

Formulário

Vetor posição: $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

Vetor velocidade: $\dot{\vec{r}} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k}$

Vetor aceleração: $\ddot{\vec{r}} = \dot{v}_x\hat{i} + \dot{v}_y\hat{j} + \dot{v}_z\hat{k}$

Equações gerais da Cinemática:

Movimentos Uniformes:

Associações entre MRU e MCU		
Forma linear	Forma angular	Relações
$\vec{r} = \vec{r}_o + \dot{r}t$	$\theta = \theta_o + \dot{\theta}t$	$S = \theta R$
$\dot{\vec{r}} = \vec{v} = cte. \neq 0$	$\omega = \dot{\theta} = cte. \neq 0$	$V = \omega R$
$\vec{a} = \dot{\vec{v}} = \ddot{\vec{r}} = 0$	$\alpha_{cp} = \dot{\omega} = \ddot{\theta} = 0$	$\omega = 2\pi f ; f = 1/T$

Movimentos Uniformemente Variados

Associações entre MRUV e MCUV		
Forma linear	Forma angular	Relações
$\vec{r} = \vec{r}_o + \dot{r}t + \frac{1}{2}\ddot{r}t^2$	$\theta = \theta_o + \dot{\theta}t + \frac{1}{2}\ddot{\theta}t^2$	$S = \theta R$
$\vec{r} = \vec{r}_o + \ddot{r}t$	$\dot{\theta} = \dot{\theta}_o + \ddot{\theta}t$	$v = \omega R$
$\vec{a} = cte. \neq 0$	$\alpha = cte. \neq 0$	$a = \alpha_{cp}R$
$\dot{\vec{r}}^2 = \dot{r}_o^2 + 2\ddot{r}\Delta\vec{r}$	$\omega^2 = \omega_o^2 + 2\alpha\Delta\varphi$	$\leftarrow eqs. de Torricelli$
$ \alpha_{cp} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$ (indica a variação da direção da velocidade vetorial v).		$\vec{a} = \vec{a}_{tg} + \vec{a}_{cp}$ e $a = (a_{tg} + a_{cp})^{1/2}$ (soma vetorial e o módulo de a).
$ a_{tg} = a$ (indica a variação do módulo da velocidade vetorial v).		

2ª Lei de Newton: $\vec{F} = \dot{\vec{p}}$; Trabalho: $W = \int_{r_o}^{r_f} F dr$

Energia Cinética: $E_c = \frac{1}{2}m\dot{r}^2$; Energia Potencial Gravitacional: $E_p = mgr$

“ “ Elástica: $E_p = \frac{1}{2}kr^2$

- Lei da Conservação da Energia Mecânica $\Rightarrow E = E_p + E_c = cte.; \Delta E_c + \Delta E_p = 0$
- Teorema do Trabalho-Energia Cinética: $\Rightarrow W_R = \Delta E_c$

Se todas as forças são conservativas $\Rightarrow E^f = E^i$
 Se nem todas as forças são conservativas $\Rightarrow E^f = E^i - W_{FS \text{ n conservativas}}$



UFSM
Frederico Westphalen

1ª Lista de Exercícios de Física I

Prof. Nilson E. Souza Filho

Vetores.

Problema 01. Considere dois deslocamentos, um de módulo $3m$ e outro de módulo $4m$. Mostre como os vetores deslocamento devem ser combinados para que o módulo do deslocamento resultante seja (a) $7m$, (b) $1m$ e (c) $5m$.

Problema 02. Uma máquina pesada é colocada numa prancha que faz um ângulo de 20° com a horizontal e arrastada por uma distância de $12,5m$. (a) Qual a altura final da máquina em relação ao solo? (b) Qual a distância horizontal percorrida por ela?

Problema 03. O ponteiro dos minutos de um relógio de parede tem 10 cm de comprimento. Qual é o vetor deslocamento da extremidade do ponteiro (a) quando ele se move de um quarto de hora para meia hora, (b) quando se move na meia hora seguinte e (c) quando se move na hora seguinte?

Problema 04. Prove que dois vetores devem ter o mesmo módulo para que sua soma seja perpendicular à sua diferença.

Problema 05. Dois vetores de comprimentos a e b fazem entre si um ângulo de 0° . Prove, calculando as componentes dos vetores em relação a dois eixos perpendiculares, que o comprimento da soma dos dois vetores é dado por

$$\vec{S} = [a^2 + b^2 \pm 2ab\cos(\theta)]^{\frac{1}{2}}$$

Problema 06. Um vetor a , cujo o módulo é de $17,0m$, faz um ângulo de $56,0^\circ$ com o sentido positivo do eixo x . (a) Quais são as componentes ax e ay do vetor? (b) Um segundo sistema de coordenadas faz um ângulo de 18° com o primeiro. Quais são as componentes ax e ay do vetor a no segundo sistema?

