

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2018

2ª FASE - NÍVEL C (alunos da 3ª e 4ª séries – Ensino Médio e Técnico)



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos da 3ª e 4ª séries do Ensino Médio e Técnico. Ela contém **cinco questões teóricas**.
- 02) Além deste caderno com as questões você deve receber um Caderno de Resoluções. Leia atentamente todas as instruções deste Caderno e do Caderno de Resoluções antes do início da prova.
- 03) A duração desta prova é de **quatro** horas, com uma extensão de **até trinta (30) minutos**, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa (90) minutos**.

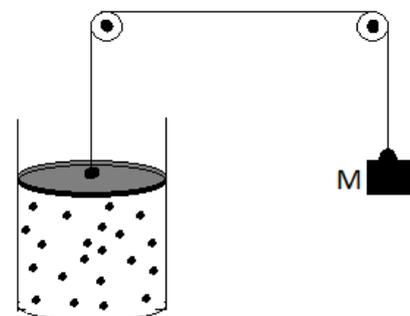
QUESTÕES TEÓRICAS

C.01 - “Será possível explicar os fenômenos do calor em termos dos movimentos de partículas se interagindo através de forças simples?” Perguntaram Infeld e Einstein, e continuaram:

“Um vaso fechado contém uma certa massa de gás – de ar, por exemplo – a uma certa temperatura. Elevamos a temperatura pelo aquecimento e, assim, aumentamos a energia. Mas como estará esse calor relacionado com o movimento? De acordo com essa teoria [cinética], um gás é uma congregação de um número enorme de partículas, ou moléculas, movendo-se em todas as direções, colidindo umas com as outras e mudando de direção de movimento a cada colisão¹”.

A colisão das partículas com as paredes do vaso provoca pressão e, quanto maior a temperatura, maior será essa pressão. Como sabemos, trabalho provoca variação da energia de um corpo. Pode-se mostrar que o calor também realiza trabalho mecânico e, portanto, sob esse aspecto, o calor é uma forma de energia.

Considere que um estudante colocou em um vaso cilíndrico fechado, de área transversal 100 cm^2 , 28 g de nitrogênio à temperatura de 100° C . O nitrogênio fica contido no recipiente devido ao êmbolo (de massa desprezível) que fecha o recipiente. Neste êmbolo foi preso um fio (de massa desprezível) que passa por polias (sem atrito) e, em sua extremidade oposta, prendeu-se uma massa de 50 kg , conforme mostra o desenho.



Considere $R = 8,3 \text{ J/mol.K}$, a pressão atmosférica local 10^5 N/m^2 , a gravidade local 10 m/s^2 e a massa molecular do nitrogênio 28 g/mol .

Diminuindo a temperatura do gás para 0° C :

- a) O que acontece com a massa M : fica parada, sobe ou desce e por quê?
- b) Se a massa M movimentar-se qual será seu deslocamento?

¹ EINSTEIN, A. & INFELD L. A Evolução da Física. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.

C.02 - Um estudante resolveu medir a velocidade de deslocamento de um carro usando um espelho retrovisor convexo de 1 m de curvatura e adaptado para ter uma escala em mm que permite determinar o tamanho da imagem. Atravessando uma cidade, ao passar por um objeto de 1,75 m de altura, ele aciona um cronômetro e quando a imagem do objeto aparece no retrovisor com a altura de 10 mm, o tempo registrado é de 10 s.

a) Considerando constante a velocidade do carro neste intervalo de tempo, qual o seu valor em km/h?

b) Se no instante em que o estudante registrou os 10 s ele freou o carro, parando-o em 5 segundos, qual foi a aceleração aplicada?

C.03 – Em 1831, Faraday havia reduzido o número de aulas e começou a chegar mais cedo ao laboratório. Após meses de pesquisas ele escreve para o amigo Richard Phillips:

Prezado Phillips,

(...) Estou me ocupando mais uma vez com o eletromagnetismo e acho que descobri algo importante, mas não sei dizer; talvez depois de todo o meu trabalho eu esteja a ponto de pescar (...), e não um peixe uma alga...

Não era uma alga, e depois de mais alguns dias de trabalho ele obteve o resultado decisivo. Em outubro [daquele ano] ele teve condições de apresentá-lo de uma forma muito simples. Faraday apenas segurou uma barra imantada numa mão e uma bobina de fio na outra. Aproximou o ímã da bobina e surgiu uma corrente elétrica no fio da bobina. Manteve o ímã imóvel e a corrente parou. Moveu outra vez o ímã e a corrente surgiu outra vez. Quando movia o ímã nas proximidades do fio, ele criava uma corrente elétrica².

