INSTITUTO FEDERAL
RIO DE JANEIRO

Selecon
Instituto Nacional de Seleções e Concursos

CONCURSO PÚBLICO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO

EDITAL Nº 006/2022

PADRÃO DE RESPOSTAS DA PROVA DISCURSIVA REALIZADA DOMINGO, 15 DE MAIO DE 2022.

PADRÃO DE RESPOSTAS OFICIAL

PAR – 03

FÍSICA

Nº DA QUESTÃO	Espera-se que o candidato(a) desenvolva os aspectos/conteúdos propostos a seguir.
1	O candidato deverá desenvolver o(s) conteúdo(s) com base nos seguintes aspectos: - Utilizar a conservação de energia mecânica para obter a velocidade do bloco M antes da colisão **(1,0 ponto).** - Reconhecer as características de uma colisão elástica com dois pontos materiais **(1,0 ponto).** - Aplicar o princípio de conservação de momento linear total para encontrar a velocidade do bloco m após a colisão **(2,0 pontos).** - Determinar a velocidade do bloco m no ponto crítico a partir do movimento circular **(2,0 pontos).** - Usar a conservação de energia mecânica no bloco m para encontrar a razão M/m **(4,0 pontos).** Usando o princípio da conservação de energia mecânica, é possível obter a velocidade do bloco ***M*** antes da colisão.

$$V = 2\sqrt{Rg}$$

Como a colisão entre os blocos é elástica, o módulo velocidade relativa de aproximação é igual ao módulo da velocidade relativa de afastamento. Sendo assim:

$$V = V' + v_1$$

Onde ***V'*** é a velocidade do bloco ***M*** após a colisão e ***v_1*** é a velocidade do bloco ***m*** depois da colisão. Durante a colisão, o momento linear total do sistema é conservado.

$$MV = mv_1 + MV'$$

A partir das equações anteriores, é possível obter a velocidade do bloco ***m*** após a colisão:

$$v_1 = \frac{4M\sqrt{Rg}}{M+m}$$

Para completar o "loop", a massa ***m*** precisa apresentar uma força resultante centrípeta no mínimo igual ao módulo do peso no bloco quando passa pela vertical.

$$\frac{m.v_c^2}{R} = mg$$

$$v_c^2 = Rg$$

Onde ***v_c*** é a velocidade do bloco m quando passa pelo ponto crítico, de cabeça para baixo. Aplicando o princípio da conservação de energia mecânica para o bloco ***m*** entre o ponto mais baixo e o ponto crítico do loop, temos:

$$\frac{1}{2}m.v_1^2 = \frac{1}{2}m.v_c^2 + mg2R$$

Substituindo as definições de ***v_1*** e ***v_c*** na equação acima, é possível isolar a razão ***M/m***:

<table>
<tr><td></td><td>

$$\frac{M}{m} = \frac{\sqrt{5}}{4-\sqrt{5}} \quad ou \quad \frac{M}{m} = \frac{4\sqrt{5}+5}{11}$$

Total previsto de linhas para a resposta final do(a) candidato(a): **60 linhas**
</td></tr>
<tr><td>2</td><td>

O candidato deverá desenvolver o(s) conteúdo(s) com base nos seguintes aspectos:

A) Expressar de maneira correta a pressão no interior de um fluido estático **(1,0 ponto).**
B) Obter a pressão inicial no interior da bolha utilizando a pressão no interior de um fluido estático. **(0,5 ponto)**
C) Obter a pressão final no interior da bolha utilizando a pressão no interior de um fluido estático. **(0,5 ponto)**
D) Identificar o tipo de processo sofrido pelo gás. **(1,0 ponto)**
E) Utilizar a equação de estado de um gás ideal para obter o volume inicial da bolha. **(0,5 ponto)**
F) Utilizar a equação de estado de um gás ideal para obter o volume final da bolha. **(0,5 ponto)**
G) Escrever a expressão para o trabalho realizado por um gás em termos da integral da pressão ao longo do volume. **(1,0 ponto)**
H) Utilizar a equação de estado de um gás ideal para obter o trabalho realizado pelo gás em um processo isotérmico, em função dos volumes inicial e final. **(0,5 ponto)**
I) Obter o trabalho isotérmico realizado pelo ar no interior da bolha durante a expansão em função dos parâmetros pedidos. (**0,5 ponto**)
J) Expressar de maneira correta a primeira lei da termodinâmica. **(1,0 ponto)**
K) Utilizar a primeira lei da termodinâmica para obter o calor envolvido em um processo isotérmico. **(1,0 ponto)**
L) Expressar de maneira correta a relação entre variação de entropia e o calor trocado em um processo isotérmico. **(1,0 ponto)**
M) Obter a variação de entropia durante a subida da bolha em termos das variáveis do problema. **(1,0 ponto)**

a) Durante o processo de subida, a bolha expande-se isotermicamente à temperatura *T*. Os volumes inicial V_0 e final *V* da bolha são determinados através da equação de estado de um gás ideal.

