

CONCEITOS CINÉTICOS PARA O MOVIMENTO HUMANO

Prof. Dr. Guanys de Barros Vilela Junior

Conceitos Dinâmicos

- **Lei da Inércia:** todo corpo tende a permanecer no seu estado (repouso ou movimento) a menos que uma força externa resultante atue sobre o mesmo.
- **Lei da Ação e Reação:** quando um corpo exerce uma força sobre outro, este responde com uma força de mesma intensidade e de sentido oposto.
- **Atenção:** Ação e Reação NUNCA se anulam pois atuam em corpos diferentes.

Conceitos Dinâmicos

- **Lei Fundamental da Dinâmica:** a força que atua sobre um corpo é diretamente proporcional a aceleração que ela produz.

$$F = m \cdot a$$

- F é medida em Newtons (N)
- m é medida em Kg

Conceitos Dinâmicos

- **Tipos de Força:**

- Compressivas (contato nas articulações)
- Tensivas (atuam nas fibras musculares, tendões e ligamentos)
- Atritos (se opõem à tendência de movimento ou ao movimento propriamente dito)
- Gravitacionais (força de atração gravitacional, conhecida como PESO)
- De Sustentação (forças que atuam quando um corpo está imerso em um fluido qualquer)

Energia Mecânica

- 3 Tipos de Energia:

- Energia Cinética

- Energia Potencial Gravitacional

- Energia Potencial Elástica



**ENERGIA
MECÂNICA**

Conceitos Dinâmicos

- Energia Cinética: é inerente ao movimento e proporcional a quadrado da velocidade.
- Pode ser calculada:

$$E_c = m v^2/2$$

- Unidade de toda energia no SI é o Joule (J), mas nas ciências biológicas usualmente é utilizado a caloria.
- 1 cal = 4,2J

Exercício 1

- Um jogador de basquetebol deseja lançar a bola para o outro lado da quadra. Para isto ele precisa quintuplicar a velocidade de lançamento da mesma.
 - A) O que acontecerá com a energia cinética da bola.
 - B) Se durante sua trajetória, a bola for alvejada por um tiro e perder $1/20$ de sua massa e supondo que o sujeito tenha quintuplicado sua velocidade, o que acontecerá com a energia cinética da bola nesta situação?

Exercício 2

- Dois ciclistas “lesados” de massas 50 Kg e 70 Kg se deslocam em bikes de massas 20 kg e 15 kg respectivamente. O conjunto (ciclista + bike) mais pesado possui velocidade de 72km/h e o outro 54km/h.
 - A) Determine a energia cinética de cada ciclista antes da colisão.
 - B) Determine a energia cinética total, em calorias, disponível nesta colisão. Dado: 1 cal = 4,2J.

Conceitos Dinâmicos

- **Energia Potencial Gravitacional:** existe em todo campo gravitacional e é diretamente proporcional à altura na qual o corpo está.
- Pode ser calculada:

$$E_{pg} = m g h$$

Onde m é a massa, g a gravidade e h a altura

Conceitos Dinâmicos

- **Energia Potencial Elástica:** existe em todos os meios elásticos e é diretamente proporcional ao quadrado da deformação sofrida.
- Meio Elástico? O que é isto?

$$E_{pel} = K X^2/2$$

Onde K é a constante elástica e X a deformação sofrida

- Todos os biomateriais são elásticos !

Exercício 3

- Um sujeito salta em uma cama elástica elevando seu centro de gravidade (CG) em uma altura H .
- Obtenha uma equação que permita calcular a velocidade de subida do mesmo no instante inicial do salto.

Conceitos Dinâmicos

- **Trabalho:** é a energia utilizada para um deslocamento. É proporcional à força e ao deslocamento.

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$

Onde F é a força e d o deslocamento

Atenção: forças perpendiculares ao deslocamento NÃO realizam trabalho.

Conceitos Dinâmicos

- Teorema da Energia Cinética (TEC)

$$\tau_{FR} = \Delta E_C$$

Conceitos Dinâmicos

- Quantidade de Movimento (**Q**): grandeza vetorial diretamente proporcional à velocidade.
- $$Q = m v$$
- Sua unidade no SI é: Kg.m/s

