



# OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA NA ESCOLA PÚBLICA 2010

## Prova Nível C - alunos do 3º ano do Ensino Médio

Nome do(a) aluno(a) \_\_\_\_\_

### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos do 3º ano do Ensino Médio. Ela contém **quinze (15)** questões objetivas e **cinco (5)** dissertativas.
- 02) Cada questão objetiva contém cinco alternativas, das quais apenas uma é correta. Assinale na **Folha de Respostas** a alternativa que julgar correta.
- 03) As respostas das questões discursivas deverão ser transcritas para o **Caderno de Resoluções**.
- 04) Leia atentamente as instruções na Folha de Resposta e no Caderno de Resoluções antes de iniciar a prova.
- 05) A duração desta prova é de no máximo **três** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo sessenta minutos**.

**2010 – Ano da Copa do Mundo de Futebol na África do Sul**

**Boa Prova!**

### LEIA ATENTAMENTE O TEXTO ABAIXO QUE SERÁ UTILIZADO COMO BASE PARA RESOLUÇÃO DE PARTE DAS QUESTÕES DESTA PROVA.

O futebol (do inglês *football*) é um esporte de equipe jogado entre dois times de 11 jogadores cada um. É considerado o esporte mais popular do mundo, praticado por cerca de 270 milhões de pessoas de, praticamente, todas as nacionalidades. Uma partida de futebol é realizada num campo retangular gramado, cujas dimensões utilizadas na copa do mundo na África do Sul serão de 110 metros de comprimento por 75 metros de largura. Em cada lado do campo (nas linhas chamadas “linhas de fundo”) existem balizas que delimitam uma área denominada “gol”. Os “gols” são constituídos de dois postes verticais (conhecidos como traves) de 2,40 metros de altura, localizados a 7,30 metros de distância um do outro e sobre o centro de cada linha de fundo. As partes superiores dos postes são unidas por outro poste horizontal, conhecido como travessão. O objetivo é deslocar uma bola através do campo para colocá-la dentro do “gol” adversário, ação que se denomina “gol”. A equipe que marca mais “gols” ao término da partida é a vencedora. O futebol é jogado com uma bola de forma esférica que deve ser de couro ou outro material adequado. Sua circunferência é de 70 centímetros, sua massa de 450 gramas e sua pressão de 1,0 atmosfera ao nível do mar. Os jogadores podem tocar e mover a bola com qualquer parte de seu corpo, exceto com os membros superiores. O goleiro tem a vantagem de poder utilizar qualquer parte de seu corpo para isto, mas somente dentro de uma área delimitada denominada de grande área. As grandes áreas são áreas retangulares localizadas no centro dos “gols” e adentrando-se no campo. As linhas que delimitam a grande área são traçadas a 16,5 metros dos postes verticais, adentrando-se também 16,5 metros ao interior do campo, e unidas por outra linha maior. O traçado da pequena área é semelhante, porém com uma medida de 5,5 metros. Uma partida de Futebol tem duração total de 90 minutos, divididos em tempo iguais de 45 minutos e separados por um intervalo de 15 minutos. (adaptado de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Futebol>)

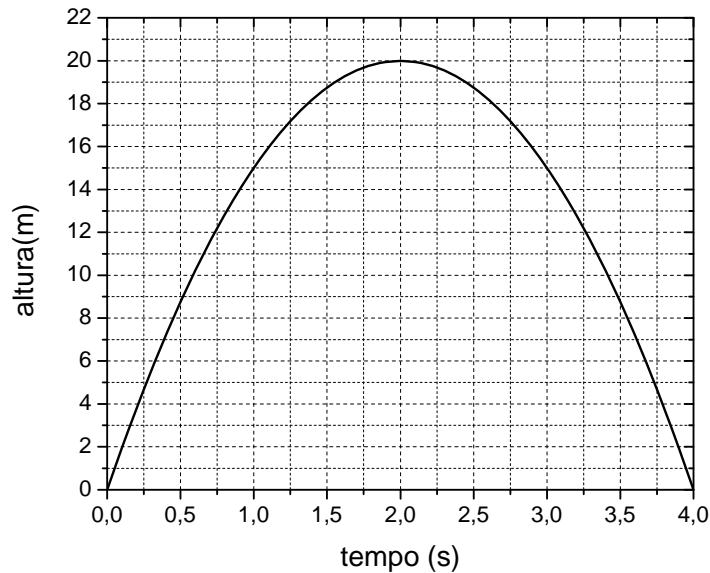
Use se necessário  $g = 10 \text{ m/s}^2$  (aceleração gravitacional local);  $\pi = 3$ ;  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

### PARTE I - QUESTÕES OBJETIVAS (as respostas devem ser transcritas na Folha de Resposta)

01) Qual das alternativas abaixo representa melhor o número de praticantes de futebol no mundo, como indicado no texto?

- a)  $2,7 \times 10^2$       b)  $2,7 \times 10^3$       c)  $2,7 \times 10^4$       d)  $2,7 \times 10^7$       e)  $2,7 \times 10^8$

O gráfico abaixo representa a posição de uma bola como função do tempo chutada verticalmente por um goleiro.



