Introdução ao curso, Revisão de Vetores

Prof. Cristiano Oliveira
Ed. Basilio Jafet – sala 202
crislpo@if.usp.br

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

Eletricidade e Magnetismo I (4300270) – Instituto Oceanográfico :

- Carga elétrica
- Lei de Coulomb / Campo elétrico
- Distribuição contínua de cargas
- Lei de Gauss / aplicações
- Energia potencial elétrica e diferença de potencial (V)
- Cálculo de Potencial V
- Capacitores
- Dielétricos em capacitores
- Corrente Elétrica e Lei de Ohm
- Circuitos de corrente contínua
- Campo magnético
- Fluxo do campo magnético
- Lei de Gauss para o campo magnético
- Força de Lorentz
- Fontes de campo magnético
- Lei de Biot-Savart
- Simetria do campo magnético e circulação
- Lei de Ampère / Aplicações
- Lei de Faraday
- Lei de Lenz
- Lei de Ampére-Maxwell
- As equações de Maxwell
- Indutância e indutância mútua
- Solenóides
- Energia magnética

Cronograma

Dia	Aula	Data	Atividade Programada
Segunda	xxx	06/03/2017	*Recepção aos calouros*
Quinta	xxx	09/03/2017	
Segunda	01	13/03/2017	*Apresentação do curso, revisão de unidades e vetores*
Quinta	xxx	16/03/2017	**Viagem Professor – Não haverá aula.**
Segunda	02	20/03/2017	Lei de Coulomb - Campo elétrico – natureza vetorial – Superposição – Cálculo de **E** para uma distribuição discreta – linhas de campo. Campo elétrico em um condutor.
Quinta	03	23/03/2017	Distribuição contínua de cargas. Linhas de campo, simetria, cálculo de **E** para distribuição contínua – aplicações fio carregado, cilindro, plano, esfera.
Segunda	04	27/03/2017	Lei de Gauss – exemplos de aplicações (fio carregado, cilindro, plano, esfera, etc., condutores e isolantes) – Discussão sobre simetria.
Quinta	05	30/03/2017	Energia potencial elétrica e diferença de potencial (V). Superfícies equipotenciais - Natureza escalar de V e superposição.
Segunda	06	03/04/2017	Cálculo de V para distribuição de cargas discreta e contínua – dipolo elétrico, fio carregado.
Quinta	07	06/04/2017	Capacitores, cálculo de capacitância (plano, cilíndrico, esférico), energia potencial elétrica armazenada em capacitores.
Segunda	xxx	10/04/2017	*Semana Santa*
Quinta	xxx	13/04/2017	
Segunda	08	17/04/2017	Dielétricos em capacitores. **/ PE1**
Quinta	09	20/04/2017	Corrente Elétrica e Lei de Ohm.
Segunda	10	24/04/2017	***Prova P1***
Quinta	11	27/04/2017	Circuitos de corrente contínua
Segunda	xxx	01/05/2017	*Dia do Trabalho*
Quinta	12	04/05/2017	Campo magnético, fluxo do campo magnético e Lei de Gauss para o campo magnético. Filtro de velocidades. Força de Lorentz.
Segunda	13	08/05/2017	Fontes de campo magnético. Lei de Biot-Savart.
Quinta	14	11/05/2017	Simetria do campo magnético e circulação – Lei de Ampère – aplicações com cálculo de **B** (fio, plano infinito).
Segunda	15	15/05/2017	Lei de Ampère – aplicações com cálculo de **B** (espira, solenóide). **/ PE2**
Quinta	16	18/05/2017	Outras aplicações da Lei de Ampère (toróide, etc.).
Segunda	17	22/05/2017	***Prova P2***
Quinta	18	25/05/2017	Lei de Faraday e Lei de Lenz.
Segunda	19	29/05/2017	Lei de Ampére-Maxwell. As equações de Maxwell.
Quinta	20	01/06/2017	Indutância e indutância mútua.
Segunda	21	05/06/2017	Solenóides – Energia magnética.
Quinta	22	08/06/2017	Magnetismo na matéria. **/ PE3**
Segunda	23	12/06/2017	Magnetismo na matéria.
Quinta	xxx	15/06/2017	*Corpus Christi*
Segunda	24	19/06/2017	***Prova P3***
Quinta		22/06/2017	
Segunda		26/06/2017	
Quinta	25	29/06/2017	***Prova P4 – Sub***
Segunda		03/07/2017	
Quinta		06/07/2017	***Entrega das notas Finais***
Segunda		24/07/2017	***Prova de Recuperação***

Calendário de feriados / recessos escolares / Atividades dos estudantes do IO / Viagem Professor

16/03: (Professor) – Participação em Congresso

10/04 a 15/04: Semana Santa. Não haverá aula.

01/05 Dia do Trabalho. Não haverá aula.

15/06 Corpus Christi. Não haverá aula.

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

Datas de provas

Calendário das provas Gerais

1ª Prova Geral (PG_1):	24 de Abril (Segunda-Feira)
2ª Prova Geral (PG_2):	12 de Maio (Segunda-Feira)
3ª Prova Geral (PG_3):	19 de Junho (Segunda-Feira)
Prova Substitutiva (P_S):	29 de Junho (Quinta-Feira)
Prova de Recuperação (P_{REC}):	24 de Julho (Segunda-Feira)

Calendário das provinhas de exercícios

1ª Provinha (PE_1):	17 de Abril (Segunda-Feira)
2ª Provinha (PE_2):	15 de Maio (Segunda-Feira)
3ª Provinha (PE_3):	08 de Junho (Quinta-Feira)

Sujeito a confirmação com a turma!

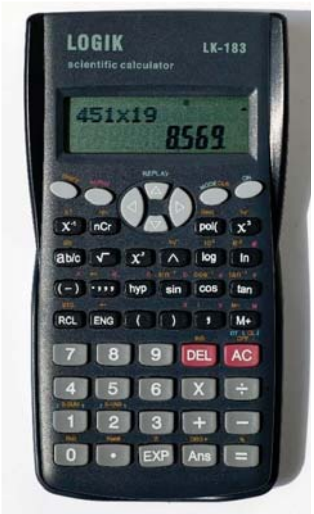
As provas gerais serão feitas no Auditório Norte, na Ala Central do IFUSP

Provas / Provinhas:

Trazer calculadora e régua!

LECTURE NOTES
PROF.: CRISTIANO

Calculadora ≠ Celular



YES!!!!

NO!!!!


educacao.estadao.com.br/noticias/geral,usp-apura-esquema-de-cola-por-whatsapp,10000060274

ESTADÃO EDUCAÇÃO » USP apura esquema de 'cola' por WhatsApp

EDUCAÇÃO | ENGENHARIA

USP apura esquema de 'cola' por WhatsApp

Grupo 'Honestidade', da Poli, teria mais de 200 alunos; leia a entrevista com o presidente da Comissão de Ética, Renato Janine

Isabela Palhares, Alexandre Hisayasu e Marcelo Godoy, O Estado de S. Paulo

01 Julho 2016 | 03h00

Foto: GABRIELA BILO / ESTADAO

Por causa de alguns.... muitos acabam sendo prejudicados...

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

Por ~20 – 40R$ (ou menos...) você compra uma ótima calculadora!

Calculadora Científica Kenko + Capa De Proteção
R$10,99 de Mercado Livre - Magazinne Shopping
CALCULADORA CIENTIFICA KENKO KK-82MS* 10 + 2 digitos * Display de 2 linha

Calculadora Científica Kenko Kk-82ms 240 Funções + Capa
R$10,99 de Mercado Livre - Ars Net
Calculadora Científica Kenko Kk-82ms 240 Funções + Capa

Calculadora Científica Kenko Kk-82ms 240 Funções + Cap
R$11,26 de Mercado Livre - Officedobrasil
OFFICE DO BRASIL **Calculadora Científica** Kenko Kk-82ms Display C/2 Linhas *

Calculadora Cientifica Kenko Kk-ms82 - Preço De Fabrica
R$12,99 de Mercado Livre - Casadochapeu
Detalhes **CALCULADORA CIENTIFICA** KENKO KK-82MS * 10 + 2 digitos * Display

Calculadora Científica Dtc 13S
R$24,90 em mais 5 lojas
Calculadora Científica 13s 240 FunçõesDESCRIÇÃO DO PRODUTC

Calculadora Científica Fx82MS - Cassio
R$36,90 em mais 5 lojas
★★★★★ 1 comentário sobre o produto

Calculadora Cientifica Elgin 240 Funcoes CC240
R$23,90 em mais 10 lojas
A **Calculadora Científica** CC240 da Elgin possui display de 12 digito

Calculadora Cientifica Elgin 56 Funcoes CC56
R$14,90 em mais 10 lojas
A **Calculadora Científica** CC56 da Elgin possui display LCD de 10 dí

Calculadora Sharp Cientifica EL531XBGR
R$40,90 em mais 5 lojas

Se não tiver, providencie.....
E aprenda a utilizar <u>ANTES</u> do dia da prova!

