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 $g = 10\ m/s^2$ (aceleração gravitacional local); $\pi = 3$; 1 caloria = 4,2 J.

PARTE I - QUESTÕES OBJETIVAS

01) (**exclusiva para alunos do 1º ano**) Qual das alternativas abaixo representa 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) $2,7 \times 10^6$
x e) $2,7 \times 10^8$

Resolução:
Usa- se a notação científica:
270 milhões de praticantes = 270 000 000 = $2,7.10^7$

02) (**exclusiva para alunos do 1º ano**) Qual a sequência correta de transformações de energia que ocorrem durante e após uma bola ser chutada por um goleiro após um tiro de meta? Considere a seguinte convenção: E1 = Energia potencial muscular; E2 = Energia cinética de movimento da bola; E3 = Energia potencial gravitacional da bola; E4 = Energia cinética de movimento da perna do goleiro.
a) E1 → E2 → E3 → E4
b) E2 → E3 → E4 → E1
c) E4 → E3 → E2 → E1
d) E1 → E3 → E2 → E4
x e) E1 → E4 → E2 → E3

Resolução:
A ordem correta é a seguinte: o goleiro possui energia em potencial armazenada em seus músculos (E1) que será transformada em movimento "de sua perna" (E4) e em seguida, ao atingir a bola, seu pé transfere energia para a bola e ela adquire energia cinética (E2) essa energia, na bola, vai se transformando em energia potencial gravitacional, pois a mesma a sobe (E3).

03) (**exclusiva para alunos do 1º ano**) Qual a velocidade média que um jogador deve manter para cruzar em linha reta (perpendicular às linhas de fundo) um campo de futebol em 22 segundos?
a) 10m/s
b) 10 km/h
x c) 5 m/s
d) 3 km/h
e) 3 m/s

Resolução:
O conceito de velocidade média (v_m):

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Dados:
Pela leitura do texto inicial podemos obter as dimensões do campo que são segundo o texto: 110 metros de comprimento por 75 metros de largura. 110m é a parte perpendicular à linha de fundo, 75 m.
$\Delta s = 110$ m
$\Delta t = 22$ s

$$v_m = \frac{110}{22} = 5 m/s$$

04) (exclusiva para alunos do 1º ano) Um jogador recebe uma bolada quando esta posicionado na barreira após a cobrança de uma falta. Quando é dito que ele recebeu um impacto equivalente a 50 kg qual a força de reação que o corpo do jogador reagiu ao impacto?
a) 100 N
x b) 500N
c) 50N
d) 1.000 N
e) 5 N

05) (exclusiva para alunos do 1º ano) Um goleiro sabe que para atingir o máximo alcance em seu chute ele deve chutar a bola com um ângulo, com relação a horizontal, de:
a) 15º
b) 20º

www.bomdefisica.com.br

c) 30°
x d) 45°
e) 60°

Resolução:

O alcance em um lançamento obliquo é dado pela seguinte relação:

$$A = \frac{v_0^2 \text{sen}2\theta}{g}$$

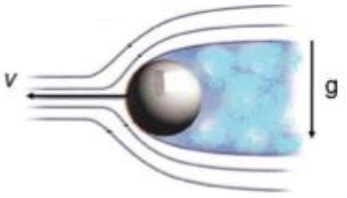
Portanto para que o alcance seja máximo teremos que ter que sen2θ = 1. Logo,

$$2\theta = 90°$$

$$\theta = 45°$$

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 6 e 8 baseado-se no texto acima.

06) Qual das afirmativas abaixo é incorreta.
a) A força tem a mesma direção que a velocidade.
b) O sentido da força é oposto ao da velocidade.
c) A força de arrasto não depende da gravidade local.
d) Quanto maior a velocidade maior será a resistência que o ar exercerá.
X e) A força de arrasto é sempre constante.

Comentário:

A força de arraste é resultado de um fluxo assimétrico e como o próprio texto cita há forças laterais que mudam o percurso da bola, porem força de arraste, como mostra a equação, é proporcional ao coeficiente b e a velocidade. Podemos notar ainda que esta força e a velocidade estão na mesma direção e sentindos opostos, pois o sinal do lado direito da equação é negativo indicando que a força (lado esquerdo da equação) é oposto. Embora não apareça na equação a gravidade faz influencia como podemos observar na imagem a aceleração da gravidade g. Quanto maior as velocidades automaticamente têm mais influencia da força, verificamos isso, pois a velocidade é proporcional a força.

