



UFOP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas

Programa de Pós-graduação em Ensino de
Ciências - nível mestrado profissional

Seleção da primeira etapa de avaliação
em conhecimentos específicos

Instruções para a realização da prova

- Nesse caderno responda às questões da prova de conhecimentos específicos de **Ensino de Física** (Questões 1 a 3).
- A prova deve ser feita à caneta, azul ou preta.
- Atenção: nas questões que exigem cálculo, não basta escrever apenas o resultado final. É necessário mostrar a resolução ou o raciocínio utilizado para responder às questões.
- Durante a realização das provas **não é permitido** o uso de qualquer aparelho eletrônico (calculadoras, relógios, celulares, *iPad's*, *tablets*). Estes aparelhos **devem permanecer desligados** e guardados embaixo das carteiras dos participantes.
- A duração total da prova é de **03 (três) horas**.

Número de inscrição do(a) candidato(a):

ATENÇÃO

Os rascunhos **não** serão considerados na correção.

Seleção da primeira etapa de avaliação em conhecimentos específicos

Identificação do(a) candidato(a): _____

QUESTÃO 1

O movimento oblíquo é um exemplo frequente nas aulas sobre cinemática. Em sua descrição, o móvel ou projétil descreve simultaneamente movimentos na vertical e horizontal o que condiz com várias situações cotidianas como, por exemplo, o movimento de uma bola de basquete arremessada a cesta.

Considere a situação ilustrada na Figura 1. Um projétil (uma bola de basquete) é lançado de um ponto localizado a 2 m de altura do solo, com velocidade inicial de 14 m/s, formando um ângulo de 45° com a horizontal. A 4 m de distância (na horizontal) do ponto de lançamento há um muro. Quando o projétil colide contra o muro, a componente horizontal de sua velocidade é revertida (inversão do sinal, sentido da velocidade) enquanto a componente vertical permanece inalterada pela colisão.

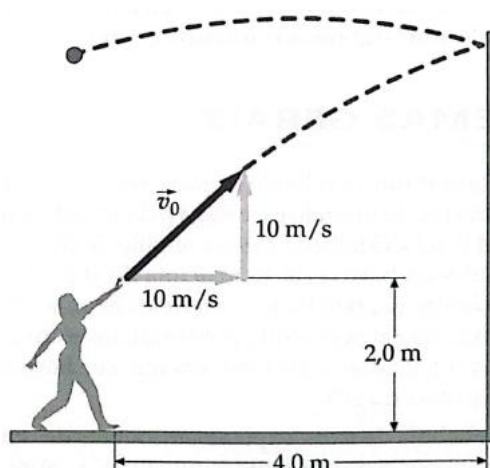
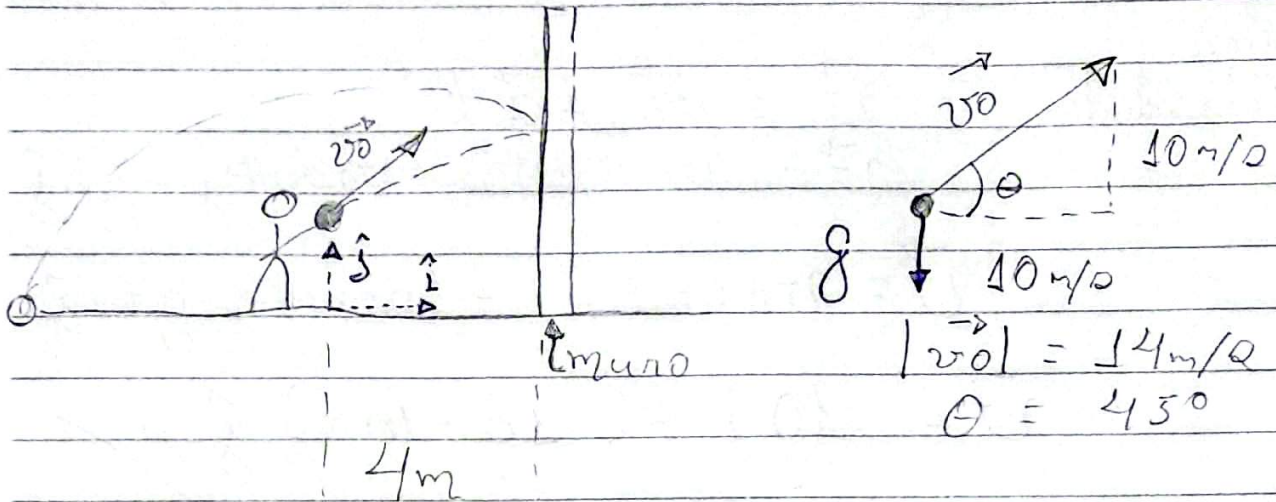


Figura 1. Ilustração de esquema para o lançamento de um projétil (bola de basquete).