$$PV = nRT.$$

Quando a bolha está no fundo do copo, a pressão na qual está submetida é dada por $P = P_0 + dgH$, de tal modo que o volume inicial da bolha é

$$\boxed{V_0 = \frac{nRT}{P_0 + dgH}.}$$
</td></tr>
</table>

Por sua vez, quando a bolha atinge a superfície, fica sujeita à pressão atmosférica P_0, de tal modo que a bolha se expande atingindo o volume final

$$\boxed{V = \frac{nRT}{P_0}.}$$

b) O trabalho realizado pelo ar no interior da bolha é dado por

$$W = \int_{V_0}^{V} P dV,$$

sendo $P = nRT/V$ a pressão no interior da bolha a todo instante da subida. Uma vez que o ar se expande isotermicamente durante o processo e utilizando as expressões obtidas no item a, para os volumes inicial e final da bolha, temos que

$$\boxed{W = nRT \, ln\left(\frac{P_0 + dgH}{P_0}\right).}$$

c) A variação de entropia de um processo isotérmico reversível à temperatura T é dada por

$$\Delta S = \frac{Q}{T},$$

sendo Q o calor que a bolha troca com o líquido durante a subida que, em se tratando de um processo isotérmico, é dado por $Q = W$ (1ª lei da termodinâmica) e, portanto, usando o resultado do item b), obtém-se finalmente

$$\boxed{\Delta S = nR \, ln\left(\frac{P_0 + dgH}{P_0}\right).}$$

	Total previsto de linhas para a resposta final do(a) candidato(a): **60 linhas**
3	O candidato deverá desenvolver o(s) conteúdo(s) com base nos seguintes aspectos: A) Perceber e indicar a ocorrência do efeito Doppler, bem como interpretá-lo corretamente para o problema em estudo (descida da sonda) nas condições do item a **(0,5 ponto).** B) Expressar corretamente a equação dinâmica em conjunto com as forças atuando sobre o sistema (sonda) e suas expressões matemáticas para o item a **(0,5 ponto).** C) Interpretar corretamente a situação dinâmica do item a, ou seja, perceber o regime estacionário quando a velocidade é a terminal, ou seja, aceleração nula **(0,5 ponto).** D) Encontrar a expressão correta para a velocidade da sonda para o item a **(1,5 ponto).** E) Escrever corretamente a expressão para a frequência no efeito Doppler para a situação do item a **(1 ponto).** F) Perceber e indicar a ocorrência do efeito Doppler, bem como interpretá-lo corretamente para o problema em estudo (descida da sonda) nas condições do item b **(0,5 ponto).** G) Expressar corretamente a equação dinâmica em conjunto com as forças atuando sobre o sistema (sonda) e suas expressões matemáticas para o item b **(0,5 ponto).** H) Interpretar corretamente a situação dinâmica do item b, ou seja, perceber a situação de não equilíbrio, aceleração não nula **(0,5 ponto).** I) Encontrar a expressão correta para a velocidade da sonda para o item b **(2,5 pontos).** J) Escrever corretamente a expressão para a frequência no efeito Doppler para a situação do item a **(2 pontos).** A frequência do sinal sonoro recebido pelo observador difere da frequência do sinal emitido pela fonte se há movimento relativo entre estes por causa do efeito Doppler, dado, quando o observador está parado, pela expressão $$\frac{f_{obs}}{v_{som}} = \frac{f_{fonte}}{v_{som} - v_{fonte}}$$ Onde f_{obs} é a frequência percebida pelo observador, f_{fonte} é a frequência emitida pela fonte, v_{fonte} é a velocidade da fonte, indicada como v no enunciado e v_{som} é a velocidade do som no meio. A velocidade da fonte deve ser calculada. Por uso da mecânica newtoniana $\vec{F}_{ressultante} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$, ou seja, $\vec{E} - \vec{P} + \vec{F_a} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$ Atuam o empuxo $\|\vec{E}\| = \frac{4}{3}\pi.R^{3.}\rho.g$, o peso $\|\vec{P}\| = m.g$ e a força de arraste $\vec{F_a}$, indicada no enunciado.

a) A frequência do sinal que reflete no fundo é aumentada por causa da aproximação da fonte ao fundo. Contudo, é indicado que se encontre essa frequência quando a velocidade terminal é encontrada, ou seja, para aceleração nula. Assim

$\frac{4}{3}\pi.R^{3}.\rho.g - m.g + 6.\pi.\eta.R.v_s = 0$, o que indica $v_s = \left(\frac{3.m - 4\pi.R^{3}.\rho}{18.\pi.\eta.R}\right).g$

Sendo essa a velocidade da fonte e, substituindo na expressão do efeito Doppler e manipulando, temos

$$f_O = \frac{18.\pi.\eta.R.v}{18.\pi.\eta.R.v - 3.m.g + 4.\pi.R^{3}.g.\rho} f$$

b) Para o caso geral pedido na letra b, a equação dinâmica é dada por:

$\frac{4}{3}\pi.R^{3}.\rho.g - m.g + 6.\pi.\eta.R.v_s = -\frac{dv_s}{dt}$, cuja integração fornece

$$v_s = A\left(1 - e^{\frac{-6.\pi.\eta.R.t}{m}}\right)$$

em que $A = \frac{3.m.g - 4\pi.R^{3}.\rho.g}{18.\pi.\eta.R}$.

Assim, a expressão para a frequência recebida (fonte se afastando da superfície) é

$$f_R = \frac{f.v}{v + A\left(1 - e^{\frac{-6.\pi.\eta.R.t}{m}}\right)}$$

Total previsto de linhas para a resposta final do(a) candidato(a): **60 linhas**