Conceitos Dinâmicos

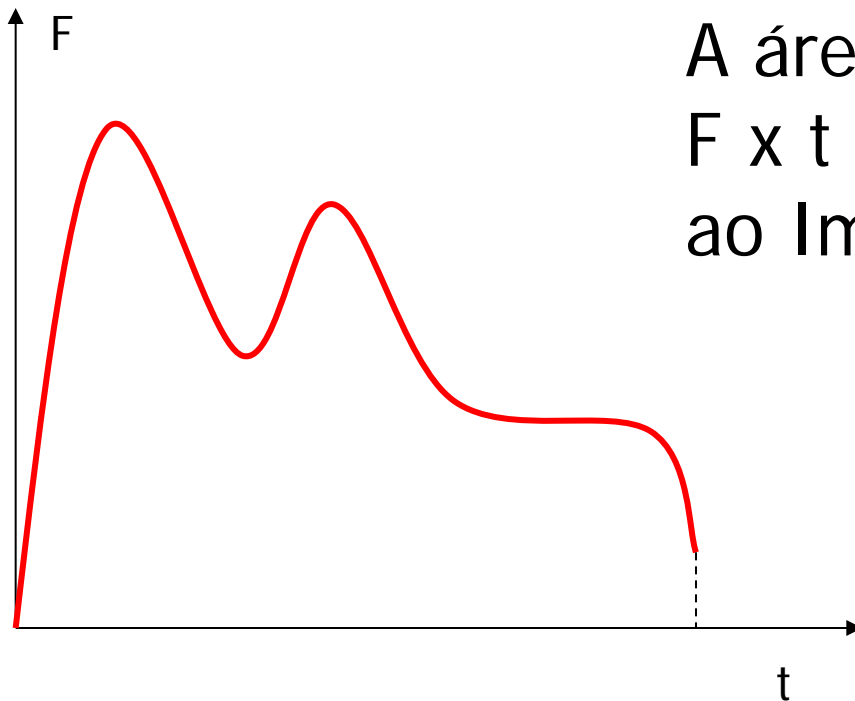
- **Impulso** (I): grandeza vetorial determinada pela integral da força em função do tempo.

- $$I = F \cdot \Delta t$$

- Sua unidade no SI é: N.s
- **CUIDADO:** é muito comum a confusão do conceito biomecânico de Impulso com o uso cotidiano (e carente de rigor científico) do termo como altura obtida em um salto.

Conceitos Dinâmicos

- **Impulso (I)**



A área (ou Integral) no gráfico $F \times t$ é numericamente igual ao Impulso (I)

Conceitos Dinâmicos

- Teorema do Impulso: O impulso da força resultante responsável pelo movimento é igual a variação da quantidade de movimento (ΔQ). Ou seja:

- $$I = \Delta Q$$

Conceitos Dinâmicos

- Princípio da Conservação da Q:

Para todo sistema isolado de forças externas a Quantidade de Movimento (**Q**) é constante.

Conceitos Dinâmicos

- Teoria das Colisões
- Existem 3 tipos de colisões:
- Plástica: corpos permanecem juntos após a colisão. Máxima dissipação de energia.
- Elástica: Corpos colidem e se separam. A **Q** e a **Ec** permanecem constantes.
- Parcialmente Elástica: após o impacto corpos dissipam energia na forma de calor, ou seja a **Ec** do sistema diminui.

Conceitos Dinâmicos

- Teoria das Colisões: um importante parâmetro no estudo das colisões é o Coeficiente de Restituição (e)

$$e = \frac{\text{Velocidade Relativa de Afastamento}}{\text{Velocidade Relativa de Aproximação}}$$

Conceitos Dinâmicos

- **Coeficiente de Restituição (e)**

$$e = \frac{V_{R Af}}{V_{R Ap}}$$

$e = 0$, quando $V_{R Af} = 0$

$0 < e < 1$, quando $V_{R Af} < V_{R Ap}$

$e = 1$, quando $V_{R Af} = V_{R Ap}$

Conceitos Dinâmicos

- Potência (P): é a quantidade de energia gerada, utilizada ou dissipada na unidade de tempo. Sua unidade no **SI** é o Watt (w)