- Quanto tempo a bola/projétil permaneceu no ar até atingir o muro?
- Quanto tempo a bola/projétil permaneceu no ar após a colisão com o muro?
- Quais as coordenadas (x,y) do ponto onde a bola toca o muro?
- Quais as coordenadas (x,y) do ponto onde a bola toca o solo?
- Imagine agora que não houvesse o muro, tão pouco a colisão entre o projétil e este muro. Assim, o projétil seguiria seu movimento sem a inversão na componente horizontal da velocidade gerada pela interação com o muro. Discuta estabelecendo paralelos entre estas duas situações (com muro e sem muro): o que se pode dizer sobre o tempo de voo do projétil, as distâncias percorridas nas duas direções, altura, alcance e demais características do movimento oblíquo?

Questão sobre lançamento de projéteis (movimento oblíquo)



-> Equações cinemáticas

• Origem no solo, logo abaixo do ponto de lançamento do projétil, logo

$$\vec{r}_0 = (0, 2) = 0\hat{i} + 2\hat{j} //$$

$$\vec{v}_0 = v_0 \cos\theta \hat{i} + v_0 \sin\theta \hat{j}$$

$$\vec{v}_0 = 10\hat{i} + 10\hat{j} //$$

$$\vec{a} = -g\hat{j} //$$

Vetor
Aceleração $\vec{a} = -g \hat{j}$

Vetor
velocidade $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$
 $\vec{v} = v_0 \cos \theta \hat{i} + v_0 \sin \theta \hat{j} - gt \hat{j}$
 $\vec{v} = v_0 \cos \theta \hat{i} + (v_0 \sin \theta - gt) \hat{j}$

$$\vec{v} = 10 \hat{i} + (10 - 10t) \hat{j}$$

Vetor
posição $\vec{r}(t) = x(t) \hat{i} + y(t) \hat{j}$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

$$\vec{r}(t) = (0\hat{i} + 2\hat{j}) + (10\hat{i} + 10\hat{j})t + \frac{1}{2}(-gt^2) \hat{j}$$

usando $g \approx 10 \text{ m/s}^2$

$$\vec{r}(t) = (0 + 10t) \hat{i} + (2 + 10t - 5t^2) \hat{j}$$

onde $x(t) = 10t$

e $y(t) = -5t^2 + 10t + 2$

a) tempo projétil até o muro; t_m

O projétil está, horizontalmente (x),
distante $4m$ do muro

$$x(t) = 10t \quad ; \quad \text{para } x = 4m \\ t = t_m$$

$$x(t_m) = 4 = 10t_m$$

$$\text{logo } t_m = 0,4s$$

b) tempo projétil permanece no ar após
a colisão; $t_{após}$

1º - Calcular o tempo de voo do
projétil; t_v

2º - Notar que a colisão é elástica
e não afeta o movimento
na direção vertical

3º - $t_{após} = t_v - t_m$

$$y(t) = -5t^2 + 10t + 2 \quad \text{para } t = t_v \\ \text{projétil } y = 0m \\ \text{no solo!}$$

$$y(t_v) = 0 = -5t_v^2 + 10t_v + 2$$

$$5t_v^2 - 10t_v - 2 = 0$$

$$t_v = \frac{10 \pm \sqrt{10^2 - 4 \cdot 5 \cdot (-2)}}{2 \cdot 5}$$

$$t_v = \frac{10 \pm \sqrt{140}}{10} \quad \text{logo } t_v' = -0,18 \text{ s}$$

$$t_v'' = 2,18 \text{ s} //$$

Logo, o projétil permanecerá $t_v = 2,18 \text{ s}$ no ar. Se ele colide com o muro após $t_m = 0,4 \text{ s}$, sobrará ainda

$$t_{\text{após}} = 2,18 - 0,4 = 1,78 \text{ s} //$$

C-) Coordenadas que localizam o ponto onde o projétil colide no muro.

• Note a definição prévia da origem.

