容是什么？(9 分)

2020 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：误差理论与精度分析

考生须知：

1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
 2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。
-

一、简答题（每小题 4 分，共 20 分）

1. 不等精度测量中的权的定义；
2. 影响仪器精度的主要因素有哪些？
3. 测量仪器的示值误差的定义及其评定方法及其具体内容；
4. 简述仪器精度的分配步骤；
5. 何为最小二乘原理，其可解决什么问题？

二、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 随机误差的基本特征为 _____、_____、_____、_____。
2. 反应测量结果与真值接近程度的量，称为精度。精度可分为：_____、_____和_____；
3. 真值是指客观存在的数值，真值包括：_____、_____、_____；
4. 对于一组测量数据，用其_____来表述这组数据的分散性，计算标准差的三种方法是_____，_____，_____。
5. 用对样本观测值的统计分析进行不确定度评定的方法称为_____，用_____来表征，用不同于统计分析的其他方法进行不确定度评定

的方法称为_____，用_____来表征。

6、高置信水平下的置信区间半宽度又称为_____，在不确定度评定中又称之为_____不确定度。

三、判断题（每题 1 分，共 5 分）

- 1、误差的必然性原理指的是真误差恒不等于零（ ）；
- 2、误差的不确定性指的是一般情况下误差是不相等的（ ）；
- 3、误差的未知性指的是通常情况下误差是未知的（ ）；
- 4、引用误差是指测量器具的最大绝对误差与量程之比（ ）；
- 5、最小二乘法则可将残差方程转化为有确定解的代数方程组，这个代数方程组称为正规方程（ ）。

四、单项选择题（每题 1 分，共 10 分）

1. 若马利科夫判据成立，则说明测量数据中含有（ ）。
- A. 随机误差 B. 粗大误差 C. 恒定误差 D. 线性变化系统误差
2. 下列不属于测量误差来源的是（ ）
- A. 仪器误差和环境影响误差 B. 满度误差和分贝误差
C. 人为误差和测量对象变化误差 D. 理论误差和方法误差
3. 以下对于相对误差与绝对误差的论述正确的是（ ）：
- A. 任何情况下，绝对误差都可以评定测量精度的高低；
B. 任何情况下，相对误差都可以评定测量精度的高低；
C. 只有当被测量的数值彼此相等或近似相等时，才可以用相对误差来评定测量精度的高低；
D. 相对误差不可以评价测量精度的高低。

4. 修正值是 ():
 A. -系统误差 B. -真值 C. -被测量 D. -约定值
5. 被测量真值是 ()
 A. 都是可以准确测定的 B. 在某一时空条件下是客观存在的, 但很多情况下不能准确确定
 C. 全部不能准确测定 D. 客观上均不存在, 因而无法测量
6. 当用极差法计算实验标准差的公式为 $s = \frac{\sigma}{R}$ 其式中 R 表示 ()
 A. 极差系数 B. 极差 C. 自由度 D. 方差
7. 通常在相同的条件下, 多次测量同一量时, 误差的绝对值和符号保持恒定或在条件改变时, 按某种规律而变化的误差称为 ()
 A. 随机误差 B. 系统误差 C. 粗大误差 D. 偶然误差
8. 以下不能减小和消除系统恒定系统误差的方法是 ()
 A. 代替法 B. 相消法 C. 交换法 D. 半周期偶数观察法
9. x_1 和 x_2 不相关, 对应的标准不确定度分别是 $u(x_1)$ 和 $u(x_2)$, 则 $x_1 - x_2$ 的合成标准不确定度为 ()
 A. $u(x_1) - u(x_2)$ B. $u(x_1) + u(x_2)$
 C. $\sqrt{u^2(x_1) - u^2(x_2)}$ D. $\sqrt{u^2(x_1) + u^2(x_2)}$
10. 测量结果表述必须同时包含赋予被测量的值及与该值相关的 ()
 A. 测量准确度 B. 测量正确度 C. 测量不确定度 D. 测量精密度

五、计算题（每小题 10 分，共 30 分）

1、对某量进行两组等精度测量，其数据如下：甲组：25.94, 25.97, 26.03, 25.98, 26.04, 26.02, 26.04, 25.98, 25.96, 26.07;

乙组：25.93, 25.94, 26.02, 25.98, 26.01, 25.90, 25.93, 26.04, 25.94, 26.02。假设各组内无系统误差，试用 t 检验法检查两组之间是否有系统误差 ($\alpha = 0.05$, $t_\alpha = 2.1$)。