Avaliação e Aprovação

$$M_F = 0{,}8(M_{PG}) + 0{,}2M_{PE}$$

M_{PG} -> média das provas gerais
M_{PE} -> média das provinhas de exercicios

$$M_F \geq 5 \quad \Rightarrow \quad \text{aprovação}$$
$$3 \leq M_F < 5 \quad \Rightarrow \quad \text{recuperação}$$
$$M_F < 3 \quad \Rightarrow \quad \text{reprovação}$$

LECTURE NOTES
PROF CRISTIANO

Recuperação

$$N_F = \left(M_F + 2P_{\mathrm{Rec}}\right)/3$$

O(A) aluno(a) que alcançar frequência mínima às aulas de 70% e média final entre 3,0 (três) e 5,0 (cinco), poderá realizar uma prova de recuperação, P_{REC}, a qual compreende toda a matéria do semestre.

$$N_F \geq 5 \quad \Rightarrow \quad \text{aprovação}$$
$$N_F < 5 \quad \Rightarrow \quad \text{reprovação}$$

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

Equipe

Docente:

Prof. Dr. Cristiano Luis Pinto de Oliveira
Escritório: Edifício Basílio Jafet, sala 202
Fone: 3091-7164
e-mail crislpo@if.usp.br

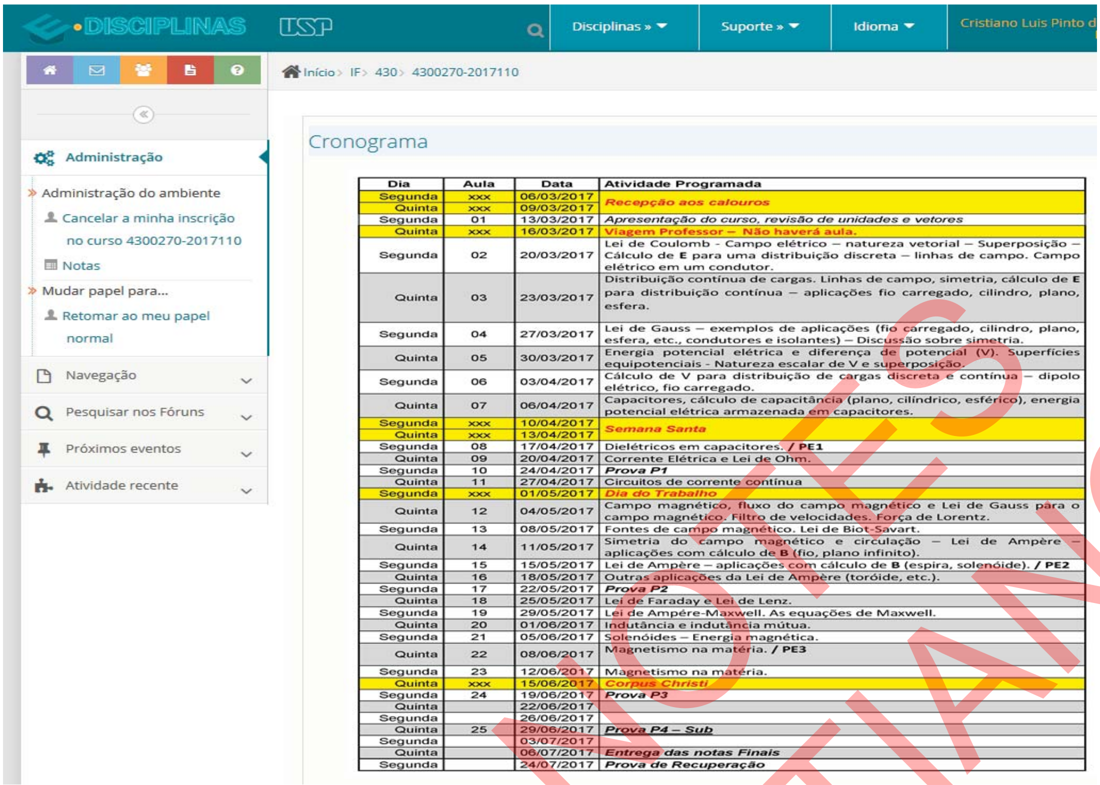
Monitor:

Leonardo José Bertelli
e-mail: leonardo.bertelli@usp.br

Os plantões para resolver dúvidas serão nas Quartas e Sextas-Feiras das 12:00h às 13:00h no mesmo local da sala de aula.

Pagina da disciplina

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=34702



Dia	Aula	Data	Atividade Programada
Segunda	xxx	06/03/2017	***Recepção aos calouros***
Quinta	xxx	09/03/2017	
Segunda	01	13/03/2017	*Apresentação do curso, revisão de unidades e vetores*
Quinta	xxx	16/03/2017	**Viagem Professor – Não haverá aula.**
Segunda	02	20/03/2017	Lei de Coulomb - Campo elétrico – natureza vetorial – Superposição – Cálculo de **E** para uma distribuição discreta – linhas de campo. Campo elétrico em um condutor.
Quinta	03	23/03/2017	Distribuição contínua de cargas. Linhas de campo, simetria, cálculo de **E** para distribuição contínua – aplicações fio carregado, cilindro, plano, esfera.
Segunda	04	27/03/2017	Lei de Gauss – exemplos de aplicações (fio carregado, cilindro, plano, esfera, etc., condutores e isolantes) – Discussão sobre simetria.
Quinta	05	30/03/2017	Energia potencial elétrica e diferença de potencial (V). Superfícies equipotenciais - Natureza escalar de V e superposição.
Segunda	06	03/04/2017	Cálculo de V para distribuição de cargas discreta e contínua – dipolo elétrico, fio carregado.
Quinta	07	06/04/2017	Capacitores, cálculo de capacitância (plano, cilíndrico, esférico), energia potencial elétrica armazenada em capacitores.
Segunda	xxx	10/04/2017	***Semana Santa***
Quinta	xxx	13/04/2017	
Segunda	08	17/04/2017	Dielétricos em capacitores. **/ PE1**
Quinta	09	20/04/2017	Corrente Elétrica e Lei de Ohm.
Segunda	10	24/04/2017	***Prova P1***
Quinta	11	27/04/2017	Circuitos de corrente contínua
Segunda	xxx	01/05/2017	***Dia do Trabalho***
Quinta	12	04/05/2017	Campo magnético, fluxo do campo magnético e Lei de Gauss para o campo magnético. Filtro de velocidades. Força de Lorentz.
Segunda	13	08/05/2017	Fontes de campo magnético. Lei de Biot-Savart.
Quinta	14	11/05/2017	Simetria do campo magnético e circulação – Lei de Ampère – aplicações com cálculo de **B** (fio, plano infinito).
Segunda	15	15/05/2017	Lei de Ampère – aplicações com cálculo de **B** (espira, solenóide). **/ PE2**
Quinta	16	18/05/2017	Outras aplicações da Lei de Ampère (toróide, etc.).
Segunda	17	22/05/2017	***Prova P2***
Quinta	18	25/05/2017	Lei de Faraday e Lei de Lenz.
Segunda	19	29/05/2017	Lei de Ampére-Maxwell. As equações de Maxwell.
Quinta	20	01/06/2017	Indutância e indutância mútua.
Segunda	21	05/06/2017	Solenóides – Energia magnética.
Quinta	22	08/06/2017	Magnetismo na matéria. **/ PE3**
Segunda	23	12/06/2017	Magnetismo na matéria.
Quinta	xxx	15/06/2017	***Corpus Christi***
Segunda	24	19/06/2017	***Prova P3***
Quinta		22/06/2017	
Segunda		26/06/2017	
Quinta	25	29/06/2017	***Prova P4 – Sub***
Segunda		03/07/2017	
Quinta		06/07/2017	***Entrega das notas Finais***
Segunda		24/07/2017	***Prova de Recuperação***

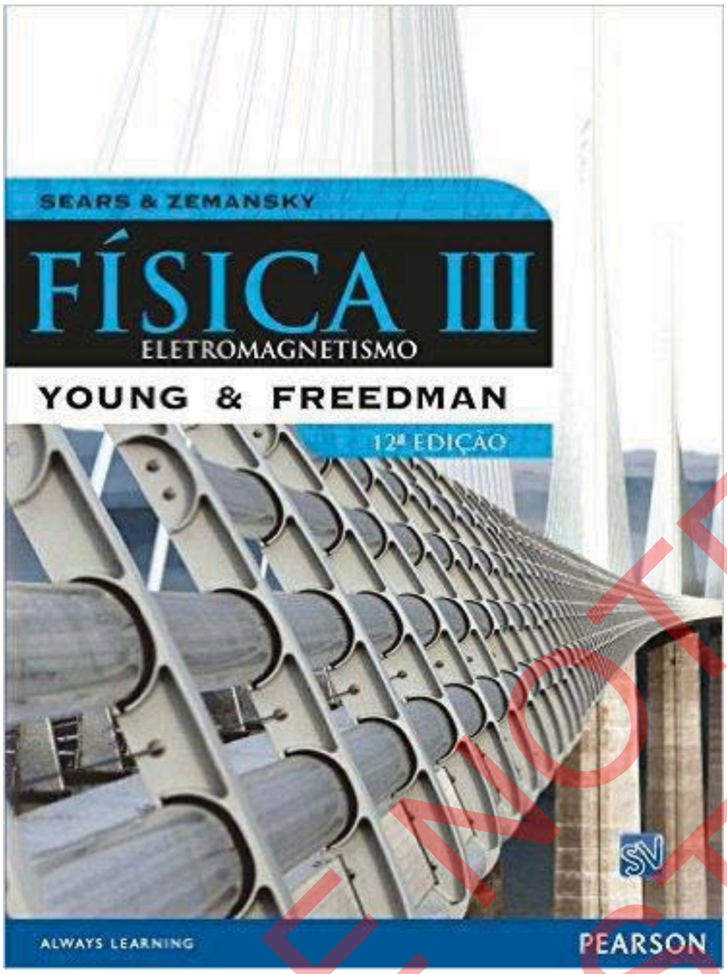
ATENÇÃO: Para ter acesso à página da disciplina é necessário acessar o site https://edisciplinas.usp.br/ e fazer o *login* para que os e-mails e avisos referentes à disciplina possam ser recebidos.
Se não conseguir acessar me informe.