O projétil move-se por $t_m = 0,4 \text{ s}$ até colidir

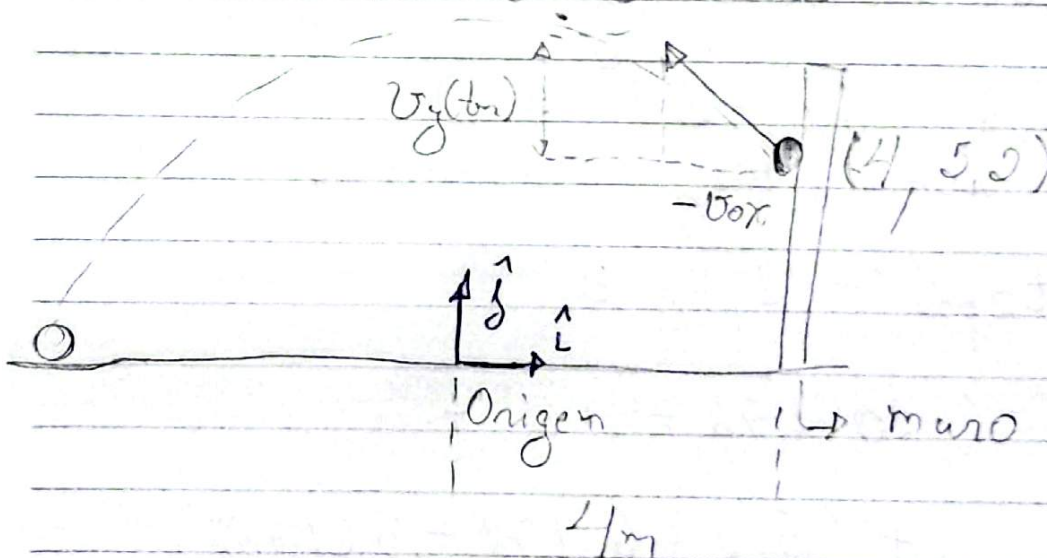
$$\vec{r}(t) = 10t \hat{i} + (-5t^2 + 10t + 2) \hat{j}$$

Calculando para $t = t_m = 0,4 \text{ s}$

$$\vec{r}(tm) = 10 \cdot 0,4 \hat{i} + (-5(0,4) + 10 \cdot 0,4 + 2) \hat{j}$$

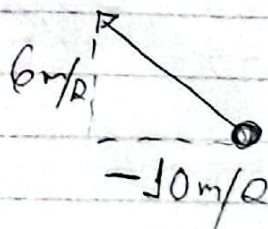
$$\vec{r}(tm) = 4 \hat{i} + 5,2 \hat{j} = (4, 5,2)$$

d-) Para a obtenção das coordenadas que localizam o ponto de contato do projétil com o solo, deve-se considerar a colisão:



• Calculando v_y no momento da colisão

$$v_y(tm) = 10 - 5 \cdot 0,4 = 6 \text{ m/s}$$



A colisão é elástica e por isso altera a direção da componente horizontal da velocidade.

Escrevendo um vetor \vec{r}' que localize o projétil após a colisão

$$\vec{r}(t) = (-10t + 4)\hat{i} + (5,2 + 6t - 5t^2)\hat{j}$$

onde t é contado após a colisão!

Para tocar o solo

$$5,2 + 6t - 5t^2 = 0$$

que tem uma raiz exatamente

$$t_{após} = 1,78 \text{ s}$$

$$\vec{r}(t_{após}) = (-10 \cdot 1,78 + 4)\hat{i} +$$

$$+ (5,2 + 6 \cdot 1,78 - 5(1,78)^2)\hat{j}$$

$$\vec{r}(t_{após}) = -13,8\hat{i} + 0\hat{j}$$

Só, o projétil tocará o solo ($y=0$) em uma posição horizontal 13,8 m após do ponto de lançamento.

e) Curiosamente, a colisão pouco influencia no movimento deste projétil, exceto na alteração da direção horizontal do movimento no momento/ instante da colisão.