Esta descoberta de Faraday possibilitou a obtenção de energia elétrica. Atualmente nas grandes usinas hidrelétricas a energia gerada é transmitida e distribuída na forma alternada. Esta alternância tem sua representação matemática fornecida por uma função trigonométrica como, por exemplo, $u = U \cos(\omega t + \varphi_0)$. No entanto, a conta de energia elétrica e os cálculos que se procede, fazem referência a uma tensão de valor contínuo, 127 V ou 220 V conhecidos como tensão eficaz. Algumas pessoas imaginam que estes valores fazem referência ao valor máximo da tensão. Mas isto é falso. Ele resulta da divisão do valor máximo por $\sqrt{2}$. Simples assim.

Então, quando uma tensão alternada definida pela função $u = 177,8 \cos(377t)$ é aplicada a um resistor ôhmico de 10Ω qual será a energia elétrica consumida pela resistência após 20 segundos de uso? Considere $\sqrt{2} = 1,4$.

C.04 - * Um cilindro metálico sólido de massa m , comprimento $L=20$ cm e base circular A de raio 1 cm flutua verticalmente em um reservatório contendo mercúrio (Hg) cuja densidade d_{Hg} vale $13,6 \text{ g/cm}^3$. Se o cilindro é submerso ligeiramente no mercúrio e solto em seguida, seu movimento é harmônico simples com período de 0,42 s. Sabendo que o cálculo da frequência angular w desse movimento dá $w^2 = (d_{\text{Hg}} A g)/m$, com $g=10 \text{ m/s}^2$ a aceleração da gravidade local, pede-se:

(Use $\pi = 3$)

a) A densidade do metal do cilindro.

b) A profundidade da extremidade inferior do cilindro quando este se encontra em equilíbrio.

² BODANIS, David. Universo Elétrico: a impressionante história da eletricidade. Rio de Janeiro: Editora Record Ltda, 2008.

* Problema adaptado do livro R.MARTINS, Maria das Graças et al Olimpíada Ibero-Americana de Física. Sociedade Brasileira de Física – S. Paulo, 2006

C.05 – Louis de Broglie, em 1924, ainda como estudante de pós-graduação, envolveu-se no estudo da natureza da luz. Nessa época, o conceito tradicional de luz como movimento ondulatório já havia sido contestado por Max Planck e Albert Einstein. Eles haviam proposto que a luz podia ser mais facilmente compreendida se pensada como um fluxo de partículas individuais chamadas fótons. Nem todos os físicos concordavam com essa concepção e por vezes as duas teorias, a das partículas e a das ondas, eram ensinadas ao mesmo tempo. Numa original intuição de Broglie sugeriu que toda matéria, inclusive objetos concebidos como partículas, deviam exibir comportamento ondulatório³.

Seu raciocínio tinha como base a simetria na natureza: como a luz apresenta propriedades ondulatórias e corpusculares, talvez a matéria também apresentasse este comportamento. Ele sugeriu, então, que qualquer partícula possui um comprimento de onda:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

sendo **h** a constante de Planck cujo valor é igual a $6,63 \times 10^{-34}$ J.s, **m** a massa da partícula e **v** sua velocidade.

Porém, para detectar as propriedades usuais de uma onda, pela interferência ou pela difração, faz-se necessário alguma condição experimental. De fato, a ocorrência de interferência ou difração de uma onda está associada à abertura ou tamanho do obstáculo no qual ela incide; por exemplo, as ondas são difratadas em um anteparo com abertura se as dimensões da abertura forem da mesma ordem de grandeza que seu comprimento de onda.

Considerando que o diâmetro do núcleo de um átomo é aproximadamente 10^{-15} m, verifique se para uma partícula hipotética de massa 2×10^{-8} g e energia cinética 10^{-15} J é detectado comportamento ondulatório de interferência ou difração⁴ se esse núcleo ou uma abertura da ordem de grandeza de seu diâmetro for usado como anteparo. Justifique a resposta.

³ BRENNAN, Richard. Gigantes da Física: uma história da física moderna através de oito biografias. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

⁴ TIPLER, Paul. Física Vol4: Ótica e Física Moderna. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1995.