

Introdução à Biomecânica – Exercícios Práticos

Editor: Escola Superior de Desporto de Rio Maior

Autores: Vitor Milheiro, Marco Branco, Ana Conceição, Telmo Matos e Hugo Louro

Tiragem: 150 exemplares

Impressão e acabamento: rioGráfica - Tipografia Santos & Marques, Lda.

Data de impressão: Abril de 2013

Depósito legal nº 000000/12

ISBN: 989-96218-1-1

Prefácio	ii
Marcador não definido.	Erro!
Trigonometria e Soma de Vetores	1
Aspetos Biomecânicos da Função Muscular	4
Análise Digital de Imagem	8
Cinemática - Ângulos Absolutos e Relativos	11
Cinemática - Velocidade	Erro!
Marcador não definido.	
Cinemática - Balística	17
Centro de Gravidade	20
Cinética	23
Equilíbrio - Alavancas	26
Força Centrífuga e Atrito	30
Mecânica de Fluidos	33
Análise Digital do Movimento	36

Procuramos com este manual uma abordagem ao desporto, tendo como base: as leis da física e as leis da mecânicas, bem como relacionar contextos práticos e específicos da intervenção do técnico de desporto.

A formação em ciências do desporto - deve estabelecer - nos dias de hoje, uma abordagem transversal e deve conter uma participação ativa na formação educativa do homem. A educação através do desporto deve auxiliar a educação do homem, seja ela através do lazer, da saúde ou da excelência desportiva, bem como os processos mentais e organizativos que advém da mesma.

As leis e teorias descobertas e comprovadas ao longo dos séculos tem uma aplicabilidade ao desporto e mais concretamente no movimento quer seja simples ou complexo. O movimento está inserido nos gestos técnicos das diferentes modalidades, podendo ser compostas unicamente por movimentos humanos, ou por relações entre estes e outros mecanismos (embarcações, bicicletas, instrumentos). Através das interações entre movimentos humanos como dança, jogos desportivos coletivos, equipas (duetos, e outros), ou mesmo a relação entre movimentos humanos e diferentes ambientes: aquáticos, terrestre e aéreos.

Partimos do pressuposto que a interação entre as diferentes teorias, leis, fórmulas matemáticas, auxiliam o técnico de desporto na procura da excelência desportiva, ajudando a ter uma visão de aplicações não só teóricas mas também praticas no desporto.

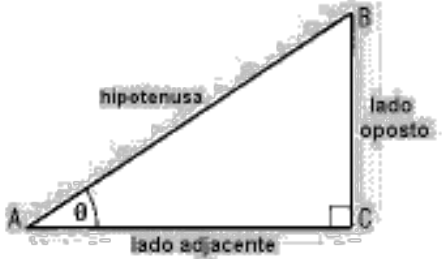
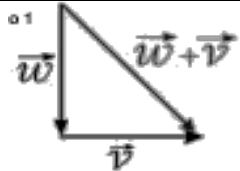
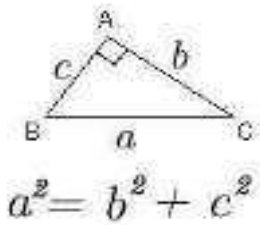
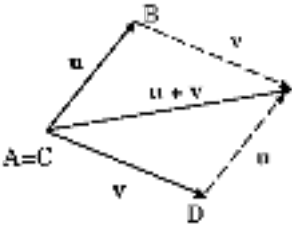
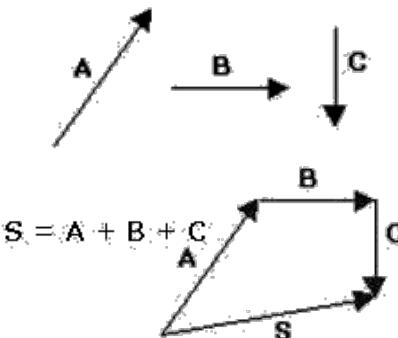
O técnico de desporto, face ao exposto anteriormente, deverá não só ter conhecimento como também competência em aplicar estes conhecimentos na sua intervenção profissional.

Congratulo todos os autores pela qualidade do manual. Não posso deixar de agradecer aos diferentes parceiros que apoiaram este projeto, Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Clínica da Vida, e à discente Cristiana Mercês pela disponibilidade e apoio na concretização.

