



FÍSICA

1

MECÂNICA I

Mecânica Gráfica para alunos do ensino médio utilizando o PUCK

4. Movimento de projéteis

NOME _____
ESCOLA _____
EQUIPE _____ SÉRIE _____
PERÍODO _____ DATA _____

QUESTÃO PRÉVIA

“Um telejornal reproduziu o gol de um famoso jogador de futebol, colocando na trajetória da bola, a velocidade instantânea da bola (fig. 4.1). Estão corretas as velocidades colocadas? Justificar a resposta.”

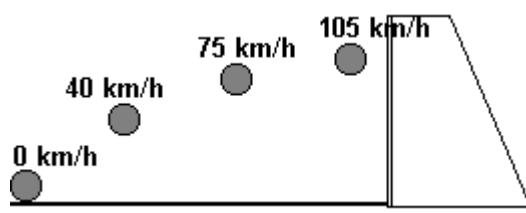


Figura 4.1 – Trajetória da bola de futebol com as respectivas velocidades instantâneas

Resposta

OBJETIVOS

- Analisar a trajetória de um projétil, considerando:
 - O movimento na vertical (Y) e na horizontal (X)
 - O tipo de movimento em cada direção.
- Verificar o Princípio da Independência dos Movimentos de Galileu

INTRODUÇÃO

Princípio da Independência dos Movimentos (Galileu)

O movimento de um projétil bola é um **movimento bidimensional**, sendo realizado nas direções horizontal (X) e vertical (Y); este movimento é composto de dois tipos movimentos:

- movimento uniforme na direção horizontal (X)
- movimento uniformemente variado na direção vertical (Y)

Galileu já sabia disto no século XVI, e baseando-se em fatos experimentais, enunciou o **Princípio da Independência dos Movimentos**, que diz o seguinte:

“Quando um móvel realiza um movimento composto cada um dos movimentos componentes se realiza como se os demais não existissem.”

No nosso caso este princípio se aplica, porque o movimento na direção horizontal se realiza uniformemente, independente do movimento na vertical que é uniformemente variado.

ANÁLISE VETORIAL / MOVIMENTO DE PROJÉTEIS

A fig. 4.2 mostra a trajetória de uma bola de futebol. Foram traçados os vetores velocidade, V_0 , V_1 , V_2 , V_3 , V_4 , V_5 e V_6 , que são tangentes a cada ponto da trajetória. Na figura também está indicado o alcance, A, e a altura máxima da bola, H.

Estes vetores velocidade apresentam as componentes, V_x e V_y , para cada posição, nas direções X e Y (fig. 4.2).

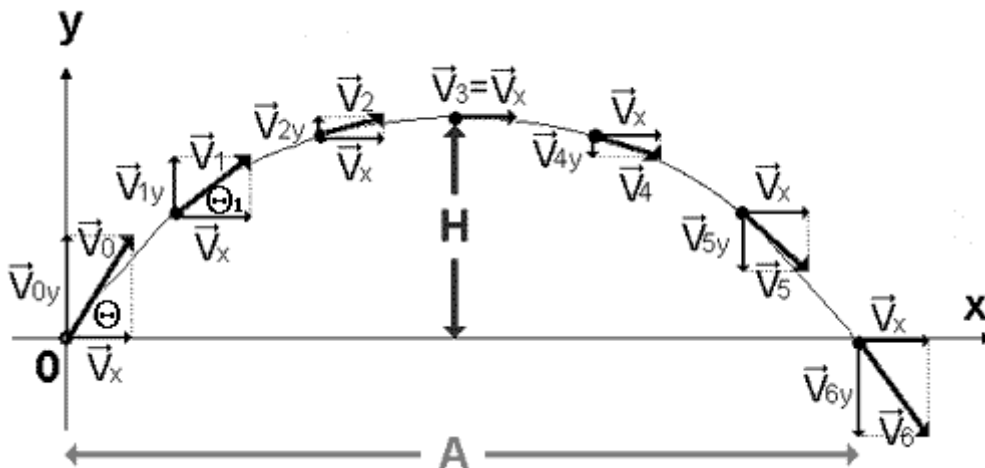


Figura 4.2 - Trajetória de um projétil (a bola de futebol), mostrando os vetores velocidade e suas componentes vetoriais

O vetor resultante V (fig. 4.3) é dado pela soma dos dois vetores V_x e V_y :

$$V = V_x + V_y \quad (4.2)$$

Pode-se determinar o módulo do vetor velocidade, V , para cada posição, sendo conhecidos os módulos das componentes, V_x e V_y (fig. 4.4), obtendo:

