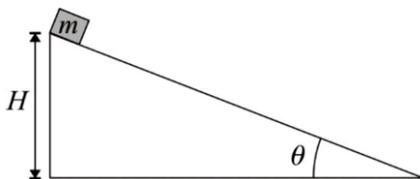


Questão 01)

Um objeto de massa m constante está situado no topo de um plano inclinado sem atrito, de ângulo de inclinação θ , conforme mostra a figura abaixo. O objeto está inicialmente em repouso, a uma altura H da base do plano inclinado, e pode ser considerado uma partícula, tendo em conta as dimensões envolvidas. Num dado instante, ele é solto e desce o plano inclinado, chegando à sua base num instante posterior. Durante o movimento, o objeto não fica sujeito a nenhum tipo de atrito e as observações são feitas por um referencial inercial. No local, a aceleração gravitacional vale, em módulo, g .



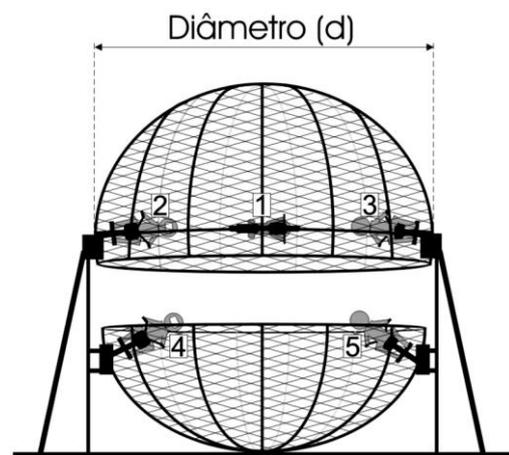
Levando em consideração os dados apresentados, assinale a alternativa que corresponde ao valor do módulo da quantidade de movimento (momento linear) Q que o objeto de massa m adquire ao chegar à base do plano inclinado.

- a) $Q = m\sqrt{2gH}$.
- b) $Q = \sqrt{2mgH}$.
- c) $Q = m\sqrt{2gH\sin\theta}$.
- d) $Q = m\sqrt{2gH\cos\theta}$.
- e) $Q = \sqrt{2mgH\cos\theta}$.

Questão 02)

Finalmente, o momento mais aguardado pela plateia do Circo da Física: o Globo. Em uma esfera

de aço com 4,84 m de diâmetro cujo coeficiente de atrito entre o pneu e o aço é 0,2, cinco destemidos pilotos fazem manobras radicais com suas motos. No ponto alto da apresentação, o Globo se abre, deixando a plateia apreensiva e extasiada, e três pilotos parecem flutuar no ar com suas motos, como mostrado na figura abaixo.

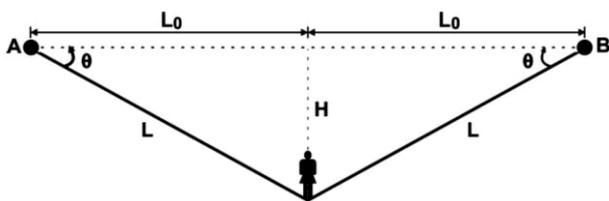


Com base no exposto acima e na figura, é correto afirmar que:

- 01. o período da rotação do piloto 1, quando está com a velocidade mínima para realizar a manobra, é de 2,0 s.
- 02. a velocidade angular mínima do piloto 1 é de aproximadamente 4,54 rad/s.
- 04. a velocidade mínima para o piloto 1 realizar a manobra é de 11,0 m/s.
- 08. a velocidade mínima para o piloto 1 realizar a manobra aumenta se o raio do Globo aumentar.
- 16. a força centrífuga sobre o sistema piloto-moto tem o sentido para o centro da trajetória.
- 32. um piloto com massa menor do que o piloto 1 poderia realizar a manobra com menor velocidade.

Questão 03)

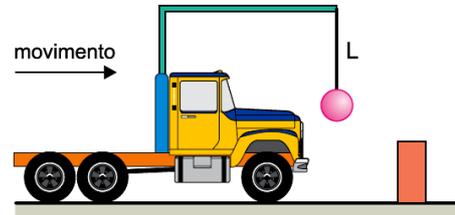
Uma fita de *slackline* possui comprimento $2L_0$ e está esticada de A para B. Enquanto um atleta de massa M executa suas manobras, uma foto é tirada e pode-se observar que a fita forma um ângulo θ com a horizontal, conforme ilustrado na figura que segue. Devido ao peso do atleta a fita se desloca para baixo a uma distância H e é alongada, passando a ter comprimento igual a L em cada metade da fita no momento que a imagem foi capturada. Considere-se que o sistema atleta/*slackline* está em equilíbrio no momento da captura da foto. Assim, para a situação ilustrada, a expressão CORRETA para calcular a constante elástica k da fita é:



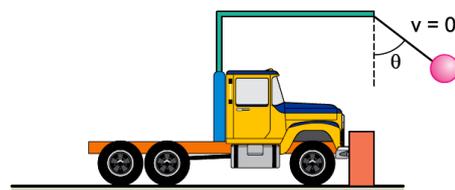
- a) $k = \frac{2Mg \operatorname{sen} \theta}{(L - L_0)}$
- b) $k = \frac{2Mg}{(L - L_0) \cos \theta}$
- c) $k = \frac{Mg}{2(L - L_0) \operatorname{sen} \theta}$
- d) $k = \frac{2(L - L_0)Mg}{\cos \theta}$

Questão 04)

Um caminhão de brinquedo move-se em linha reta sobre uma superfície plana e horizontal com velocidade constante. Ele leva consigo uma pequena esfera de massa $m = 600$ g presa por um fio ideal vertical de comprimento $L = 40$ cm a um suporte fixo em sua carroceria.



Em um determinado momento, o caminhão colide inelasticamente com um obstáculo fixo no solo, e a esfera passa a oscilar atingindo o ponto mais alto de sua trajetória quando o fio forma um ângulo $\theta = 60^\circ$ em relação à vertical.



Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\cos 60^\circ = \operatorname{sen} 30^\circ = \frac{1}{2}$ e desprezando a resistência do ar, calcule:

- a) a intensidade da tração no fio, em N, no instante em que a esfera para no ponto mais alto de sua trajetória.
- b) a velocidade escalar do caminhão, em m/s, no instante em que ele se choca contra o obstáculo.

Questão 05)

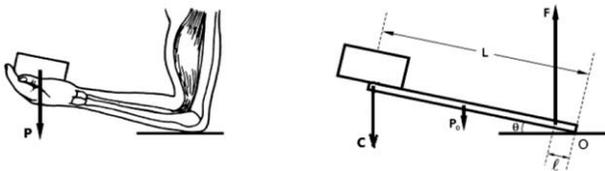
Imagine o motor de um automóvel funcionando em marcha lenta. Se uma pessoa resolver vedar o escapamento desse automóvel,

- a) o motor vai parar de funcionar; de acordo com o princípio da termodinâmica, faltará uma fonte fria.

- b) o motor vai parar de funcionar; de acordo com o princípio da entropia, os gases voltarão para o sistema de injeção.
- c) nada irá acontecer com o funcionamento do motor, de acordo com o princípio da conservação da energia.
- d) nada irá acontecer com o funcionamento do motor, de acordo com o princípio da conservação da quantidade de movimento linear.
- e) haverá um brusco aumento na frequência de giro do motor, de acordo com o princípio da conservação do momento angular.

Questão 06)

O braço humano pode ser comparado a uma alavanca ao segurar um bloco com o cotovelo apoiado sobre uma superfície horizontal, como indicado pelas figuras esquemáticas a seguir. Considere "P" o módulo do peso do bloco que a mão está segurando; "C" o módulo da força de contato que o bloco exerce sobre a mão; "P_o" o módulo do peso do braço; "F" o módulo da força muscular necessária para erguer o objeto até a posição em que o braço forma um ângulo "θ" com a horizontal; "L" a distância entre o ponto de aplicação da força de contato e o ponto de apoio "O" do cotovelo sobre a superfície; e "ℓ" a distância entre o ponto de aplicação da força muscular e o ponto de apoio "O" do cotovelo sobre a superfície.



(Adaptado de KING, A.R. & REGEV, O. *Physics with answers*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.)

Disponível em:

<<http://www.aprendendofisica.com/2013/09/material-de-apoio-equilibrio-e-torque.html>>.

Acesso em: 03 nov. 2017.

Com base nas informações apresentadas, assinale a alternativa correta.

- a) O peso "P" do bloco e a força de contato "C" formam um par ação-reação.
- b) A reação do peso "P" está sendo aplicada na Terra e a reação da força de contato "C" que o bloco exerce sobre a mão está sendo aplicada no bloco.
- c) O módulo do momento da força de contato "C" em relação ao ponto de apoio "O" é $M_C = CL$.
- d) O módulo do momento da força de contato "C" em relação ao ponto de apoio "O" é $M_C = CL \sin \theta$.
- e) Na condição de equilíbrio, tem-se que $F = \frac{L}{2\ell} (C + P_o) \cos \theta$.

Questão 07)

O modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio supunha que o núcleo, constituído de um próton, ficava imóvel e o elétron orbitava numa trajetória clássica em torno dele. A força elétrica de atração entre as duas partículas (responsável pela aceleração centrípeta) mantinha o elétron em sua órbita. A partir dessas suposições e da hipótese de quantização do momento angular das órbitas (o elétron só poderia existir em certos estados estacionários), Bohr chegou a uma expressão para as energias de transição entre níveis do átomo de hidrogênio, que pode ser representada pela expressão

$$E_n - E_m = E_1 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

onde $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ é a energia do estado fundamental do átomo, e m e n são inteiros positivos que representam números dos orbitais eletrônicos.

A quantidade de energia que o átomo de hidrogênio deve absorver para que ocorra uma transição do estado fundamental para o primeiro estado excitado é igual a

- a) 10,60 eV.
- b) 10,20 eV.
- c) 9,98 eV.
- d) 10,06 eV.