Regente da UC Introdução à Biomecânica

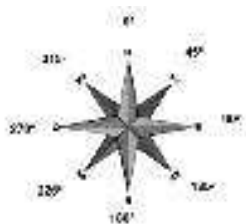
Prof. Doutor Hugo Louro

Notas

TRIGONOMETRIA	VETORES
 <p>Em qualquer triângulo retângulo com ângulo não reto θ, como exemplo, as razões trigonométricas são:</p> <p>sen θ = BC/AB= comprimento do lado oposto /hipotenusa</p> <p>cosθ= AC/AB= comprimento do lado adjacente /hipotenusa</p> <p>tg θ = BC/AC= comprimento do lado oposto/adjacente</p>	
	
<p>Lei dos cossenos</p> $c^2 = a^2 + b^2 + 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \beta$	

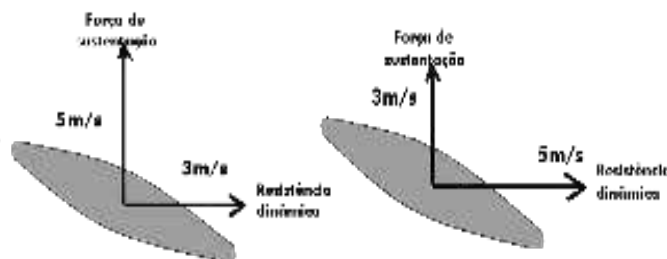
Exercícios práticos

1 - No lançamento do peso, o engenho é lançado com uma velocidade de **20m/s** formando com o plano horizontal um ângulo de **38°**. Calcule a componente horizontal e vertical da velocidade?



2 - Considere um canoísta que perdeu a pagaia e ficou à deriva numa lagoa. Se o kayak estiver a sofrer a ação de vento de sudoeste (240°) com uma velocidade de **10 nós¹** e a ação da corrente com uma velocidade de **11m/s** para oeste (270°), calcule em que direção e com que velocidade o barco vai ser arrastado. Resolva a questão quer através de um gráfico quer analiticamente..

3 – Calcule o vetor resultante (direção e velocidade) no lançamento disco, nas duas situações da figura ao lado, considerando que o engenho vai animado de uma velocidade horizontal de **15m/s**



Qual a velocidade resultante?

4 - Calcule o valor da componente perpendicular da força muscular (F_1), em cada uma das situações da figura, sabendo que o músculo bicipite está a desenvolver uma tensão de **500N** e que a inclinação das fibras musculares em relação ao segmento ósseo rádio é respetivamente **60°, 90° e 110°**.



5 - Um alpinista deseja calcular a altura de uma parede que vai escalar. Para isso, afasta-se horizontalmente **80m** da base da parede e visualiza o topo sob um ângulo de **55°** com o plano horizontal. Calcule a altura da parede.

¹ Nó é uma unidade de medida de velocidade equivalente a uma milha náutica por hora, ou seja 1852 m/h.

Resolução dos exercícios práticos

Notas

Relação entre a força muscular e a área transversal do músculo: 90N por cm²

$$\textit{Pressão} = \textit{Força} / \textit{área}$$

Torque ou momento de força é o produto da força pela distância perpendicular da linha de ação da força ao eixo de rotação.

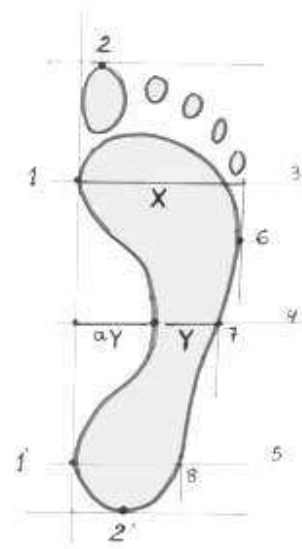
$$\textit{Torque} = N \cdot m$$

Exercícios práticos

1 - Determinação do tipo de pé.

Faça um fotograma da superfície plantar do seu pé com aguarela ou outro tipo de tinta e determine o seu tipo de pé:

- A partir do fotograma obtido, marque os dois pontos 1 e 1' e em seguida trace uma linha que passe por estes dois pontos?
- Marque os dois pontos 2 e 2' e em seguida trace uma linha perpendicular à linha 1-1', passando por cada um daqueles pontos.
- A distância entre 1 e 2 é chamada de medida fundamental e deverá ser marcada sobre a linha 1-1'.
- Trace as perpendiculares 3, 4 e 5.
- Trace as linhas 6, 7 e 8 (perpendiculares respetivamente a 3, 4 e 5).
- Meça a distância X.
- Meça a distância Y.
- Aplique a equação e veja o resultado na tabela.



2 - Que tensão pode desenvolver o músculo quadricípite durante a realização de um agachamento quando este músculo apresenta uma área transversal igual a:

- 7cm².
- 13cm².
- 20cm².

3 - Se for necessária uma força de **620N** por parte do *trícipite* para estabilizar a articulação do cotovelo numa dada tarefa motora, qual deve ser a área transversal mínima do músculo?

4 - No início da época um atleta tinha como melhor marca no exercício "supino deitado" **970N**. No final da época voltou a ser avaliado e o treinador registou uma evolução de **9%** no referido exercício. Sabendo que um dos músculos envolvidos neste exercício é o bícipite braquial, qual é atualmente a secção transversal deste músculo no atleta?

