

# OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS 2019

2a FASE - NÍVEL A (alunos do 9º ano – Ensino Fundamental)



---

## LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. 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, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa (90) minutos**.
- 

**A1.** Em 1859, o escocês William Rankine criou uma escala de temperatura absoluta adotando o zero no mesmo estado térmico do zero da escala Kelvin, mas usando o tamanho da unidade igual ao da escala Fahrenheit. Assim, foi criada a escala Rankine cuja unidade foi simbolizada por R. Neste contexto, sabe-se que a água entra em solidificação a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $32\text{ }^{\circ}\text{F}$  e  $273\text{ K}$ , que entra em ebulição a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $272\text{ }^{\circ}\text{F}$  e  $373\text{ K}$  e que  $0\text{ R}$  equivale a  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Com esses dados:

- lembrando como se estabelece a equação que relaciona as escalas Fahrenheit e Celsius, obtenha a equação que relaciona o valor de uma temperatura na escala Celsius,  $T_c$ , com o valor da mesma temperatura na escala Rankine,  $T_R$ .
- determine a temperatura que é representada por um valor na escala Rankine igual a 10 vezes o valor na escala Celsius. Apresente o resultado na escala Celsius sem casas decimais.

**A2.** Cremalheira é uma barra dentada em conjunto com uma engrenagem a ela ajustada, conforme imagem abaixo. Elas são usadas para movimentar grande parte dos portões automáticos. A barra dentada fica presa aos portões e a engrenagem fica presa ao eixo de um motor elétrico fixo no solo. O motor gira a engrenagem que faz a barra dentada e o portão se moverem. Assim, o movimento de rotação é transformado em movimento de translação. *Imagem:* <http://www.pozelli.ind.br/engrenagem-cremalheira>

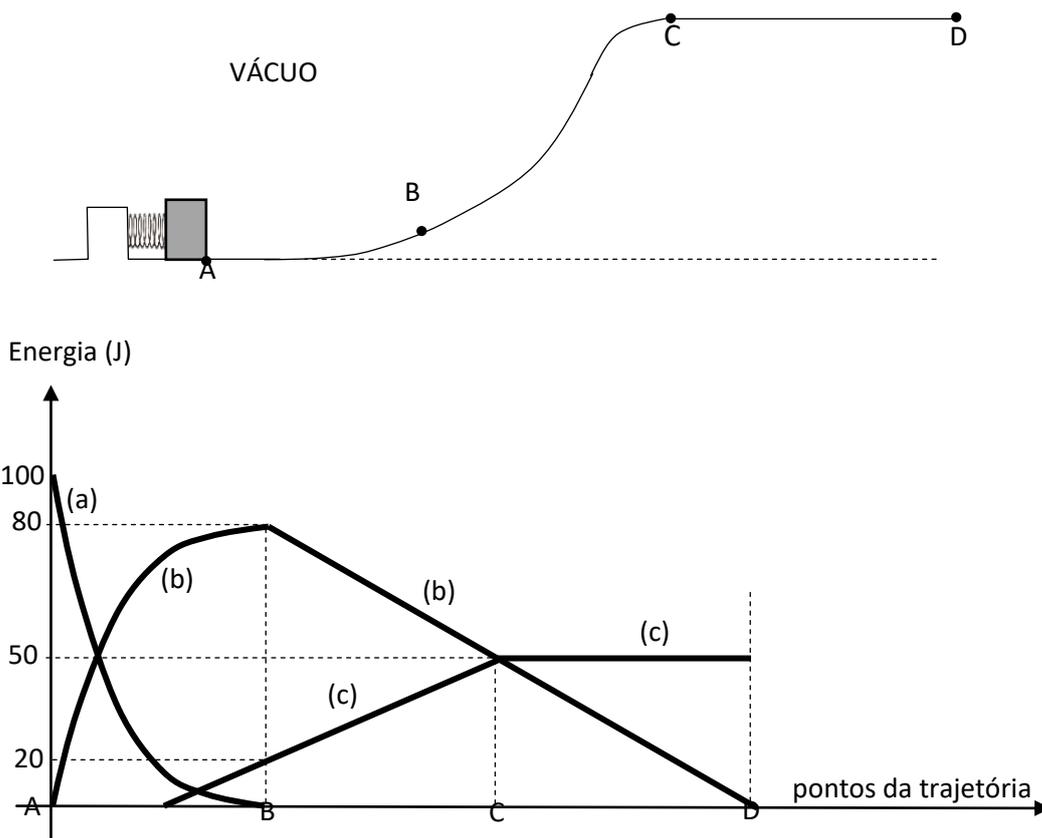


Digamos que uma cremalheira seja formada por uma engrenagem de 4 cm de diâmetro e uma barra dentada de 2,4 metros de extensão. A engrenagem está presa ao eixo de um motor e a barra dentada está presa a um portão. Nessa circunstância, ao ligar o motor, o eixo da engrenagem rotaciona na razão de  $90^\circ$  por segundo. Caso necessário, use  $\pi = 3$ .