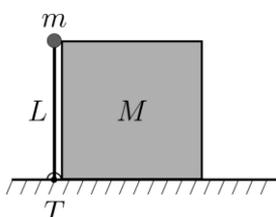
- a) $\sqrt{\frac{mgL}{M}}$
- b) $\sqrt{\frac{mgL}{M+4m}}$
- c) $\sqrt{\frac{mgL}{M+4m/3}}$
- d) $\sqrt{\frac{2mgL}{M}}$
- e) \sqrt{gL}

TEXTO: 1 - Comum à questão: 8

Quando precisar use os seguintes valores para as constantes: Constante da gravitação universal $G = 7 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}\cdot\text{s}^2$. Aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$. Velocidade do som no ar = 340 m/s. Raio da Terra $R = 6\,400 \text{ km}$. Constante dos gases $R = 8,3 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$. Índice adiabático do ar $\gamma = C_p/C_v = 1,4$. Massa molecular do ar $M_{ar} = 0,029 \text{ kg/mol}$. Permeabilidade magnética do vácuo $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$. Pressão atmosférica $1,0 \text{ atm} = 100 \text{ kPa}$. Massa específica da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$

Questão 08)

Uma haste vertical de comprimento L , sem peso, é presa a uma articulação T e dispõe em sua extremidade de uma pequena massa m que, conforme a figura, toca levemente a quina de um bloco de massa M . Após uma pequena perturbação, o sistema movimenta-se para a direita. A massa m perde o contato com M no momento em que a haste perfaz um ângulo de $\pi/6$ rad com a horizontal. Desconsiderando atritos, assinale a velocidade final do bloco.



Questão 09)

Leia o texto a seguir.

Harry Potter pode se dar ao luxo de receber um manto de invisibilidade como herança de família, mas é claro que, na vida real, as coisas são um pouquinho mais complicadas. A boa notícia é que os melhores físicos, químicos e engenheiros de materiais do mundo estão quebrando a cabeça neste exato momento para saber como se tornar invisível. E, por incrível que pareça, eles estão tendo considerável sucesso usando técnicas sofisticadas para conseguir “curvar” certos tipos de luz. Essas técnicas se baseiam num princípio simples: a luz muda a velocidade de sua propagação quando passa de um meio para outro. É fácil perceber isso quando se coloca uma caneta dentro de um copo d’água. A impressão de que a caneta está “quebrada” tem a ver com o fato de que a velocidade da propagação da luz muda quando ela passa do ar para a água, que é um meio mais denso do que os gases que compõem a atmosfera. O chamado índice de refração é uma medida dessa mudança de velocidade da luz. Na prática, ele indica o quanto os raios de luz “entortam” ao passar do ar para a água ou da água para o vidro. O índice de refração é importante na busca por invisibilidade, porque, caso fosse possível criar um material no qual ele é negativo, o que aconteceria na prática é que a luz, em vez de penetrar no novo meio, ficaria dando voltas ao redor dele, o que na verdade é a definição física de invisibilidade: um objeto que a luz não toca. Até pouco tempo atrás, acreditava-se

que esse tipo de material (os chamados metamateriais) seria impossível de ser fabricado. Seria.

Texto de Reinaldo José Lopes - 31 out. Publicado em 18 fev 2011, 22h00. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/invisibilidade/>. Acesso em: 12 set. 2017.

Para um feixe de luz que incide em um metamaterial com índice de refração negativo, é correto afirmar sobre o feixe refratado que este

- estará no mesmo meio que o feixe de luz incidente.
- estará no outro meio que o feixe de luz incidente, formando sempre o mesmo ângulo com a normal.
- seguirá a relação proposta pela Lei de Snell.
- polarizará a luz em sentido contrário.
- será sempre circularmente polarizado.

Questão 10)

— Vou confessar-lhe um crime. Ninguém sabe disso, mas eu não aguento mais o desejo de o revelar. É mais do que desejo. É uma necessidade obsedante. Tenho a impressão de que só depois de todos o conhecerem, depois de todos me desprezarem, me humilharem, me condenarem, é que gozarei novamente paz, calma, estabilidade, descanso. Há vinte anos que venho vivendo sob o tormento de não esquecer um só momento esse crime, a fim de defender-me de qualquer acusação, a fim de não levantar suspeitas, nem trair-me. É um inferno. Preciso livrar-me disso, espremer esse tumor.

O rosto de Anízio clareava num prazer masoquista: — Quero contar-lhe tudo. Reviver minha dor. Abriu outra porta e entramos numa capela. Entre cangalhas velhas e cadeiras quebradas estava um crucifixo. O Cristo agonizante tinha no rosto uma divina expressão de perdão. Anízio,

porém, não lhe deu confiança, abriu um alçapão e descemos a escada. Era uma verdadeira cova. Fria, mofada, fedorenta a latim. Atravessamos um corredor escuro e chegamos a uma porta que estava trancada. Anízio rodou a chave, que devia ser gigantesca, mas não era, e penetramos numa sala pequena, baixa.

— Era aqui que meu avô ensinava os negros.

Um correntão inútil e enferrujado escorregava do tronco fincado no meio da sala. Depois, a um canto, branquejou alguma coisa. Quando nos aproximamos mais e eu pude ver direito, senti uma coisa ruim, pelos nervos. Era uma ossada humana, insepulta, amontoada. Ainda me lembra que um rato romântico passeava no tórax vazio. No meu assombro sincero, pareceu-me que era o coração que batia:

— O coração ainda palpita, Anízio?!

Ele ficou duro, com o olhar desvairado, num pavor sagrado, como um médium em transe. O rato fugiu ágil, num ruído pau de ossos.

— Essa ousada foi Branca.

— Ora! — pensei comigo, ela ainda é branca; está é meio encardida, mas praticamente é branca.

Já não me sentia muito seguro e convidei:

— Vamos embora, Anízio?

Ele então deu um coice no esqueleto e nisto recuou de um salto. Corri para a saída, as pernas bambas, o coração batendo na goela; lá é que observei não saber por que fugira e resolvi perguntar o que se dera.

— Veja lá — e ele apontou para uma cobra enorme que se ia enroscando pastosamente repelente entre os ossos:

— É a alma de Branca. Deu-me um bote, mas creio não me alcançou. — Disse ele examinando a canela, a botina.

(ÉLIS, Bernardo. **Melhores contos**. 4. ed. São Paulo: Global, 2015. p. 30-31. Adaptado.)

No texto, o trecho, “Anízio rodou a chave, que deveria ser gigantesca, mas não era”, faz referência a um movimento de rotação. Suponha que essa chave esteja presa em uma das extremidades de um fio ideal. Se Anízio, com a outra extremidade do fio presa entre os dedos, fizer com que esse sistema realize 4 voltas a cada segundo, é correto afirmar que a velocidade angular e o período de rotação serão, respectivamente iguais a:

- a) 4π rad/s e 0,15 s.
- b) 8π rad/s e 0,25 s.
- c) 15π rad/s e 2,0 s.
- d) 20π rad/s e 4,0 s.

Questão 11)

Uma bailarina, ao executar um movimento de rotação de braços abertos, realiza 1,5 voltas a cada segundo. Quando ela fecha os braços, ela consegue realizar 2,0 voltas por segundo no mesmo movimento. Considerando que o momento angular se conserva ao longo do movimento, a variação percentual do momento de inércia da bailarina foi de:

- a) -33%
- b) 25%
- c) -25%
- d) 33%
- e) 50%

Questão 12)

Na modalidade esportiva do salto à distância, o esportista, para fazer o melhor salto, deve atingir a velocidade máxima antes de saltar, aliando-a ao melhor ângulo de entrada no momento do salto que, nessa modalidade, é 45° . Considere uma situação hipotética em que um atleta, no momento

do salto, alcance a velocidade de 43,2 km/h, velocidade próxima do recorde mundial dos 100 metros rasos, que é de 43,9 km/h. Despreze o atrito com o ar enquanto ele está em “vôo” e considere o saltador como um ponto material situado em seu centro de gravidade. Nessas condições, qual seria, aproximadamente, a distância alcançada no salto?

Adote o módulo da aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

Dados: $\text{sen}45^\circ = \text{cos}45^\circ = 0,7$



<https://sites.google.com/site/edfisicaempic/educacao-fisica-corpo-e-mente/atletismo>

- a) 7m
- b) 10m
- c) 12m
- d) 14m

Questão 13)

Uma escada rolante é projetada para transportar passageiros do andar térreo ao andar superior de uma loja, com velocidade constante igual a v . Sabe-se que a diferença de altura entre os andares da loja é h e que o ângulo de inclinação da escada em relação ao piso horizontal é θ . Para manter o equipamento em funcionamento sem a presença de passageiros, o motor deve fornecer uma potência P_0 . Considere que a aceleração gravitacional na cidade onde se localiza a loja é g e que um passageiro típico tem massa m . Além disso, suponha que, a partir do momento em que esse passageiro toca a escada, a velocidade dele passa de zero a v em um pequeno intervalo de tempo τ . Após esse tempo, ele se mantém em repouso em relação à escada enquanto sobe. A respeito desse sistema, assinale o que for **correto**.

01. A potência média adicional que o motor deve fornecer durante o intervalo de tempo τ é dada por $mv/2\tau$.
02. O tempo que o passageiro leva para chegar ao andar superior, desconsiderando o tempo τ , é h/v .
04. Durante o tempo em que a velocidade do passageiro é constante, o módulo da força que a escada exerce sobre ele, na direção paralela à escada, corresponde a $mg \tan \theta$.
08. Durante o intervalo de tempo τ , o módulo da força média resultante que age sobre o passageiro corresponde a mv/τ .
16. A potência média adicional total que o motor deve fornecer durante todo o trajeto do passageiro corresponde a $(g + v^2/2h)mv \sin \theta$.

Questão 14)

Assinale a alternativa que apresenta CORRETAMENTE apenas grandezas cuja natureza física é vetorial.

- a) Trabalho; deslocamento; frequência sonora; energia térmica.
- b) Força eletromotriz; carga elétrica; intensidade luminosa; potência.
- c) Temperatura; trabalho; campo elétrico; força gravitacional.
- d) Força elástica; momento linear; velocidade angular; deslocamento.
- e) Calor específico; tempo; momento angular; força eletromotriz.

Questão 15)

Um pêndulo simples, constituído por um fio de comprimento L e uma pequena esfera, é colocado em oscilação. Uma haste horizontal rígida é inserida

perpendicularmente ao plano de oscilação desse pêndulo, interceptando o movimento do fio na metade do seu comprimento, quando ele está na direção vertical. A partir desse momento, o período do movimento da esfera é dado por

- a) $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
- b) $2\pi\sqrt{\frac{L}{2g}}$
- c) $\pi\sqrt{\frac{L}{g} + \frac{L}{2g}}$
- d) $2\pi\sqrt{\frac{L}{g} + \frac{L}{2g}}$
- e) $\pi\left(\sqrt{\frac{L}{g}} + \sqrt{\frac{L}{2g}}\right)$

Note e adote:

A aceleração da gravidade é g .

