



Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação



Coordenação de Formação Científica – CFC  
Mestrado Profissional em Física - Ênfase em Instrumentação Científica  
Prova de Seleção – Data: 25 / 02 / 2013

Nome legível: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Como soube do mestrado? \_\_\_\_\_

### **LEIA COM ATENÇÃO**

- **QUESTÕES DE ÁREA DESTA PROVA: FÍSICA (2), ELETRÔNICA DIGITAL (1), SISTEMAS DE MEDIDAS (1), ELETRÔNICA ANALÓGICA (1), ALGORÍTIMOS (1) E MATERIAIS (1)**
- **DENTRE AS QUESTÕES PROPOSTAS, VOCÊ DEVE ESCOLHER APENAS QUATRO (4) QUESTÕES E RESOLVER TODOS OS SEUS SUB-ÍTEMES.**
- **CADA QUESTÃO VALE 2,5 PONTOS DE UM TOTAL DE 10 PONTOS.**
- **RESOLVA TODAS AS QUESTÕES ESCOLHIDAS EM FOLHAS SEPARADAS E IDENTIFICADAS.**
- **IDENTIFIQUE A QUESTÃO QUE ESTÁ RESOLVENDO, NUMERE E ESCREVA SEU NOME LEGÍVEL EM TODAS AS FOLHAS (Caso contrário as folhas sem nome serão desconsideradas da correção).**
- **NÃO MISTURE AS RESPOSTAS DE QUESTÕES DE DIVERSAS ÁREAS EM UMA ÚNICA FOLHA. RESPONDA AS QUESTÕES DE CADA ÁREA EM FOLHAS SEPARADAS DAS OUTRAS.**
- **ESTA PROVA É SEM CONSULTA E POSSUI 6 PÁGINAS DE QUESTÕES.**

**BOA SORTE!**

---

**CBPF / MCTI**

Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 | Urca | Rio de Janeiro, RJ CEP: 22290-180 | Brasil  
Tel [55 21] 2141 7100 | Fax [55 21] 2141 7400 | www.cbpf.br

Coordenação de Formação Científica – CFC  
**Mestrado Profissional em Física - Ênfase em Instrumentação Científica**  
Prova de Seleção – Data: 25 / 02 / 2013

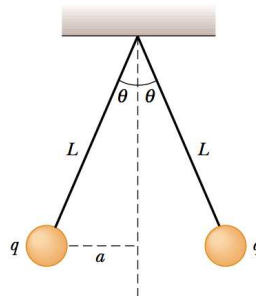
Nome legível: \_\_\_\_\_

Assinatura : \_\_\_\_\_

**QUESTÕES DE FÍSICA**

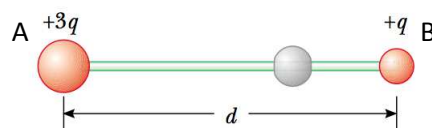
**Questão 1**

Duas pequenas esferas idênticas, de raio desprezível, ambas carregadas com uma carga  $q$ , cada uma com massa  $m=3,0 \times 10^{-2}$  kg, estão em equilíbrio conforme indicado na Figura 1. Cada corda tem comprimento  $l=0,15$  m e formam um ângulo  $\theta=5,0^\circ$  com a vertical. Encontre a magnitude (o módulo) da carga  $q$  em cada esfera. Dados: aceleração da gravidade  $g=9,8 \text{ ms}^{-2}$ ;  $\sin(5^\circ)= 0,087$ ; constante de força elétrica  $k=9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \text{C}^{-2}$ ; força elétrica  $F_e = k \cdot |q^2| / r^2$ ; faça antes um diagrama de corpo livre de forças que atuam nas cargas.



**Questão 2:**

Duas contas pequenas (A e B) que têm cargas positivas  $3q$  e  $q$  respectivamente estão fixadas nas extremidades de uma haste isolante que se entende da origem até  $x=d$ , conforme indica a figura. Uma terceira conta é adicionada ao sistema, carregada, com uma carga positiva, e pode deslizar livremente sobre a haste isolante. Em que posição da haste, em relação à origem, a terceira conta ficará em equilíbrio, isto é em  $|F_A|=|F_B|$ ?





Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação



Coordenação de Formação Científica – CFC  
**Mestrado Profissional em Física - Ênfase em Instrumentação Científica**  
Prova de Seleção – **Data: 25 / 02 / 2013**

Nome legível: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**QUESTÃO DE ELETRÔNICA DIGITAL**

- A. Converta o número binário em seu equivalente decimal e hexadecimal:  $(10111111)_{\text{bin}}$ . Justifique seus cálculos.
- B. Resolva este problema em binário:  $01000110 \div 00001010 = ?$  Resposta em binário e justifique seus cálculos.
- C. Um conversor analógico-digital (ADC) mede tensões na faixa de 0 a 20 V e tem 12-bits de precisão.
- Qual a menor e maior tensão que este conversor pode converter?
  - Qual o passo de tensão deste ADC?
  - Qual o valor binário e decimal para a conversão de 1 V?
- D. Marque a única opção correta. A saída de um conversor digital para analógico básico de 4 (quatro) bits seria capaz de converter:
- 16 diferentes valores de tensão ou corrente que não são proporcionais ao número binário da entrada.
  - 16 diferentes valores de tensão ou corrente que são proporcionais ao número binário da entrada.
  - 32 diferentes valores de tensão ou corrente que não são proporcionais ao número binário da entrada.
  - 32 diferentes valores de tensão ou corrente que são proporcionais ao número binário da entrada.
  - Nenhuma das alternativas acima.
- E. Os números binários  $A = 1100$  e  $B = 1001$  são aplicados às entradas de um comparador. Quais são os níveis de saída deste comparador?
- $A > B = 1$ ;  $A < B = 0$ ;  $A = B = 1$ ;
  - $A > B = 0$ ;  $A < B = 1$ ;  $A = B = 0$ ;
  - $A > B = 1$ ;  $A < B = 0$ ;  $A = B = 0$ ;
  - $A > B = 0$ ;  $A < B = 1$ ;  $A = B = 1$ ;
  - Nenhuma das alternativas acima.

**CBPF / MCTI**

Rua Dr. Xavier Sigaud, 150 | Urca | Rio de Janeiro, RJ CEP: 22290-180 | Brasil  
Tel [55 21] 2141 7100 | Fax [55 21] 2141 7400 | www.cbpf.br



Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação



Coordenação de Formação Científica – CFC  
**Mestrado Profissional em Física - Ênfase em Instrumentação Científica**  
Prova de Seleção – **Data: 25 / 02 / 2013**

Nome legível: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**QUESTÃO DE SISTEMAS DE MEDIDAS**

Grandezas físicas são propriedades físicas relativas a um fenômeno, corpo ou substância que pode se quantificado por medições. Pode-se dizer que a própria Física se baseia nas medições dessas grandezas.

Defina cientificamente: *unidade, padrão e erro (ou incerteza)*. Corrobore sua resposta com pelo menos 3 exemplos, se possível ilustrando com diagramas e gráficos.

Coordenação de Formação Científica – CFC  
**Mestrado Profissional em Física - Ênfase em Instrumentação Científica**  
Prova de Seleção – **Data: 25 / 02 / 2013**

Nome legível: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**QUESTÃO DE ELETRÔNICA ANALÓGICA**

O circuito elétrico da Figura 1 é formado por uma fonte de corrente constante ( $I=1A$ ), uma chave  $K$ , um resistor de valor  $R$  e um capacitor de valor  $C$ . Para o tempo  $t < 0$ , a chave  $K$  está na posição 1 e  $v(t)=0$ . Em  $t=0$ , a chave  $K$  é levada à posição 2, de maneira que a corrente  $i(t)$  tem a forma de onda mostrada na Figura 2, ou seja, um degrau. Lembrando que para um capacitor  $i = C(dv/dt)$  e assumindo  $e^{-1} = 0,37$ , resolva as seguintes questões:

- Determine a expressão da tensão  $v(t)$  para  $t > 0$ .
- Esboce a forma de onda de  $v(t)$  para  $t > 0$ .
- Quando  $t=RC$ , qual será o valor de  $v(t)$ ?
- Supondo agora que em  $t \gg RC$  a chave  $K$  seja levada à posição 1 novamente, o que ocorrerá com as tensões e correntes no circuito? Por quê?