a) Quanto tempo leva para o portão fechar totalmente, considerando que toda a barra, de uma extremidade a outra, passe pela engrenagem.

b) Diferente de uma cremalheira, o deslocamento associado à rotação da Lua é desvinculado do deslocamento associado à translação da Lua; entretanto os dois movimentos possuem o mesmo período. Sendo assim, qual a velocidade de rotação da Lua, em km/h, se a Lua completa sua translação em torno da Terra em 30 dias? Dados: raio da Lua  $R_L = 1740$  km. Considere a velocidade de rotação como a velocidade de qualquer ponto da Lua que descreva uma circunferência de raio igual a  $R_L$  em relação ao eixo de rotação da Lua.

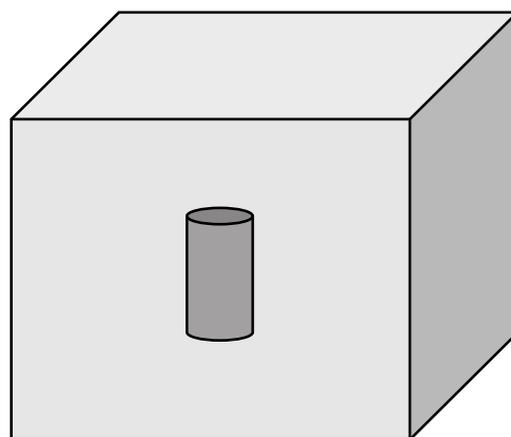
**A3.** Um bloco estava parado e encostado a uma mola comprimida. O sistema foi liberado e o bloco ganhou movimento subindo uma ladeira ondulada de A até C. Em seguida, o bloco se movimentou em um plano horizontal, CD, tudo conforme figura abaixo. Mais abaixo, foram representados graficamente os comportamentos das três energias (energia potencial gravitacional, energia cinética, energia potencial elástica) que formam a energia mecânica desse sistema.



a) Identifique as energias que estão associadas aos comportamentos (a), (b) e (c), justificando sua escolha.

b) A trajetória é dividida em três trechos: AB, BC e CD. Determine se os trechos são conservativos ou dissipativos, justificando por meio das quantidades apresentadas no gráfico. Identifique o possível motivo que gerou essa diferença entre os trechos.

**A4.** Um professor estava querendo usar uma lata de leite cilíndrica vazia para o seu experimento de hidrostática. Ele levaria para a aula a lata vazia, um balde com areia e um recipiente com água. Submeteria seus alunos ao seguinte desafio: colocar a quantidade específica de areia dentro da lata que possibilitasse a lata ficar parada dentro da água sem tocar no fundo do recipiente. Nesse caso, dizemos que a lata ficaria em equilíbrio estático dentro da água. Para tal, a densidade da lata com a areia deveria ser igual à densidade da água.



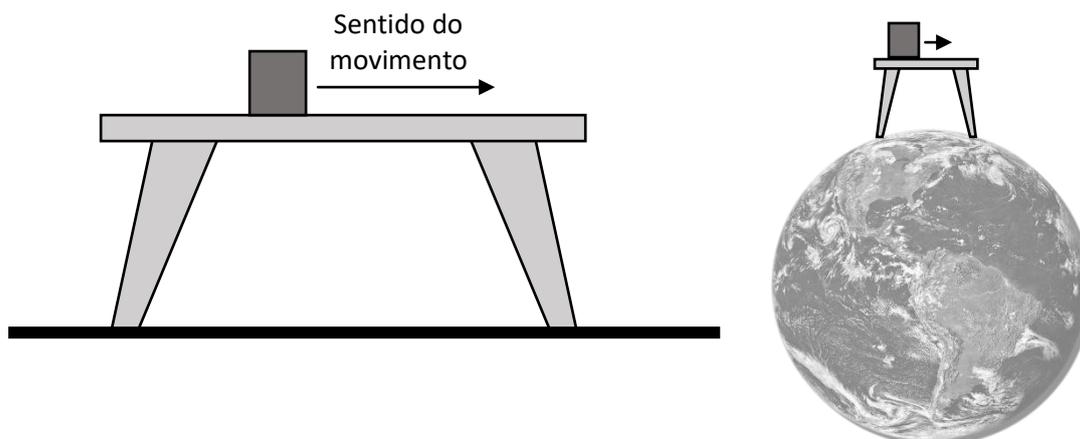
Sabe-se que a base da lata de leite que ele levaria tinha 8 cm de diâmetro e sua altura média 15 cm; sabe-se também que a lata tinha 120 g de massa e que a densidade da água é 1 kg/dm<sup>3</sup>. Nessas condições, para a lata ficar em equilíbrio estático dentro da água, quantas colheres cheias de areia devem ser colocadas na lata, aproximadamente?