Ignore a massa do fio.

O movimento oscilatório ocorre com ângulos pequenos.

O fio não adere à haste horizontal.

Questão 16)

“No jogo de futebol o gol também é chamado de meta, por isso quando a bola passa pela linha final do campo e não é gol e nem é escanteio, então é tiro de meta, ou seja, a bola será repostada ao jogo pelo time que se defende deste lado do campo com um tiro livre feito dentro dos limites da pequena área em direção ao campo adversário, e nenhum jogador pode tocar a bola antes que a mesma saia da grande área...”



Rogério Seni - Ex goleiro do São Paulo Futebol clube - Fonte: "Bol Fotos"

“Adaptado do site Yahoo”

Um goleiro de futebol “bate” um tiro de meta no qual a bola descreve uma trajetória parabólica e alcança uma distância horizontal de 60 m do ponto em que a bola se encontrava no momento do chute. A velocidade inicial da bola no instante imediatamente após o chute é de $V_0 = 90 \text{ km/h}$, formando um ângulo de 45° com a horizontal. Desprezando a resistência do ar, a altura máxima alcançada pela bola é de:

(dado: $\cos 45^\circ = \sin 45^\circ = 0,71$, aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

- a) 1,69 m.
- b) 15,72 m.
- c) 25,15 m.
- d) 52,13 m.
- e) 70,05 m.

Questão 17)

Mauro Vinícius da Silva, o Duda, é um atleta brasileiro especializado no salto em distância. No ano de 2014, Duda conseguiu se tornar o primeiro brasileiro bicampeão mundial da prova, vencendo o campeonato em Sopot, na Polônia, com a marca de aproximadamente 8,3 m. No momento inicial do salto, a velocidade de Duda tinha módulo igual $9,0 \text{ m/s}$, formando um ângulo de $39,6^\circ$ com a horizontal. Nesse sentido, a altura máxima atingida

por Duda no salto do bicampeonato mundial foi, em m, aproximadamente igual a:

Dados:

Aceleração da gravidade = 10 m/s^2

$\sin(39,6^\circ) \approx 0,64$

- a) 1,1
- b) 1,4
- c) 1,7
- d) 2,0
- e) 2,3

Questão 18)

Em um amistoso da seleção brasileira, o árbitro assinala uma falta próximo à entrada da grande área, e marca a posição da barreira com um spray na grama, a uma distância da bola de 10,00 m. O goleiro coloca na barreira quatro jogadores, todos de 1,85 m de altura e pede que todos fiquem eretos e não pulem no momento da cobrança da falta pelo jogador Neymar. Ao autorizar a cobrança, o atleta da seleção do Brasil bate na bola que sai com uma velocidade de $72,00 \text{ km/h}$ formando um ângulo de $30,00^\circ$ com a horizontal do campo de futebol. Considerando $\sin(30,00^\circ) = 0,50$ e $\cos(30,00^\circ) = 0,80$, bem como a aceleração da gravidade no local igual a $10,00 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar e as dimensões da bola, assinale a opção correta.

- a) A bola ultrapassa a barreira, quando está no movimento descendente.
- b) A bola ultrapassa a barreira, quando está no movimento ascendente.
- c) A bola não ultrapassa a barreira, batendo em movimento descendente.
- d) A bola não ultrapassa a barreira, batendo ainda no movimento ascendente.

- e) A bola ultrapassa a barreira, quando está no ponto mais alto de sua trajetória.

Questão 19)

Próximo à decisão do campeonato estadual, o treinador de um time da cidade resolve levar seus atletas ao campo gramado e realizar treinamentos táticos e capacitar seus artilheiros na cobrança de faltas e pênaltis. Em dado momento, durante o treinamento, o principal atleta do time chuta uma bola, em repouso no solo, com uma velocidade inicial de 72,0 km/h, formando um ângulo θ com a horizontal. Seu objetivo era ultrapassar uma barreira de 4,0 m de altura que se encontrava a 24,0 m do ponto da batida na bola. Desprezando as forças dissipativas e considerando $\cos \theta = 0,8$, $\sin \theta = 0,5$ e $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, analise a situação descrita acima e assinale a opção correta.

- a) A bola não ultrapassa a barreira, atingindo-a na ascendente.
 b) A bola ultrapassa a barreira, na descendente.
 c) A bola não ultrapassa a barreira, atingindo-a na descendente.
 d) A bola não ultrapassa a barreira, atingindo-a no topo.
 e) A bola ultrapassa a barreira, na ascendente.

Questão 20)



Figura I

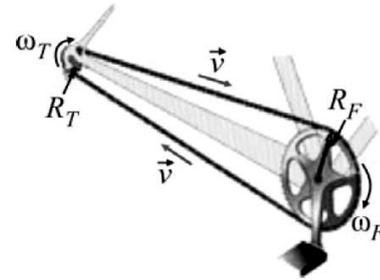


Figura II

As figuras I e II acima mostram, esquematicamente, para uma bicicleta em movimento, a conexão entre as rodas dentadas frontal (coroa) e traseira (catraca), de raios R_F e R_T , e velocidades angulares ω_F e ω_T , respectivamente. As rodas dentadas estão conectadas por uma corrente, que se move com velocidade linear v , e $R_F = 4R_T$.

Tendo como referência essas informações, julgue os próximos itens.

- () No caso da bicicleta mostrada na figura I, o momento angular é um vetor paralelo ao eixo das rodas e perpendicular ao plano do papel.
 () Na situação ilustrada na figura II, $\omega_F = 4\omega_T$.
 () A estabilidade da trajetória de um ciclista é função da intensidade e da conservação do momento angular.

Questão 21)

Em 1913, há cem anos, Niels Bohr, para resolver o problema da emissão de radiação por partículas carregadas que movem-se em uma órbita circular, formulou a hipótese de que o momento angular do elétron no átomo de hidrogênio era quantizado, ou seja, de que $mvr = n\hbar$ com $n = 1,2,3,\dots$. Essa

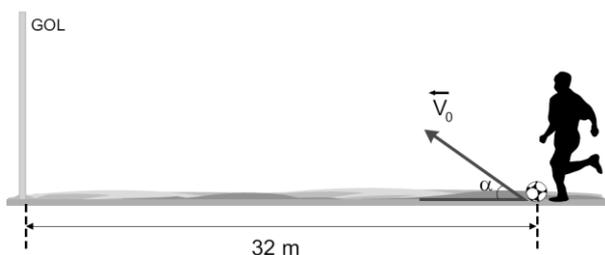
hipótese foi necessária, pois, de acordo com a física clássica, o elétron colapsaria no núcleo, o que seria explicado

- a) pela perda discreta de energia potencial e diminuição do raio da órbita por saltos quânticos.
- b) pela conservação da energia mecânica com perda de energia potencial e ganho de energia cinética.
- c) pela perda contínua de energia cinética e de quantidade de movimento.
- d) pela conservação do momento angular e diminuição do raio da órbita.
- e) pelo aumento da força centrípeta e aumento da velocidade.

- a) 6,0.
- b) 4,0.
- c) 7,0.
- d) 5,0.
- e) 3,0.

Questão 22)

A figura representa, esquematicamente, o instante em que um jogador chutou a bola para o gol adversário.

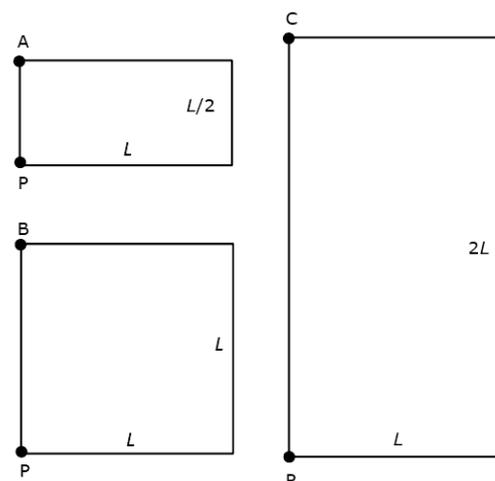


No momento do chute, a bola encontrava-se parada sobre o solo, a uma distância de 32 m da linha do gol e, quando partiu, sua velocidade inicial tinha módulo de 20 m/s e estava inclinada de um ângulo α em relação à horizontal.

Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin \alpha = 0,60$ e $\cos \alpha = 0,80$, é correto afirmar que, no instante em que passou sobre o gol adversário, a altura da bola, em metros, em relação ao solo, era

Questão 23)

Três chapas retangulares rígidas repousam em um plano horizontal, e podem girar livremente em torno de eixos verticais passando por P. As dimensões das chapas são identificadas na figura a seguir, em termos do comprimento L . Nos pontos A, B e C, são aplicadas três forças horizontais iguais.



A partir da segunda Lei de Newton, pode-se mostrar que a aceleração angular inicial de módulo $\alpha \neq 0$ de cada chapa é proporcional ao momento da respectiva força em relação ao eixo de rotação de cada corpo. Desprezando todos os atritos, é correto afirmar-se que

- a) $4\alpha_A = 2\alpha_B = \alpha_C$.
- b) $\alpha_A = 2\alpha_B = 4\alpha_C$.
- c) $\alpha_A = \alpha_B = \alpha_C$.
- d) $\alpha_A/4 = \alpha_B/2 = 2\alpha_C$.

Dado: aceleração da gravidade: 10 m/s^2 .

Questão 24)

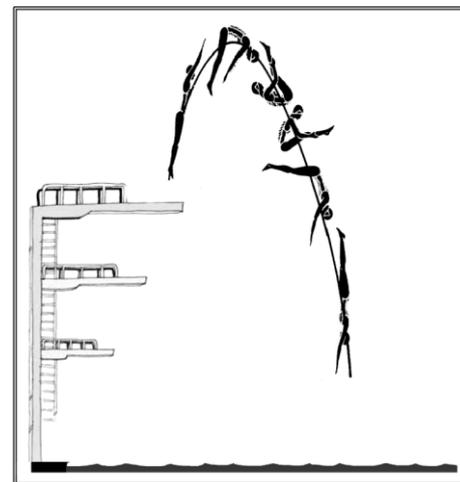
Um corpo é lançado com velocidade \vec{v}_0 de um ponto sobre uma superfície plana e horizontal. A velocidade \vec{v}_0 forma um ângulo θ com a superfície plana e horizontal. Considerando que θ é positivo e $0 < \theta < 90^\circ$ e desprezando o atrito com o ar, assinale o que for **correto**.