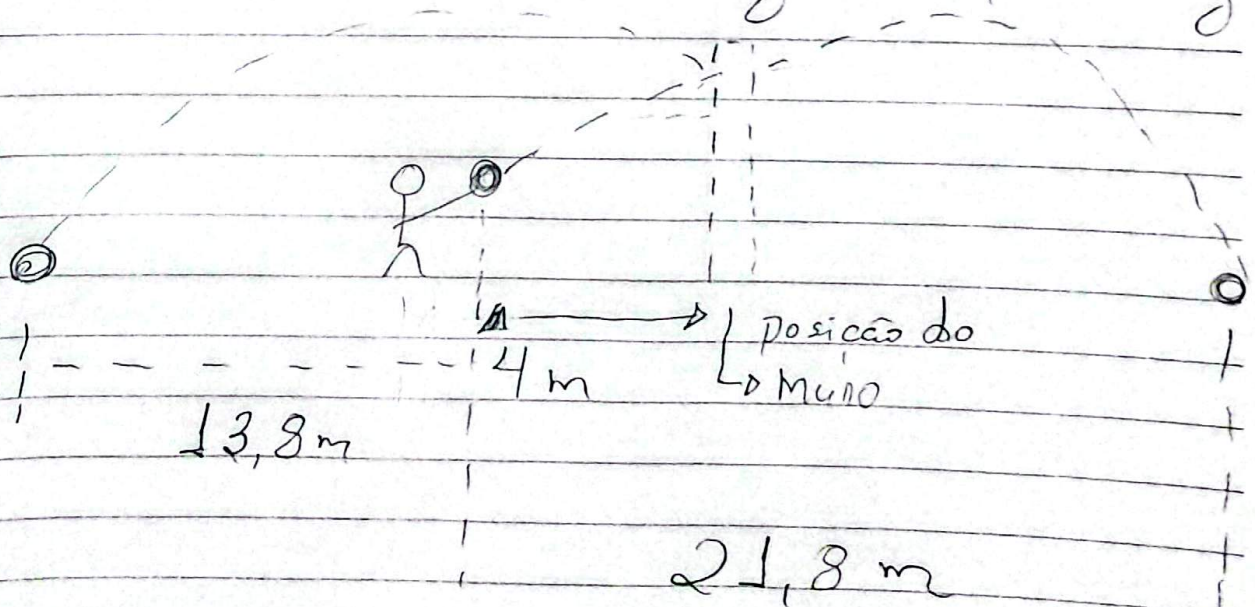
Note que a colisão é elástica, assim mantém-se a energia, resultando no mesmo tempo de voo e distâncias percorridas (horizontal e vertical) pelo projétil.

Vejamos, se desprezarmos a colisão (ou a existência do muro)

$$\vec{r}^p(t) = 10t\hat{i} + (-5t^2 + 10t + 2)\hat{j}$$

onde calculou-se $t_v = 2,18\text{ s}$

$$\vec{r}^p(t_v) = 10 \cdot 2,18\hat{i} + 0\hat{j} = 21,8\hat{i} + 0\hat{j}$$



O projétil percorre 4m, colide, volta 4m e toca o solo 13,8m atrás da origem
 $4 + 4 + 13,8 = 21,8\text{ m}$

Identificação do(a) candidato(a): _____

QUESTÃO 2

Uma nuvem eletrizada se descarrega através de um para-raios de cobre. O fenômeno dura $t = 1 \times 10^{-4}$ segundos e funde cerca de 500g de cobre, inicialmente a 30°C .

Dados: temperatura de fusão do cobre, $T_{\text{fusao}} = 1.100^\circ\text{C}$; calor específico médio do cobre, $c_{\text{cobre}} = 0,080 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$; calor latente de fusão do cobre, $L_{\text{fusao}} = 43 \text{ cal/g}$ e $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.

- a) Qual a energia em Joules despreendida para aquecer e fundir essa massa de cobre?

$$\Delta Q_{\text{total}} = mc\Delta T + mL$$

Substituindo os valores dados: $m = 500 \text{ g}$,
 $c = 0,80 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$, $\Delta T = 1100 - 30 = 1070^\circ\text{C}$ e

$$L = 43 \text{ cal/g}$$

$$\Delta Q_{\text{total}} = (500)(0,080)(1070) + (500)(43) =$$
$$= 42800 + 21500$$

$$\Delta Q_{\text{total}} = 64300 \text{ cal}$$

$$\text{Como } 1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}, \Delta Q_{\text{total}} = (64300) \cdot (4,2) =$$
$$= 270060$$

$$\text{J} \approx 270 \text{ kJ.}$$

- b) Qual a potência média da descarga?

b) A potência média é definida por:

$$P_m = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{270060 \text{ J}}{10^{-4} \text{ s}} = 270060 \cdot 10^4 \approx$$

$$\approx (2,7 \cdot 10^5) \cdot 10^4 = 2,7 \cdot 10^9 \text{ W} = 2,7 \text{ GW}$$