Responda às questões de 02 a 06 baseando-se nas informações do gráfico anterior.

02) Qual a velocidade da bola no tempo em  $t = 2$  segundos.

- a) 10 m/s   b) 10 km/h   c) 20m/s   d) 15 km/h   e) 0

03) Qual a velocidade inicial da bola?

- a) 10 m/s   b) 10 km/h   c) 20 m/s   d) 15 km/h   e) 0

04) Qual a equação horária para velocidade  $v(t)$  da bola durante o movimento?

- a)  $v(t) = 10 + 10t$   
 b)  $v(t) = 5 - 10t$   
 c)  $v(t) = 20 - 10t$   
 d)  $v(t) = 15 - 5t$   
 e)  $v(t) = 10 + 5t$

05) Qual a razão entre a energia cinética da bola e a sua energia potencial gravitacional em  $t = 1s$ ?

- a) 0,33   b) 0,45   c) 0,5   d) 0,8   e) 1,0

06) Qual a energia mecânica total da bola?

- a) 50 J   b) 25 J   c) 40 J   d) 90 J   e) 0

Uma bola chutada numa cobrança de falta atinge exatamente o centro da trave do gol do time adversário e retorna ao campo de jogo. Sobre esta colisão entre a bola e a trave responda às questões 07 e 08.

07) Se a colisão (da bola com a trave) for perfeitamente elástica o que se pode afirmar?

- a) A bola retornará ao campo de jogo com a mesma velocidade.  
 b) A bola retornará ao campo de jogo com uma velocidade maior.  
 c) A bola retornará ao campo de jogo com uma velocidade menor.  
 d) Nesta colisão a energia mecânica total é conservada, porém a quantidade de movimento linear não.  
 e) Neste tipo de colisão a energia mecânica total não é conservada.

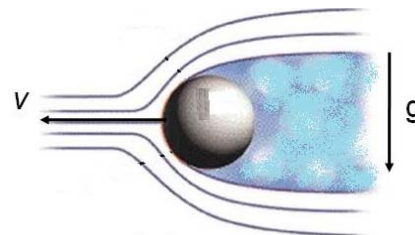
08) Se a colisão for inelástica, ou seja, parte da energia cinética da bola é perdida na colisão, qual das alternativas abaixo melhor representa as formas de energia que resultam das perdas durante o choque?

- a) Térmica e potencial gravitacional.  
 b) Sonora e potencial gravitacional.  
 c) Térmica e sonora.  
 d) Potencial elástica e térmica.  
 e) Potencial gravitacional e potencial elástica.

Sem dúvida a grande polêmica da copa do mundo de 2010 foi a bola utilizada chamada de Jabulani. A bola tem 14 painéis (populares “gomos”) e ganhou sulcos aerodinâmicos. Quando a Jabulani se desloca em velocidade elevada, o ar próximo à superfície é afetado por esta, resultando em um fluxo assimétrico. Essa assimetria cria forças laterais que podem resultar em mudanças súbitas no percurso. A figura abaixo mostra uma bola deslocando-se com velocidade  $v$  no ar. A força ( $F_a$ ) de arrasto é devido ao deslocamento da bola e pode ser escrita como:

$$\vec{F}_a = -b\vec{v}$$

onde  $b$  é um coeficiente constante que depende da aerodinâmica da bola e do meio onde ocorre o movimento. Responda às questões 09 e 10 baseado-se no texto acima.



09) Qual das afirmativas abaixo é incorreta.

- A força tem a mesma direção que a velocidade.
- O sentido da força é oposto ao da velocidade.
- A força de arrasto não depende da gravidade local.
- Quanto maior a velocidade maior será a resistência que o ar exercerá.
- A força de arrasto é sempre constante.

10) Ao ser cobrado um tiro de meta em que ponto da trajetória da bola a força de arrasto tem o menor valor?

- Logo após o chute.
- No final da trajetória.
- No ponto mais alto da trajetória.
- Será constante ao longo de toda a trajetória.
- No ponto onde a velocidade for máxima.

11) Um estádio de futebol possui uma capacidade elétrica instalada de 100 kVA em seu transformador que fornece ao estádio 30% da energia numa tensão de 400V e 60 % em 200V. Qual a corrente que suporta o transformador?

- 10 A
- 50 A
- 30 A
- 100 A
- 400 A

12) Um goleiro defende um chute de 108 km/h, fazendo com que toda a energia cinética da bola seja transformada em calor. Consideremos o conjunto de suas mãos e bola como equivalente a 1 kg de água (calor específico 1 cal/g °C). Qual é a variação de temperatura no conjunto devido à absorção do impacto?