5 - Se as fibras de um músculo oblíquo estão orientadas num ângulo de **60 graus** em relação ao tendão central, qual é a tensão produzida no tendão quando as fibras se contraem com uma força de **250N**?

ASPETOS BIOMECÂNICOS DA FUNÇÃO MUSCULAR

6 - Quanto torque² (momento de força) é produzido no joelho pelos “posteriores da coxa” inseridos na tíbia num ângulo de **37 graus**, quando a tensão no músculo é de **850N**?

7 – Durante uma corrida de maratona, sempre que um atleta com um peso corporal de **540N** apoia o pé no solo, é gerada uma força **2,5** vezes superior à do seu peso corporal. Calcule a força total gerada pelos apoios do atleta, se este realizar durante a prova, **7000** passadas?



8 – Uma jogadora de voleibol utiliza **630N** durante a impulsão para o salto com o seu pé esquerdo, este valor de força é **5,5 vezes** o seu peso corporal. Se a força for distribuída por uma sola de calçado de **170cm²**, qual o valor da Pressão gerada?

9 – Aproximadamente **56%** do peso corporal são sustentados pela **5ª vértebra lombar**.

- a) Qual a pressão está exercida sobre a área de **22cm²** desta vértebra para um homem na posição de pé com **790N** de peso? (*Considere que a superfície da vértebra é horizontal*)
- b) Qual a pressão total exercida na **5ª vértebra lombar** desse indivíduo quando este estiver a suportar uma barra de halteres de **425N** nos seus ombros?

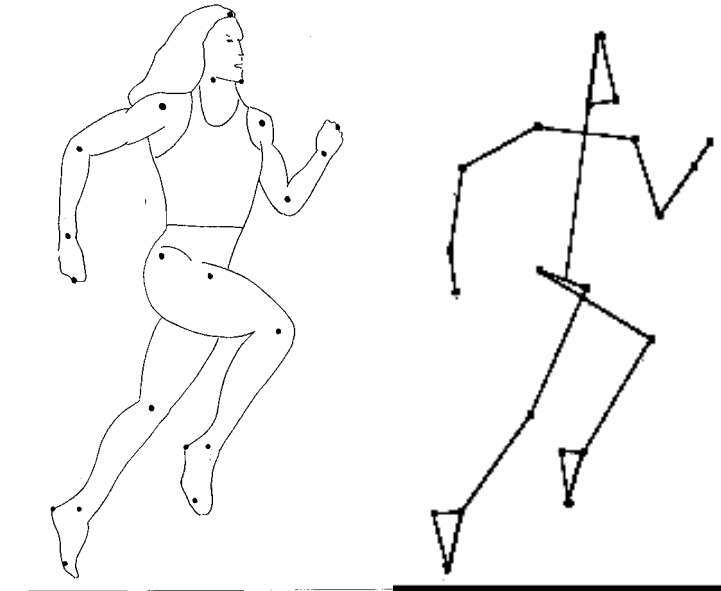
² Considere a inserção muscular a 2,8cm da articulação do joelho.

Resolução dos exercícios práticos

Notas

Exercícios práticos

Selecione uma foto de um desportista e faça a sua digitalização, marcando os 21 pontos anatômicos e unindo estes formando 14 segmentos.



Resolução dos exercícios práticos

Notas

Exercícios práticos

1 - Considere as fotos abaixo apresentadas e faça uma análise comparativa tendo em conta os seguintes parâmetros cinemáticos dos dois ciclistas:

- Altura do CG em relação ao solo³.
- Posição do CG em relação à base de apoio (interseção da vertical que passa pelo CG com o solo).
- Ângulo do joelho do membro inferior esquerdo.
- Ângulo do membro superior com o tronco.
- Ângulo da articulação coxofemoral com o pedal esquerdo em relação à vertical.
- Ângulo do tronco com a horizontal.



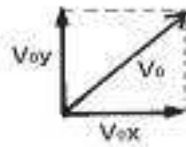
³ Como fator de escala considere o diâmetro real da roda de BTT igual a 0,65m e a roda de cycling igual a 0,70m.

