

II Olimpíada de Física da OSA na UNICAMP



2008

Nome:

Código:

INSTRUÇÕES GERAIS

1. Preencha a primeira página com o seu nome e código de prova.
2. NÃO DESTAQUE, sob nenhuma hipótese, as folhas desta prova.
3. A prova contém 10 questões, das quais 8 deverão ser respondidas. O espaço para resposta das 2 outras questões, que você escolheu não responder, deve ser RISCADO. Caso isso não aconteça, serão corrigidas as 8 primeiras questões da prova.
4. A resolução da prova poderá ser feita a lápis, caneta azul ou preta. No entanto, A RESPOSTA FINAL DE CADA ITEM DEVE ESTAR CLARAMENTE DEFINIDA E ESCRITA COM CANETA AZUL OU PRETA.
5. O prazo máximo de duração da prova é de 4 (QUATRO) HORAS. Não será permitido que nenhum aluno deixe a sala antes de completados 2 (DUAS) HORAS desde o início da mesma.
6. Caso você tenha alguma dúvida, levante a mão e um fiscal de prova irá até a sua carteira.
7. É PROIBIDO o uso de CALCULADORA.
8. Justifique TODAS as suas respostas. Respostas sem justificativas, mesmo que corretas, serão desconsideradas.
9. O resultado da prova será disponibilizado na homepage do evento, <http://www.ifi.unicamp.br/osa/olimp2>

BOA PROVA!



Questão 1

O “Sky Dive” é uma modalidade de esporte radical, onde uma pessoa (sky diver) salta de um avião ou um helicóptero, caindo em queda livre até, depois de um certo tempo, acionar o pára-quadras.

Considere que um sky diver salta de um helicóptero no instante t_0 . Algum tempo depois, outro sky diver também salta. Ambos descem realizando a mesma trajetória. Despreze os efeitos de resistência do ar, e considere que ambos estão somente sob efeito da aceleração da gravidade g .

- (a) O que se pode concluir a respeito da diferença de velocidades dos sky divers? Explique.
- (b) Discuta o que ocorre com as distâncias verticais entre eles.
- (c) Considere agora que eles estão presos entre si por uma corda elástica. O que é possível afirmar sobre a tensão exercida nessa corda durante a queda?

Questão 2

Uma das teorias mais famosas em Física é a do Big Bang, que se refere à idéia de que o universo se iniciou como uma singularidade no espaço e no tempo. Então, tudo estava condensado num espaço muito pequeno em que existiam densidades e temperaturas extremamente elevadas. A partir disso, o universo tem estado em expansão contínua, de modo que a densidade e a temperatura médias têm decrescido continuamente.

A velocidade de expansão do universo (isto é, a rapidez com que as galáxias se afastam entre si) é determinada pela lei de Hubble, descoberta em 1929 pelo astrônomo Edwin Hubble (1889-1935). Esta lei estabelece que a velocidade v de separação de quaisquer duas galáxias do universo é diretamente proporcional à sua separação R :

$$v = H.R \quad (1)$$

onde H é conhecido como parâmetro de Hubble. Até hoje, cientistas debatem se H é constante ou se varia com o tempo. Suponhamos que seja constante.

- (a) Determine qual deve ser a dimensão do parâmetro de Hubble.
- (b) A idade do universo pode ser estimada a partir da equação acima, que corresponde ao tempo necessário para que duas galáxias atinjam a separação R . A partir disto, obtenha uma estimativa da ordem de grandeza para a idade do Universo.
- (c) Considere agora que a constante de Hubble varie linearmente com o tempo, de forma que $H = Bt$, onde B é uma constante. Nesse caso, qual seria a idade do Universo?

Questão 3

Um acrobata muito corajoso estava planejando seu número de homem-bala, em que ele seria lançado por um canhão, a uma grande velocidade. A diferença do seu plano, é que o canhão estaria a uma altura de 25 m da rede onde ele cairia, o que aumentaria o alcance e sua velocidade final (Despreze forças dissipativas).

(a) Considerando que o acrobata ajustou o ângulo do canhão de forma a obter o máximo alcance, e estimou sua velocidade inicial como sendo $20\sqrt{2}m/s$, calcule o tempo que ele levará, desde o seu lançamento, até cair na rede.

(b) A que distância do canhão a rede deve ser posicionada para que o acrobata termine seu número em segurança?

(c) Durante o salto, o acrobata resolve jogar uma pequena bola de borracha para o alto, para tentar acertar um balde d'água situado a certa distância D do canhão. Se ele arremessar a bola no instante $t_0 = 3s$, com uma velocidade vertical de $20m/s$, qual é o valor de D ? Considere a altura do balde desprezível.

