

Física 1 - 2020-1 - Noturno

Lista 1

Professores: Valentina Martelli e Gabriel Landi

Data de entrega: 18/03 (quarta-feira)

Para a resolução da lista, deixe bem claro o ponto de partida; diga explicitamente como você interpretou do enunciado e/ou faça diagramas. Especifique sua escolha de referencial. Na hora de escrever a resposta, não se esqueça das unidades. E use algarismos significativos. Incentivamos que você discuta os problemas com seus colegas. Mas lembre-se: a redação final é *individual*. A entrega das listas (impressas) é realizada diretamente ao Professor/Professora responsável da sua turma.

1. **(0,5 pontos) Raio do horizonte de evento:** Quando um objeto de massa M é suficientemente comprimido numa certa região do espaço, ele se torna um buraco negro se seu raio se tornar menor que o *raio de Schwarzschild* R_s . Nesse caso, R_s determina o horizonte de eventos do qual nem mesmo a luz é capaz de escapar (é por isso que o buraco negro é negro). O raio de Schwarzschild pode depender apenas da massa M do objeto, da constante gravitacional G e da velocidade da luz c . Usando apenas análise dimensional, encontre uma relação para o raio de Schwarzschild R_s em função dessas três grandezas. Se você der uma busca por “raio de Schwarzschild”, você verá que essa análise está quase correta. Comparada com a análise da teoria da relatividade, ela erra apenas por um fator 2.
2. **(1 ponto) Estrutura hiperfina do átomo de hidrogênio:** Uma das bases para a radioastronomia é a chamada estrutura hiperfina do átomo de hidrogênio, que consiste na existência de dois níveis de energia muito próximos entre si, cuja separação é dada por

$$\Delta E = \frac{4g_p \hbar^4}{3m_p m_e^2 c^2 a^4}, \quad (1)$$

onde $g_p = 5,59$ é o chamado de fator giromagnético do próton, $\hbar = h/2\pi$ é a constante de Planck, m_p e m_e são as massas do próton e do elétron, c é a velocidade da luz e a é o raio de Bohr. Você não precisa saber exatamente o que significam essas constantes (mas isso não te impede de fazer uma busca e descobrir mais sobre elas!). O objetivo deste exercício é te treinar a lidar com expressões envolvendo muitos parâmetros e muitas unidades.

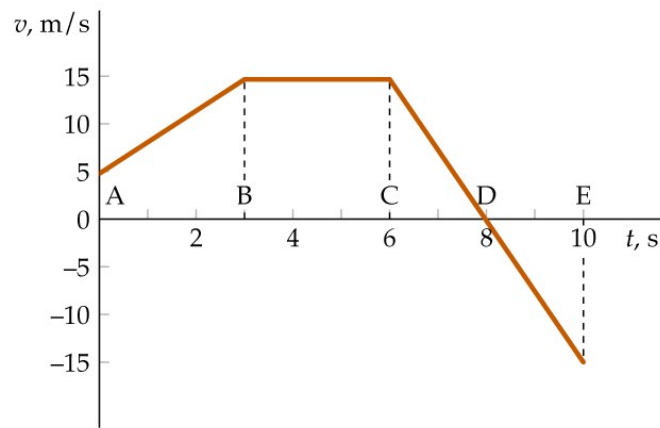
- (a) Faça análise dimensional e verifique que as dimensões da Eq. (1) estão de fato corretas.
- (b) Calcule ΔE em Joules (cabe a você buscar os valores de todas as constantes; preste atenção que existem duas constantes de Planck, h e $\hbar = h/2\pi$).
- (c) Calcule ΔE em elétron-Volts.
- (d) Calcule a frequência de transição $\nu = \Delta E/h$ e o comprimento de onda $\lambda = c/\nu$. Mostre que $\lambda \simeq 21$ cm.

Por essa razão, essa linha de emissão é conhecida como “linha de 21cm do hidrogênio”. O motivo pelo qual ela é importante é por que o valor de λ é conhecido com uma precisão incrível. Assim, ela funciona como uma *assinatura* do átomo de hidrogênio: se ajustamos um telescópio para detectar somente nessa frequência, então pontos brilhantes representam regiões ricas em hidrogênio. Essa é uma das maneiras que se usa para determinar a posição de estrelas e galáxias.