07) Ao ser cobrado um tiro de meta em que ponto da trajetória da bola a força de arrasto tem o menor valor?
a) Logo após o chute.
b) No final da trajetória.
X c) No ponto mais alto da trajetória.
d) Será constante ao longo de toda a trajetória.
e) No ponto onde a velocidade for máxima.

Comentário:
No ponto mais alto da trajetória a velocidade é nula (v = 0), ou seja, ela para e não tem mais a força de arraste atuando neste momento:

$$F_a = - b.v$$
$$F_a = - b.0$$
$$F_a = 0$$

08) Em partidas realizadas em cidades que se encontram em altitudes elevadas, em relação ao nível do mar, o que ocorre com a força de arrasto. É verificado que a velocidade média da bola aumenta em partidas realizadas nestas cidades.
X a) É menor porque a pressão atmosférica diminui o que faz com que o valor do coeficiente b diminua.
b) Não há nenhuma relação entre a força de arrasto e a altitude.
c) Diminui porque a massa da bola é menor.
d) Diminui porque o peso da bola é menor.
e) A força de arrasto aumenta devido à variação da pressão.

Comentário:
O coeficiente b, segundo o texto, é "um coeficiente constante que depende da aerodinâmica da bola e do meio onde". Portanto, se depende do meio a força de arraste será alterada. Se a velocidade média da bola aumenta em partidas realizadas em cidade em altitudes elevadas é porque houve uma diminuição do coeficiente que está automaticamente relacionado ao meio. Em cidades com altas altitudes a pressão atmosférica diminui e isto significa ar mais rarefeito com menos moléculas de ar em relação a um local no nível do mar.

É menor porque a pressão atmosférica diminui o que faz com que o valor do coeficiente b diminua.

09) A potência solar média que incide sobre o gramado de um campo de futebol é de 1 W/m². Qual a energia que o gramado irá receber durante uma hora (em Joules J)?
X a) $3x10^7$
b) 1
c) $1x10^5$
d) 3.600
e) 3.000

Resolução:
1 W/m² é uma grandeza física derivada, significando que cada 1 m² do campo recebe uma potencia de 1W. Lembrando que

www.bomdefisica.com.br

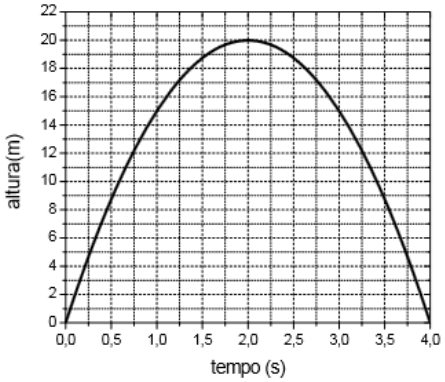
1 W = 1 J/s

Então (1 W/m²) significa que para cada 1 s, cada m² do campo recebe uma energia de 1J. Como as dimensões do campo são 110 m x 75m = 8250 m². Durante 1h (3600s):

8250 J ---------- 1 s
x ---------- 3600 s

x. 1 = 8250 . 3600
x = 28700000
x = $2,97.10^7$

O gráfico ao lado representa a posição de uma bola chutada verticalmente por um goleiro. Responda às questões de 10 a 13 baseando-se nas informações do gráfico anterior.



10) 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
x e) 0

Comentário:
Analisando o gráfico vemos que em t=2s a altura da bola é máxima, quando isto acontece a bola está no nível em que a velocidade é zero. O ponto onde ocorre a mudança no sentido da velocidade.

11) Qual a velocidade inicial da bola?
a) 10 m/s
b) 10 km/h
x c) 20 m/s
d) 15 km/h
e) 0

12) Qual a equação horária para velocidade v(t) da bola durante o movimento?
a) v(t) = 10 + 10t
b) v(t) = 5 – 10t
x c) v(t) = 20 – 10t
d) v(t) = 15 – 5t
e) v(t) = 10 + 5t

13) Qual a energia mecânica total da bola?
a) 50 J
b) 25 J
c) 40 J
x d) 90 J
e) 0

Comentário: Vamos usar o ponto mais alto onde a velocidade da bola é zero e, portanto não há energia cinética neste ponto, apenas a potencial.

Em = Ep+Ec
Em = mgh + mv²/2
Em = 0,45.10.20 + 0,45.(0)²/2
Em = 4,5.20 + 0
Em = 90 J

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 14 e 15.

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

15) 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.
X c) Térmica e sonora.
d) Potencial elástica e térmica.
e) Potencial gravitacional e potencial elástica.