Bibliografia

1. Fisica III Young & Freedman
2. Fisica, P. A. Tipler, vol 3
3. Fisica, Halliday & Resnick, vol 3

Entre outros...

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO



Como acompanhar a matéria e estudar...

(sei que vocês sabem como fazer, mas...)

- Este curso tem **2 aulas de 2h toda semana**! A quantidade de informação por semana é muito grande! Assim, deixo como dica:

1) Tente ler o "ponto" referente à matéria na mesma semana. Obtenha o livro o quanto antes!

2) Repasse as passagens mostradas em sala, reproduzindo os cálculos

3) Faça os exercícios exemplo propostos no livro texto

4) Quando disponibilizada pelo professor, faça a lista de exercícios o quanto antes

5) Tire dúvidas na monitoria ou com o professor

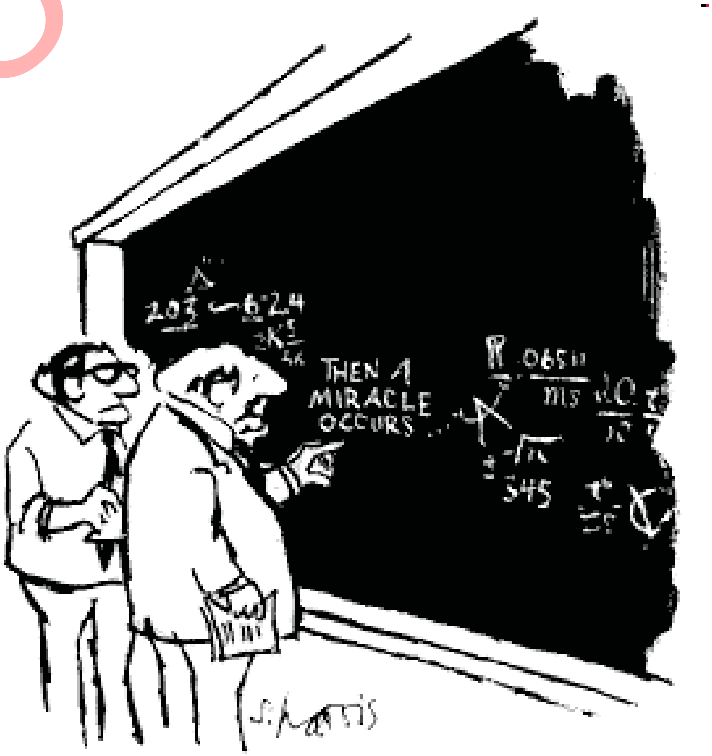
6) NÃO ESTUDE SOMENTE NA VÉSPERA! EM GERAL, NÃO FUNCIONA!

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

Física

A física é uma ciência *experimental*. O físico observa fenômenos naturais e tenta achar os padrões e os princípios que relacionam esses fenômenos. Esses padrões são denominados teorias físicas ou, quando bem estabelecidas e de largo uso, leis e princípios físicos.

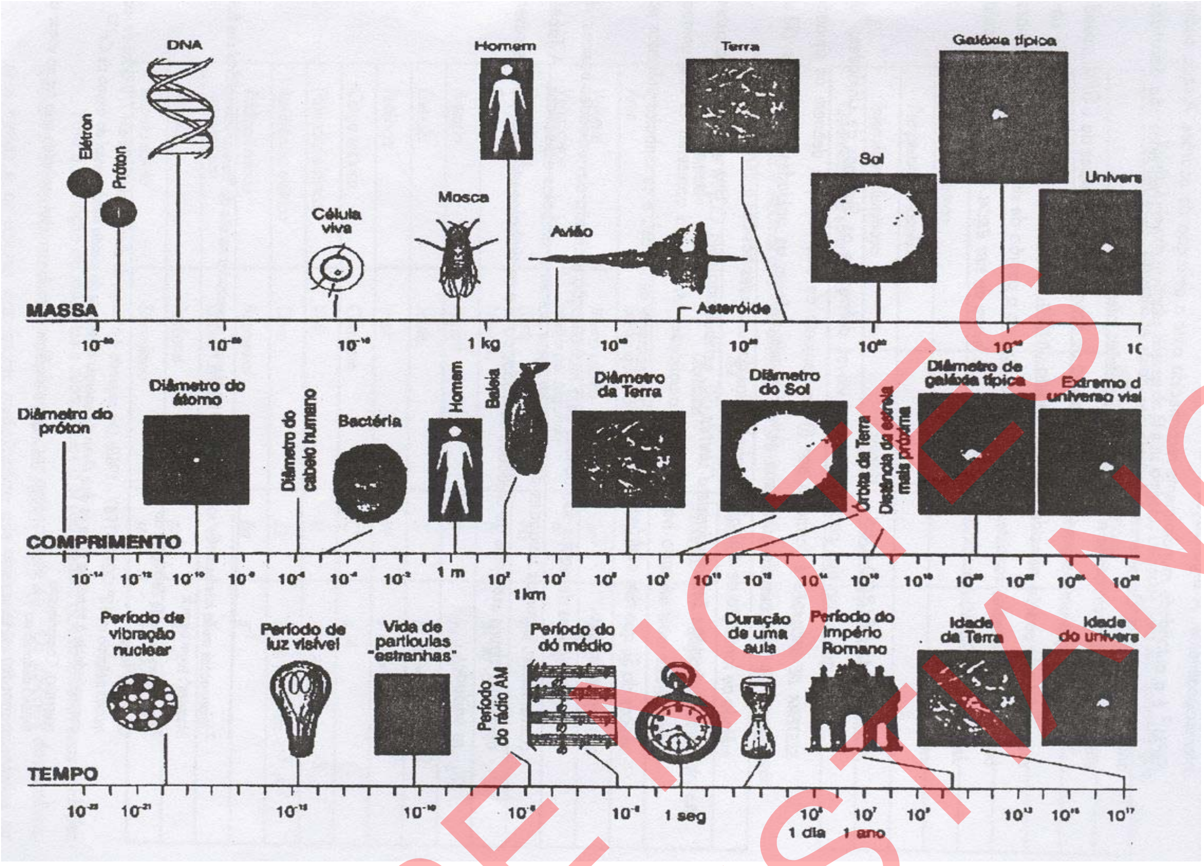
Medidas Físicas



"I think you should be more explicit here in step two."

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

Escalas



Medir: comparar uma dada grandeza com um padrão

SI – Unidades básicas		
Dimensão	**Unidade**	**Símbolo**
Tempo	Segundo	s
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Corrente elétrica	Ampère	A
Temperatura absoluta	Kelvin	K
Intensidade luminosa	Candela	cd
Quantidade de substância	Mol	mol

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

SI – Unidades derivadas			
Dimensão	**Unidade**	**Símbolo**	**Expressão em unidades básicas**
Área	Metro quadrado	m^2	$m \cdot m$
Volume	Metro cúbico	m^3	$m \cdot m \cdot m$
Velocidade	Metro por segundo	m/s	$m \cdot s^{-1}$
Freqüência	Hertz	Hz	s^{-1}
Força	Newton	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Pressão	Pascal	Pa	$N/m^2 = m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Energia	Joule	J	$N \cdot m = m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Potência	Watt	W	$J/s = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Carga elétrica	Coulomb	C	$s \cdot A$
Potencial elétrico	Volt	V	$W/A = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Resistência elétrica	Ohm	Ω	$V/A = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Radioatividade	Becquerel	Bq	s^{-1}
Temperatura	Graus Celsius	°C	K
Ângulo	Radiano	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$ (adimensional)
Ângulo sólido	Sferoradiano	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$ (adimensional)