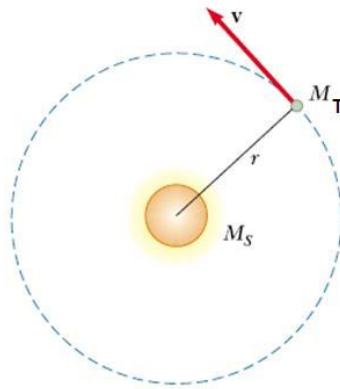
Questão 4

Dois irmãos, filhos do dono de uma fábrica de carros, resolvem brincar de corrida na esteira rolante da fábrica do pai. O filho mais novo começa correndo a partir de um ponto A até um outro ponto B da esteira. O mais velho faz o caminho inverso. Enquanto o mais novo atravessa a esteira uma única vez, o mais velho atravessa a mesma quatro vezes (duas de B até A e duas de A até B).

- (a) Sabendo que o filho mais novo corre com velocidade v_1 em relação à esteira, e o filho mais velho corre com uma velocidade v_2 em relação à esteira, determine a velocidade v da esteira.
- (b) Suponha agora que $v_1 = 3m/s$ e $v_2 = 10m/s$. Encontre o sentido e o módulo da velocidade da esteira rolante.

Questão 5

Considere a figura abaixo, que representa a órbita da Terra ao redor do Sol. O tempo que a luz do Sol leva para atingir nosso planeta é de aproximadamente 8 minutos. Com estas informações, estime a massa do Sol.



Questão 6

Dois carros A e B deslizam numa pista escorregadia (coberta de gelo) enquanto tentam parar no semáforo. A massa do carro A é $m_A = 1100\text{kg}$ e do carro B é $m_B = 1400\text{kg}$. O coeficiente de atrito cinético entre os pneus de cada carro e a pista é $\mu = 0,13$. O carro A consegue parar no semáforo, mas o carro B não consegue e acaba batendo na traseira do carro A. Após a colisão, o carro A vai parar a $8,2\text{m}$ a frente, e o carro B a $6,1\text{m}$. Considere que o coeficiente de atrito cinético permaneça constante durante todo o acontecimento.

- (a) Das distâncias que cada carro se moveu após a colisão, quais as velocidades de cada carro imediatamente após o impacto?
- (b) Utilizando a conservação do momento linear, ou quantidade de movimento, encontre a velocidade com que o carro B atingiu o carro A.
- (c) É correto utilizar a lei de conservação acima para este problema? Justifique.

Questão 7

A pressão sangüínea arterial considerada normal para um adulto é o famoso “12 por 8”, isto é, 120mmHg acima da pressão atmosférica no auge da contração, e 80mmHg no relaxamento do coração. Este órgão tem aproximadamente o mesmo volume de uma mão fechada, e em cada batida bombeia aproximadamente metade de seu volume em sangue. Considere a densidade do mercúrio $\rho_{Hg} = 14\text{g}/\text{cm}^3$ e a densidade do sangue igual à da água, $\rho_{sangue} = 1,0\text{g}/\text{cm}^3$.

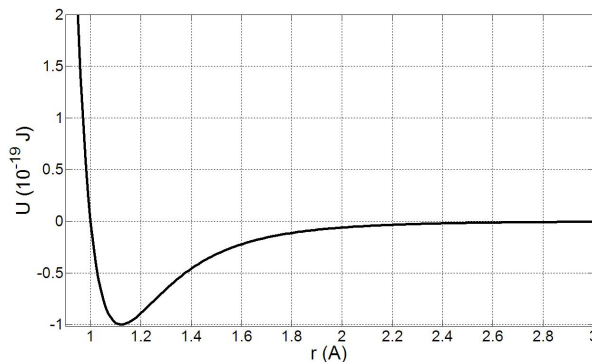
- (a) Baseado nos dados acima, qual a altura vertical máxima que o coração conseguiria bombear uma coluna de sangue?
- (b) Faça uma estimativa da quantidade de sangue bombeada em cada batida do coração e calcule a vazão média de sangue através deste órgão.
- (c) Se aproximadamente 50% deste sangue vai para o cérebro, e há aproximadamente 10 bilhões de neurônios, estime a proporção de sangue por neurônio. Neste caso, qual a hipótese que você está assumindo ao fazer esta relação?

Questão 8

Considere uma molécula diatômica de H_2 , onde cada átomo pode ser visto como uma “esfera”, separados por uma distância r entre eles. Considere que a interação entre os átomos pode ser representada por uma única força, cujo módulo pode ser dado por

$$F = \frac{12}{r^{13}} - \frac{6}{r^7}, \quad (2)$$

e que todas as outras forças que poderiam agir no sistema sejam desprezíveis. Desta forma, a energia potencial de interação entre os dois átomos, devido à força F , depende da distância, ie, $U = U(r)$. O gráfico abaixo representa o valor da energia potencial em função da distância entre os átomos, medida em Å (angstrom), ou seja, $10^{-10}m$.

