CDCC - USP
EXPERIMENTOTECA

FÍSICA 1

MECÂNICA I

Mecânica Gráfica para alunos do ensino médio utilizando o PUCK

8. Conservação da energia mecânica

NOME ________________________________
ESCOLA________________________________
EQUIPE ____________ SÉRIE____________
PERÍODO __________ DATA ____________

QUESTÃO PRÉVIA

"Uma esfera foi abandonada sucessivamente das posições A, B, C e D (fig. 8.1). Coloque na figura as posições A´, B´, C´e D´ que em ela atinge o solo. Justificar a resposta."

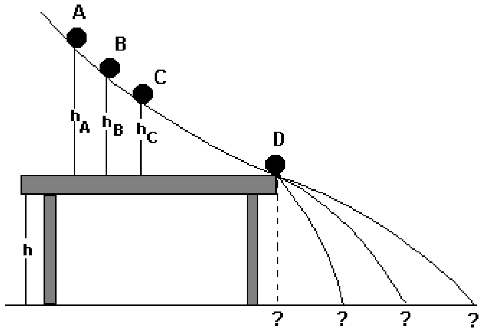

Figura 8.1 – Trajetórias da esfera abandonada das posições A, B, C e D

Resposta

OBJETIVOS

- Discutir os conceitos de trabalho, energia cinética e potencial
- Estudo da conservação da energia mecânica

TRABALHO

Como que você definiria trabalho?
Provavelmente você responderia um esforço mental ou físico realizado por uma pessoa ou uma máquina.
Não está errado, mas vamos ver como ficaria a definição de trabalho em mecânica.
O trabalho é realizado por uma força e precisa ter outras condições para que seja realizado um trabalho.
Há *duas condições* para que uma força realize trabalho:

i) Que haja *deslocamento*
ii) Que haja *força ou componente da força na direção do deslocamento*.

Definição de trabalho em mecânica: é o produto da força ou componente da força na direção do deslocamento, pelo deslocamento.

Notação: T (trabalho)

$$T = F \cdot d \qquad 8.1$$

Expressão: T = F . d 8.1

Observe que o trabalho é uma grandeza escalar porque é decorrente do produto escalar de duas grandezas vetoriais **F** e **d.**
Quando a força atua na direção do deslocamento o trabalho é simplesmente o produto do módulo da força pelo módulo do deslocamento (fig.8.2):

Expressão: $T = F\, d$ 8.2

E quando a força não atua na direção do deslocamento? Neste caso projetamos a força na direção do deslocamento e determinamos a sua componente e a expressão para calcular o trabalho será (fig.8-3):

Expressão: $T = (F \cos \theta)\, d$ 8.3

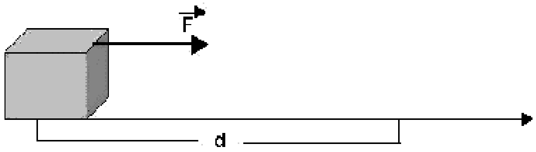

Figura 8.2 *- Realização de um trabalho da força F na direção do deslocamento d*

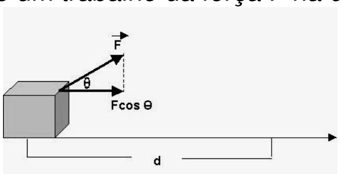

Figura 8.3 *- Trabalho realizado pela componente da força na direção do deslocamento*

Unidade de trabalho - SI
U (T) = U (F) U (L)
(unidade de trabalho = unidade de força x unidade de comprimento)

No Sistema Internacional a unidade de força (U (F)) é 1 newton (1 N) e a do comprimento (U(L)) 1 metro (1 m), portanto:
U (T) = 1 newton x 1m = 1 joule (1 J)
1 joule é o trabalho realizado por uma força de 1 N para deslocar o bloco a uma distância de 1 m.

Energia - Energia cinética e potencial

Energia é a capacidade de realizar trabalho.
Energia cinética (E_c) está associada ao movimento do corpo (cine = movimento) e é definida como sendo a metade do produto da massa pelo quadrado da velocidade do corpo:

Expressão: $E_c = (m\, v^2) / 2$ 8.4

*O trabalho realizado pela força resultante **F** (conservativa) que desloca um corpo de uma posição para outra, é igual à variação de energia cinética".*

$T = E_{c\ (final)} - E_{c\ (inicial)}$ 8.5

Observe que a unidade de energia é a mesma de trabalho, ou seja, no SI é o joule (J).