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

Notação científica: Potências de 10

$1000 = 10^{3}$

$230000 = 2.3 \times 10^{5}$

$0.000827 = 8.27 \times 10^{-4}$

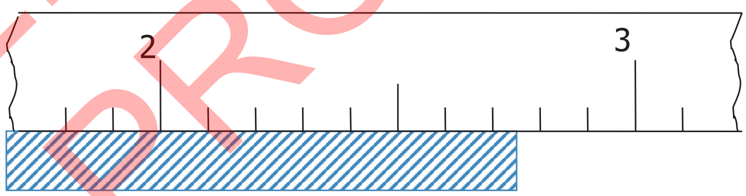
Nome	Símbolo	Valor	Nome	Símbolo	Valor
Exa	E	10^{18}	Deci	d	10^{-1}
Peta	P	10^{15}	Centi	c	10^{-2}
Tera	T	10^{12}	Mili	m	10^{-3}
Giga	G	10^{9}	Micro	µ	10^{-6}
Mega	M	10^{6}	Nano	n	10^{-9}
Quilo	k	10^{3}	Pico	p	10^{-12}
Hecto	h	10^{2}	Femto	f	10^{-15}
Deca	da	10	Atto	a	10^{-18}

Como Medir?? → Instrumento de Medida

Tamanho	Temperatura	Tempo	Peso

Toda medida tem um erro associado / Incerteza

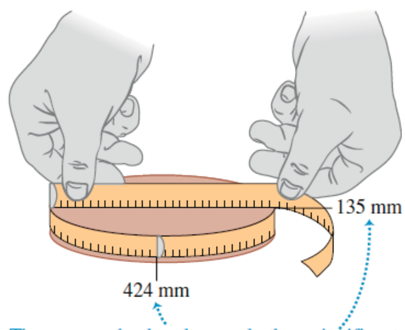
- **Como avaliar a incerteza?**
  - **Devo considerar a dificuldade de leitura e a imprecisão do equipamento**



(2,74 ± 0,05) cm

metade da menor divisão (1 mm ÷ 2 = 0,5 mm = 0,05 cm)

1.8 Determining the value of π from the circumference and diameter of a circle.



The measured values have only three significant figures, so their calculated ratio (π) also has only three significant figures.

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

Vetores e soma vetorial

Algumas grandezas físicas, como tempo, temperatura, massa, densidade e carga elétrica, podem ser descritas por um único número com uma unidade. Porém outras grandezas importantes possuem uma *direção* associada com elas e não podem ser descritas por um único número.

Um exemplo simples de grandeza que possui direção é o movimento de um avião. Para descrever completamente seu movimento, não basta dizer com que velocidade ele se desloca, é necessário dizer a direção e o sentido do seu movimento.

Quando uma grandeza física é descrita por um único número, ela é denominada de **grandeza escalar**. Diferentemente, uma **grandeza vetorial** é descrita por um **módulo** (que indica a 'quantidade' ou o 'tamanho'), juntamente com uma direção (e sentido) no espaço.

Grandeza Escalar : único número.
Ex: 50 gramas, 20 graus

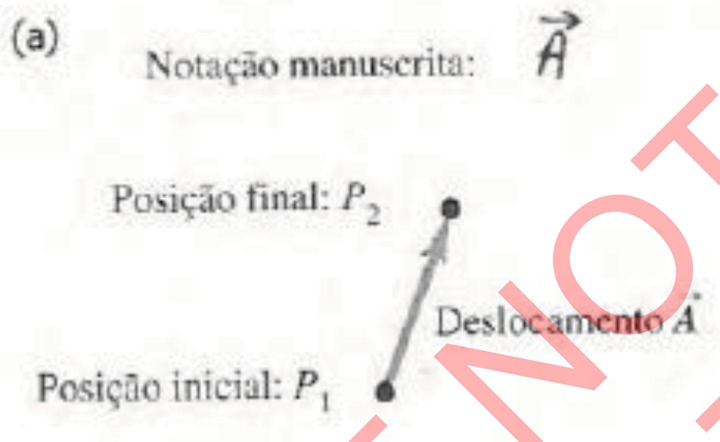
Grandeza Vetorial : módulo, direção e sentido
Ex: deslocamentos, velocidade, força, campo elétrico

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

Vetores

$\vec{A}$ **fonte em itálico e negrito, com uma seta sobre a letra**

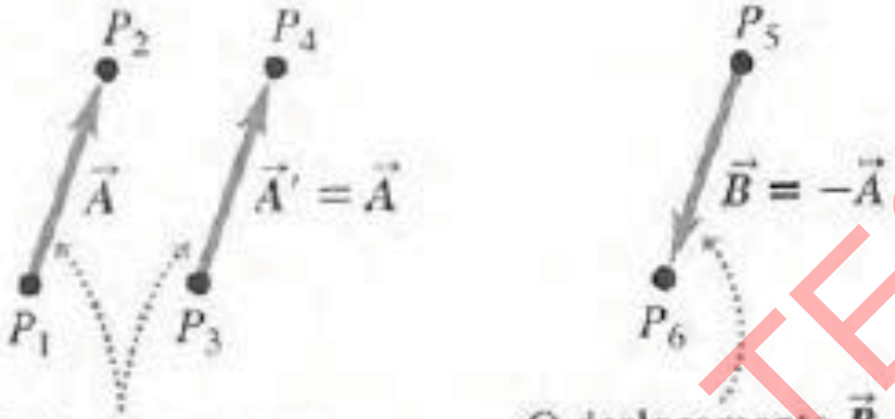
- ***Módulo***
- ***Direção***
- ***Sentido***



O deslocamento depende somente das posições inicial e final – não da trajetória.

Quando o ponto final da trajetória coincide com o ponto inicial, o deslocamento é igual a zero, seja qual for a distância percorrida.

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

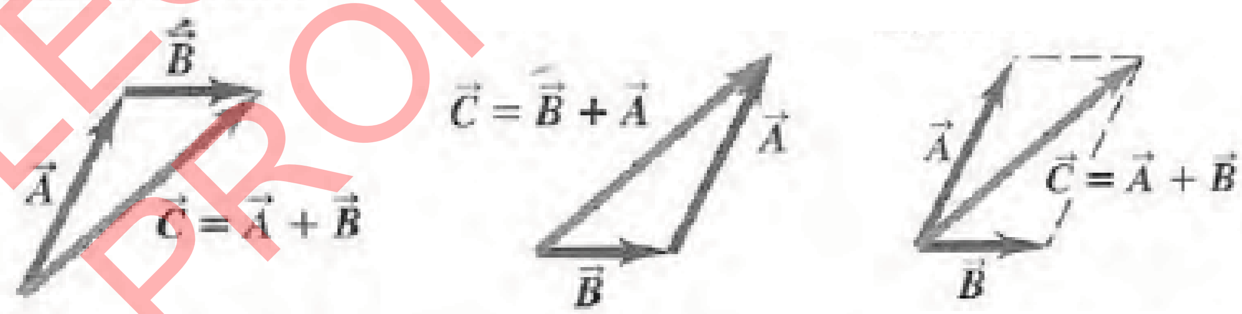


Os deslocamentos de $\vec{A}$ e $\vec{A}'$, são iguais porque possuem o mesmo comprimento e direção.

O deslocamento $\vec{B}$ possui o mesmo módulo de $\vec{A}$, mas direção oposta; $\vec{B}$ é o negativo de $\vec{A}$.

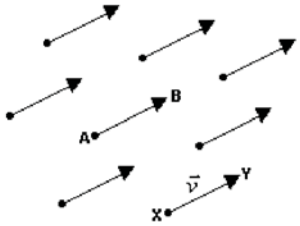
Soma vetorial

$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$$



LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

Vetores



Soma de vetores

Se v=(a,b) e w=(c,d), definimos a soma de v e w, por:

$$v + w = (a+c,b+d)$$

Propriedades da Soma de vetores

I) Comutativa: Para todos os vetores u e v de R^2:

$$v + w = w + v$$

II) Associativa: Para todos os vetores u, v e w de R^2:

$$u + (v + w) = (u + v) + w$$

III) Elemento neutro: Existe um vetor O=(0,0) em R^2 tal que para todo vetor u de R^2, se tem:

$$O + u = u$$

IV) Elemento oposto: Para cada vetor v de R^2, existe um vetor -v em R^2 tal que:

$$v + (-v) = O$$

http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Cinematica/Vetores.php

Diferença de vetores

Se v=(a,b) e w=(c,d), definimos a diferença entre v e w, por:

$$v - w = (a-c,b-d)$$

Produto de um número escalar por um vetor

Se v=(a,b) é um vetor e c é um número real, definimos a multiplicação de c por v como:

$$c.v = (ca,cb)$$

Propriedades do produto de escalar por vetor

Quaisquer que sejam k e c escalares, v e w vetores:

- $1\,v = v$
- $(k\,c)\,v = k\,(c\,v) = c\,(k\,v)$
- $k\,v = c\,v$ implica $k = c$, se v for não nulo
- $k\,(v+w) = k\,v + k\,w$
- $(k + c)v = k\,v + c\,v$

Módulo de um vetor

O módulo ou comprimento do vetor v=(a,b) é um número real não negativo, definido por:

$$|v| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Vetor unitário

Vetor unitário é o que tem o módulo igual a 1.