Resolução dos exercícios práticos

Notas

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$



10 Imagens / segundo ➡ *Tempo entre imagens = 0,1 seg*

25 Imagens / segundo ➡ *Tempo entre imagens = 0,04 seg*

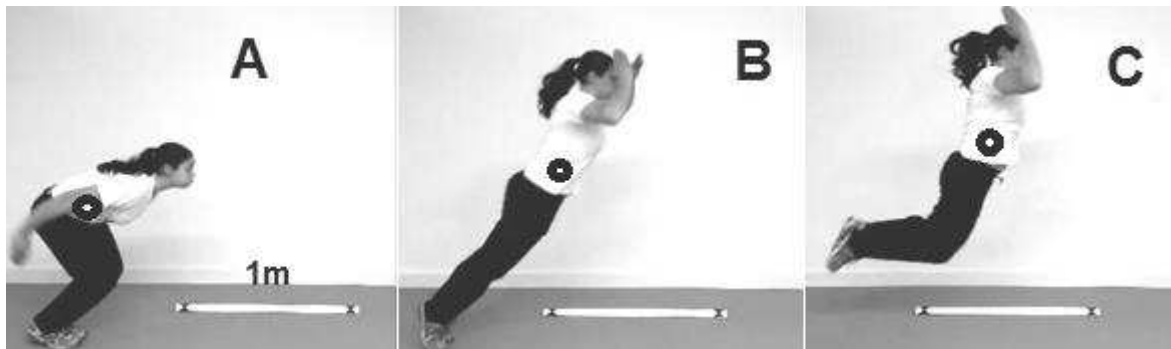
50 Imagens / segundo ➡ *Tempo entre imagens = 0,02 seg*

Exercícios práticos

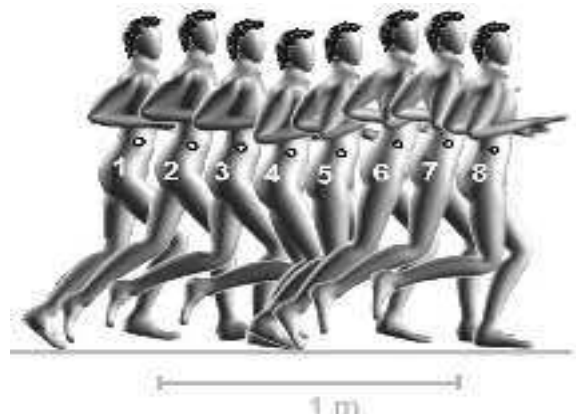
1 - O recordista do mundo dos 100m, *Usein Bolt*, parte do repouso e atinge a velocidade de **48km/h** ao fim de **6,5 segundos**. Determine a aceleração média deste atleta em **m/s²** e **km/h²**.

2 - Um ciclista de *Downhill* encontra-se a fazer uma descida a uma velocidade de **70km/h**, ao avistar uma curva, reduz a velocidade para **38km/h**. Esta diminuição ocorreu durante **3 segundos**. Qual a aceleração do ciclista nesse intervalo de tempo.

3 - A partir da sequência de imagens da figura seguinte⁴, calcule a velocidade de saída, a velocidade horizontal e a velocidade vertical da atleta entre a posição B e C, sabendo que foi filmada a **10** imagens por segundo?



4 - A partir da sequência de imagens da figura seguinte, calcule a **velocidade horizontal** do atleta entre a posição **5 e 8**, sabendo que foi filmada a 10 imagens por segundo? (o ponto de referência para o deslocamento é o centro de gravidade e a escala indicada na figura equivale a **1 metro** em tamanho real)



⁴ O ponto de referência para o deslocamento é o centro de gravidade e a escala indicada na figura equivale a **1 metro** em tamanho real.

Resolução dos exercícios práticos

Notas

$$D = \frac{v^2 \cdot \sin 2 \phi}{g}$$

$$D = \frac{v^2 \cdot \sin \phi \cdot \cos \phi + v \cdot \cos \phi \sqrt{(v \cdot \sin \phi)^2 + 2 \cdot g \cdot h}}{g}$$

Equações de aceleração constante (Galileu)

$$V_y = V_{0y} + g \cdot t$$

$$D = V_{0x} \cdot t + \left(\frac{1}{2}\right) g \cdot t^2$$

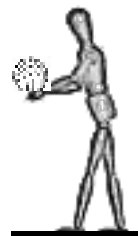
$$V_y^2 = V_{0y}^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

$$V_y = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Exercícios práticos

1 – Um jogador de golfe, ao tentar colocar a bola num buraco situado a **116m**, atira esta com uma velocidade horizontal de **43 m/s**. Sabendo que a bola esteve **2,7** segundos no ar, diga se esta atingiu ou não o buraco. Se a bola não atingiu o buraco, Indique a que distância ficou deste.

2 – Durante a receção de um serviço de voleibol, a bola ressalta nos braços de um jogador com uma velocidade vertical de **16 m/s**. Sabendo que o pavilhão onde está a decorrer o jogo tem uma altura de **14m**, a bola vai ou não tocar o teto do pavilhão?

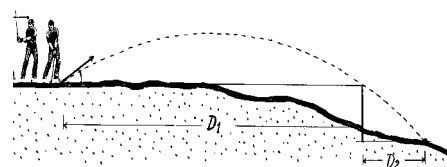


3 – Durante um jogo de futebol um jogador remata a bola a uma velocidade de saída de **17 m/s** e com um ângulo de saída de **32 graus**. Qual altura máxima e distância horizontal máxima atingida pela bola (até ao momento que atinge o solo)?