Problema 07. Um vetor d tem módulo de $2,5m$ e aponta para o norte. Calcule o módulo e a orientação dos seguintes vetores: (a) $4d$, e (b) $3d$.

Problema 08. Mostre que, num sistema de coordenadas de destrógiro:

$$\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k} = 1 \quad e \quad \hat{i} \cdot \hat{k} = \hat{j} \cdot \hat{k} = \hat{k} \cdot \hat{i} = 0.$$

Os resultados serão diferentes se o sistema de coordenadas for retangular mas não destrógiro?

Problema 09. Mostre que, num sistema de coordenadas de destrógiro

$$\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = 0 \quad e \quad \hat{i} \times \hat{k} = \hat{j} \times \hat{k} = \hat{k} \times \hat{i} = 1.$$

Os resultados serão diferentes se o sistema de coordenadas for retangular mas não destrógiro?

Problema 10. Mostre que para qualquer vetor \vec{a} :

$$\vec{a} \cdot \vec{a} = a^2 \quad e \quad \vec{a} \times \vec{a} = 0.$$

Problema 11. *Produto escalar em Função de coordenadas.* Suponha que dois vetores sejam representados em termos das coordenadas como:

$$\vec{a} = ax\hat{i} + ay\hat{j} + az\hat{k} \quad e \quad \vec{b} = bx\hat{i} + by\hat{j} + bz\hat{k},$$

mostre que

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = axbx + ayby + azbz.$$

Problema 12. Use a definição de produto escalar, $\vec{a} \cdot \vec{b} = [ab]\cos(\theta)$, e o fato de que:

$\vec{a} \cdot \vec{b} = axbx + ayby + azbz$ para calcular o ângulo entre os dois vetores dados por:

$$\vec{a} = 3\hat{i} + 3\hat{j} + 3\hat{k} \quad e \quad \vec{b} = 2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}.$$

Problema 13. (a) Determine as componentes e o módulo de $\vec{r} = \vec{a} - \vec{b} + \vec{c}$, se $\vec{a} = 5\hat{i} + 4\hat{j} - 6\hat{k}$ e $\vec{c} = 4\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$. (b) Calcule o ângulo entre \vec{r} e o sentido positivo de z.

Problema 14. Dois vetores são dados por $\vec{a} = 3\hat{i} + 5\hat{j}$ e $\vec{b} = 2\hat{i} + 4\hat{j}$. Calcule:

- (a) $\vec{a} \times \vec{b}$;
- (b) $\vec{a} \cdot \vec{b}$;
- (c) $(\vec{a} + \vec{b}) \cdot \vec{b}$.

Problema 15. Três vetores são dados por $\vec{a} = 3\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$, $\vec{b} = -\hat{i} - 4\hat{j} + 2\hat{k}$ e $\vec{c} = 2\hat{i} + \hat{k}$. Calcule:

- (a) $\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})$;
- (b) $\vec{a} \cdot (\vec{b} + \vec{c})$;
- (c) $\vec{a} \times (\vec{b} + \vec{c})$.



UFSM
Frederico Westphalen

2ª Lista de Exercícios de Física I

Prof. Nilson E. Souza Filho

Movimento Retilíneo e Movimento Oblíquo.

Problema 01. Responda:

- (a) O que é ponto material?
- (b) Disserte sobre referencial.
- (c) Qual é a diferença entre equação horária e trajetória?

Problema 02. Mostre que:

- (a) $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t$;
- (b) $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$;
- (c) $\dot{\vec{r}}^2 = \dot{\vec{r}}_0^2 + 2\dot{\vec{r}}\Delta\vec{r}$.

Problema 03. O que significa fisicamente a tangente sobre as curvas:

- (a) $r \times t$;
- (b) $v \times t$.

Problema 04. O que significa fisicamente a área sob as curvas:

- (a) $v \times t$;
- (b) $a \times t$.

Problema 05. Forneça as principais características e, desconsiderando a resistência do ar, represente esquematicamente:

- (a) Uma queda livre;
- (b) Um lançamento vertical para cima;
- (c) Um lançamento horizontal;
- (d) Um lançamento oblíquo.

Problema 06. Mostre que para projéteis que *partem da origem do sistema de coordenadas* a altura máxima atingida é $y_{max} = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2(\theta)$ e o alcance é $x_{max} = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta)$.

Problema 07. Na obra de Galileu “Duas Novas Ciências”, o autor afirma que: *para elevações (ângulos de projeção) maiores ou menores que 45° por quantidades iguais, apresentam alcance iguais...* (a) Prove esta afirmação. (b) Enuncie o princípio da simultaneidade de Galileu.