- 01. A equação horária da posição do corpo na direção vertical é uma função de segundo grau.
- 02. O módulo do vetor velocidade é nulo quando o corpo atinge a altura máxima da trajetória.
- 04. Em nenhum momento, o vetor velocidade é paralelo ao eixo horizontal.
- 08. O alcance do lançamento é dado por $(v_0^2 \sin(2\theta))/g$, em que g é a aceleração gravitacional.
- 16. A altura máxima atingida pelo corpo é proporcional ao $\sin^2 \theta$.

- a) 0,60
- b) 1,80
- c) 2,25
- d) 3,00
- e) 6,60

Questão 26)

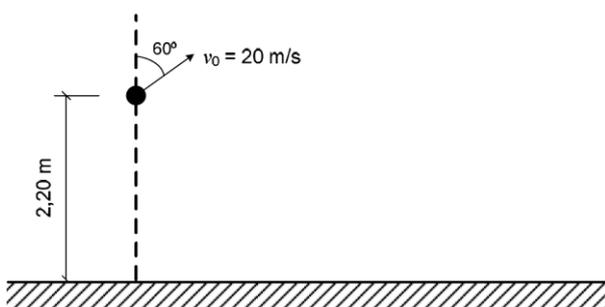
Um dos esportes olímpicos mais tradicionais é o salto ornamental em piscina. Nele, o atleta salta do alto de um trampolim visando executar uma trajetória parabólica até atingir a água. Aliado a esse movimento, ele tem de executar outros movimentos, pontuados pelos juízes, como o de encolher momentaneamente braços e pernas de modo que, além da trajetória parabólica de seu centro de massa, ele passe também a girar seu corpo em torno do seu centro de massa. No final do salto, ele estica novamente os braços e as pernas visando cair de cabeça na água. Essa sequência de movimentos está representada na figura abaixo.



Comparando o movimento inicial feito pelo atleta com braços e pernas estendidos ao movimento realizado com esses membros dobrados junto ao tronco, a lei de conservação do momento angular permite afirmar que

Questão 25)

Um corpo de 300 g de massa é lançado de uma altura de 2,20 m em relação ao chão como mostrado na figura abaixo. O vetor velocidade inicial v_0 tem módulo de 20 m/s e faz um ângulo de 60° com a vertical. O módulo do vetor diferença entre o momento linear no instante do lançamento e o momento linear no instante em que o objeto atinge o solo, em $\text{kg}\cdot\text{m/s}$, é:



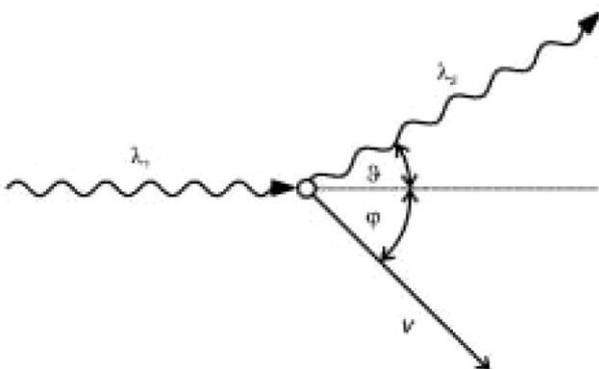
- a) há uma diminuição do momento de inércia do atleta e, portanto, uma diminuição na sua velocidade de rotação.
- b) há uma diminuição do momento de inércia do atleta e, portanto, um aumento na sua velocidade de rotação.
- c) há um aumento do momento de inércia do atleta e, portanto, um aumento na sua velocidade de rotação.
- d) há um aumento do momento de inércia do atleta e, portanto, uma diminuição na sua velocidade de rotação.

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{h}{m_0 \cdot c} (1 - \cos \vartheta)$$

ϑ e ϕ são ângulos do espalhamento (ou da colisão);
 v é a velocidade adquirida pelo elétron, após a colisão;
 λ_1 e λ_2 são os comprimentos de onda dos raios X antes e depois do espalhamento, respectivamente;
 h é a constante de Planck, m_0 é a massa do elétron, e c é a velocidade da luz.

Questão 27)

O chamado efeito Compton pode ser visto como uma versão do efeito fotoelétrico em que os fótons espalhados são raios X, ao invés de fótons de luz ultravioleta. Em 1923, o físico americano A. H. Compton observou um desvio do comprimento de onda de raios X espalhados por um corpo espalhador, que ele explicou com base na natureza quântica dos raios X. Ele interpretou esse efeito como a colisão entre um fóton de raios X (ou um quantum de raios X) e um elétron do corpo espalhador. Na colisão, energia e momento linear conservam-se.



Na figura, temos ilustrada a colisão entre um fóton de raios X e um elétron em repouso. O desvio de comprimento de onda, observado no efeito Compton, pode ser expresso pela seguinte relação:

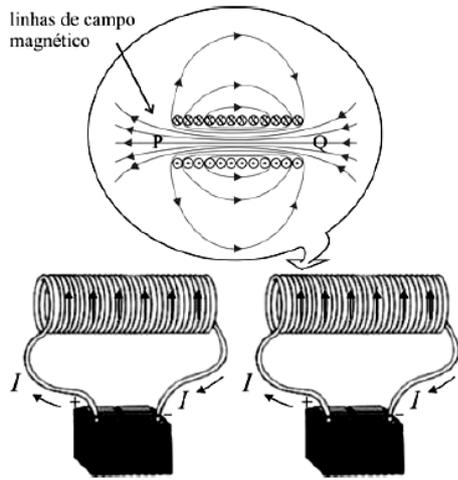
Considere as seguintes afirmativas a respeito da expressão para cálculo do desvio de comprimento de onda $\Delta\lambda$:

- I. Quanto maior o ângulo ϑ , maior será o desvio $\Delta\lambda$.
- II. O fóton de raios X transfere energia cinética para o elétron, na colisão.
- III. Quanto maior a energia cinética final do elétron, menor o comprimento de onda λ_2 dos raios X.

A(s) afirmativa(s) **CORRETA(S)** são

- a) II, apenas.
- b) I e II, apenas.
- c) I e III, apenas
- d) I, apenas.

TEXTO: 2 - Comum à questão: 28



A figura acima ilustra um conjunto de bobinas denominado *coilgun*, ou seja, arma de bobinas, que, originalmente, era experimental e projetada para acelerar projéteis por meio de campos magnéticos. A mesma ideia, mas aplicada de maneira reversa, é utilizada na *coilgun* atômica, que desacelera quaisquer átomos ou moléculas que tenham pólos norte e sul magnéticos, o que inclui a maioria dos elementos da tabela periódica.

Na *coilgun* atômica, átomos que saem de um forno, com velocidades supersônicas, passam por múltiplos estágios de bobinas elétricas (solenoides). Em cada estágio, a bobina, bem longa e de pequeno raio r , é mantida com uma corrente I constante; quando o átomo atinge o ponto médio da bobina, a corrente é desligada. A cada estágio do aparelho, a velocidade do átomo diminui para um valor que varia de acordo com os parâmetros do equipamento, entre eles, a corrente I .

Considere que a magnitude do campo magnético — B — no interior de uma bobina seja obtida por $B = \mu_0 NI/L$, em que I é a corrente que passa pelo fio, μ_0 é a permeabilidade magnética do espaço livre, L é o comprimento da bobina e N é o número de voltas (espiras) que constituem o enrolamento da bobina.

Questão 28)

O momento magnético de uma corrente circular é dado, em módulo, pela expressão $m = IA$, em que I é a corrente e A é a área do círculo definido pela corrente. O sentido do momento magnético é

definido pela regra da mão direita. Se uma corrente circular com momento magnético \vec{m} é inserida em um campo magnético externo \vec{m} , a energia potencial magnética da configuração é, em módulo, igual a $-mB \cos\theta$, em que θ é o ângulo entre os vetores \vec{m} e \vec{B} . O fluxo magnético que atravessa a área definida pela corrente é definido pelo produto escalar entre o campo magnético \vec{B} e o vetor normal à área da corrente, supondo-se que ambos sejam constantes.

Com base nessas informações e considerando o texto, julgue os itens a seguir.

- () O fluxo magnético de uma bobina isolada é proporcional ao número de espiras da bobina.
- () Considere que, na *coilgun*, cada uma das bobinas diminua a energia cinética dos átomos incidentes, os quais passam a ter metade do valor da energia que apresentavam antes de entrar na bobina. Nesse caso, se os átomos saírem de um forno, com velocidade igual a 500 m/s, serão necessárias 9 dessas bobinas para reduzir a velocidade dos átomos para menos que 10 m/s.
- () Considere que, no modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio, os raios das órbitas do elétron sejam dados por $r = n^2 a_0 / Z$, e as velocidades nas diversas órbitas, por $v = e / (4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot m \cdot r)^{1/2}$, em que a_0 , Z , e , m e ϵ_0 são constantes. Nesse caso, conclui-se que o momento magnético dos átomos de hidrogênio depende de n^2 .
- () O momento magnético de cada bobina na *coilgun* é igual, em módulo, a $N \pi r^2 I$.
- () Se, na *coilgun*, uma das bobinas for girada em um ângulo $\theta < \frac{\pi}{2}$, aparecerá um torque sobre ela, o qual tenderá a posicioná-la em um ângulo igual a $\frac{\pi}{2}$ em relação às outras bobinas.
- () Uma partícula eletrizada, se lançada com velocidade v obliquamente às linhas de campo magnético B existente no interior de uma das

bobinas da *coilgun*, executará, ao se deslocar no interior da bobina, movimento retilíneo uniforme.

Questão 29)

Nina e José estão sentados em cadeiras, diametralmente opostas, de uma roda gigante que gira com velocidade angular constante. Num certo momento, Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo; após 15 s, antes de a roda completar uma volta, suas posições estão invertidas. A roda gigante tem raio $R = 20$ m e as massas de Nina e José são, respectivamente, $M_N = 60$ kg e $M_J = 70$ kg. Calcule

- o módulo v da velocidade linear das cadeiras da roda gigante;
- o módulo a_R da aceleração radial de Nina e de José;
- os módulos N_N e N_J das forças normais que as cadeiras exercem, respectivamente, sobre Nina e sobre José no instante em que Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo.