- c) Quantas lâmpadas de 100 W poderiam ser acendidas, com luminosidade total com esta energia despreendida?

c) O número de lâmpadas é dado pela potência média da descarga dividida pela potência de uma lâmpada, ou:

$$1 \text{ lâmpada} \rightarrow 100 \text{ W}$$

$$n \text{ lâmpadas} \rightarrow 2,7 \cdot 10^9 \text{ W}$$

$$n = \frac{2,7 \cdot 10^9}{100} = 2,7 \cdot 10^7 = 27 \cdot 10^6 = 27 \text{ milhões de}$$

lâmpadas

Identificação do(a) candidato(a): _____

QUESTÃO 3

Michael Frayn escreveu em 1997 a peça teatral *Copenhague*, na qual assuntos da Física Quântica são debatidos por seus personagens, dentre os quais os físicos Niels Bohr e Werner Heisenberg. Abaixo, temos um trecho de diálogo de tal peça teatral.

HEISENBERG: Escuta. Copenhague é um átomo. Margrethe é seu núcleo.

BOHR: Sim, sim...

HEISENBERG: Agora, Bohr é um elétron. Ele está passeando pela cidade em algum lugar da escuridão, ninguém sabe onde. Ele está aqui, ele está lá, ele está em todo lugar e em lugar algum. Lá em cima, no Parque, lá embaixo, no centro da cidade. Passando em frente à Prefeitura, pelo porto. Eu sou um fóton. Um *quantum* de luz. Eu sou mandado para a escuridão para achar Bohr. Eu o encontro, eu dou um jeito de colidir com ele... Mas o que foi que aconteceu? Olha, ele ficou mais lento, ele se desviou. Ele não está mais andando enlouquecidamente como estava antes de eu ir até ele.

BOHR: Mas, Heisenberg, Heisenberg! Você também foi desviado! Se as pessoas podem ver por onde você caminhou até me encontrar, então elas podem descobrir por onde eu devo ter caminhado! O problema é saber o que aconteceu com você! Porque para entender como as pessoas te veem, a gente tem que te tratar não como uma partícula, mas como uma onda. Eu tenho que usar não só a sua mecânica de partículas, eu tenho que usar a função de onda de Schrödinger.

HEISENBERG: Eu sei – eu coloquei isso num *post-scriptum* no meu artigo.

BOHR: Todos lembram do artigo – ninguém se lembra do *post-scriptum*. Mas a questão é fundamental. Partículas são coisas completas em si mesmas. Ondas são perturbações em outra coisa.

[...]

BOHR: Elas são uma coisa ou a outra. Ou são partículas ou são ondas. Não podem ser as duas coisas ao mesmo tempo. Nós temos que escolher uma forma ou outra de olharmos para elas. Mas na medida em que escolhemos, já não podemos saber tudo sobre elas.

HEISENBERG: [...] É claro que o lugar para onde você vai quando passeia é determinado pelos seus genes e pelas várias forças físicas agindo em você. Mas também é determinado pelo impenetrável capricho de um momento para o outro. Assim, nós não podemos compreender completamente seu comportamento, sem olhar para você das duas maneiras ao mesmo tempo.

É possível explicitar através do diálogo alguma das interpretações dos primeiros desenvolvimentos teóricos da Física Quântica, historicamente surgida nas primeiras décadas do século XX? Explique sua resposta.

R = Um dos principais pontos de interpretação da Física Quântica na concepção hegemônica da dita “*escola de Copenhague*” (conhecida também como “*interpretação ortodoxa*”), liderada pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), diz respeito à noção de dualidade onda-partícula. Em sua “*versão forte*” do princípio da complementaridade, os entes quânticos (objetos abaixo da escala microscópica) exibem características ou corpusculares ou ondulatórias, de modo complementar, pois necessita-se de ambos os aspectos (ora um, ora outro) para uma descrição completa, a depender do fenômeno total (o observador e o experimento – sua montagem e realização), porém sem afirmar qual a natureza concreta de tais entes, como se vê no trecho:

“BOHR: Elas são uma coisa ou a outra. Ou são partículas ou são ondas. Não podem ser as duas coisas ao mesmo tempo. Nós temos que escolher uma forma ou outra de olharmos para elas. Mas na medida em que escolhemos, já não podemos saber tudo sobre elas.”