Problema 08. Um motorista dirige um veículo numa rodovia retilínea a 70km/h . Após rodar 8km , o veículo pára por falta de gasolina. O motorista caminha 2km adiante, até o posto de abastecimento mais o próximo, em 27min . Qual a velocidade média do motorista desde o instante da partida do veículo até chegar o posto? Obtenha a resposta numérica e graficamente.

Problema 09. Admitamos que o motorista tenha levado 35min para carregar o combustível do posto ao carro. Qual a velocidade média do motorista, do instante em que iniciou a viagem até chegar ao carro com o combustível?

Problema 10. Um lançador atira uma bola de beisebol para cima, em linha reta, com uma velocidade inicial de 12m/s . (a) Quanto tempo a bola levou para alcançar a altura máxima? (b) Qual a altura máxima?

Problema 11. Um automóvel viaja 40km numa estrada retilínea, á velocidade de 30km/h . Depois, percorre mais de 40km no mesmo sentido com uma velocidade de 60km/h . (a) Qual a velocidade média do carro nesses 80km de viagem, supondo que o movimento é no sentido positivo do eixo x ? (b) Qual a velocidade escalar média?

Problema 12. A cabeça de uma cascavel pode acelerar 50m/s no instante do ataque. Se um carro, partindo do repouso, também pudesse imprimir essa aceleração, em quanto tempo atingiria a velocidade de 100km/h ?

Problema 13. Um gato sonolento é despertado por um vaso de planta que sobe e desce, diante de uma janela aberta. De alto a baixo, a janela tem 2m , e o vaso fica visível durante um tempo total de $0,50\text{s}$. Que altura, acima da parte superior da janela, o vaso alcançou?

Problema 14. Inicialmente, o vetor posição de uma partícula é $r_1 = -3\hat{i} + 2\hat{j} + 5\hat{k}$. Logo depois $r_2 = 9\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k}$. Qual é o deslocamento de r_1 para r_2 ?

Problema 15. O vetor posição para um elétron é $r = 5\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$, onde a unidade não é mencionada é o metro. (a) Determine o módulo de r . (b) Desenhe o vetor num sistema de coordenadas dextrogiro.

Problema 16. Inicialmente, o vetor posição de um íon é $r = 5\hat{i} - 6\hat{j} + 2\hat{k}$ e, 10s depois, é $r = -2\hat{i} + 8\hat{j} - 2\hat{k}$. A unidade é o metro. Qual foi a sua velocidade média durante os 10s ?

Problema 17. Uma partícula move-se de modo que sua posição em função do tempo, em unidades SI, é: $r(t) = \hat{i} + 4t^2\hat{j} + t\hat{k}$. Escreva as expressões para: (a) Sua velocidade v ; (b) Sua aceleração em função do tempo.

Problema 18. Uma partícula deixa a origem com uma velocidade inicial $\vec{v} = 3\hat{i}$; $[v] = m/s$. Ela sofre uma aceleração constante $\vec{a} = -\hat{i} - 0,5\hat{j}$; $[a]m/s^2$. (a) Qual a velocidade da partícula quando sua coordenada x atinge o valor máximo? (b) Onde estará a partícula neste instante?

Problema 19. Qual a altura máxima, na vertical, que um jogador de beisebol pode lançar uma bola, se seu alcance máximo de lançamento é de $60m$?

Problema 20. Uma bola é atirada na horizontal de uma altura de $20m$, batendo no chão com o triplo de sua velocidade inicial. Qual a sua velocidade inicial?

Problema 21. Uma bola se movimenta horizontalmente para fora da superfície de uma mesa a $12m$ de altura. Atinge o solo a $15m$ da borda da mesa, na horizontal. (a) Quanto tempo a bola ficou no ar? (b) Qual era sua velocidade no instante em que deixou a mesa?

Problema 22. Um jogador de futebol chuta uma bola numa direção que faz 45° com o plano do campo. Sabendo que depois de $3s$ ela atinge o campo novamente, determine:

- (a) A velocidade com que a bola foi chutada;
- (b) A altura máxima atingida pela bola e;
- (c) O alcance.

Problema 23. Um determinado avião está voando a $333,35km/h$ e mergulha num ângulo de 30° abaixo da horizontal, no instante em que lança um foguete anti-radar. A distância horizontal, entre o ponto de lançamento e o ponto em que o foguete atingi o solo, é $690m$. (a) A que altura estava o avião, quando lançou o foguete? (b) Quanto tempo o foguete voou até cair?

Problema 24. Do alto de uma montanha, situada a $220m$ de altura, é lançado um projétil com velocidade de $200m/s$ segundo uma direção que forma um ângulo $\alpha = \pi/6 rad$ com a horizontal. Desprezando a resistência do ar e admitindo $g = 10m/s^2$, determine:

- (a) As funções horárias da posição do projétil;
- (b) A altura máxima H atingida;
- (c) O instante t que o projétil atinge o solo;
- (d) O alcance;
- (e) A velocidade com que o projétil atinge o solo.