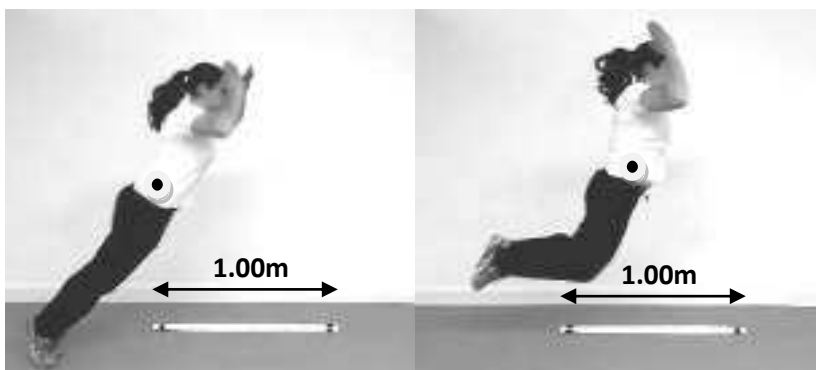


4 – Durante a cerimónia de abertura dos Jogos Olímpicos de Barcelona 1992, a chama olímpica foi acesa por um atirador com arco que se encontrava no centro do estádio. Sabendo que este atleta estava a uma distância horizontal de **60m** em relação à torre onde iria arder a chama olímpica e sabendo que esta media **45m** de altura, calcule o ângulo e a velocidade de saída que permitiram ao atleta atingir o objetivo?

5 – Um jogador de golfe atirou uma bola com uma velocidade de saída (V_0) de **35 m/s**, um ângulo de saída de **34 graus** e em que a diferença entre a altura de saída e a altura de queda foi de **2,60m**. Desprezando a resistência do ar, calcule a **distância horizontal “teórica”** obtida neste lançamento ($D_1 + D_2$).



6 - A partir das duas imagens que se seguem, referentes a um teste de impulsão horizontal, registado a **25 imagens** por segundo, calcule:



- O ângulo de saída, a velocidade de saída e a altura de saída.
- A distância horizontal atingida (teórica).

Resolução dos exercícios práticos

Notas

Localização do Centro de Gravidade de um segmento

Localização do CG = Comprimento do segmento · % do comprimento do segmento

A partir da extremidade proximal

Localização do Centro de Gravidade entre dois centros de gravidade

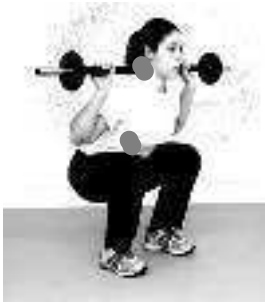
Localização do CG = $\frac{\text{Distancia entre os dois CG} \cdot \text{Massa Relativa}}{\text{Somatório das massa relativas dos dois centros de gravidade}}$

A partir da extremidade proximal

Percentagem de comprimento dos segmentos (a partir da extremidade proximal)				Percentagem em relação ao peso corporal total		
Segmento	Homens	Mulheres	Média	Homens	Mulheres	Média
Cabeça e Pescoço	50,02	48,41	49,22	6,94	6,68	6,81
Tronco	43,10	37,82	40,46	43,46	42,58	43,02
Braço	57,72	57,54	57,63	2,71	2,55	2,63
Antebraço	45,74	45,59	45,67	1,62	1,38	1,5
Mão	79,00	74,74	76,87	0,61	0,56	0,585
Coxa	40,95	36,12	38,54	14,16	14,78	14,47
Perna	43,95	43,52	43,74	4,33	4,81	4,57
Pé	44,15	40,14	42,15	1,37	1,29	1,33