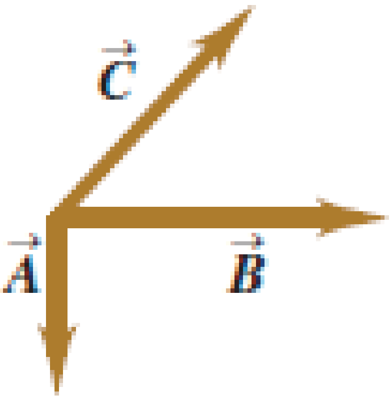
Para construir um vetor unitário **u** que tenha a mesma direção e sentido que um outro vetor **v**, basta dividir o vetor v pelo seu módulo, isto é:

$$u = \frac{v}{|v|}$$

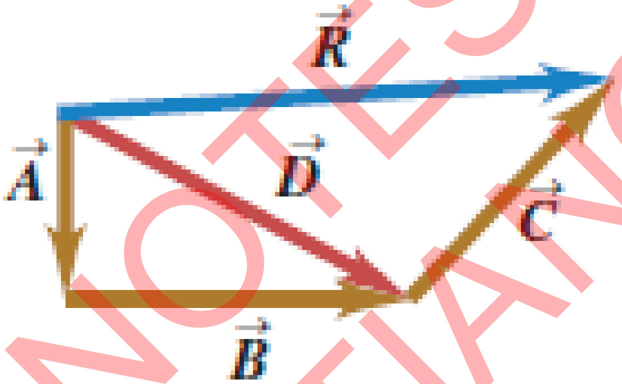
http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Cinematica/Vetores.php

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$

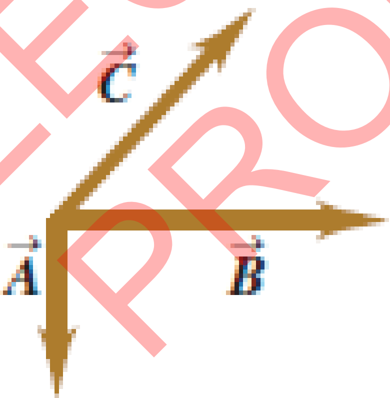


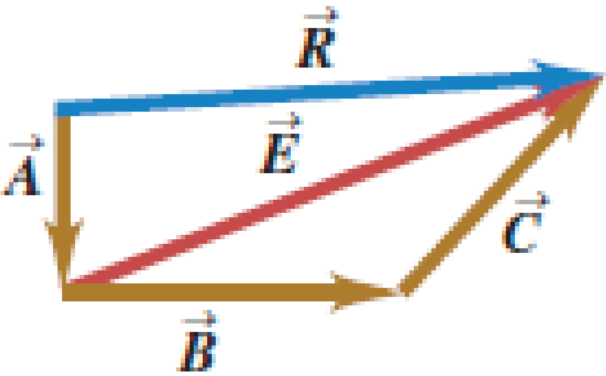
(b) podemos somar $\vec{A}$ e $\vec{B}$ para obter $\vec{D}$ e depois somar $\vec{C}$ e $\vec{D}$ para obter a soma final (resultante) $\vec{R}$...



$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$

(c) ou somar $\vec{B}$ e $\vec{C}$ para obter $\vec{E}$ e depois somar $\vec{A}$ e $\vec{E}$ para obter $\vec{R}$...

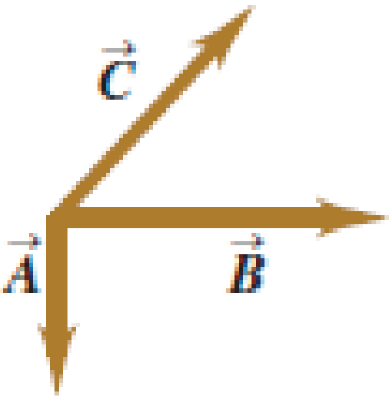


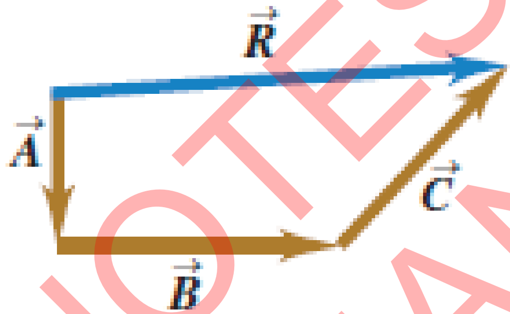


LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$

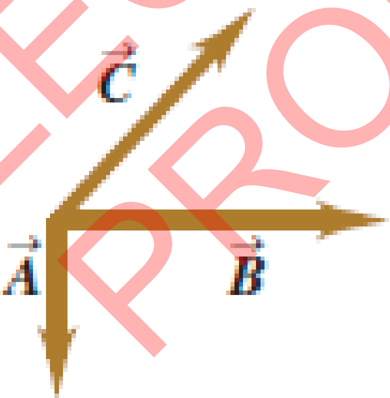
(d) ou somar $\vec{A}$, $\vec{B}$ e $\vec{C}$ para obter $\vec{R}$ diretamente...

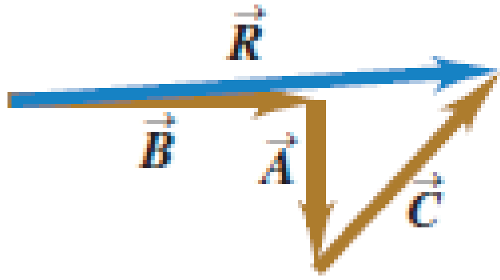




$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$

(e) ou somar $\vec{A}$, $\vec{B}$ e $\vec{C}$ em qualquer outra ordem para, ainda assim, obter $\vec{R}$.





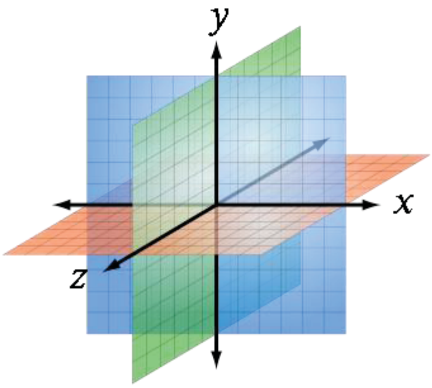
LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

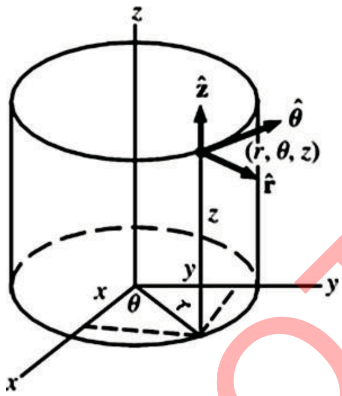
Componentes de Vetores

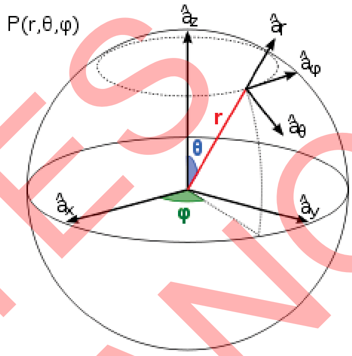
Cartesiano
x, y, z

Cilíndrico
R,θ, z

Esférico
r,θ, ϕ





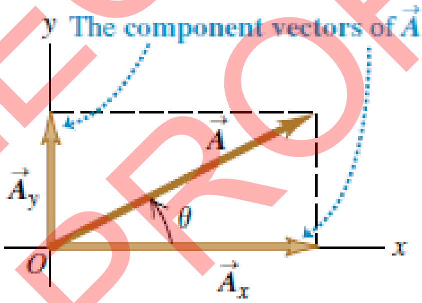


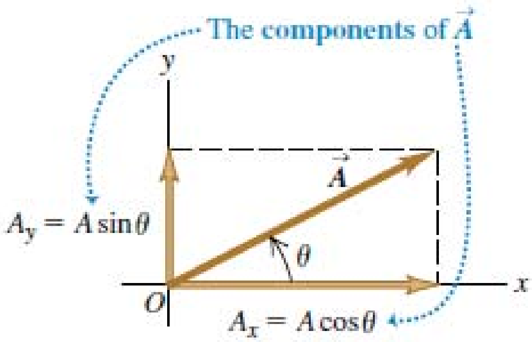
Entre muitos outros tipos de sistemas

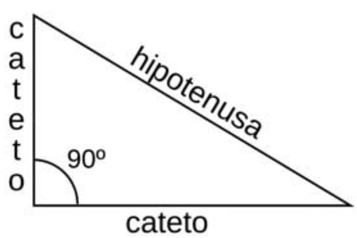
Vetor no sistema cartesiano

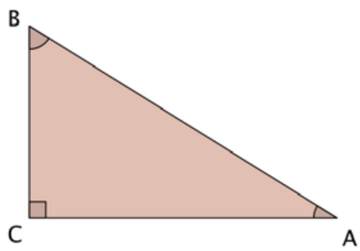
Plano x-y

$$\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$$









$$\text{sen } A = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$$

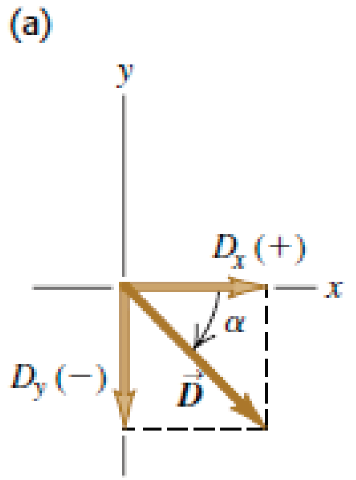
$$\cos A = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{tg } A = \frac{\text{sen } A}{\cos A} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