3. **(1 ponto) Profundidade de um poço:** Para estimar a profundidade de um poço você solta uma pedra e mede quanto tempo até ouvir o barulho da queda. Suponha que o tempo seja $\Delta t = 2$ s.
 - (a) Qual a melhor estimativa que podemos fazer para a altura do poço se desprezamos o tempo que o som demora para chegar até o seu ouvido? (Use $g = 10$ m/s²).
 - (b) Suponha agora que a velocidade do som é finita (tome $v_s = 330$ m/s). Obtenha uma expressão geral relacionando a altura do poço com o tempo Δt . Em seguida aplique essa expressão para o caso $\Delta t = 2$ s e compare com o item anterior.
4. **(1 ponto) Um maquinista irresponsável:** Um maquinista de um trem de passageiros, que se move com velocidade v_1 , avista a sua frente, à uma distância d , um trem de carga que viaja nos mesmos trilhos e no mesmo sentido, mas com velocidade menor v_2 . Para evitar uma colisão ele freia o seu trem, aplicando-lhe uma desaceleração a . Mostre que não haverá colisão se $a > (v_2 - v_1)^2 / (2d)$.
5. **(0,5 pontos) Medindo a aceleração da gravidade I:** Terrabolistas espaciais pousam em um planeta do nosso sistema solar. Para estimar a constante gravitacional, eles arremessam uma pedra verticalmente com velocidade inicial v_0 e observam que ela demora um tempo Δt para retornar ao solo. Supondo que não haja atrito, qual a expressão relacionando g com v_0 e Δt ?
6. **(1 ponto) Medindo a aceleração da gravidade II:** O método desenvolvido no problema anterior tem a desvantagem de que você precisa saber a velocidade inicial v_0 , o que na prática nem sempre é viável. Um método alternativo consiste em lançar uma pedra para cima e medir os dois instantes de tempo t_1 e t_2 (quando ela está subindo e depois descendo) pelos quais a pedra passa por uma certa altura z . Mostre que

$$g = \frac{2z}{t_1 t_2}. \quad (2)$$

7. **(1,5 pontos) Elevador precisando de manutenção:** Um elevador sobe com aceleração constante a . No momento que sua velocidade atinge v_0 , um parafuso se solta do teto do elevador. Calcule o tempo que demora para o parafuso atingir o chão do elevador, supondo que o chão e o teto estão separados de uma altura h .
8. **(1,5 pontos) Posição, velocidade e aceleração:** A velocidade em função do tempo para uma partícula movendo-se em uma dimensão está ilustrada na Fig. abaixo.
 - (a) Qual a aceleração média nos intervalos AB , BC e CE ?
 - (b) Quão longe está a partícula da sua distância inicial após 10 s?



(c) Qual a distância total percorrida após 10 s?

(d) Esboce a posição da partícula em função do tempo.

9. **(1,5 pontos) Uma criança entediada:** Uma criança entediada (e com sérios problemas de disciplina) está atirando ovos de cima de um viaduto nos carros que passam embaixo. Por causa de uma curva, a criança só passa a conseguir ver os carros quando eles estão a 50 m de distância. A altura do viaduto é de 10 m e todos os carros estão a 40 km/h. Nesse problema você pode usar $g = 10 \text{ m/s}^2$.

(a) O objetivo é calcular quanto tempo τ , depois de avistar o carro, que a criança deve soltar o ovo para atingir o capô (que está a 1 m de altura do chão). Assuma primeiro que o ovo é solto com velocidade inicial nula. Obtenha uma expressão relacionando τ com todos os parâmetros acima. Em seguida, substitua os valores.

(b) Assuma agora que o ovo pode ser arremessado com velocidade inicial v_0 . Suponha que a criança escolhe jogá-lo 4 s após avistar o carro. Qual deve ser o valor de v_0 para que ele atinja o alvo? Preste atenção para o *sinal* de v_0 .

(c) E se ela joga após 1,5 s?

10. **(0,5 ponto) Derivadas e integrais:**

(a) A posição de uma partícula viajando pela galáxia é dada por

$$x(t) = At^{42},$$

onde A é uma constante. Qual a dimensão de A ? Calcule a velocidade e a aceleração correspondentes.

(b) Uma partícula é sujeita a uma aceleração

$$a(t) = \alpha t,$$

onde α é uma constante. Qual a dimensão de α ? Encontre a velocidade e a posição em função do tempo. Deixe sua resposta em termos da posição e velocidades iniciais da partícula.