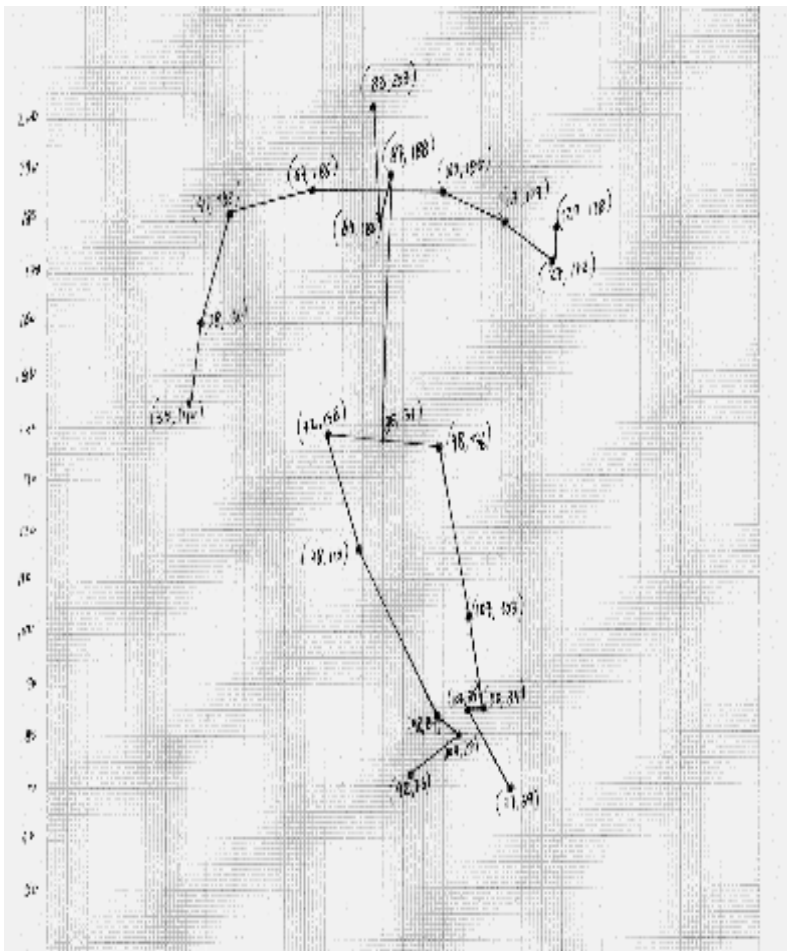
Exercícios práticos

1- Determine a localização do Centro de Gravidade (CG) de uma raquete de ténis e de um taco de baseball através do método do equilíbrio



2 - Através da Somação Vetorial (método gráfico), calcule a localização do CG do conjunto halterofilista-haltere da figura abaixo, considerando que o atleta tem de peso corporal **640N** e está a levantar uma barra de halteres com um peso de **230N**.

3 - Determine as coordenadas do Centro de Gravidade do jogador de futebol da figura abaixo, pela Somação Vetorial (método das coordenadas).



Resolução dos exercícios práticos

Notas

Quantidade de Movimento (M)	$M_1 = M_2$ ou $m_1 \cdot v_1 = m_2 \cdot v_2$ $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v$										
Potência (P)	$P = W / t$										
Impulso (I)	$I = F \cdot t$ ou $F \cdot t = \Delta M$ ou $F \cdot t = (mv_2) - (mv_1)$										
Impulso Angular (H)	$H = m \cdot K^2 \cdot \omega$										
Trabalho (W)	$W = F \cdot d$										
Energia Cinética (Ec)	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$										
Energia Potencial (Ep)	$E_p = m \cdot g \cdot h$										
Lei da Conservação da Energia Mecânica	$m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} m \cdot v^2 = K$										
Princípio do Trabalho e Energia	$W = E_c + E_p + E_t$										
Grandezas Cinéticas Lineares e Angulares	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lineares</th><th>Angulares</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massa (m)</td><td>Momento de inércia (I)</td></tr> <tr> <td>Força (F)</td><td>Torque (T)</td></tr> <tr> <td>Momento (M)</td><td>Momento angular (H)</td></tr> <tr> <td>Impulso (Ft)</td><td>Impulso angular (Tt)</td></tr> </tbody> </table>	Lineares	Angulares	Massa (m)	Momento de inércia (I)	Força (F)	Torque (T)	Momento (M)	Momento angular (H)	Impulso (Ft)	Impulso angular (Tt)
Lineares	Angulares										
Massa (m)	Momento de inércia (I)										
Força (F)	Torque (T)										
Momento (M)	Momento angular (H)										
Impulso (Ft)	Impulso angular (Tt)										

Exercícios práticos



1 – Um cicloturista com **780N** de peso corporal costuma viajar numa bicicleta com um peso de **130N**, em que o coeficiente de atrito estático entre o pneu e o solo é **0,16** e o coeficiente de atrito cinético é **0,13**.

- Calcule a força de atrito que o ciclista tem que realizar para iniciar o movimento. E para manter a bicicleta em movimento.
- Calcule a força de atrito que o ciclista tem que realizar para iniciar o movimento quando viaja com **180N** de bagagem, e para manter a bicicleta em movimento.

2 – Uma das provas do programa dos Jogos Olímpicos de Inverno é o *Bobsleigh*. Esta modalidade começa com dois membros da equipa empurrando o trenó tão rápido quanto possível antes de saltarem para o seu interior. Se os membros da equipa aplicarem uma força média de **130 N** na direção do movimento do *Bobsleigh* de **110 kg** por um período de **6s**, qual é a velocidade do trenó no instante em que os atletas pulam para dentro dele? (*desprezar o atrito*).



3 – Uma bola de basquetebol de massa **0,6Kg** é largada de uma altura de **5,0m**. Qual a sua velocidade imediatamente antes do seu contacto com o solo?

4 – Qual o valor do trabalho mecânico necessário para um guarda-redes agarrar uma bola de **0,52Kg**, quando esta chega às suas mãos com uma velocidade de **36m/s**?

5 – Um atleta de musculação inclina-se e levanta uma barra de **120N** a uma distância de **0,6m** dos seus músculos lombares. Desprezando-se o efeito do peso corporal, que quantidade de força adicional é necessária realizar pelos músculos lombares para estabilizar o haltere na posição referida, quando o braço do momento é de **1,4cm**?