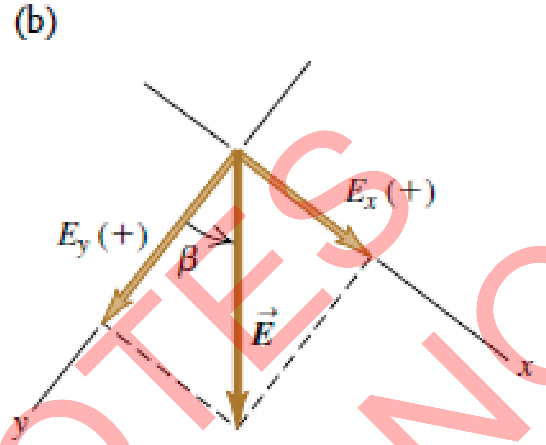
CÁLCULO DOS COMPONENTES

a) Quais são os componentes x e y do vetor $\vec{D}$ na Figura 1.19a? O seu módulo é $D = 3{,}0$ m e o ângulo $\alpha = 45°$. b) Quais são os componentes x e y do vetor $\vec{E}$ na Figura 1.19b? Seu módulo é $E = 4{,}50$ m e o ângulo $\beta = 37{,}0°$.



$$\theta = -\alpha = -45°$$

$$D_x = D\cos\theta = (3.00\text{ m})(\cos(-45°)) = +2.1\text{ m}$$
$$D_y = D\sin\theta = (3.00\text{ m})(\sin(-45°)) = -2.1\text{ m}$$



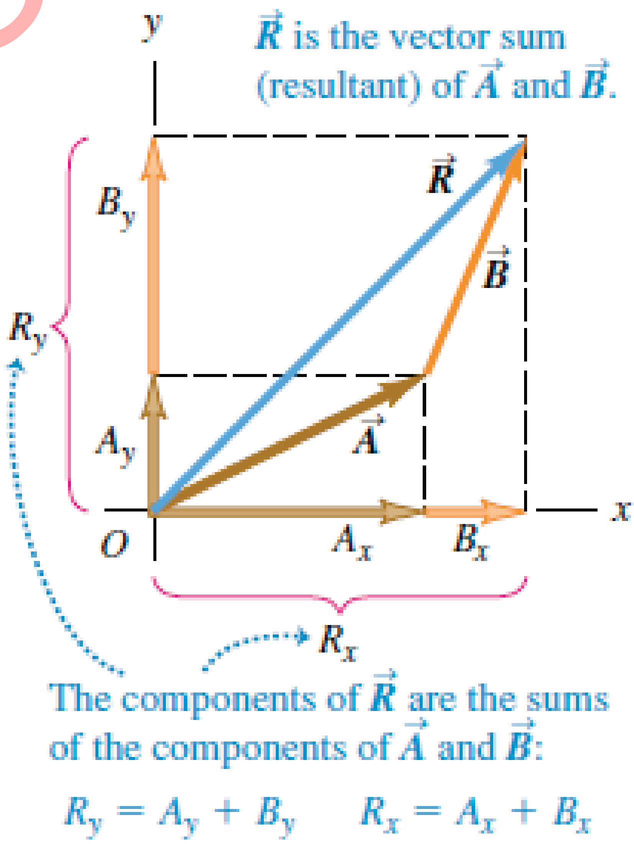
$$\theta = 90.0° - \beta = 90.0° - 37.0° = 53.0°$$

$$E_x = E\cos 53.0° = (4.50\text{ m})(\cos 53.0°) = +2.71\text{ m}$$
$$E_y = E\sin 53.0° = (4.50\text{ m})(\sin 53.0°) = +3.59\text{ m}$$

Cálculo com o uso de Componentes

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

$$R_x = A_x + B_x \qquad R_y = A_y + B_y$$
$$(\text{components of } \vec{R} = \vec{A} + \vec{B})$$



LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

Generalização

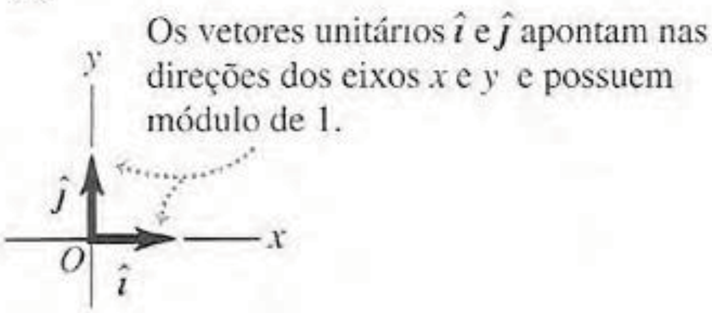
Seja $\vec{R}$ a soma dos vetores $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}, \vec{E}$, ... Então, os componentes de $\vec{R}$ são

$$R_x = A_x + B_x + C_x + D_x + E_x + \cdots$$
$$R_y = A_y + B_y + C_y + D_y + E_y + \cdots$$
$$R_z = A_z + B_z + C_z + D_z + E_z + \cdots$$

Vetores unitários

Um **vetor unitário** é aquele que possui módulo igual a 1, não possuindo nenhuma unidade. Seu único objetivo é *apontar*, ou seja, descrever uma direção e um sentido no espaço. Os vetores unitários fornecem uma notação conveniente para cálculos que envolvem os componentes de vetores. Sempre usaremos acento circunflexo ou 'chapéu' (^) para simbolizar um vetor unitário e distingui-lo de um vetor comum cujo módulo pode ser igual a 1 ou diferente de 1.

(a)



LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

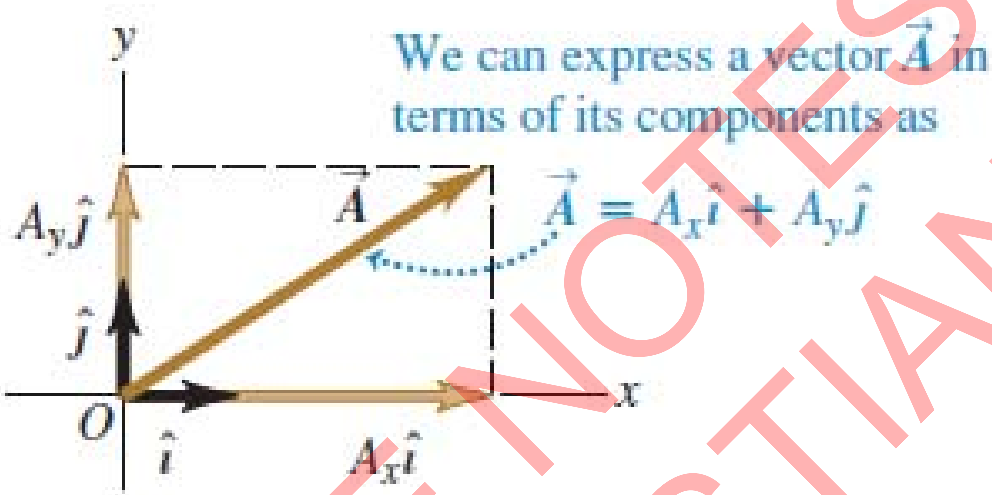
Vetores unitários

x-y

$$\vec{A} \qquad \vec{A}_x = A_x\hat{\imath}$$

$$\vec{A}_y = A_y\hat{\jmath}$$

$$\vec{A} = A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath}$$



Vetores unitários (2D)

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

$$\vec{A} = A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath}$$

$$\vec{B} = B_x\hat{\imath} + B_y\hat{\jmath}$$

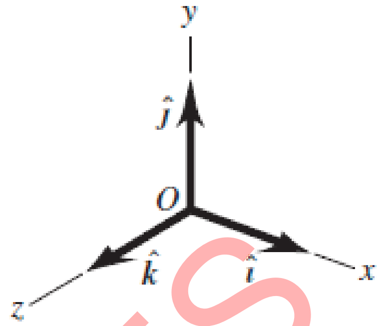
- A soma é feita através das somas individuais dos componentes nas dadas direções

$$\begin{aligned}\vec{R} &= \vec{A} + \vec{B} \\ &= (A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath}) + (B_x\hat{\imath} + B_y\hat{\jmath}) \\ &= (A_x + B_x)\hat{\imath} + (A_y + B_y)\hat{\jmath} \\ &= R_x\hat{\imath} + R_y\hat{\jmath}\end{aligned}$$

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

Vetores unitários (3D)

The unit vectors $\hat{\imath}$, $\hat{\jmath}$, and $\hat{k}$.



$$\vec{A} = A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath} + A_z\hat{k}$$

$$\vec{B} = B_x\hat{\imath} + B_y\hat{\jmath} + B_z\hat{k}$$

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

$$\vec{R} = (A_x + B_x)\hat{\imath} + (A_y + B_y)\hat{\jmath} + (A_z + B_z)\hat{k}$$
$$= R_x\hat{\imath} + R_y\hat{\jmath} + R_z\hat{k}$$

USO DE VETORES UNITÁRIOS Dados os dois deslocamentos

$$\vec{D} = (6\hat{\imath} + 3\hat{\jmath} - \hat{k})\ \text{m} \qquad \text{e} \qquad \vec{E} = (4\hat{\imath} - 5\hat{\jmath} + 8\hat{k})\ \text{m}$$

encontre o módulo de deslocamento $2\vec{D} - \vec{E}$.