Problema 25. Um projétil é lançado do alto de uma torre de $120m$ de altura com uma velocidade de $20m/s$ numa direção que forma 30° com a horizontal para baixo. Desprezando a resistência do ar e admitindo $g = 10m/s^2$, pergunta-se:

- (a) Em que instante ele atinge o solo?
- (b) A que distância ele atinge o solo?

3ª Lista de Exercícios de Física I

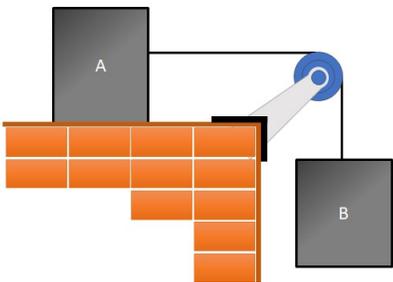
Prof. Nilson E. Souza Filho

Leis de Newton.

- Problema 01.** (a) O que é força?
(b) Enuncie as *Leis de Newton*;
(c) Defina *massa*;
(d) Qual é a diferença entre *repouso* e *equilíbrio*?

Problema 02. Considere o Bloco A com massa $m_A = 3\text{kg}$ sobre um plano horizontal sem atrito e ligado a um segundo Bloco B com massa $m_B = 2\text{kg}$, conforme ilustra a figura. Use $g = 10\text{m/s}^2$.

- (a) Determine a aceleração do sistema;
(b) Calcule Força Normal e a Força Tensional na corda;
(c) Se o Bloco A parte do repouso, qual é a velocidade após 2s?
(d) Se o Bloco B está a 3m do solo quanto tempo leva para atingí-lo?.

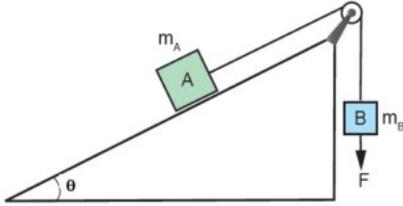


Problema 03. Considere uma *Máquina de Atwood*, com $m_A = 1\text{kg}$, $m_B = 2\text{kg}$ e a 2m do solo. Determine:

- (a) A aceleração dos Blocos;
(b) Se ambos partem do repouso determine $v_A(t)$ e $v_B(t)$;
(c) Quanto tempo leva (em segundos) para o Bloco B atingir o solo;
(d) A Força Tensional \vec{T} .

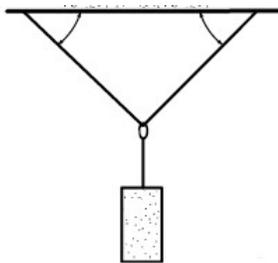
Problema 04. Determine a força resultante \vec{F}_R , a reação normal \vec{N} e a aceleração de um bloco desce em um plano inclinado sem atrito com inclinação θ .

Problema 05. Considere o plano inclinado da figura, sendo $m_A = 2\text{kg}$, $m_B = 3\text{kg}$, $\theta = 30^\circ$. Determine:
 (a) A aceleração do sistema (use $g = 10\text{m/s}^2$);
 (b) \vec{T} e; (c) \vec{N} .



Problema 06. Considere o sistema totalmente em equilíbrio, como mostra figura.

(a) Se $\theta = 30^\circ$, calcule T ;
 (b) Para que ângulo θ , T é máximo?

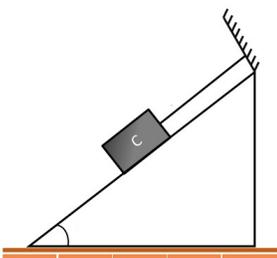


Problema 07. Calcule a altura máxima h que um móvel pode atingir (*sem acelerar*), ao subir um plano inclinado (sem atrito) com uma velocidade v_0 .

Atrito.

Problema 08. (a) Enuncie as *Leis de Atrito*;
 (b) Discuta a diferença entre atrito estático μ_e e atrito cinético μ_c ;
 (c) Dê exemplos de coeficiente de atrito (estático e dinâmico) de alguns materiais.

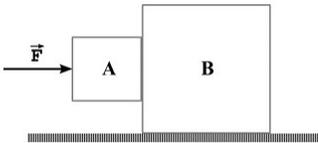
Problema 09. No esquema da figura, quanto deve valer e para que o sistema continue em equilíbrio após cortar a corda? e depende da massa? Qual é o ângulo máximo de inclinação para que o sistema não saia do equilíbrio? Podemos determinar μ_c ?



Problema 10. Use a mesma figura do Problema 05, mas agora, considere um atrito entre o Bloco A e o plano inclinado. Sabendo que o Bloco B desce com aceleração $a = 0,4m/s^2$, determine μ_c .