- 10°C
- 1°C
- 5°C
- 0,05°C
- 0,5°C

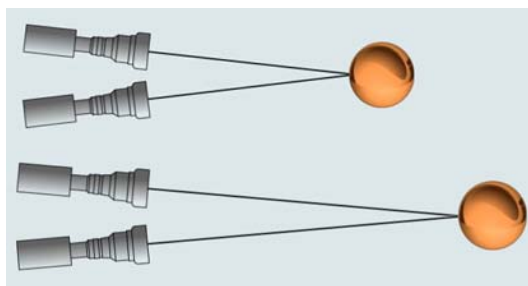
13) Que tipo de lente um goleiro Míope necessita utilizar para suas lentes de contato:

- Convergente
- Divergente
- Plana
- Multifocal
- Cilíndrica

14) Um fotógrafo posicionado sobre a linha de fundo quer enquadrar os detalhes de uma bola posicionada na linha do tiro de meta (pequena área) num filme de 35 mm. Qual deve ser o foco da lente a ser utilizada?

- 5 cm
- 45 cm
- 1 m
- 10 mm
- 1 cm

15) Durante a copa do mundo de futebol de 2010 foram utilizadas câmeras em 3D (três dimensões). Apesar do conceito de imagem em três dimensões parecer algo atual, este já existe há um bom tempo. Vale lembrar que a visão dos homens é em 3D, também chamada de visão estereoscópica. Para se gravar uma partida em 3D é necessário uma câmera com duas lentes como na mostrado na figura abaixo. Quanto mais próximo do objeto mais se perceberá a noção de profundidade na imagem.

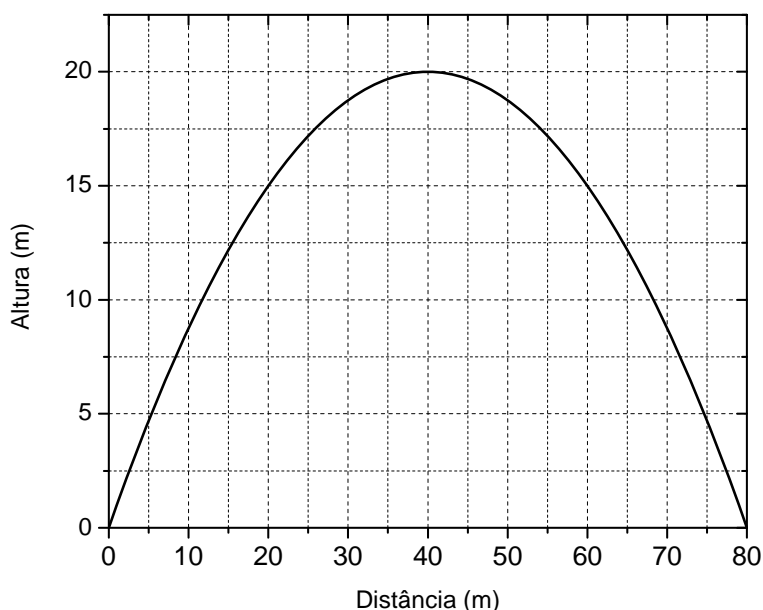


Para o caso de um jogador no meio de campo e uma câmera 3D (de separação entre as lentes de 10 cm) posicionada na linha de fundo, qual será a abertura angular de um ponto das imagens do objeto que será armazenado na composição da imagem pelas câmeras? (rad = radianos e  $^{\circ}$  = ângulo em graus)

- a) 0,002 rad.
- b)  $\pi$  rad.
- c)  $60^{\circ}$
- d)  $45^{\circ}$
- e) 1 rad.

**PARTE II - QUESTÕES DISSERTATIVAS (as respostas devem ser transcritas no Caderno de Resoluções)**

O gráfico a seguir representa a trajetória (altura como função da distância medida numa linha reta) de uma bola colocada em jogo num tiro de meta. A distância foi medida a partir do ponto onde a bola foi chutada. Considere que não há nenhum tipo de força atrito atuando no movimento da bola.



Responda às questões de 1 e 2 a partir de dados obtidos do gráfico.

**Questão 1** – Determine a componente horizontal e vertical da velocidade da bola.

**Questão 2** – a) Escreva as equações horárias que representam a trajetória da bola na vertical  $h(t)$  e horizontal  $D(t)$ . b) Qual o tempo transcorrido desde o chute até que a bola atinja a altura máxima.

**Questão 3** – Um jogador de futebol de 80 kg ingere o equivalente a 1000 calorias antes de uma partida de futebol. Com esta quantidade de energia, quantos saltos de 20 cm de altura, seriam possíveis realizar durante uma partida se toda esta energia armazenada fosse transformada integralmente em energia mecânica. (1 caloria equivale a 4,2 Joules)

**Questão 4** – Uma partida tem início com uma temperatura ambiente de  $30^{\circ}$  C que se mantém constante durante todo o 1º tempo de jogo. No intervalo chove e a temperatura tem um declínio e  $5^{\circ}$  C. Considerando que não haja deformação da bola, qual será a pressão da bola durante o 2º tempo.

**Questão 5** – Numa partida de futebol noturna, as torres de iluminação num total de 4, são compostas por 50 lâmpadas de 100 W cada.

- a) Sabendo que o preço do kWh é R\$ 0,10, qual o valor gasto durante os 90 minutos de partida.
- b) Qual a corrente elétrica que um transformador de 220 V necessita suportar para que não haja problema durante o jogo.