EXECUTAR: seja $\vec{F} = 2\vec{D} - \vec{E}$, temos

$$\vec{F} = 2(6\hat{\imath} + 3\hat{\jmath} - \hat{k})\ \text{m} - (4\hat{\imath} - 5\hat{\jmath} + 8\hat{k})\ \text{m}$$

$$= [(12 - 4)\hat{\imath} + (6 + 5)\hat{\jmath} + (-2 - 8)\hat{k}]\ \text{m}$$

$$= (8\hat{\imath} + 11\hat{\jmath} - 10\hat{k})\ \text{m}$$

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

Produtos de Vetores

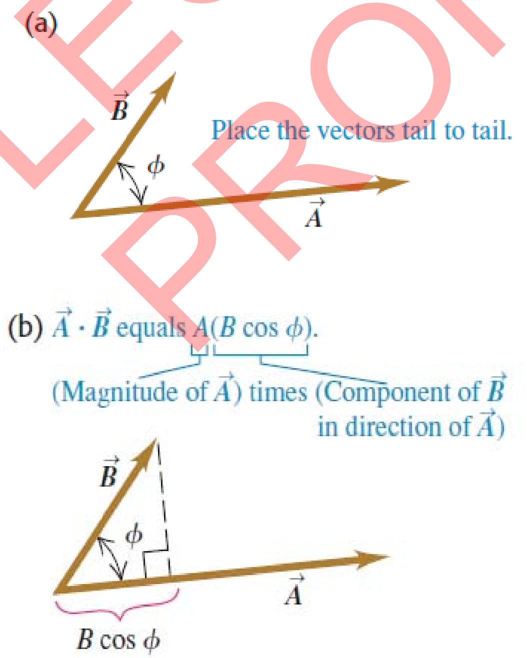
- *Produto Escalar*

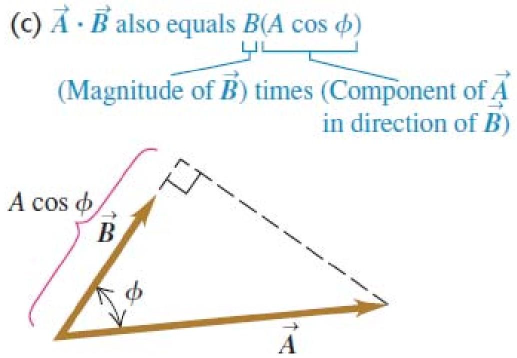
- *Produto Vetorial*

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

Produto escalar

O **produto escalar** de dois vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$ é designado por $\vec{A} \cdot \vec{B}$. Devido a essa notação, o produto escalar também é chamado de **produto com ponto interno.** Embora $\vec{A}$ e $\vec{B}$ sejam vetores, a grandeza $\vec{A} \cdot \vec{B}$ é escalar.

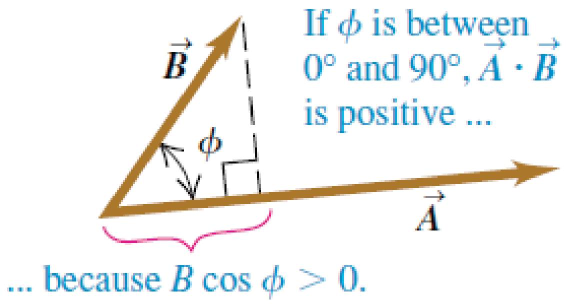




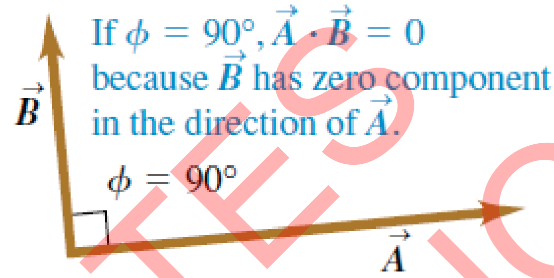
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\phi = |\vec{A}||\vec{B}|\cos\phi$$

Definição do Produto Escalar

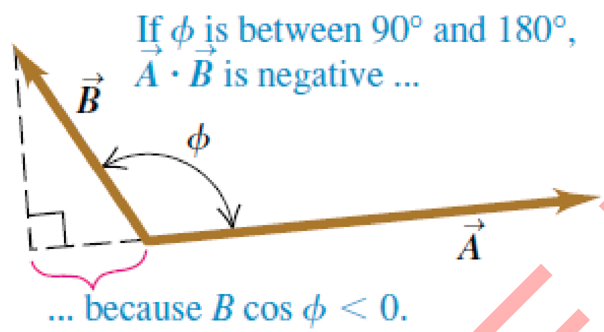
(a)



(c)



(b)



Produto escalar com componentes

$$\hat{\imath}\cdot\hat{\imath} = \hat{\jmath}\cdot\hat{\jmath} = \hat{k}\cdot\hat{k} = (1)(1)\cos 0° = 1$$

$$\hat{\imath}\cdot\hat{\jmath} = \hat{\imath}\cdot\hat{k} = \hat{\jmath}\cdot\hat{k} = (1)(1)\cos 90° = 0$$

$$\begin{aligned}
\vec{A}\cdot\vec{B} &= (A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath} + A_z\hat{k})\cdot(B_x\hat{\imath} + B_y\hat{\jmath} + B_z\hat{k}) \\
&= A_x\hat{\imath}\cdot B_x\hat{\imath} + A_x\hat{\imath}\cdot B_y\hat{\jmath} + A_x\hat{\imath}\cdot B_z\hat{k} \\
&\quad + A_y\hat{\jmath}\cdot B_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath}\cdot B_y\hat{\jmath} + A_y\hat{\jmath}\cdot B_z\hat{k} \\
&\quad + A_z\hat{k}\cdot B_x\hat{\imath} + A_z\hat{k}\cdot B_y\hat{\jmath} + A_z\hat{k}\cdot B_z\hat{k} \\
&= A_xB_x\hat{\imath}\cdot\hat{\imath} + A_xB_y\hat{\imath}\cdot\hat{\jmath} + A_xB_z\hat{\imath}\cdot\hat{k} \\
&\quad + A_yB_x\hat{\jmath}\cdot\hat{\imath} + A_yB_y\hat{\jmath}\cdot\hat{\jmath} + A_yB_z\hat{\jmath}\cdot\hat{k} \\
&\quad + A_zB_x\hat{k}\cdot\hat{\imath} + A_zB_y\hat{k}\cdot\hat{\jmath} + A_zB_z\hat{k}\cdot\hat{k}
\end{aligned}$$

O produto escalar entre dois vetores é igual a soma dos produtos escalares de seus respectivos componentes

$$\boxed{\vec{A}\cdot\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z}$$

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

Angulo entre vetores

$$\vec{A}\cdot\vec{B} = |A||B|\cos\phi$$

$$\vec{A}\cdot\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$$

$$\Rightarrow |A||B|\cos\phi = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$$

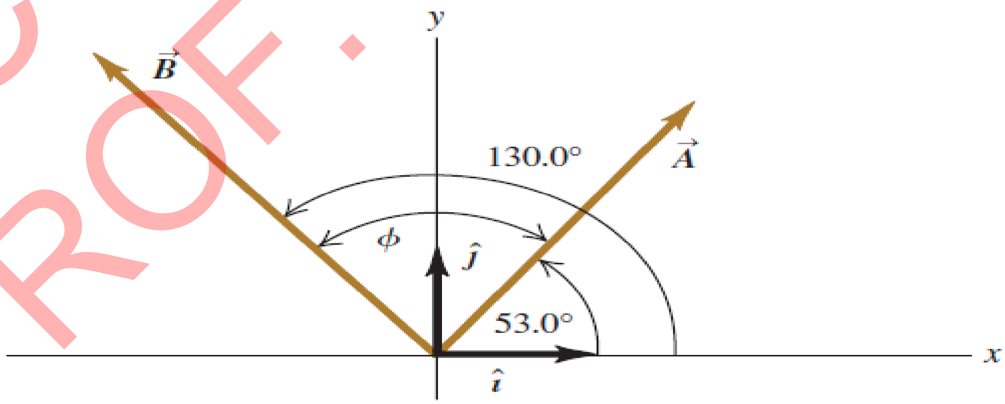
$$\boxed{\cos\phi = \frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|A||B|} = \frac{A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z}{|A||B|}}$$

Ângulo entre dois vetores no espaço cartesiano a partir de suas componentes

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

CÁLCULO DO PRODUTO ESCALAR Ache o produto escalar $\vec{A}\cdot\vec{B}$ dos vetores indicados na Figura 1.27. Os módulos dos vetores são $A = 4{,}0$ e $B = 5{,}0$.