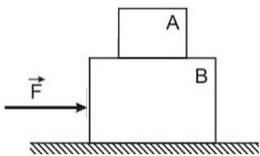
Problema 11. (a) Calcule a altura máxima h que um móvel com $m = 1kg$ pode atingir (*sem acelerar*), ao subir um plano inclinado (com atrito) com uma velocidade $v_0 = 10m/s$. (b) Ao atingir h o bloco pára e fica em equilíbrio, determine f_{at}^{est} .

Problema 12. Na figura abaixo, existe atrito apenas entre os blocos. Sendo $\mu_e = 0,3$, $m_A = 1kg$ e $m_B = 5kg$. Determine a força mínima sobre o Bloco A para que os blocos permaneçam juntos.



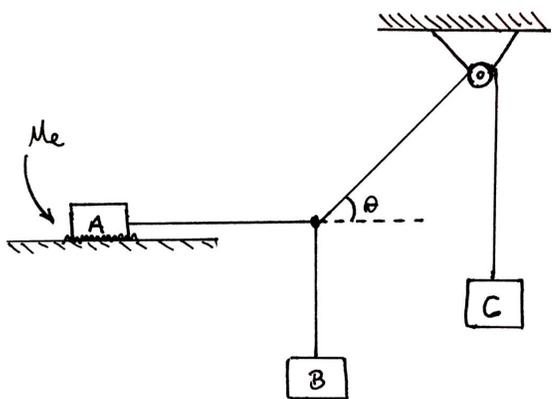
Problema 13. Utilize os mesmos dados do Problema 12, mas agora determine a força mínima sobre o Bloco B para que os blocos permaneçam juntos.

Problema 14. Na figura abaixo, existe atrito apenas entre os blocos. Sendo $\mu_e = 0,2$, $m_A = 5kg$ e $m_B = 3kg$. Determine a força máxima que pode ser aplicado sobre o Bloco B para que o Bloco A permaneça repousado sobre o Bloco B.



Problema 15. Considere na figura abaixo, $m_A = 4kg$, $m_B = 1kg$ e $m_C = 2kg$.

- (a) Sabendo que o movimento é iminente, determine μ_e ;
- (b) Sendo $\theta = 30^\circ$, determine as tensões.





UFSM
Frederico Westphalen

4ª Lista de Exercícios de Física I

Prof. Nilson E. Souza Filho

Trabalho e Energia.

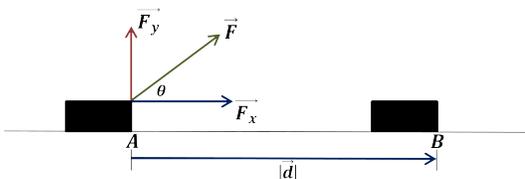
- Problema 01.** (a) Defina *Trabalho*?
(b) Defina *Energia Cinética*;
(c) Enuncie o *Teorema Trabalho-Energia Cinética*.

Problema 02. Considere uma partícula de massa m , observada em um referencial inercial, sob a ação de uma força constante. Determine as equações horárias da velocidade e da posição da partícula e demonstre o *Teorema do Impulso-Momentum* e o *Teorema do Trabalho-Energia Cinética*.

- Problema 03.** (a) Defina *Energia Potencial*;
(b) O que é uma *Força Conservativa*?
(c) Enuncie o *Teorema da Conservação da Energia Mecânica*.

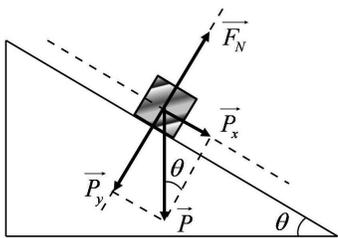
Problema 04. Uma grandeza física G é conservada se $\frac{dG}{dt} = 0$, demonstre a conservação do *momentum*. Mostre que uma força é conservativa quando o trabalho realizado para mover uma partícula de um ponto a outro não depende da trajetória.

Problema 05. Na figura abaixo, um bloco com massa $M = 5\text{kg}$ é arrastado por uma força \vec{F} de um ponto A até um ponto B, sendo a distância entre A e B de $d = 3\text{m}$. (a) Calcule \vec{F} ; (b) Encontre o trabalho realizado pela força W_F , o trabalho da força de atrito W_{fat} (sendo $\mu_c = 0,2$) e o trabalho resultante de todas as forças W_R . Considere $\theta = 30^\circ$.



Problema 06. Uma força constante de $30N$, puxa um bloco de massa $m = 2kg$ por $2m$.