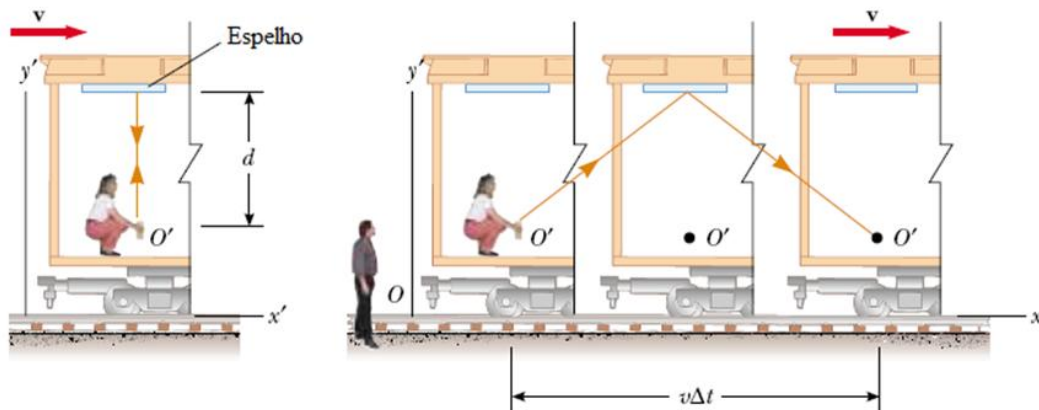


- (a) O ponto de equilíbrio representa a distância mais provável de encontrar os dois átomos ao formar uma molécula, e pode ser encontrado quando a força de interação, que une os dois átomos, é nula. Baseado nisso, encontre o ponto de equilíbrio da molécula de H_2 , e o valor da energia potencial neste ponto.
- (b) Sabe-se que a energia mecânica do sistema é $E = -0,5 \cdot 10^{-19} J$. Se a molécula está no ponto de equilíbrio, há movimento da molécula? Por quê?
- (c) Considere ainda a energia mecânica do sistema como a dada no item anterior. Neste caso, descreva o movimento dos átomos em termos da distância de separação entre eles.
- (d) Qual a energia necessária para ionizar a molécula, ie, para retirar um dos átomos e desfazer a molécula?

Questão 9

A teoria da relatividade restrita, elaborada por Albert Einstein, quebrou um grande paradigma: a invariância do tempo. Ao contrário da velocidade da luz c , que é constante independentemente de qualquer referencial, a invariância do tempo sugere que o mesmo não é mais uma medida universal e absoluta, mas que depende dos referenciais que o medem (por mais estranho que isso pareça ser!). Para exemplificar, observe a figura abaixo, que representa uma situação onde Maria, que está dentro de um trem que se move com velocidade v , dispara um flash de luz. Este é refletido num espelho localizado no teto do trem. João, que está fora do trem, observa o fenômeno. Note que há uma distinção entre os referenciais: um é denotado por O e outro por O' .

(a) Tendo em consideração a geometria do problema, e sabendo que a velocidade da luz é c ,

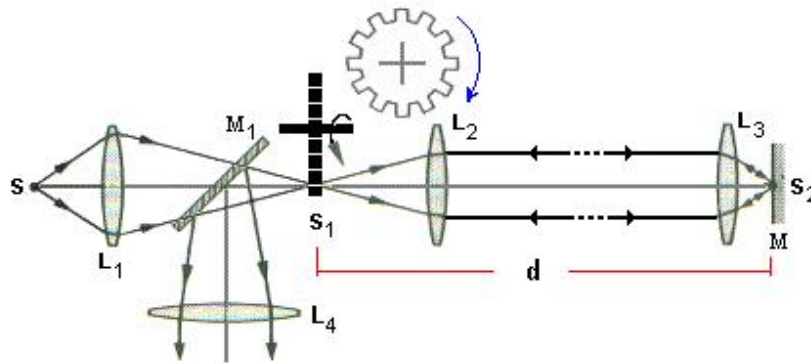


constante para ambos os referenciais (segundo postulado da teoria da relatividade), e que o trem se move com velocidade v , derive uma expressão que relaciona os tempos medidos por cada um dos referenciais.

(b) De fato, esse fenômeno é imperceptível nas ações de nosso cotidiano. Explique o porquê.

Questão 10

Um método de medida da velocidade da luz utiliza uma roda dentada e rotação. Um feixe de luz passa por uma das fendas na borda da roda, como podemos ver na figura abaixo, propaga-se até um espelho distante (distância d) e retorna exatamente a tempo de passar pela fenda seguinte. A roda tem $5,0\text{cm}$ de raio e 500 dentes na periferia. As medidas tomadas quando o espelho estava a 500 metros de distancia da roda forneceram para a luz a velocidade de $3,0 \cdot 10^8 \text{ km/s}$.



- Qual foi a velocidade angular da luz?
- Qual foi a velocidade linear em um ponto na periferia dessa roda?
- Quais seriam as diferenças se esse experimento fosse realizado debaixo d'água, com a condição que a roda dentada rodasse com a mesma velocidade?