

中国科学院大学

2013 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：通信原理

考生须知：

1. 本试卷满分为 150 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。
3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。

一. 填空（每题 5 分，共 50 分）

1. 某线性分组码的生成矩阵是 $G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ ，该码有_____位监督码，编码效率为_____。
2. 某编码的全部许用码字集合是 $C=\{000, 010, 101, 111\}$ ，该码是线性码吗？答：_____；是循环码吗？答：_____，理由：_____。
3. 在模拟信号的数字化过程中，按奈氏速率对模拟基带信号取样，会引起失真吗？答：_____；进一步在取值域上离散化（量化），会引起失真吗？答：_____。
4. 在进制数相同、信息速率相同、平均发射功率相同、噪声功率谱密度相同的条件下，MASK、MPSK、MQAM 的频带利用率是一样吗？答：_____；在 $M>2$ 时，MPSK 与 MASK 的抗噪声性能哪一个较优？答：_____；在 $M>8$ 时，MPSK 与 MQAM 的抗噪声性能哪一个较优？答：_____。
5. 在先验不等概的 M 进制数字通信中，要根据接收到的观察矢量 r 作出发端发的是哪个 $s_i (i=1,2,\dots,M)$ 的估计，选择_____准则作为判决准则，可使平均错判概率最小。
6. 设一离散无记忆信源的输出由四种不同的符号组成，它们的概率分别为 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/8$ ，则此信源平均每个符号包含的信息熵为_____bit/符号。若信源每毫秒发出一个符号，那么此信源平均每秒输出的信息量为_____bit/s。

7. 调相信号 $s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + K_p m(t)]$ ，其解析信号（即复信号）的表达式为_____，其复包络的表示式为_____。
8. 香农信道容量公式 $C = B \log_2 \left[1 + \frac{S}{N_0 B} \right]$ 是在_____条件下推导得到的。
9. 最小码距为 $d_{\min} = 7$ 的线性分组码可以保证纠正_____个错，或可保证检测_____个错。
10. 在_____、_____、_____条件下，BPSK 和 QPSK 的平均误比特率相同，但后者的功率谱主瓣带宽是前者的一半。

二. (15分) 两个不包含直流分量的模拟基带信号 $m_1(t)$ 、 $m_2(t)$ 被同一射频信号同时发送，发送信号为 $s(t) = m_1(t) \cos \omega_c t + m_2(t) \sin \omega_c t + K \cos \omega_c t$ ，其中载频 $f_c = 10\text{MHz}$ ， K 是常数。已知 $m_1(t)$ 与 $m_2(t)$ 的傅氏频谱分别为 $M_1(f)$ 及 $M_2(f)$ ，它们的带宽分别为 5kHz 与 10kHz 。

- (1) (5分) 请计算 $s(t)$ 的带宽；
- (2) (5分) 请写出 $s(t)$ 的傅氏频谱表示式；
- (3) (5分) 画出从 $s(t)$ 得到 $m_1(t)$ 及 $m_2(t)$ 的解调框图。

三. (20分) 已知 $Y(t) = X(t) \cos(2\pi f_c t + \varphi)$ ，其中 $X(t)$ 是一个零均值的平稳过程， φ 是与 $X(t)$ 统计独立的随机变量， φ 均匀分布于 $[-\varphi_0, \varphi_0]$ ， $0 \leq \varphi_0 < \pi$ 。

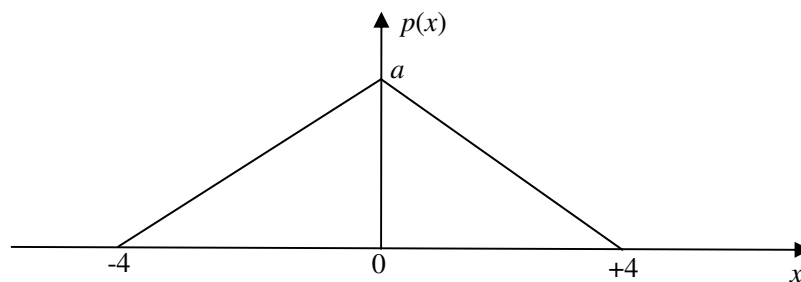
- (1) (10分) 求 $Y(t)$ 的数学期望 $E[Y(t)]$ 及自相关函数；
- (2) (10分) φ_0 为何值时 $Y(t)$ 为平稳过程？

四. (15分) 假设二进制对称信道的差错率 $P = 10^{-2}$ 。

- (1) (7分) (5,1) 重复码通过此信道传输，不可纠正的错误出现的概率是多少？
- (2) (8分) (4,3) 偶校验码通过此信道传输，不可检出错误的出现概率是多少？

五. (25 分) 已知某模拟信号是限带的平稳过程, 其一维概率密度函数 $p(x)$ 如图所示, 对此模拟信号按奈氏速率取样后经过了一个 4 电平均匀量化器的量化。试求出:

- (1) (5分) 图中的 $a=p(0)=?$
- (2) (5分) 量化器输入信号的平均功率;
- (3) (7分) 量化器输出信号的平均功率;
- (4) (8分) 量化噪声的平均功率。



第五题图

六. (25分) 某数码摄像机每30毫秒产生1幅40万像素的彩色图象, 每个像素由 RGB 三种颜色构成, 各有32个灰度级。假设摄像机的输出不经过任何压缩而直接传输, 传输信道是一个限带限功率的AWGN信道, 信道中的信噪比为30.1dB。请问

- (1) (7分) 摄像机直接输出的速率是多少?
- (2) (8分) 传输此输出速率, 理论上最少需要的信道带宽是多少?
- (3) (10分) 设 X 表示灰度级, 如果统计发现 $H_{\infty}(X)/H_0(X)=0.25$, 则针对这一点进行图像压缩后再传输时, 理论上最少需要的带宽是多少?