NOTE E ADOTE

$$\pi = 3$$

$$\text{Aceleração da gravidade } g = 10 \text{ m/s}^2$$

Questão 30)

As componentes da velocidade em função do tempo (t) de um corpo em MCU de velocidade angular 2 rad/s são:

$$v_x = 3 \cos 2t ;$$

$$v_y = 3 \sin 2t.$$

Considere as seguintes afirmações:

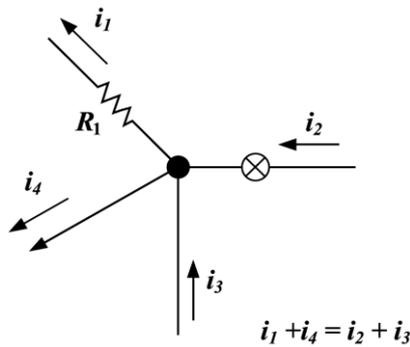
- O vetor momento linear é constante.
- A aceleração é nula, pois o momento da força que atua sobre o corpo em relação ao ponto $(0, 0)$ é nulo.
- O trabalho da força que atua no corpo é nulo.

É correto APENAS o que se afirma em

- II
- III
- I e II
- I e III
- II e III

Questão 31)

A eletricidade hoje faz parte do nosso dia a dia e está presente em quase todos os dispositivos e aparelhos de uso pessoal, doméstico e industrial. Um circuito elétrico consiste na ligação de elementos ou componentes elétricos como resistores, fontes de alimentação, interruptores, lâmpadas, etc, de maneira que seja formado um circuito fechado de corrente elétrica. Considere um circuito de corrente contínua, constituído pelo menos por uma bateria, que vai fornecer a energia ao circuito, por um receptor dessa energia, que podem ser resistores, capacitores, e pelos condutores elétricos, que fazem a condução da eletricidade entre os elementos. Em qualquer circuito elétrico, os pontos onde ocorrem junções de dois ou mais fios por onde passam correntes elétricas, chamam-se NÓS. A Lei de Kirchoff dos Nós nos diz que a soma das correntes elétricas que chegam a um determinado NÓ é igual a soma das correntes que saem deste mesmo NÓ. Veja a figura abaixo.

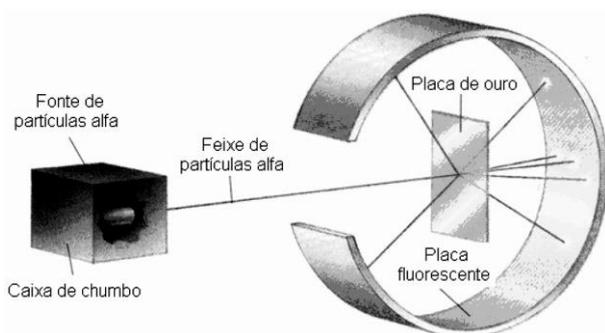


Esta Lei pode ser interpretada também como:

- A Lei da Conservação da Massa.
- A Lei da Conservação da Energia.
- A Lei da Conservação do Momento Linear.
- A Lei da Conservação do Momento Angular.
- A Lei da Conservação da Carga.

TEXTO: 3 - Comum à questão: 32

A edição de setembro de 2002 da revista *Physics World* apresenta o resultado de uma pesquisa realizada entre seus leitores sobre o mais belo experimento da física. Segundo a pesquisa o nono experimento mais belo da física é o espalhamento de partículas alfa, observado por Ernest Rutherford quando ele fez incidir um feixe dessas partículas sobre uma placa de ouro. A figura abaixo ilustra o arranjo experimental.



A maioria das partículas alfa atravessava a placa sem sofrer desvio. A surpresa do experimento foi que algumas partículas apresentaram grandes desvios, chegando até a serem refletidas de volta à fonte de raios alfa, o que pode ser comparado à situação em que uma bala de revólver retorna ao ser atirada contra uma folha de papel. Este resultado motivou Rutherford a propor, por volta

de 1911, um modelo atômico alternativo ao de Thomson, até então considerado válido.

Disponível em:

<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s06.html#exp09>

(adaptado). Acesso em 02 de novembro de 2011.

Questão 32)

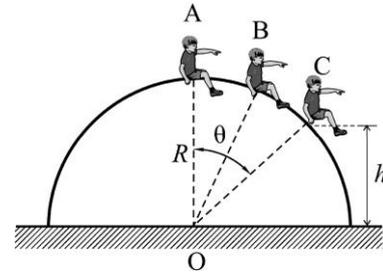
A partir da análise da alta quantidade de partículas que não são desviadas e da baixa quantidade de partículas que são desviadas, considerando que um número menor ainda retorna em direção à fonte, conclui-se que:

- O átomo é composto por partículas de carga negativa espalhadas no interior de uma região homogênea de carga positiva.
- O momento angular dos elétrons só pode ser um múltiplo inteiro de uma constante fundamental, a constante de Planck.
- Além de partículas de carga positiva e de carga negativa, o átomo também contém partículas de carga nula, denominadas nêutrons.
- As cargas positivas do átomo estão concentradas em uma região muito pequena do átomo, ao redor da qual estão as cargas negativas.

Questão 33)

Observando o movimento de queda de uma gota de chuva, notamos que, após essa gota percorrer uma certa distância d , o módulo da força de resistência do ar e o da força peso possuem o mesmo valor. Considerando que somente essas duas forças atuam sobre a gota de chuva, que ambas têm a mesma direção e sentidos opostos, que a massa da gota de chuva e a aceleração gravitacional são constantes e que o movimento ocorre na direção vertical, assinale o que for **correto**.

01. A função horária da posição da gota pode ser expressa por uma função quadrática, desde o início do movimento até o momento em que a gota atinge o solo.
02. Essas duas forças que atuam sobre a gota não descrevem um par ação-reação como enunciado na terceira lei de Newton.
04. Até a gota de chuva percorrer a distância d , tanto a força peso quanto a força de resistência do ar variam.
08. A velocidade com que a gota atinge o solo é muito maior do que aquela que a gota possui logo após percorrer a distância d .
16. O ângulo formado entre os vetores força peso e força de resistência do ar é de 180° .



- a) faça o diagrama das forças que atuam sobre o garoto no ponto B e identifique cada uma das forças.
- b) calcule a altura h no momento em que o garoto perde o contato com o escorregador.
- c) calcule o valor da velocidade tangencial na situação do item (b).

TEXTO: 4 - Comum à questão: 34

Na solução da prova, use quando necessário:

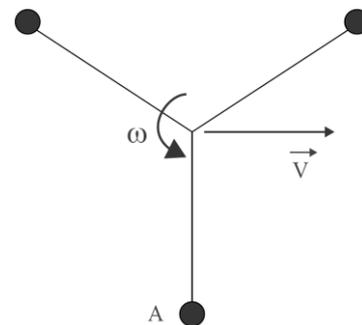
- Aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$; Densidade da água $\rho_a = 1,0 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$
- Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} = 4,14 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$;
- Constante $\pi = 3,14$

Questão 34)

A Figura abaixo mostra um escorregador na forma de um semicírculo de raio $R = 5,0 \text{ m}$. Um garoto escorrega do topo (ponto A) até uma altura h (ponto C) abaixo do topo, onde perde o contato com o escorregador. Nessa posição, a reta que passa pelo ponto C e pelo centro O do círculo faz um ângulo θ com a reta normal à base do semicírculo. A Figura mostra também um ponto B que está entre o ponto A e o ponto C. Desprezando os atritos ou quaisquer perdas de energia:

Questão 35)

Boleadeira é o nome de um aparato composto por três esferas unidas por três cordas inextensíveis e de mesmo comprimento, presas entre si por uma das pontas. O comprimento de cada corda é $0,5 \text{ m}$ e o conjunto é colocado em movimento circular uniforme, na horizontal, com velocidade angular ω de 6 rad/s , em disposição simétrica, conforme figura.

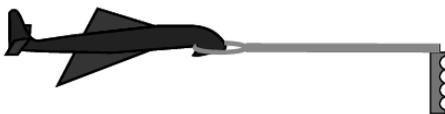


Desprezando-se a resistência imposta pelo ar e considerando que o conjunto seja lançado com velocidade \bar{v} (do ponto de junção das cordas em relação ao solo) de módulo 4 m/s , pode-se afirmar que o módulo da velocidade resultante da esfera A no momento indicado na figura, também em relação ao solo, é, em m/s ,

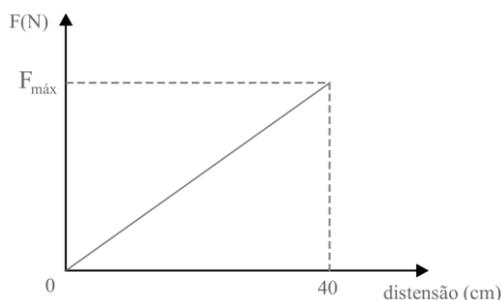
- a) 3.
- b) 4.
- c) 5.
- d) 6.
- e) 7.

Questão 36)

Um aeromodelo de 200 g de massa é arremessado na horizontal por meio de um dispositivo que lembra um estilingue. O bico do aeromodelo é enganchado a uma tira elástica, que é então distendida em 40 cm, conforme representado na figura.



Sabe-se que 80% da energia acumulada na tira elástica é convertida em energia cinética para o aeromodelo e que, no momento em que a tira elástica fica relaxada e desengata do bico do aeromodelo (instante final do lançamento), a velocidade do aeromodelo tem módulo igual a 10 m/s. O gráfico representa a força elástica em função da distensão da tira. O coeficiente angular da função representada é a constante elástica da tira.



A intensidade da força elástica máxima exercida pela tira no momento inicial do lançamento, é, em N, aproximadamente,

- a) 44.
- b) 51.
- c) 63.
- d) 77.
- e) 82.