- Calcule o trabalho realizado pela força \vec{F} , W_F ;
- Calcule o trabalho realizado pela força \vec{P} , W_P ;
- Calcule o trabalho realizado pela força \vec{f}_{at} , W_{fat} , com $\mu_c = 0,1$;
- Calcule o trabalho realizado pela força \vec{N} , W_N ;
- Calcule o trabalho realizado pela força \vec{F}_R , W_R ;



Problema 07. Determine o trabalho realizado sobre uma mola. Considere que a mola de $k = 100N/m$ seja comprimida, a partir da sua posição inicial $x_0 = 0$ até uma posição final $x_f = -0,1$, esboce o gráfico de $\vec{F} \times \vec{r}$ e determine o trabalho realizado sobre a mola a partir do gráfico.

Problema 08. Uma partícula está sujeita a uma força dada por $F = 4x^{-2}$.

- Esboce o gráfico de $\vec{F} \times \vec{x}$;
- Calcule W_F quando $x_0 = 10cm$ e $x_f = 20cm$.

Problema 09. Dada a equação horária de um movimento unidimensional $x = (3t^3 - 2t^2 + 8)[m]$.

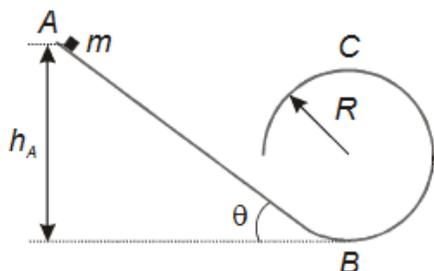
- Calcule W_R entre os pontos $t = 0$ e $t = 2s$; $m = 2kg$;
- Refaça o item (a) utilizando o Teorema Trabalho-Energia Cinética.

Problema 10. Determine as velocidades v_A e v_B para:

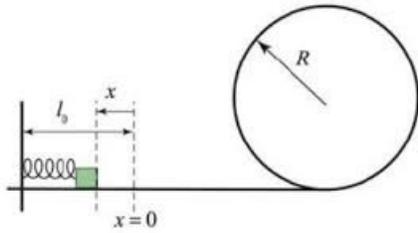
- a situação da figura do Problema 05;
- a situação da figura do Problema 06.

Problema 11. *Looping I* (sem atrito).

- Calcule a Energia Cinética no ponto C;
- Calcule a aceleração no ponto C;
- Encontre a altura mínima h para que o bloco atinja o ponto C sem cair.



Problema 12. *Looping II* (sem atrito). Determine a velocidade do bloco no ponto C.



Problema 13. Refaça os Problemas 11 e 12, considerando um atrito $\mu_c = 0,2$.

Problema 14. Determine a velocidade final $v_f(\theta)$ e a tensão na corda de um pêndulo simples.

Problema 15. Potencial Lenard-Jones. A energia potencial entre duas moléculas de gás é $E_p = \frac{a}{x^{12}} - \frac{b}{x^6}$.

Sendo a e b constantes

(a) Para quais valores a E_p é nula?

(b) Para quais valores de x a força é nula?

5ª Lista de Exercícios de Física I

Prof. Nilson E. Souza Filho

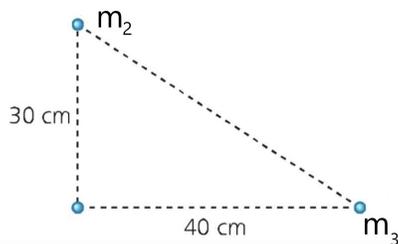
Sistema de Partículas

Problema 01. Qual é a diferença entre centro de massa e centro de gravidade?

- (a) Defina a posição do C.M. de um sistema de partículas;
- (b) Defina a posição do C.M. de um corpo rígido;
- (c) Qual é a distância do centro de massa do sistema Terra-Lua ao centro da Terra?

Problema 02. Encontre o C.M. do sistema de partículas da figura abaixo.

Use $m_1 = 2\text{kg}$, $m_2 = 4\text{kg}$ e $m_3 = 6\text{kg}$.



Problema 03. Determine o C.M. de uma barra uniforme de massa M e comprimento L .

Problema 04. Determine o C.M. de um aro semi-circular.

Problema 05. Um canhão sobre rodas, com massa $M = 1300\text{Kg}$, faz um disparo de uma bala com massa de $m = 72\text{kg}$. A velocidade da bala em relação ao canhão é de $v_b = 55\text{m/s}$.

- (a) Qual é a velocidade do canhão em relação à Terra v_c ?
- (b) Qual é a velocidade da bala em relação à Terra?

Colisões

- Problema 06.** (a) Defina colisão e explique porque o momento linear se conserva;
(b) Enuncie o *Teorema do Impulso-Momento linear*;
(c) Defina coeficiente de reconstituição e classifique os tipos de colisões conforme o coeficiente e ;
(d) Quais valores para e melhor representam uma situação real?