Dados: densidade da areia = 1500 kg/m<sup>3</sup>

volume médio de areia em uma colher cheia = 40 cm<sup>3</sup>

$$\pi = 3$$

**A5.** Um bloco de 4 kg está em movimento sobre uma mesa horizontal fixa, conforme a imagem 1. A mesa está aplicando uma força contra o movimento do bloco de 12 N de intensidade. O planeta Terra atrai gravitacionalmente o bloco com uma força de 40 N. Na imagem 2, a mesa e o bloco foram exageradamente dimensionados para que o globo terrestre pudesse aparecer.



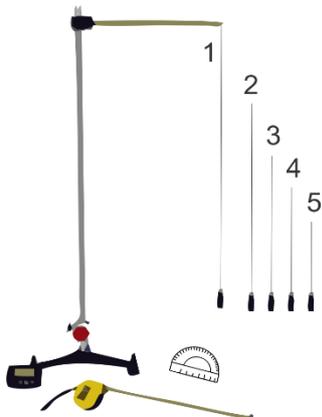
a) Reproduza as imagens na folha de resposta e identifique por meio de setas todas as forças que agem no bloco e suas reações. Para cada força identifique a sua representação geométrica (seta) escolhendo uma letra e colocando-a junto à seta. Determine a intensidade de cada força, o corpo que está aplicando-a e o corpo no qual ela está sendo aplicada.

b) Se o bloco foi lançado com 2,4 m/s para se movimentar sobre a mesa, determine quanto tempo durou o movimento do bloco e quantos centímetros o bloco se deslocou até parar sobre a mesa.

## NIVEL A - Procedimento Experimental

### Experimento do pêndulo simples para estimar a aceleração da gravidade

Para o experimento do pêndulo simples foram utilizados os seguintes materiais:



- 1 objeto metálico;
- 1 cronômetro;
- 5 comprimentos distintos de fio
- 1 transferidor;
- 1 trena.

A figura ao lado apresenta os elementos do experimento do pêndulo simples.

Primeiro foram cortados diferentes comprimentos de fio ( $L$ ) para construir o pêndulo. Assim, o experimento consistiu em medir o tempo de 10 oscilações do pêndulo simples, considerando os 5 comprimentos do fio, a fim de minimizar os erros associados às medidas. As oscilações foram feitas considerando ângulos menores que  $10^\circ$ , utilizando o auxílio do transferidor.

Na folha de dados, foram anotados os dados abaixo:

	Pêndulo 1	Pêndulo 2	Pêndulo 3	Pêndulo 4	Pêndulo 5
$L$ (m)	1,50	1,00	0,75	0,50	0,25
$t$ (s)	25,00	20,50	16,60	14,10	10,00

Para cada comprimento ( $L$ ) do fio foi medido com o cronômetro o tempo ( $t$ ) de 10 oscilações do pêndulo. Dessa forma, para obter o período do pêndulo ( $T$ ), ou seja, o tempo de uma única oscilação, foi utilizada a seguinte equação:

$$T = \frac{t}{N}$$

onde  $N$  é o número de oscilações durante o intervalo de tempo medido.

Sabendo que a equação do período de oscilação de um pêndulo simples é dada por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

**QUESTÃO A1:** Determine a aceleração da gravidade  $g$  usando os dados de cada pêndulo (considere  $\pi = 3,14$ ;  $2\pi = 6,28$ ;  $4\pi^2 = 39,48$ ).

**QUESTÃO A2:** Determine a média aritmética,  $g_{med}$ , a partir dos valores obtidos na **Questão A1** e o valor da incerteza  $\Delta g$  utilizando:

$$\Delta g = \frac{g_{max} - g_{min}}{2}$$

sendo  $g_{max}$  e  $g_{min}$ , respectivamente, o maior e o menor valor de  $g$  obtidos na **Questão A1**.

- **Procedimento na Questão A1:** Apresente, no Caderno de Resolução, os valores medidos de  $L$ ,  $t$  e os valores calculados de  $T^2$  e  $g$ , com duas casas decimais, em tabela do tipo:

	Pêndulo 1	Pêndulo 2	Pêndulo 3	Pêndulo 4	Pêndulo 5
$L(m)$					
$t (s)$					
$T^2 (s^2)$					
$g$ (unidade)					

- **Procedimento na Questão A2:** Desenvolva, no Caderno de Resolução, o cálculo do valor médio  $g_{med}$ , o cálculo de  $\Delta g$  e apresente, com duas casas decimais e a **respectiva unidade**, o resultado final de  $g$  na forma:

Valor médio de  $g \pm$  Incerteza