6 – Um saltador com vara transporta a vara com **4,8 m** e com um peso de **35N**. Se a vara se estende **2,80m** atrás do ombro e **2,00m** à frente, que força terá que fazer o atleta para estabilizar a vara na horizontal, aplicando uma força vertical com a mão que agarra a vara **0,40m** à frente do ombro?



7 – Um ginasta praticante de cama elástica com uma massa de **70Kg**, faz um mortal encarpado com uma velocidade angular de **5rad/s** e com um raio de rotação de **0,65m**. Qual a velocidade angular do ginasta quando assume uma posição engrupada, alterando o raio de rotação para **0,35m**?

Resolução dos exercícios práticos

Notas

Torque

$$T = F \cdot \text{braço } F$$

Alavancas

$$F1 \cdot \text{braço } F1 = F2 \cdot \text{braço } F2$$

Exercícios práticos

1 – Qual a força realizada pelo operário para segurar um carro de mão carregado com **600N** de areia, sabendo que a distância da carga ao eixo da roda é de **0,70m** e a distância das mãos do trabalhador ao eixo da roda é de **1,30m**?



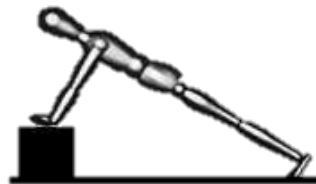
2 – Qual a **força** exercida pelo músculo bicípite braquial de uma culturista para suportar um haltere com **60N**, sabendo que a distância da inserção muscular do referido músculo no antebraço dista **0,057m** do centro articular do cotovelo e sabendo que o CG do conjunto antebraço-mão-haltere se situa a **0,438m** do mesmo centro articular.

3 - Calcule o valor da **força peso** que o atleta suporta nas mãos, em cada uma das situações representadas na figura.

- Considere que o atleta pesa **700N**, e que na situação *empranchado* (A) a distância mãos-pés é **1,50m** e a vertical que passa no CG está a **0,82m** dos pés.
- Considere que na situação (B) os joelhos estão apoiados a **0,40m** da vertical que passa no CG.
- Considere que na situação (C) as mãos estão apoiadas numa caixa com **0,35m** de altura.



A

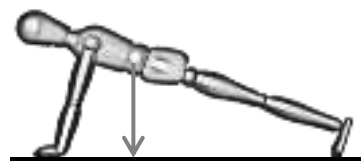
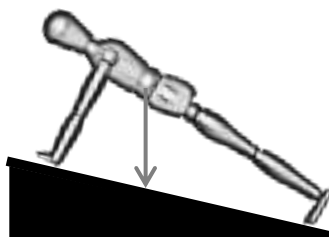


B



C

4 – Considere um atleta a fazer o exercício *flexão-extensão de braços no solo*, sabendo que este atleta tem **1,70m** de altura, **720 N** de peso, CG localizado a **57%** da altura, distância da linha de ombros as pés de **1,35m**. Que resistência terá o atleta que vencer numa repetição do referido exercício, em cada uma das situações representadas na figura? (*o muro tem 40cm de altura*)





5 - Calcule a força que os músculos abdominais têm que realizar para elevar o tronco nas situações A e B, sabendo que:

- O peso total do atleta é 500N;
- O peso do tronco, cabeça e membros superiores é 280N;
- A distância do CG do tronco, cabeça e membros superiores ao eixo do movimento (articulação coxofemoral) é de 0,35m;
- Na situação B o atleta está deitado num banco com uma inclinação de 30 graus.

6 – A figura representa um casal a passear de canoa. Sabendo que a canoa tem de comprimento **4,30m** e os seus ocupantes pesam respetivamente **500N** e **900N**, acha que a canoa está equilibrada? Justifique a sua resposta com base nos seus conhecimentos de biomecânica.



Resolução dos exercícios práticos

Notas

Força Centrífuga

$$FC = m \cdot v^2 / r$$

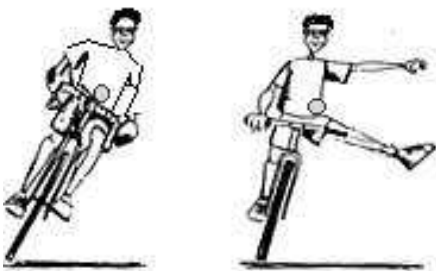
Força de Atrito

$$F_A = \mu \cdot F_N$$

em que $F_N = F \cdot \text{sen}\beta$ e $\mu = \text{coeficiente de atrito}$

Exercícios práticos

1 - A atleta da figura ao lado está a realizar uma corrida em curva, durante um teste de velocidade. Sabendo que a curva tem de raio **17m** e que a atleta tem uma massa de **52Kg**, diga a que velocidade é que ela está a correr?