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2 \quad (4.3)$$

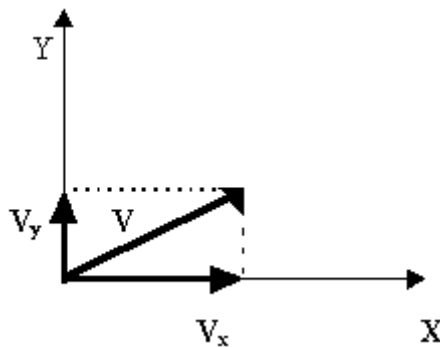


Figura 4.3 - Vetor velocidade V e as componentes V_x e V_y

MATERIAL NECESSÁRIO

- PUCK e mesa
- 1 régua
- 1 folha de papel milimetrado grande (formato A₃)
- 2 folhas de papel milimetrado para fazer os gráficos

PROCEDIMENTO

- Fixe a folha de papel milimetrado grande no centro da mesa, tal que fique paralelo às bordas da mesa, ou use a própria mesa de vidro e depois passe os pontos obtidos da trajetória para o papel milimetrado.
- Incline a mesa, colocando um calço (altura do calço ~ 5 cm).
- Faça o PUCK descer em linha reta, próximo da borda do papel, para verificar a "direção do prumo".
- Lance o PUCK lateralmente para cima, tal que a sua trajetória seja uma parábola.

- Adote um sistema de eixos cartesianos de forma adequada, fazendo com que a origem do sistema de eixos cartesianos (0,0) coincida com a origem da trajetória do PUCK no papel, e o eixo Y fique paralelo à "direção do prumo".
- Marque a cada seis intervalos as posições do PUCK para realizar as medidas.
- A análise deste movimento constará de duas partes:

Movimento na direção X: faça as medidas dos espaços x e os correspondentes tempos (t) para cada seis intervalos (movimento bidimensional) e coloque os valores na tabela 4.1.

Movimento na direção Y: faça as medidas do espaço y na direção Y e os correspondentes tempos (t) e coloque os valores na tabela 4.2.

QUESTÕES

Responda às seguintes questões considerando os resultados obtidos nas tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 e a trajetória do PUCK.

- 1) Determine o valor médio da velocidade, considerando os valores obtidos na tabela 4.1.
Valor médio de $V_x =$
- 2) Determine o valor médio de a_y , considerando os valores obtidos na tabela 4.2.
Valor médio de $a_y =$
Observação: O valor encontrado será diferente do valor da aceleração da gravidade, porque esta experiência não é um lançamento real de projéteis, mas uma simulação de lançamento de projéteis.
- 3) O movimento na direção x é uniforme? Justifique a resposta, verificando se a velocidade V_x é aproximadamente constante (tabela 4.1).
- 4) E na direção y , o movimento é uniformemente variado? Justifique a resposta, verificando se a aceleração é aproximadamente constante (tabela 4.2).
- 5) Faça os gráficos: x versus t , y versus t
- 6) Analisando os gráficos do item 5, o que você conclui com relação aos tipos de movimento, são os mesmos dos itens 3 e 4?
- 7) Calcule os módulos do vetor velocidade (V) para cada posição, a partir da origem, considerando os valores das componentes V_x e V_y obtidos nas tabelas 4.1 e 4.2, respectivamente, (adição de dois vetores perpendiculares), colocando estes valores na tabela 4.3.
- 8) Como as velocidades obtidas no item 8 variam na subida e na descida do PUCK?
- 9) Analisando a trajetória do PUCK, qual o valor da altura máxima e em que instante atingiu esta altura? Qual o alcance e em que instante o atingiu? Estas medidas são obtidas através da própria trajetória do PUCK (fig. 4.2 - Projéteis).
- 10) E agora você consegue responder a questão prévia?
Dê as conclusões e as sugestões para a melhoria do experimento.

Tabela 4.1 - Movimento de Projéteis

X (cm)	t (s)	ΔX (cm)	Δt (s)	V_x (cm/s)

Tabela 4.2 - Movimento de Projéteis

Y (cm)	t (s)	ΔY (cm)	Δt (s)	V_y (cm/s)	ΔV_y (cm/s)	a_y (cm/s ²)

Tabela 4.3 - Movimento de Projéteis

V_x (cm/s)							
V_y (cm/s)							
V (cm/s)							