Questão 37)

A descrição de colisões perfeitamente elásticas é um exemplo tradicional da aplicação dos princípios físicos da conservação do momento linear e da energia (cinética) totais. Suponha que duas esferas idênticas, com massa M e raio R , sofrem uma colisão perfeitamente elástica e não-central: ou seja, suas velocidades iniciais de incidência não são paralelas à reta que liga seus respectivos centros. Admita que inicialmente uma das esferas tenha velocidade (\vec{v}) não nula, enquanto a outra está em repouso. Sabe-se que imediatamente após a colisão as esferas assumem respectivamente as velocidades (\vec{u}) e (\vec{w}) formando um ângulo relativo θ . Neste caso, é correto afirmar que

- a) $\theta = 0^\circ$.
- b) $\theta = 45^\circ$.
- c) $\theta = 60^\circ$.
- d) $\theta = 90^\circ$.
- e) $\theta = 180^\circ$.

Questão 38)

Enviado pela Nasa, o robô Opportunity aterrissou em Marte no dia 25/01/2004, para uma missão de exploração da superfície desse planeta.

Marte, o quarto planeta mais próximo do Sol, é conhecido como o Planeta Vermelho, pois lá, as rochas, o solo e o céu têm uma tonalidade vermelha ou rosa. A superfície desse planeta é formada principalmente por óxido de ferro, mas já foi detectada a presença de outros elementos, como sódio, potássio e cloro, que podem servir como nutrientes para formas de vida. A atmosfera de Marte é composta, em mais de 95%, por CO₂, e a temperatura e a pressão atmosférica médias do planeta são iguais a -60 °C e $6,0 \times 10^{-3}$ atm, respectivamente. Nas calotas polares, entretanto, a temperatura chega a -140 °C, o que é suficiente para provocar a condensação do CO₂ e acarretar a formação de uma espécie de neve. A tabela a seguir apresenta alguns dados relativos ao Planeta Vermelho.

dados do planeta Marte

massa (kg)	$6,421 \times 10^{23}$
massa (Terra = 1)	0,107
raio equatorial (km)	3.397,2
raio equatorial (Terra = 1)	0,53
densidade média (g/cm ³)	3,94
distância média ao Sol (km)	227.940.000
distância média ao Sol (Terra = 1)	1,52
período de rotação (horas)	24,6
período de rotação (dias)	1,025
período orbital (dias)	686,98
velocidade média orbital (km/s)	24,13
excentricidade orbital	0,0934
inclinação do eixo (graus)	25,19
inclinação orbital (graus)	1,850
gravidade à superfície no equador (m/s ²)	3,72
velocidade de escape no equador (km/s)	5,02
temperatura mínima à superfície (°C)	140
temperatura média à superfície (°C)	63
temperatura máxima à superfície (°C)	20
pressão atmosférica (bars)	0,007

composição atmosférica do planeta Marte

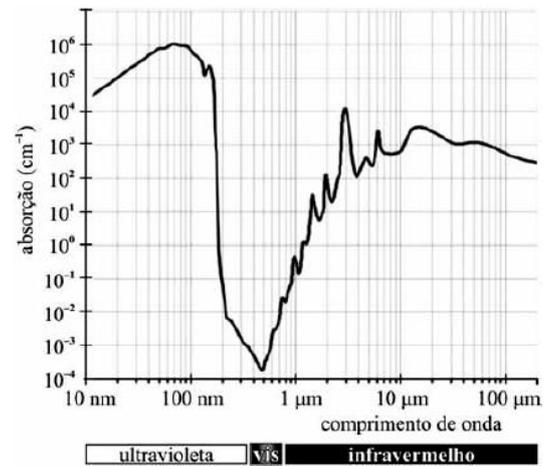
dióxido de carbono (CO ₂)	95,32%
nitrogênio (N ₂)	2,7%
argônio (Ar)	1,6%
oxigênio (O ₂)	0,13%
monóxido de carbono (CO)	0,07%
água (H ₂ O)	0,03%
neônio (Ne)	0,00025%
criptônio (Kr)	0,00003%
xenônio (Xe)	0,000008%
ozônio (O ₃)	0,000003%

Com base nas informações acima, julgue os itens a seguir, assumindo que a aceleração da gravidade no equador terrestre é de 10 m/s².

- () Se a superfície de Marte fosse refletora como a de um espelho, a imagem refletida de um de seus satélites naturais seria real e invertida.
- () O momento angular de Marte, em seu movimento de rotação ao redor do Sol, tem o mesmo valor, em módulo, tanto no afélio quanto no periélio.
- () Um corpo totalmente imerso em líquido, na superfície da Terra, estaria em equilíbrio estático, o que não ocorreria se esse mesmo corpo estivesse totalmente imerso no mesmo líquido na superfície de Marte.
- () As baixas temperaturas em Marte, em comparação às da Terra, afetam a cinética, mas não interferem nos equilíbrios das reações químicas.
- () Nas condições de temperatura e pressão atmosférica médias de Marte, o volume molar de um gás é superior ao volume molar que esse mesmo gás apresentaria, na Terra, a 25 °C e no nível do mar.
- () Em Marte, sob a pressão atmosférica média, a condensação de um gás ocorre à temperatura menor que na Terra, no nível do mar.
- () As moléculas de dióxido de carbono possuem ligações covalentes polares e, por isso, as interações entre as moléculas de CO₂ na neve

das calotas polares de Marte são do tipo dipolo permanente-dipolo permanente.

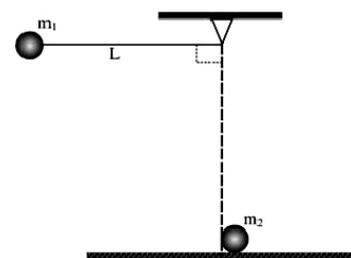
- () O Fe_2O_3 pode atuar na neutralização de uma solução ácida.
- () O átomo de potássio, por ser menor que o átomo de sódio (Na), apresenta a primeira energia de ionização maior que a do átomo de Na.
- () Nos estados eletrônicos fundamentais, os elétrons dos íons K^+ e Cl^- ocupam o mesmo número de níveis de energia.
- () De acordo com a teoria atômica moderna, o movimento de um elétron em torno do núcleo de um átomo pode ser descrito de modo análogo ao movimento de Marte em torno do Sol, ou seja, com trajetória elíptica bem definida.
- () A velocidade angular de um ponto localizado no equador de Marte é 53% menor que a velocidade angular de um ponto localizado no equador da Terra.
- () A baixa aceleração da gravidade na superfície de Marte com relação à da Terra, em um ponto sobre a linha do equador, pode ser corretamente atribuída à baixa densidade que o planeta apresenta nessa posição.
- () O valor da atração gravitacional de um planeta em um ponto qualquer do espaço depende da massa desse planeta, mas não de sua densidade.
- () O campo gravitacional do Sol na Terra é $(1,52)^2$ vezes maior que em Marte.
- () Sabendo-se que a coloração avermelhada de Marte decorre da presença de grande quantidade de óxido de ferro na superfície do planeta, então o espectro de absorção de luz desse composto pode ser corretamente representado de acordo com a figura abaixo.



- () O alcance máximo de um objeto lançado obliquamente em Marte é mais que o dobro do alcance máximo do mesmo objeto lançado na Terra, com mesma velocidade e inclinação em relação à superfície terrestre.
- () A lei de Dulong-Petit, segundo a qual, a altas temperaturas, o calor específico de um sólido a volume constante deve ser igual a $3R$, em que R é a constante dos gases, pode ser aplicada ao CO_2 .

Questão 39)

Uma esfera rígida de massa $m_1 = 0,5\text{kg}$, presa por um fio de comprimento $L = 45,0\text{cm}$ e massa desprezível, é suspensa em uma posição tal que, como mostra a figura, o fio suporte faz um ângulo de 90° com a direção vertical. Em um dado momento, a esfera é solta, indo se chocar com outra esfera de massa $m_2 = 0,5\text{kg}$, posicionada em repouso no solo.



Considerando o diâmetro das esferas desprezível e o choque entre elas perfeitamente elástico, determine a velocidade das esferas após o choque, supondo todas as forças dissipativas

desprezíveis, o módulo da aceleração da gravidade local igual a 10m/s^2 e o coeficiente de restituição

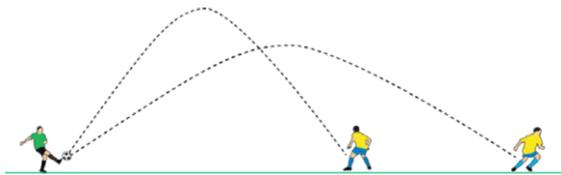
$$\varepsilon = \frac{v_2' - v_1'}{v_1 - v_2},$$

em que v_1' e v_2' são as velocidades finais das esferas e v_1 e v_2 as velocidades iniciais.

desprezíveis, o módulo da aceleração da gravidade local igual a 10m/s^2 e o coeficiente de restituição

Questão 40)

Após um ataque frustrado do time adversário, o goleiro se prepara para lançar a bola e armar um contraataque. Para dificultar a recuperação da defesa adversária, a bola deve chegar aos pés de um atacante no menor tempo possível. O goleiro vai chutar a bola, imprimindo sempre a mesma velocidade, e deve controlar apenas o ângulo de lançamento. A figura mostra as duas trajetórias possíveis da bola num certo momento da partida.



Assinale a alternativa que expressa se é possível ou não determinar qual destes dois jogadores receberia a bola no menor tempo. Despreze o efeito da resistência do ar.

- Sim, é possível, e o jogador mais próximo receberia a bola no menor tempo.
- Sim, é possível, e o jogador mais distante receberia a bola no menor tempo.
- Os dois jogadores receberiam a bola em tempos iguais.
- Não, pois é necessário conhecer os valores da velocidade inicial e dos ângulos de lançamento.
- Não, pois é necessário conhecer o valor da velocidade inicial.

Questão 41)

Próximo a um abismo, é solto do repouso um bloco de massa $M = 5,0\text{kg}$, de uma altura de $h = 5,0\text{m}$ acima do nível do início da parede do referido abismo, do alto de uma rampa com ângulo de inclinação $\theta = 30^\circ$, sem atrito, adjacente à parede do abismo de altura $H = 10,0\text{m}$, como observado na figura a seguir:



Dados: considere a aceleração da gravidade $g = 10\text{m/s}^2$; $\text{sen}30^\circ = 0,5$ e $\text{cos}30^\circ = 0,87$.

Analise as proposições a seguir e conclua.

