

# OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2021

## 2ª FASE - NÍVEL C (alunos(as) 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 e um procedimento experimental com cinco questões**.

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.

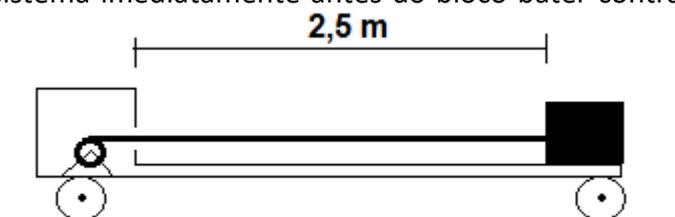
03) A duração desta prova é de **quatro** horas, com uma extensão de **até trinta (30) minutos**, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa (90) minutos**.

### QUESTÕES TEÓRICAS

- 01.** A figura abaixo representa um carro de massa 4,0 kg no qual se apoia um bloco de massa 1,0 kg em sua extremidade direita. Na extremidade esquerda existe um local onde se encontra um sarilho (carretel) ligado a um motor. Um fio leve, flexível e inextensível, liga o bloco ao sarilho. A distância entre o bloco e o local onde se encontra o sarilho, possui um comprimento de 2,5 m. Todas as superfícies são horizontais. O coeficiente de atrito entre o bloco e a plataforma do carro é 0,1. Despreze a inércia das rodas e o atrito do eixo. Considere o sistema inicialmente em repouso e o valor da aceleração gravitacional igual a 10 m/s<sup>2</sup>.

Quando um motor, ligado ao sarilho, entra em funcionamento, passa a puxar o bloco com força constante igual a 2,0 N. No referencial ligado à Terra, calcule:

- a distância percorrida pelo bloco quando este bater contra a parede do local onde se encontra o sarilho;
- a energia cinética do sistema imediatamente antes do bloco bater contra a parede do local onde se encontra o sarilho.



- 02.** O uso das Equações Dimensionais ajuda a conhecer a dependência entre as grandezas derivadas e as fundamentais apenas em dimensão, isto é, os expoentes das grandezas fundamentais nas fórmulas de definição.

Denomina-se fórmula dimensional a expressão:

$$[U] = [A]^x[B]^y[C]^z,$$

que fornece uma grandeza derivada qualquer U, em relação às grandezas A, B e C.

Ela foi introduzida na Física por Jean Baptiste Fourier e “pode prestar relevantes serviços na investigação da possibilidade da existência de leis físicas, na determinação das dimensões de constantes que figuram nestas leis, e na previsão do aspecto das mesmas”<sup>1</sup>. Ela se apoia na ideia de que os dois lados da expressão matemática de uma lei física devem possuir as mesmas dimensões. As dimensões fundamentais da Mecânica são expressas por M para a massa, L para o comprimento e T para o tempo.

Assim, o volume de uma esfera é expresso como  $[V] = k[L]^3$ , onde L é a dimensão linear, no caso, o raio R da esfera e  $k = \frac{4\pi}{3}$ . Já a velocidade é LT<sup>-1</sup>, a aceleração LT<sup>-2</sup> e a força MLT<sup>-2</sup>.

<sup>1</sup> Informações obtidas na obra de FURTADO, Nelson França, Física: sistemas de unidades – teoria dos erros (apêndice Física – Sears ed. Brasileira); Rio de Janeiro: ao Livro Técnico, 1967.

Uma gota líquida de forma praticamente esférica de massa específica  $d$ , tensão superficial  $A$  e raio  $R$ , ao ser deformada levemente por uma força e após cessada a ação desta força, passa a vibrar com um período  $T$ .

Encontre a expressão deste período de vibração para esta gota em relação a  $d$ ,  $A$  e  $R$ , sabendo que a dimensão de  $[A] = MT^{-2}$ .

03. Tensão e corrente alternadas estão muito presentes nos equipamentos elétricos. Por exemplo, um alto-falante funciona por haver uma corrente alternada atravessando sua bobina que a faz vibrar devido à interação entre o campo gerado pela corrente e um campo produzido por um ímã. É possível usar circuitos que impeçam a corrente de circular em um alto-falante e ele deixará de vibrar mas, para isto, os componentes usados devem ser capazes de se alterarem para impedir a circulação da corrente; isto torna-se possível por existirem componentes elétricos que apresentam o que se chama de reatância que varia com a frequência. A reatância é medida em ohms, por apresentar características semelhantes à resistência ôhmica. Fazendo uma bobina usando fio elétrico obtemos a indutância  $L$ , que possui uma reatância indutiva  $X_L$ ; com duas placas paralelas separadas construímos um capacitor e este apresenta uma capacitância  $C$  e uma reatância capacitiva  $X_C$ . Estas reatâncias variam com a frequência segundo as equações:

$$X_L = \omega L \quad e \quad X_C = \frac{1}{\omega C} \quad \text{sendo } \omega = 2\pi f$$

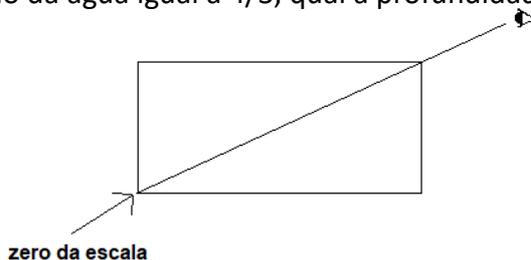
O interessante entre estes dois componentes é que eles possuem comportamentos contrários como se pode deduzir das equações acima. Isto fica mais significativo ao representarmos como números complexos. Assim temos o  $jX_L$  e o  $-jX_C$ . Um componente elétrico pode apresentar resistência ôhmica e reatância, denominada indutância, isto é  $Z = R + jX$ .

Desconsiderando os valores da resistência ôhmica, um circuito apresenta uma bobina de indutância  $L$  em paralelo com um capacitor de capacitância  $C$ , ligados a uma fonte de tensão alternada.

**Questão:** Qual deve ser o valor da frequência da fonte, em função de  $L$  e  $C$ , para a corrente total ser nula neste circuito? Tanto a reatância capacitiva como a reatância indutiva obedecem aos critérios matemáticos de resolução dos circuitos ôhmicos.

04. Construiu-se um depósito de água com a forma retangular, tendo um comprimento de 40 cm. No fundo deste depósito encontra-se uma escala graduada em cm. Quando o depósito está vazio, um observador vê o zero desta escala de modo que o raio visual tangencia a aresta oposta do depósito. Quando o depósito fica completamente cheio de água o observador, na mesma posição anterior, enxerga até a divisão 12 cm da escala.

Considerando o índice de refração da água igual a  $4/3$ , qual a profundidade deste depósito?



05. A energia de um fóton em relação à frequência é dada por

$$\varepsilon = hf$$

sendo  $h = 6,62 \times 10^{-34}$  J.s, conhecida como constante de Planck.

A relação que existe entre a energia do fóton que produz o efeito fotoelétrico e a energia cinética máxima dos elétrons que se desprendem é fornecida pela equação:

$$hf = W + \frac{mv^2}{2}$$

sendo  $W$  o trabalho necessário para arrancar um elétron do metal, e  $m$  a massa do elétron.

Encontrar a frequência da luz que arranca da superfície de um metal elétrons que são retidos totalmente por um potencial retardador de 3 V. Neste metal o efeito fotoelétrico começa quando a frequência da luz que incide sobre ele é de  $6 \times 10^{14}$  Hz. Considere que  $1eV = 1,6 \times 10^{-19}$  J.