16) 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?
a) 10°C
b) 1°C
c) 5°C
x d) 0,05°C
e) 0,5°C

Resolução:

Pelo texto a massa da bola é de m = 0,45 kg, e como a velocidade dela é de Δv = 108 km/h = 30 m/s, podemos determinar a energia cinética associada:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,45.(30)^2}{2} = 202,5 \text{ J}$$

www.bomdefisica.com.br

1 cal ------- 4,2 J
Q ------ 202,5 J

4,2 . Q = 202,5

Q = 202,5 / 4,2 = 48,2 cal

m = 1 kg = 1000 g
c = 1 cal/g.ºC
ΔT = ?

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$
$$48{,}2 = 1000 \cdot 1 \cdot \Delta T$$
$$\Delta T = 48{,}2/1000$$
$$\Delta T = 0{,}0482$$
$$\Delta T \text{ aprox. } 0{,}05\ ºC$$

17) Qual deve ser a velocidade com que uma bola deve ser chutada para que esta consiga cruzar toda a extensão de um campo de futebol sabendo que o atrito com o ar produz uma aceleração constante de 1,8 m/s²?
a) 100 m/s
b) 10 m/s
x c) 20 m/s
d) 40 m/s
e) 5 m/s

Comentário: Para poder resolver o problema temos que fazer algumas considerações. A bola é chutada com uma velocidade inicial v0 e até cruzar toda a extensão do campo (Ds =110m) sua velocidade final é v=0 (o problema não deixa claro que a bola ira parar, mas inferimos isto pois desta maneira é que poderemos resolver o problema), a aceleração provocada pelo atrito é negativa, pois se opõe ao movimento a = -1,8 m/s. Usando a equação de Torricelli:

$$v^2=v0^2+2aDs$$
$$0^2=v0^2+2.(-1{,}8).110$$
$$-v0^2=-3{,}6.110$$
$$v0^2 = 396$$
$$v0=19{,}89 \text{ m/s}$$

18) Que tipo de lente um goleiro Míope necessita utilizar para suas lentes de contato:
a) Convergente
x b) Divergente
c) Plana
d) Multifocal
e) Cilíndrica

19) 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?
a) 5 cm
X b) 45 cm
c) - 1 m
d) 10 mm
e) - 1 cm

20) Que tipos de forças atuam sobre a bola durante seu trajeto após esta ser chutada:
a) Gravitacional e Elétrica.
b) Gravitacional e Magnética.
c) Elétrica e Magnética.
d) Magnética e Atrito.
X e) Gravitacional e Atrito.

PARTE II - QUESTÕES DISSERTATIVAS

Informações obtidas das estatísticas de uma partida de futebol mostram que um atacante correu um total de 10 km durante toda a partida de futebol. Usando este resultado responda às questões 1 e 2.
Questão 1 (exclusiva para alunos do 1º ano) – Qual é a sua velocidade média em m/s?

Questão 2 (exclusiva para alunos do 1º ano) – Durante o 1º tempo o atacante percorreu 6 km e no 2º tempo 4 km. Qual a velocidade média do atacante no 1º e 2º tempos respectivamente?

Questão 3 (exclusiva para alunos do 1º ano) - Considere um goleiro posicionado sobre a linha de fundo no meio do seu gol. O árbitro esta posicionado no meio do campo e apita o final do jogo. Responda às questões abaixo assumindo que a velocidade do som no ar é de 300 m/s. a) Quanto tempo é necessário para que o som chegue ao goleiro. b) Sabendo que a intensidade do som no apito do árbitro é I0, determine a fração da intensidade do som que chegará ao goleiro.
O gráfico ao lado 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 4 e 5 a partir de dados obtidos do gráfico.

Questão 4 – Determine a componente horizontal e vertical da velocidade da bola no momento do chute.

Questão 5 – 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 6 – 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 o tempo de uma partida se toda esta energia armazenada fosse transformada integralmente em energia mecânica.

Questão 7 – Uma partida tem inicio com uma temperatura ambiente de 30o C que se mantém constante durante todo o 1º tempo de jogo. No intervalo chove e a temperatura tem um declínio de 5º C. Considerando que não haja deformação da bola, qual será a pressão da bola durante o 2º tempo.

Questão 8 – O apito de um árbitro produz som com uma freqüência de 500 Hz. (use 300 m/s a velocidade do som no ar). a) Qual o

www.bomdefisica.com.br

comprimento da onda mecânica produzida pelo apito? b) A vuvuzela, corneta utilizada durante a copa do mundo pelos torcedores Sul-africanos, emite um som com comprimento de 6 m (seis metros). Justifique qual dos sons, o produzido por um apito e o por uma vuvuzela, é mais agudo

www.bomdefisica.com.br