2 – Supondo que os dois ciclistas representados na figura ao lado têm a mesma massa (**83kg**), utilizam bicicletas idênticas, e com o mesmo peso (**10,5kg**) e estão a descrever uma curva com um raio **5m**, diga qual deles está a andar a maior velocidade. Justifique a sua resposta.

3 – Um motociclista⁵ está a descrever uma curva de raio **24m**. Sabendo que o coeficiente de atrito estático máximo entre o pneu e a estrada é de **0,6**, calcule a velocidade máxima a que ele consegue curvar sem derrapar?



⁵ massa moto + motard=234kg

Resolução da Exercícios práticos

Notas

Flutuabilidade	<i>Flutuabilidade = Volume do corpo * peso específico do fluido</i>
-----------------------	--

Resistência Dinâmica	<i>RD = $\frac{1}{2}$ Cr. μ . Ap . v^2</i>
-----------------------------	--

Peso	<i>Peso = massa . gravidade</i>
-------------	--

Exercícios práticos

1 - Será que o mergulhador da figura ao lado, com uma massa de **83kg** (equipamento incluído) e um volume corporal de **0,068m³** (sem ar dentro do colete) consegue flutuar em água doce e manter uma situação de equilíbrio entre o peso e a flutuabilidade? Justifique.

(*peso específico da água doce = 9810 N/m³*)?



2 – Se respondeu **NÃO** à alínea anterior, diga o que deve fazer o mergulhador, para encontrar uma posição de equilíbrio.

3 – Um casal está a fazer um passeio de balão e pretende manter a altitude (*isto é, manter o equilíbrio entre o peso do volume e a força ascensional*).



Sabendo-se que o ar aquecido baixa o seu peso específico, qual deve ser o peso específico do ar aquecido dentro do balão para manter a altitude?

4 – O balão no qual o casal viaja ficou sem gás. Com o arrefecimento do ar dentro do balão, este começa a descer (a perder altitude). Quando o ar dentro do balão estiver à mesma temperatura do ar exterior, qual será a velocidade de descida do balão, sabendo que está a gerar uma resistência dinâmica de 4750N?

Peso específico do ar a 20º ---- **11,8N/m³**

Peso do casal + balão ----- **1200 N**

Diâmetro do balão ----- **12m** (raio =6m)

Volume do balão ----- **$\frac{4}{3} \pi r^3$**

Área frontal do balão ----- **πr^2**

Densidade do fluido ----- **1,20 kg/m³**

Coeficiente de Resistência ---- **1,3**

Resolução dos exercícios práticos

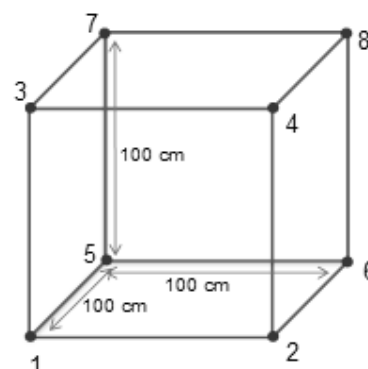
Notas

Exercícios práticos

1 – Veja este exemplo de um “volume” de calibração:

Baseado no cubo representado introduza as coordenadas X, Y e Z, dos pontos de calibração, na tabela abaixo. Considere a origem do referencial o ponto 5. Deve ter em conta as unidades de medida.

	X (m)	Y (m)	Z (m)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			



2 – Construa um projeto de estudo cinemático através de videografia, para posterior análise no programa APAS. Deve considerar:

a) Antes de filmar

- Escolher o movimento desportivo;
- Definir objetivo do movimento;
- Criar problema estudo;
- Identificar o plano e os eixos do movimento;
- Definição 2D e 3D;
- Apoiar e nivelar câmara de vídeo em tripé;
- Ajustar distância, altura e enquadramento face á zona de recolha e atleta;
- Preparar e medir o “volume de calibração”;
- Recolher dados morfológicos do atleta (peso, altura, etc...);
- Pontos anatómicos a estudar

b) A Filmagem

- Preparação da zona de recolha: colocar ponto fixo;
- Filmar o “volume de calibração” no local onde o atleta vai executar o gesto;
- Registar as medidas do “volume de calibração” antes de o retirar;
- Registar distâncias e altura da câmara de filmar em relação ao solo e ao atleta;
- Retirar o volume de calibração;

- Colocar pontos de calibração no atleta;
- Filmar o atleta a realizar as condições de execução;
- Identificar as diversas execuções e atletas;
- Preparar computador para recolha de vídeos;
- Captação de vídeos para disco rígido;
- Criar representação esquemática.

c) Equipamento necessário:

- Tripé, câmara de vídeo
- cassete vídeo
- nível
- fita métrica
- volume de calibração
- “claquete” de identificação
- Computador
- placa de captura de vídeo
- disco externo
- cubo de calibração
- pontos refletores
- instrumentos antropométricos
- Balança
- Etc...

Resolução da Exercícios práticos