- A aceleração do bloco, enquanto ele desce escorregando pela rampa, é de $5,0\text{m/s}^2$.
- A velocidade escalar do bloco, quando ele deixa a rampa, é de $10,0\text{m/s}$.
- A distância A da parede do abismo até o bloco atingir o solo é de $8,7\text{m}$.
- O tempo que o bloco leva desde o momento em que é solto até o instante em que atinge o solo é de $1,0\text{s}$.
- A aceleração do bloco depende da sua massa M .

Questão 42)

Considere uma esfera sólida de raio r e momento de inércia inicial $I_i = \frac{2}{5}mr_i^2$ que gira com período T ao redor de um eixo vertical que passa por seu centro. Essa esfera possui matéria uniformemente

distribuída através de seu volume. Devido a um desequilíbrio de forças, essa matéria rearranja-se em uma nova configuração de equilíbrio cuja geometria é a de uma casca com formato esférico e momento de inércia final $I_f = \frac{2}{3}mr_f^2$.

Sob que condições o período de rotação da esfera permanecerá inalterado?

- Aumento na velocidade de rotação ω .
- Esta condição será satisfeita se os raios iniciais e finais forem iguais: $r_i = r_f$ já que neste caso o momento angular será conservado.
- A conservação do momento angular implica em uma diminuição da velocidade angular e ao mesmo tempo um aumento no raio da esfera de forma que $r_f = \sqrt{\frac{5}{3}}r_i$.
- A conservação do momento angular implica em uma diminuição do raio da esfera de forma que $r_f = \sqrt{\frac{2}{3}}r_i$.
- A conservação do momento angular implica em uma diminuição do raio da esfera de forma que $r_f = \sqrt{\frac{3}{5}}r_i$.

Questão 43)

Num experimento, é verificado que a diferença de energia entre níveis eletrônicos de um íon num cristal, ΔE , e a frequência f da emissão da radiação luminosa característica são diretamente proporcionais, ou seja, $\Delta E = hf$. A constante de proporcionalidade h , conhecida como constante de Planck, em termos dimensionais, é equivalente a

- força.
- momento angular.
- quantidade de movimento.
- potência.

Questão 44)

[...]

Léleu Quando eu era pequeno... Eu nasci num lugar chamado São José da Coroa Grande.

Um dia, a gente ouviu dizer que o Zepelim ia passar por lá. Foi um alvoroço! Todo mundo queria, antes de ver, saber mais do que outro como era o Zepelim. São José – a senhora conhece? – é uma praia. Devia ser no verão. Tinha lá uma porção de povo e a noite estava tão bonita. Eu tinha uns oitos anos. Quando vi, foi aquela beleza atravessando o céu. Me esqueci de tudo e saí andando atrás daquela claridade. Parece e que estou vendo. Fui andando, fui andando e me perdi. Todos me procuravam. Eu ouvia aquelas vozes me chamando longe... E assim tem sido a minha vida, sempre me perdendo atrás do que é bonito. (*Lisbela reflete um instante e retira-se precipitadamente*).

Heliodoro, você vai com ela?

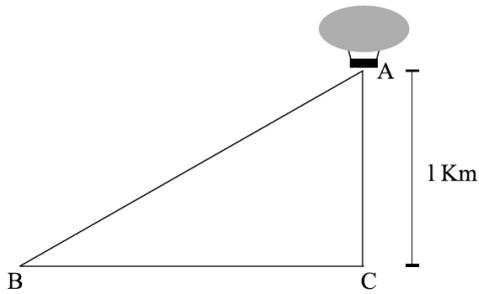
Vai falar com ela?

Não deixa ela ir sozinha. (*Heliodoro sai*)..

[...]

OSMAN, Lins. *Lisbela e o prisioneiro*. São Paulo: Planeta, 2003. p. 57.

Suponha hipoteticamente que um Zepelim passou em São José de Coroa Grande e que Léleu teve a oportunidade de observá-lo de uma certa distância. Tal momento, histórico para a cidade, pode ser representado pela seguinte figura, onde o ponto A é a posição do Zepelim e B a linha de visada de Léleu.



Com base na figura acima e sabendo-se que o ângulo de elevação da linha visada (ângulo \widehat{ABC}) é de 30° , pode-se afirmar que a distância de Léleu ao Zepelim é de

- a) 2 km
- b) 1 km
- c) 3 km
- d) $\sqrt{2}$ km

Questão 45)

Visando à preservação do meio ambiente de forma sustentável, a sociedade atual vem aumentando consideravelmente a utilização da energia dos ventos, através das turbinas eólicas.

Nessa tecnologia, a primeira transformação de energia acontece na interação das moléculas do ar com as hélices dos cata-ventos, transformando a energia cinética de translação das moléculas do ar em energia cinética de rotação das hélices.

Nessa interação,

- a) a variação da quantidade de movimento das moléculas do ar gera uma força resultante que atua sobre as hélices.
- b) a variação do momento angular das moléculas do ar gera uma força resultante que atua sobre as hélices.

- c) a variação da força resultante exercida pelas moléculas do ar anula o momento angular das hélices.
- d) a variação da força resultante exercida pelas moléculas do ar anula a quantidade de movimento das hélices.

Questão 46)

O Comitê Olímpico se preocupa com alguns fatores aparentemente “irrelevantes” na realização das provas, como a velocidade do vento, o tempo chuvoso, a altitude etc., os quais podem influenciar os resultados e recordes mundiais. Por exemplo, na prova de salto em distância, a atleta brasileira Maurren Maggi ganhou a medalha de ouro em Pequim com a marca de 7,04m, enquanto a medalha de prata foi obtida com a marca de 7,03m. Tipicamente, o ângulo de projeção para esse tipo de prova varia entre 15° e 25° . Considerando que em Pequim o salto de Maurren Maggi foi realizado com um ângulo de $22,5^\circ$,

- a) qual o módulo da velocidade da atleta no momento do salto?
- b) Se este salto fosse realizado em outro local, cuja aceleração da gravidade fosse 1% menor, qual seria a marca atingida por Maurren Maggi?

Dados:

Considere $\sqrt{2} \cong 1,408$

Aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$

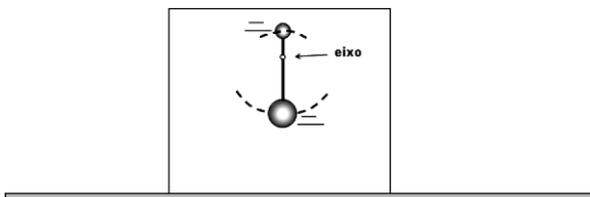
Questão 47)

Sabe-se que o momento angular de uma massa pontual é dado pelo produto vetorial do vetor posição dessa massa pelo seu momento linear. Então, em termos das dimensões de comprimento (L), de massa (M), e de tempo (T), um momento angular qualquer tem sua dimensão dada por

- a) L^0MT^{-1} .
- b) LM^0T^{-1} .
- c) LMT^{-1} .
- d) L^2MT^{-1} .
- e) L^2MT^{-2} .

Questão 48)

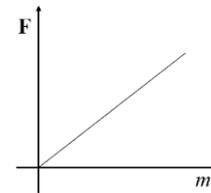
Um pêndulo rígido, na forma de haltere com duas esferas de tamanhos diferentes, veja figura, está oscilando preso a um eixo horizontal de massa desprezível fixo perpendicularmente em uma parede vertical. Em um dado instante, quando o pêndulo passa pela posição vertical, o eixo solta-se da parede, e o pêndulo despenca em queda livre. Considere como sistema físico apenas o haltere e despreze a resistência do ar. Com relação ao momento em que o pêndulo despenca, antes de atingir o solo, e com fundamentos nos conceitos da mecânica, assinale a(s) proposição(ões) correta(s).



- 01. O pêndulo continua oscilando com o mesmo período que tinha antes.
- 02. O centro de massa do haltere cai verticalmente com relação ao solo.
- 04. O centro de massa do haltere cai verticalmente com relação ao solo, descrevendo movimento de rotação com velocidade angular constante com relação ao centro de massa da esfera maior.
- 08. O centro de massa do haltere cai verticalmente com relação ao solo, enquanto o haltere descreve movimento de rotação em torno do centro de massa do sistema.
- 16. O centro de massa do haltere cai oscilando com relação ao solo.

Questão 49)

O gráfico abaixo representa uma relação entre a força gravitacional F e a massa m de um objeto próximo à superfície da Terra.

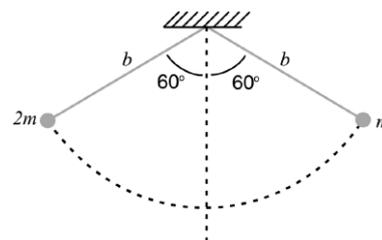


O coeficiente angular da reta fornece

- a) a aceleração da gravidade.
- b) a constante universal da gravitação.
- c) o momento do objeto.
- d) o peso do objeto.
- e) o torque.

Questão 50)

Dois pêndulos com fios ideais de mesmo comprimento b estão suspensos em um mesmo ponto do teto. Nas extremidades livres do fio, estão presas duas bolinhas de massas $2m$ e m e dimensões desprezíveis. Os fios estão esticados em um mesmo plano vertical, separados e fazendo, ambos, um ângulo de 60° com a direção vertical, conforme indica a figura.



Em um dado momento, as bolinhas são soltas, descem a partir do repouso, e colidem no ponto mais baixo de suas trajetórias, onde se grudam instantaneamente, formando um corpúsculo de massa $3m$.

- a) Calcule o módulo da velocidade do corpúsculo imediatamente após a colisão em função de b e do módulo g da aceleração da gravidade.
- b) Calcule o ângulo θ que o fio faz com a vertical no momento em que o corpúsculo atinge sua altura máxima.

Questão 51)

No início do século XX, foram propostos dois modelos atômicos da matéria, segundo os quais o átomo era constituído de um pequeno núcleo formado por cargas positivas e, em torno desse núcleo, orbitavam os elétrons.

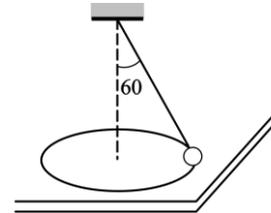
O modelo de Rutherford (1911) baseava-se em experimentos de espalhamento de partículas alfa desviadas pelos núcleos atômicos, enquanto o modelo de Bohr (1913), que procurava superar as limitações do modelo anterior, explicava o espectro de linhas de emissão do átomo de hidrogênio supondo que os elétrons podiam realizar transições entre as órbitas eletrônicas.