2、已知测量 x, y 的残差方程为：
$$\begin{cases} v_1 = -5.6 - (x - 3y), p_1 = 1 \\ v_2 = 8.1 - (4x + y), p_2 = 2 \\ v_3 = 0.5 - (2x - y), p_3 = 3 \end{cases}$$
，其中：

p_1, p_2, p_3 分别为每次测量的权，用最小二乘法求 x, y 的最佳估计量。

3、用天平测量约 26 克物体质量，请给出两种砝码组合测量的方法，并计算这两种方法由于砝码原因引起的测量误差，判断出测量误差较小的一组测量。

砝码质量（单位：g）	10	5	2	1
示值误差（单位：mg）	± 0.20	± 0.15	± 0.12	± 0.10
该重量砝码的数量	2	1	3	1

六、分析题（每小题 5 分，共 15 分）

- 1、分析当测量次数 $n \leq 10$ 次时， 3σ 准则（莱伊达准则）失效的原因；
- 2、简述采用格拉布斯准则判断粗大误差的步骤；
- 3、分析系统误差对测量结果的影响。

2020 年招收攻读博士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：固体物理

考生须知：

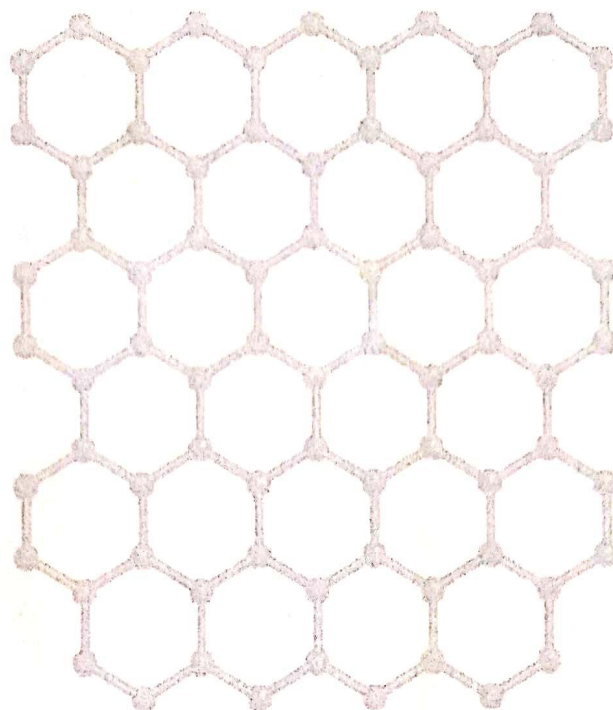
1. 本试卷满分为 100 分，全部考试时间总计 180 分钟。
 2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上无效。
-

一、(20 分) 解释下列名词

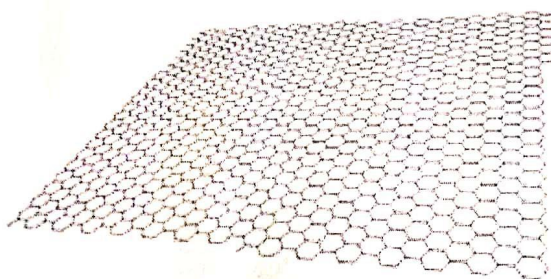
原胞；元激发；等离子体振荡；Fermi 能；波包

二、(40 分) 简要回答下列问题

- 1、(5 分) 为什么要引入倒空间？
- 2、(5 分) 何为格波？格波与声子的关系？
- 3、(5 分) 按几何特征划分，简述晶体的缺陷类型？
- 4、(5 分) 晶体的结合能，晶体的内能，原子间的相互作用势能有何区别？
- 5、(5 分) 简述导体、绝缘体和半导体的能带论解释。
- 6、(5 分) 对于一般的晶体，温度升高时，衍射角如何变化？
- 7、(10 分) (1)找出单层石墨烯结构(如下图 A)的基元，并画出布喇菲(Bravais)晶格；(2) 如果将一个宽 5nm，无限长的石墨烯带卷曲起来形成一个碳纳米管(图 B)，请问这个还是晶体吗？为什么？

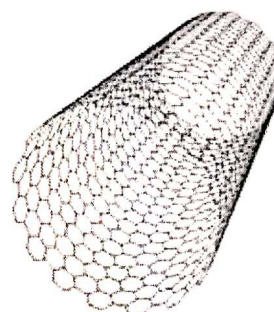


A



B

石墨烯



碳纳米管

三、(10 分) 简述 Bloch 电子与自由电子的主要区别

四、(15 分) 推导出一维、二维和三维自由电子气体的电子能态密度的表达式

五、(15 分) 考虑一个完整的一维晶体，其能带表示为 $E(k) = -2A \cos ka$ ，其中 a 是晶格常数， A 为大于零的常量， k 为一维“波矢量”。

(1) 求出这个能带的宽度；

(2) 求出能带底和能带顶附近电子的有效质量；

(3) 将一小的均匀电场施加在平行晶格的方向上，并假设可用准经典近似描述能带电子的运动。如果在 $t = 0$ 时刻电子处于 k_0 态，定性描述这个电子在 k 空间和真实空间的运动。