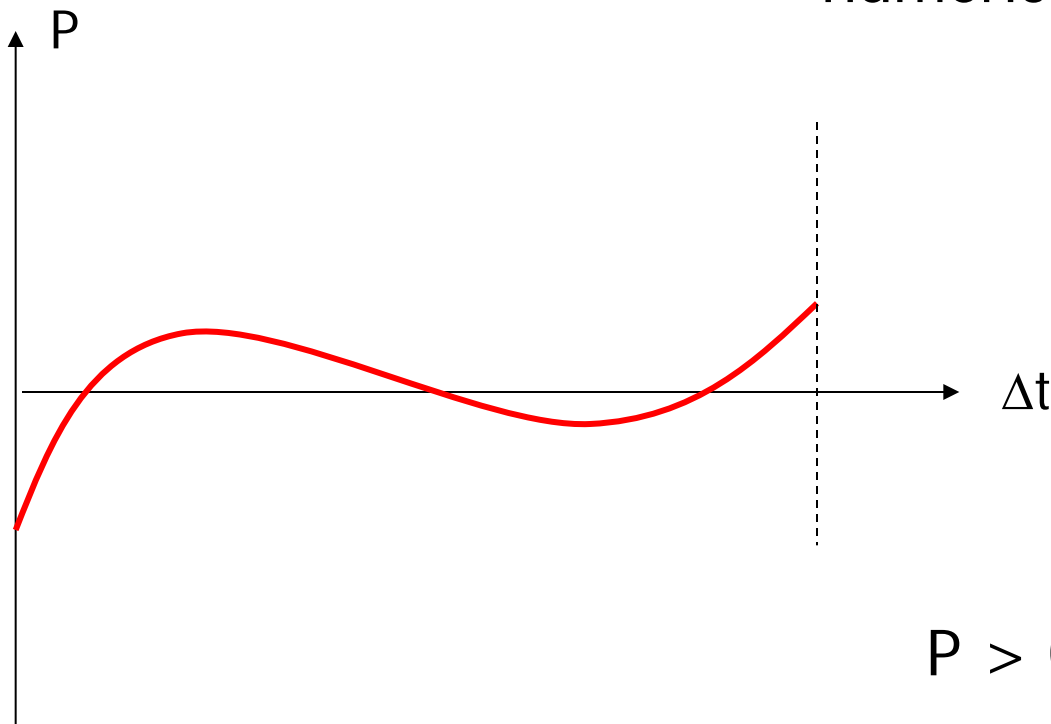
$$P = \frac{\varepsilon}{\Delta t}$$

Obs: 1 HP \approx 750 W

Conceitos Dinâmicos

- **Potência (P):**

A área no gráfico $P \times \Delta t$ é numericamente igual a energia



$P > 0$ ➡ Energia gerada

$P < 0$ ➡ Energia dissipada

Rendimento (η)

- Rendimento é a medida da eficiência de um sistema.
- Na biomecânica a eficiência de um movimento realizado pode ser definido como a razão entre a energia efetivamente utilizada para realiza-lo e a energia total envolvida no processo.
- Usualmente é expresso em %.

Rendimento (η)

- O η também pode ser calculado pela razão entre a potência útil e a potência total:

$$\eta = \frac{P_u}{P_t} \quad 0 < \eta < 1$$

Exemplos de eficiência

Atividade física ou Máquina	Rendimento (η)
Andando de bicicleta	~20%
Nadando (crawl)	< 2%
Mergulhando	~4%
Máquina a vapor	17%
Motor a gasolina	38%

Fonte: Cameron, J.R. & Skofronick, J.G. Medical Physics

Conceitos Dinâmicos

- **Pressão** (P): é a força que atua em uma área.

- $$P = F/A$$

- Onde F é a força e A é a área, no SI é medida em Pascal (Pa). $1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$

Conceitos Dinâmicos

- **Empuxo Estático**: é uma força de sustentação que atua sobre todo corpo imerso em um fluido.
- Sua intensidade é igual ao peso do fluido deslocado e atua no sentido oposto ao peso

- $$E = d v g$$

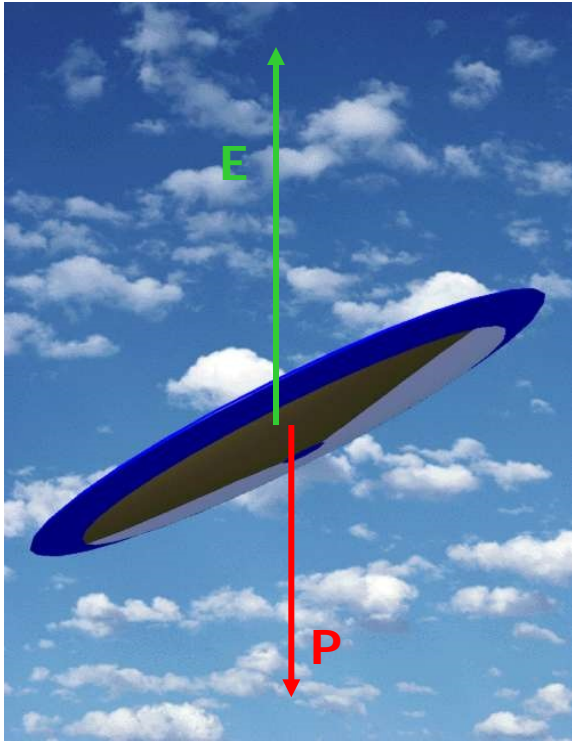
Onde d é a densidade do fluido, v é o volume de fluido deslocado e g é a gravidade.

Conceitos Dinâmicos

- **Empuxo Dinâmico**: força de sustentação conseqüente da diferença de pressão entre lados opostos de um corpo que se movimenta em um fluido.
- No lado onde a V for menor a pressão será maior, gerando assim a força de sustentação (*lift*).

Conceitos Dinâmicos

- Empuxo Dinâmico:



No disco ao lado $E > P$, então?

A velocidade na parte inferior é MENOR que na parte superior; isto gera uma pressão MAIOR na parte inferior e o disco sobe!

ESTUDO DIRIGIDO

- 1) Um sujeito dá um chute em um saco de areia (M) que está dependurado por uma corda de comprimento L que pode oscilar livremente. Tal chute é filmado e se observa que ao oscilar a corda forma ângulo máximo de 37 graus com a vertical. O conjunto (pé+ perna) possui massa m atinge o saco de areia horizontalmente com velocidade V . Sabe-se que existe uma dissipação de energia de 20% na colisão.
- A) Obtenha uma equação que permita calcular a velocidade de perna do sujeito, de massa m , imediatamente após o chute.
- B) Obtenha uma equação que permita calcular a força média exercida sobre o saco de areia em tal situação.