Em relação a um dos modelos acima citados, pode-se afirmar também:

- a) O modelo de Bohr explicava a estabilidade das órbitas eletrônicas do átomo a partir da quantização do momento angular.
- b) O modelo de Bohr mostrava a instabilidade das órbitas eletrônicas do átomo a partir dos experimentos de espalhamento de partículas alfa.
- c) O modelo de Rutherford explicava a instabilidade das órbitas eletrônicas do átomo a partir da quantização da energia.
- d) O modelo de Rutherford mostrava a estabilidade das órbitas eletrônicas do átomo a partir de experimentos de espalhamento de partículas alfa.

Questão 53)

Uma partícula de massa 5 g move-se sobre uma mesa descrevendo uma trajetória circular de raio 0,2cm. Ela está presa a um fio que faz um ângulo de 60º com a vertical, conforme mostra a figura abaixo. Desta forma, é correto afirmar que:



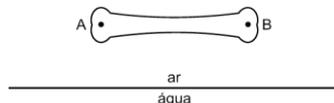
- a) a força resultante é nula e o módulo da quantidade de movimento é $2\sqrt{3} \text{ g cm/s}$.
- b) o vetor quantidade de movimento não é constante e o momento da força resultante em relação ao centro da trajetória é nulo.
- c) a energia cinética e o vetor quantidade de movimento são constantes.
- d) a força resultante e o momento da força resultante em relação ao centro da trajetória são nulos.
- e) o momento da força resultante em relação ao centro da trajetória é 20 Nm e a força resultante não é nula.

Questão 52)

Um dia, um cão, carregando um osso na boca, ia atravessando uma ponte. Olhando para baixo, viu sua própria imagem refletida na água. Pensando ver outro cão, cobiçou-lhe logo o osso que este tinha na boca, e pôs-se a latir. Mal, porém, abriu a boca, seu próprio osso caiu na água e perdeu-se para sempre.

(Fábula de Esopo.)

- a) Copie a figura seguinte em seu caderno de respostas.



Do ponto de vista de um observador que pudesse enxergar os dois meios ópticos, ar e água, produza um esquema de raios de luz que conduzem à imagem do osso, destacando os raios incidentes e refletidos, seus ângulos e as normais, que indicarão a localização da imagem dos pontos A e B.

- b) Admita $10,0 \text{ m/s}^2$ o valor da aceleração da gravidade e que a resistência do ar ao movimento de queda do osso é desprezível. Se o osso largado pelo cachorro atingiu a superfície da água em 0,4 s, determine a distância que separava o cão ganancioso de sua imagem, no momento em que se iniciou a queda do osso.

Questão 54)

Um vagão de trem desloca-se horizontalmente com aceleração a , sendo g a aceleração da gravidade no local. Em seu interior, preso no teto, encontra-se um fio ideal de comprimento L , que sustenta uma massa m puntiforme. Em um determinado instante, o vagão passa a se deslocar com velocidade constante, mantendo a direção e o sentido anteriores. Nesse momento, a aceleração angular α da massa m em relação ao ponto do vagão em que o fio foi preso é

- a) $\frac{g}{L} \text{ sen } \text{arctg} \frac{a}{g}$
- b) $\frac{g}{L} \text{ cos } \text{arctg} \frac{a}{g}$
- c) $\frac{L}{g} \text{ cos } \text{arctg} \frac{a}{g}$

d) $\alpha = \frac{a}{L}$

e) $\alpha = 0$

$\pi=3$, determine a velocidade de um ponto externo da calota.

- b) Se antes de se desprender, a calota possui a mesma velocidade angular que a roda e o pneu do carro, explique o motivo pelo qual o centro de massa da calota não desenvolve a mesma velocidade escalar de translação que o carro. Insira em sua explicação uma expressão matemática do movimento circular uniforme, relacionando o movimento da calota com o do pneu, destacando a influência de seus termos para sua justificativa do movimento diferenciado dos centros de massa da calota e do carro.

Questão 55)

No átomo de hidrogênio, de acordo com a segunda lei de Newton, a força de Coulomb que o próton exerce sobre o elétron, movimentando-se numa órbita circular de raio r com velocidade \bar{v} , é a resultante centrípeta sobre o elétron, tal que:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{K}{r^2}, \text{ onde } K = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}. \text{ Usando a suposição de}$$

Bohr de que o momento angular do elétron, $L = mvr$, somente pode assumir valores inteiros (n), múltiplos de \hbar , podemos mostrar que essa suposição implica

$$\text{em } r = \frac{\hbar^2 4\pi\epsilon_0 n^2}{me^2}.$$

Suponha que a interação entre um elétron e um próton seja da forma $F = Kr$, e não da forma $F = \frac{K}{r^2}$,

e que seja imposto às órbitas estacionárias a condição de quantização do momento angular, $L = n\hbar$. Tendo em vista as informações apresentadas, responda ao que se pede.

- a) Quais serão os raios dessas órbitas?
- b) Mostre que, nesse caso, as energias totais dos estados estacionários são dadas por: $E = n\hbar\omega$, onde ω é a frequência angular do movimento do elétron.

Questão 56)

Se a calota de um carro que se desloca com movimento retilíneo uniforme se desprende da roda, no momento em que toca o solo, ainda em rotação, seu centro de massa desenvolve velocidade escalar, relativamente ao chão, menor que a velocidade escalar desenvolvida pelo carro, em m/s, distanciando-se deste.

- a) Suponha que uma calota solta-se da roda de um carro e, em contato e sem escorregamento com o chão, gire com frequência de 2Hz. Se o diâmetro da calota é de 32cm e considerando

Questão 57)

Uma pessoa de peso $P = 500$ N caminha sobre uma tábua apoiada em uma extremidade A e em um suporte giratório B , que funciona como um apoio de gangorra e está a 4,0 m de distância de A . O peso da tábua é $P_t = 800$ N e seu comprimento é 6,0 m.

Assinale o que for **correto**.

01. A máxima distância que a pessoa pode caminhar sobre a tábua para que ela fique em equilíbrio, partindo do ponto A em direção a B , é 5,6 m.
02. A soma algébrica dos torques é nula até o ponto de equilíbrio em que a tábua está na iminência de girar.
04. A distância que a pessoa anda desde o ponto B até o momento do giro é 1,6 m.
08. A soma algébrica dos momentos angulares não varia além do ponto de equilíbrio.
16. A tábua não girará independentemente da distância que a pessoa se encontre desde o ponto A .

GABARITO:

1) Gab: A

2) Gab: 14

3) Gab: C

4) Gab:

- a) 3,0 N
- b) 2,0 m/s

5) Gab: A

6) Gab: B

7) Gab: B

8) Gab: B

9) Gab: C

10) Gab: B

11) Gab: C

12) Gab: D

13) Gab: 24

14) Gab: D

15) Gab: E

16) Gab: B

17) Gab: C

18) Gab: B

19) Gab: C

20) Gab: CEC

21) Gab: C

22) Gab: B

23) Gab: A

24) Gab: 25

25) Gab: E

26) Gab: B

27) Gab: B

28) Gab: CEECEE

29) Gab:

- a) $v = 4\text{m/s}$
- b) $a_R = 0,8\text{m/s}^2$
- c) $N_N = 552\text{N}$ e $N_J = 756\text{N}$

30) Gab: B

38) Gab: ECEECCECECECECECE

31) Gab: E

39) Gab: 3,0m/s

32) Gab: D

40) Gab: B

33) Gab: 18

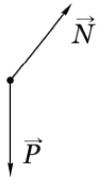
41) Gab: VVVFF

34) Gab:

42) Gab: E

a)

Diagrama de Forças



43) Gab: B

44) Gab: A

45) Gab: A

Identificação das Forças

\vec{P} → *Peso do garoto*

\vec{N} → *Força Normal*

46) Gab:

a) $\therefore v_0 = 10,0\text{m/s}$

b) $A' = 7,1\text{lm}$

b) $h \approx 3,33\text{ m}$

47) Gab: D

c) $v \approx 5,8\text{ m/s}$

48) Gab: 010 (002+008)

35) Gab: E

49) Gab: A

36) Gab: C

50) Gab:

a) $V = \sqrt{gb}/3$

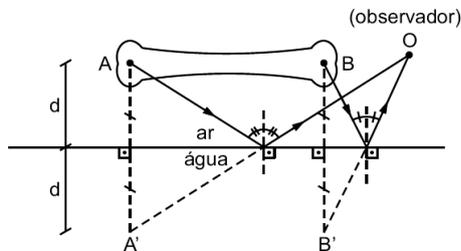
b) $\cos\theta = 17/18$

37) Gab: D

51) Gab: A

52) Gab:

- a) Sendo A' e B' a imagem de A e B, respectivamente, podemos ter:



- b) $2d = 1,6 \text{ m}$

53) Gab: B

54) Gab: A

55) Gab:

a)
$$\frac{mv^2}{r} = Kr$$

$$v^2 = \frac{K}{m} r^2$$

Usando o fato de que a frequência angular do movimento do elétron seja $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$, podemos reescrever a equação (1) como:
 $v^2 = \omega^2 r^2 \Rightarrow v = \omega r$.

Utilizando a hipótese de quantização do momento angular, temos: $L = mv = n\hbar$

Substituindo (2) e (3), temos:

$$m\omega r^2 = n\hbar \Rightarrow r = \sqrt{\frac{n\hbar}{m\omega}} \text{ (unidade de posição)}$$

Que é o raio quantizado supondo que a interação entre um elétron e um próton seja da forma $F=Kr$.

- b) A suposição de que a interação entre um elétron e um próton seja de forma $F=Kr$ nos

leva a fazer uma analogia com um sistema massa–mola.

Cálculo da energia cinética:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega^2 r^2}{2} = \frac{Kr^2}{2}$$

A partir da analogia feita com um sistema massa–mola, a energia potencial do sistema

será: $E_p = \frac{Kr^2}{2}$

A energia mecânica do sistema será:

$$E = E_c + E_p = Kr^2 \text{ (unidade de energia)}$$

Substituindo o raio quantizado, calculado no item (a) e lembrando que $K = m\omega^2$, obtemos a expressão para as energias totais dos estados estacionários: $E = n\hbar\omega$. Conforme queríamos demonstrar.

56) Gab:

- a) 19,2 m/s
 b) $v = WR$ (raio pneu > raio calota)

57) Gab: 07