Problema 07. A força de um bloco de 10kg aumenta uniformemente de zero a 0N em 4s .

- (a) Esboce o gráfico $F \times t$;
(b) Qual é o significado físico da área sob a curva desse gráfico?
(c) Qual é a velocidade final do bloco se ele partiu do repouso?
(d) Qual foi a força média aplicada ao bloco. Represente -a no gráfico do item (a).

Problema 08. Mostre que em uma colisão elástica:

- (a) A velocidade do projétil após a colisão é $v_1^D = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right) v_1^A$;
(b) A velocidade do alvo após a colisão é $v_2^D = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right) v_1^A$;
(c) Analise as equações dos itens (a) e (b) para $m_1 > m_2$ e para $m_1 < m_2$.

Problema 09. Mostre que em uma colisão inelástica $v^D = \frac{m_1 v_1^A}{(m_1 + m_2)}$.

Problema 10. Uma esfera de aço com $0,5\text{Kg}$ em repouso sobre uma mesa horizontal e amarrada a uma corda de 70cm presa ao teto. Outra esfera de aço de mesma massa é rolada sobre a mesa contra o pêndulo. A colisão é elástica. Determine as velocidades antes e após a colisão para que a esfera do pêndulo toque o teto. Desconsidere a energia de rolamento.

Problema 11. Um bloco de massa m_1 desliza ao longo de uma mesa sem atrito com velocidade v_1 . Na frente dele e movendo-se na mesma direção, está um bloco de massa $m_2 = 0,5m_1$ com velocidade $v_2 = 0,3v_1$. Uma mola, com massa desprezível e de constante elástica k , é presa a parte posterior de m_2 . Quando os blocos colidem, qual é a compressão máxima da mola?

Problema 12. Pêndulo balístico.

- (a) Determine a velocidade da bala em função das massas e da altura h ;
(b) Suponha $m = 9,5\text{g}$, $M = 5,4\text{kg}$ e $h = 6,3\text{cm}$.

Problema 13. Colisão 2D. Dois pêndulos, cada um de comprimento L , estão inicialmente posicionados como nos mostra a figura. O primeiro pêndulo é solto e atinge o segundo. Despreze as massas dos fios e quaisquer efeitos resultantes do atrito. Mostre que o centro de massa, após a colisão, sobe até:

$$h = d \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right)^2.$$

Problema 14. Dois objetos A e B se chocam. A massa de A é de $2,0\text{kg}$ e a de B, $3,0\text{kg}$. Suas velocidades antes da colisão eram respectivamente $v_{A_i} = 15\hat{i} + 30\hat{j}$ e $v_{B_i} = -10\hat{i} + 5\hat{j}$. Instantes após o choque, $v_{A_f} = -6\hat{i} + 30\hat{j}$; todas as velocidades estão em m/s . (a) Qual a velocidade final de B? (b) Quanta energia cinética foi ganha ou perdida na colisão?

Problema 15. Um próton (massa atômica $1,01u$) choca-se elasticamente, a 518m/s , com outro próton parado. O primeiro próton é desviado 64° de sua direção inicial. (a) Qual a direção da velocidade do próton-alvo após o choque? (b) Quais as velocidades dos prótons depois do impacto?



UFSM
Frederico Westphalen

6ª Lista de Exercícios de Física I

Prof. Nilson E. Souza Filho

Movimento Circular.

Problema 01. O que é um radiano? Defina período e frequência. Dê a relação entre T e f . Defina MCU e mostre que $\omega = 2\pi f$.

Problema 02. Mostre que no MCUV as equações horárias da posição θ e da velocidade angular $\vec{\omega}$ são respectivamente $\theta = \theta_0 + \dot{\theta}t + \frac{1}{2}\ddot{\theta}t^2$ e $\dot{\theta} = \dot{\theta}_0 + \ddot{\theta}t$. Podemos chamar essas duas grandezas angulares de vetores? Explique. Use essas equações para determinar a equação de Torricelli para movimentos circulares e comente sua utilidade.

Problema 03. Um satélite se move em volta da Terra, numa órbita circular, a 640 km de altura. O tempo de uma revolução é de 98min. (a) Qual a velocidade do satélite? (b) Qual a aceleração em queda livre na órbita?

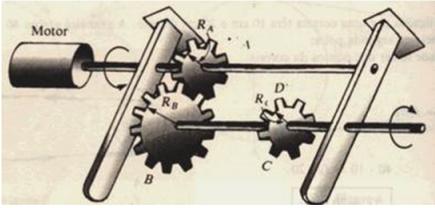
Problema 04. Uma pedra, presa a um cordão de 1,5m de comprimento, é girada por um menino, fazendo um círculo horizontal a 2m acima do solo. Quando um cordão arrebenta, a pedra é lançada horizontalmente, caindo ao solo 10m adiante. Qual era a aceleração centrípeta da pedra, enquanto estava em movimento circular?