Energia potencial: quando um objeto de massa m está a uma determinada altura em relação a um nível de referência, ele tem capacidade de realizar um trabalho; esta energia associada à posição que o objeto está que é denominada energia potencial gravitacional (E_p). A energia potencial gravitacional (E_p) é calculada como sendo o produto do peso do objeto pela altura que ele está em relação a um nível de referência:

$E_p = p\, h = m\, g\, h$ 8.6

Conservação da energia mecânica

A energia mecânica (E_{mec}) de um sistema é a soma da energia cinética e da energia potencial.

Princípio da Conservação da Energia Mecânica

"Na ausência de forças dissipativas, a energia mecânica total do sistema se conserva, ocorrendo transformação de energia potencial em cinética e vice-versa (fig. 8.4)."

Podemos escrever:

$$E_{mec} = E_p + E_c = \text{constante} \qquad 8.7$$

onde $E_p = m\,g\,h$ e $E_c = (m\,v^2)/2$. Substituindo em 8.7, obtemos:

$$E_{mec} = m\,g\,h + (m\,v^2)/2 = \text{constante}$$

ou

$$E_{mec}/m = g\,h + v^2/2 = \text{constante} \qquad 8.8$$

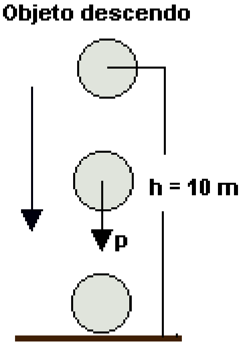

Figura 8.4 - Queda livre de um objeto

MATERIAL NECESSÁRIO

- PUCK e mesa
- 1 folha de papel sulfite
- 1 régua

PROCEDIMENTO

- Coloque um calço (de altura 5 cm aproximadamente) sob a mesa, deixando-a inclinada.
- Fixe o papel sulfite no meio da mesa ou use a própria mesa e depois passe os pontos para o papel.
- Posicione o PUCK na parte mais alta da mesa, abandonando-o, para que este desça a mesa em uma trajetória retilínea.
- Repita a experiência se o PUCK não fizer uma trajetória retilínea.
- Escolha uma origem ($S_0 = 0$), desprezando os primeiros pontos.
- A partir da posição inicial (S_0), a cada seis intervalos, marque as posições S_1, S_2, S_3...
- Meça com a régua os espaços, e coloque os dados de espaços (S) e tempos (t) na **tabela 8.1**. Lembre-se de que a cada seis intervalos, o tempo decorrido é igual a 0,1 s.
- Calcule as velocidades médias, para cada duas posições consecutivas, e coloque esses valores na **tabela 8.1:** $V_{média} = \Delta S/\Delta t$.

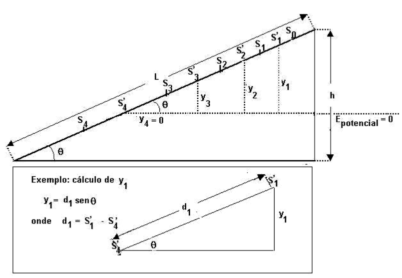

Figura 8.5 - Posições ocupadas pelo PUCK quando desce um plano inclinado e as posições intermediárias

- Calcule o sen $\theta = h / L$ (fig. 8.5) onde L é o comprimento da mesa de vidro (incluindo os niveladores) e h é a altura do calço colocado.
- Calcule os valores intermediários S' para cada intervalo como sendo $(S_0 + S_1)/2$, $(S_1 + S_2)/2$,...

- Calcule a distância d como sendo $d_i = S'_i - S'_n$ onde $i = 1, 2, 3,...$ n e S'_n é a última posição intermediária considerada na descida do PUCK, tal que nesta posição vamos considerar $E_p = 0$. Coloque estes valores na **tabela 8.1**
- Observe que quando o PUCK está na última posição $y_n = 0$. O valor de y é calculado como sendo: $y_i = d_i \operatorname{sen} \theta$ (figura 8.1). Coloque estes valores na **tabela 8.1.**
- Calcule a soma de $g\, y + 1/2\, v^2$ para cada posição que é o valor da energia mecânica dividido pela massa. Coloque estes valores na **tabela 8.1.**

QUESTÕES

1) São constantes os valores de E_{mec}/m obtidos na tabela 8.1?
2) Calcule o valor médio das E_{mec}/m obtidas na **tabela 8.1**.
3) E agora você consegue responder a questão prévia?

Procure resumidamente dar as conclusões, críticas e sugestões para melhoria do experimento.

Parâmetros

sen θ (seno do ângulo de inclinação do plano):

g (valor da aceleração da gravidade em cm/s^2):

Tabela 8.1 - Conservação da Energia Mecânica								
S (cm)	t (s)	ΔS (cm)	Δt (s)	V (cm/s)	S' (cm)	d (cm)	y = d sen θ (cm)	$g\, y + 1/2\, v^2$ (erg / g)