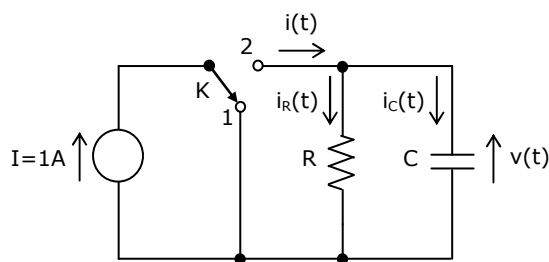


Figura 1

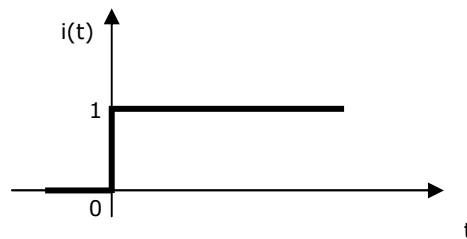


Figura 2



Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação



Coordenação de Formação Científica – CFC  
**Mestrado Profissional em Física - Ênfase em Instrumentação Científica**  
Prova de Seleção – **Data: 25 / 02 / 2013**

Nome legível: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**QUESTÃO DE ALGORÍTIMOS**

A Transformada Rápida de Fourier (FFT) consiste em um algoritmo proposto por J. W. Cooley e J.W Tukey em 1966 para calcular a transformada Discreta de Fourier e sua inversa. Como mostra a tabela abaixo, a primeira e etapa deste algoritmo, conhecido como Reversão de Bits, calcula o índice  $j$  através do índice  $i$ . Essa operação pode ser compreendida considerando os seguintes passos: (a) A coluna B representa em binário à coluna A (índice  $i$ ). Em seguida, a coluna C inverte a ordem desses bits. O primeiro e o último bit são trocados de posição. O segundo com o penúltimo e assim por diante. Finalmente, a coluna D (índice  $j$ ) pode ser obtida por meio da representação decimal da coluna C.

Index, $i$	Binary	Bit Reversion	Bit reversed index, $j$
A	B	C	D
0	000	000	0
1	001	100	4
2	010	010	2
3	011	110	6
4	100	001	1
5	101	101	5
6	110	011	3
7	111	111	7

Considerando a tabela acima, proponha um algoritmo (ou um programa em qualquer linguagem de programação) que calcule a variável  $j$  em função de  $i$ , imprimindo no final uma tabela de  $i$  versus  $j$ . Note que, como a variável  $i$  vai de zero até sete são necessários apenas três bits para sua representação em binário.

Coordenação de Formação Científica – CFC  
**Mestrado Profissional em Física - Ênfase em Instrumentação Científica**  
Prova de Seleção – Data: 25 / 02 / 2013

Nome legível: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**QUESTÃO DE MATERIAIS**

Quando resfriados após a sua fusão (fase líquida) os átomos de compostos de materiais metálicos (por exemplo) formam cristais (fases sólidas) com diversas simetrias (cúbicas, hexagonais, monoclinicas, etc). Esses cristais ou fases cristalinas podem estar combinados entre si ou com a fase líquida em função da temperatura, pressão e composição (percentual) atômica ou em peso dos seus constituintes.

O diagrama de fases resume as transformações de fase de um composto, onde as linhas do diagrama indicam o limite existência de uma fase pura ou o limite de solubilização de uma fase em outra. Observe o Diagrama de Fases Ag - Sn mostrado abaixo e responda:

- Qual a temperatura de fusão do Sn puro?
- Qual a máxima quantidade de Ag que é possível dissolver na fase  $\beta$ -Sn?
- Que fases estão presentes em uma liga com 23% de Sn a 250°C?
- As soldas usadas em componentes eletrônicos devem fundir rapidamente em temperaturas baixas o suficiente para que a soldagem não afete os componentes. Normalmente se usam soldas eutéticas. Escolha no Diagrama uma temperatura e uma composição (%Ag e %Sn) ideal para uma solda.