Problema 05. Para ouvir o primeiro LP (disco em vinil) do Smack é preciso mudar a rotação da vitrola. Os discos (LPs) têm, normalmente, 15cm de raio. Ao colocar a devida rotação da vitrola ouvimos o disco perfeitamente, e sabe-se que a velocidade linear em que o disco roda é 225mm/s.

(a) Descubra qual é a rotação (em rpm) para se ouvir perfeitamente este disco.

(b) Se errarmos a rotação da vitrola o disco produzirá um som estranho, parecido com um zumbido. Suponha, por exemplo, uma rotação de 90rpm e que som produzido nas proximidades entre o disco e a agulha atraia uma mosca que pousa no centro do disco. Determine as velocidades ω e v e a aceleração centrípeta a_{cp} da mosca.

- Problema 06.** Transmissão de MCU (acoplamento por contato e acoplamento com o mesmo eixo). No mecanismo esquematizado ao lado, o motor aciona a engrenagem A com uma frequência $f_A = 75rpm$. As engrenagens B e C possuem o mesmo eixo. Dados $R_A = 10cm$, $R_B = 15cm$ e $R_C = 8cm$, determine:
- A velocidade linear do ponto D pertencente à periferia da engrenagem C;
 - A frequência de rotação das engrenagens B e C.



- Problema 07.** Bicicleta. (a) Que tipo(s) de transmissão de MCU há neste problema?
- Qual a função da correia que liga as coroas dianteira e traseira das bicicletas?
 - Analise as coroas dianteira e traseira da bicicleta em termos de velocidades angular e linear;
 - Considerando todos os dados do problema acima, vemos que $r_c = 3r_p$, sendo assim, calcule o valor aproximado da distância percorrida d pela bicicleta devido a uma *pedalada*.

- Problema 08.** Para produzir a sensação de movimento, um filme de cinema utiliza fotogramas de $35mm$ projetados em uma sequência de 24 quadros por segundo. A fita do filme é enrolada num carretel, de tal forma que o início da projeção toda fita enrolada ocupa um raio de $24cm$ no carretel. Se a duração do filme for de 90 minutos, qual será:
- A frequência de rotação do carretel?
 - A velocidade linear e angular do carretel?
 - O comprimento total da película (fita) de filme?

Momento de Inércia, Torque e Momento Angular.

Problema 09. Defina inércia rotacional e determine o momento de inércia de:

- (a) Uma esfera sólida;
- (b) De um cilindro oco.

Problema 10. Defina torque τ .

- (a) Determine a 2ª Lei de Newton para rotações;
- (b) Demonstre o equivalente angular do Teorema Trabalho-Energia Cinética.

Problema 11. Dada a força $\vec{F} = -5\hat{j} + 2\hat{k}$ e o vetor posição $\vec{r} = 2\hat{i} + 4\hat{j}$, determine o torque τ .

Problema 12. Uma roldana de $M = 2,5\text{Kg}$ e $R = 20\text{cm}$ é utilizada para descer um bloco de $m = 1,2\text{kg}$. Determine:

- (a) O torque que atua no disco e a tensão na corda;
- (b) A aceleração angular do disco e a aceleração do sistema;
- (c) Qual é ângulo (em *rad*), a velocidade e a energia cinética de rotação do disco no instante $t = 2,5\text{s}$.

Problema 13. Determine a aceleração a_{CM} de uma esfera que rola em um plano inclinado:

- (a) A partir da 2ª Lei de Newton;
- (b) Através da conservação da Energia Mecânica;
- (c) Qual seria o resultado para um cilindro? E para um anel?

Problema 14. Um exemplo de rolamento acompanhado de deslizamento é o movimento de uma bola de bilhar. Determine a condição de rolamento puro e analise a *tacada alta* e a *tacada baixa*.

Problema 15. Uma partícula de massa m move de acordo com as equações:

$$x(t) = x_0 + at^2; y(t) = bt^3 \text{ e } z(t) = ct \text{ (onde } a, b \text{ e } c \text{ são constantes).}$$

- (a) Calcule o momento angular para qualquer tempo;
- (b) Determine também a força e o torque sobre a partícula, aproveite verifique se o teorema do momento angular ($\vec{\tau} = \dot{\vec{L}}$) é válido para esse caso.

Problema 16. Uma barra de ferro de comprimento L e massa M pode girar livremente sem atrito em torno de um pivô em sua extremidade. A barra é liberada do repouso na posição horizontal. Determine:

- (a) A velocidade linear do C.M. e velocidade linear do ponto mais baixo da barra na posição vertical;
- (b) O torque e o momento angular;
- (c) O tempo (em função de g e L) em que a barra leva para ficar na posição vertical.