1.27 Two vectors in two dimensions.



EXECUTAR: usando o primeiro método, o ângulo entre os vetores é $\phi = 130{,}0° - 53{,}0° = 77{,}0°$, então:

$$\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\phi = (4.00)(5.00)\cos 77.0° = 4.50$$

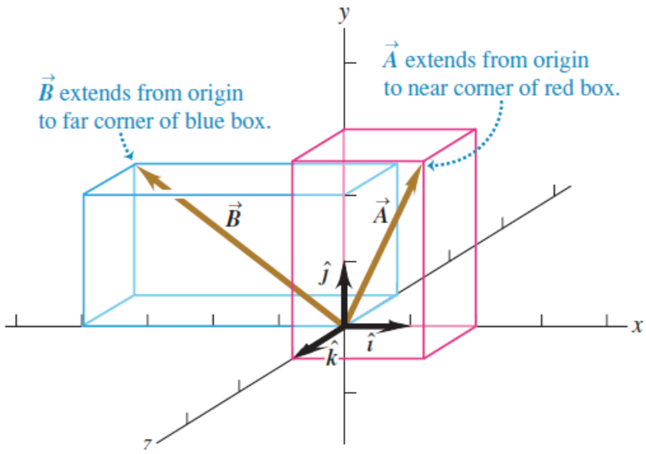
CÁLCULO DE ÂNGULOS USANDO O PRODUTO ESCALAR

Ache o ângulo entre os dois vetores.

$$\vec{A} = 2\hat{\imath} + 3\hat{\jmath} + \hat{k} \qquad \text{e} \qquad \vec{B} = -4\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} - \hat{k}$$

$$\cos\phi = \frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{AB} = \frac{A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z}{AB}$$

1.28 Two vectors in three dimensions.



$$\vec{A}\cdot\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$$

$$= (2.00)(-4.00) + (3.00)(2.00) + (1.00)(-1.00)$$

$$= -3.00$$

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} = \sqrt{(2.00)^2 + (3.00)^2 + (1.00)^2}$$

$$= \sqrt{14.00}$$

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} = \sqrt{(-4.00)^2 + (2.00)^2 + (-1.00)^2}$$

$$= \sqrt{21.00}$$

$$\cos\phi = \frac{A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z}{AB} = \frac{-3.00}{\sqrt{14.00}\,\sqrt{21.00}} = -0.175$$

$$\phi = 100°$$

AVALIAR: para conferir este resultado, note que o produto escalar $\vec{A}\cdot\vec{B}$ é negativo. Isto significa que o ângulo ϕ está compreendido entre 90° e 180° (Figura 1.26), o que está de acordo com nossa resposta.

Produto vetorial

O **produto vetorial** de dois vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$, também chamado de **cross product,** é designado por $\vec{A}\times\vec{B}$. Como sugere o nome, o produto vetorial é um vetor em si.

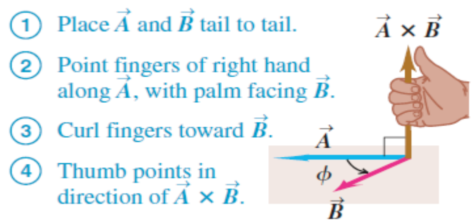
Para definir o produto vetorial $\vec{A}\times\vec{B}$ de dois vetores $\vec{A}$ e $\vec{B}$ desenhamos os dois vetores com início em um mesmo ponto (Figura 1.29a). Assim, os dois vetores ficam situados em um mesmo plano. Definimos o produto vetorial como uma grandeza vetorial ortogonal a este plano (isto é, ortogonal tanto ao vetor $\vec{A}$ quanto ao vetor $\vec{B}$) e possuindo módulo dado por AB sen ϕ. Isto é, se $\vec{C} = \vec{A}\times\vec{B}$, então:

$$C = AB \text{ sen } \phi$$

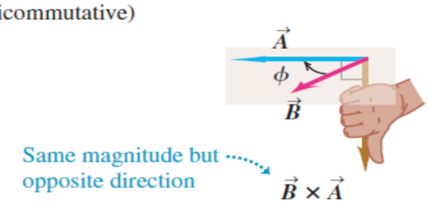
(módulo do produto vetorial de $\vec{A}$ e $\vec{B}$).

1.29 (a) The vector product $\vec{A}\times\vec{B}$ determined by the right-hand rule.
(b) $\vec{B}\times\vec{A} = -\vec{A}\times\vec{B}$; the vector product is anticommutative.

(a) Using the right-hand rule to find the direction of $\vec{A}\times\vec{B}$



(b) $\vec{B}\times\vec{A} = -\vec{A}\times\vec{B}$ (the vector product is anticommutative)



$$\vec{A}\times\vec{B} = -\vec{B}\times\vec{A}$$

LECTURE NOTES PROF. CRISTIANO

Produto vetorial utilizando componentes

$$\hat{\imath} \times \hat{\imath} = \hat{\jmath} \times \hat{\jmath} = \hat{k} \times \hat{k} = 0$$

$$\hat{\imath} \times \hat{\jmath} = -\hat{\jmath} \times \hat{\imath} = \hat{k}$$

$$\hat{\jmath} \times \hat{k} = -\hat{k} \times \hat{\jmath} = \hat{\imath}$$

$$\hat{k} \times \hat{\imath} = -\hat{\imath} \times \hat{k} = \hat{\jmath}$$

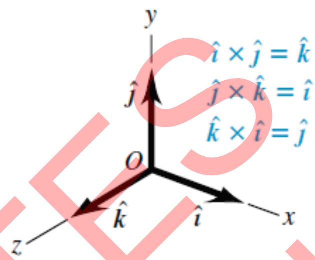
$$\begin{aligned}\vec{A} \times \vec{B} &= (A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath} + A_z\hat{k}) \times (B_x\hat{\imath} + B_y\hat{\jmath} + B_z\hat{k}) \\ &= A_x\hat{\imath} \times B_x\hat{\imath} + A_x\hat{\imath} \times B_y\hat{\jmath} + A_x\hat{\imath} \times B_z\hat{k} \\ &\quad + A_y\hat{\jmath} \times B_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath} \times B_y\hat{\jmath} + A_y\hat{\jmath} \times B_z\hat{k} \\ &\quad + A_z\hat{k} \times B_x\hat{\imath} + A_z\hat{k} \times B_y\hat{\jmath} + A_z\hat{k} \times B_z\hat{k}\end{aligned}$$

$$A_x\hat{\imath} \times B_y\hat{\jmath} = (A_xB_y)\hat{\imath} \times \hat{\jmath}$$

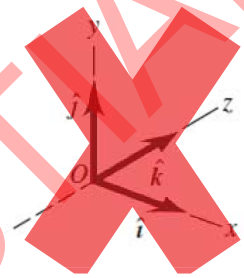
$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_yB_z - A_zB_y)\hat{\imath} + (A_zB_x - A_xB_z)\hat{\jmath} + (A_xB_y - A_yB_x)\hat{k}$$

1.31 (a) We will always use a right-handed coordinate system, like this one. (b) We will never use a left-handed coordinate system (in which $\hat{\imath} \times \hat{\jmath} = -\hat{k}$, and so on).

(a) A right-handed coordinate system



(b) A left-handed coordinate system; we will not use these.



Produto vetorial utilizando componentes

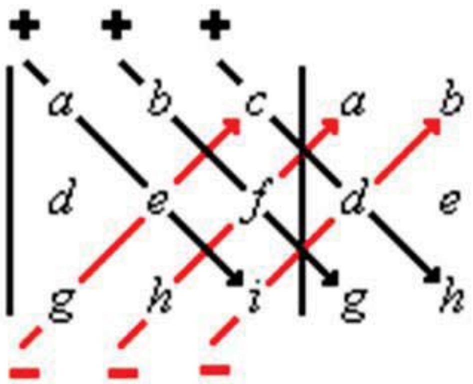
$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$$

$$C_x = A_yB_z - A_zB_y \qquad C_y = A_zB_x - A_xB_z \qquad C_z = A_xB_y - A_yB_x$$

(components of $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$)

O produto vetorial também pode ser expresso em termos de um determinante

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$



LECTURE NOTES PROF CRISTIANO

Angulo entre vetores

$$\left|\vec{A}\times\vec{B}\right| = \left|\vec{A}\right|\left|\vec{B}\right|\sin\phi$$

$$\vec{A}\times\vec{B} = \vec{C}$$

$$\Rightarrow \left|\vec{A}\right|\left|\vec{B}\right|\sin\phi = \left|\vec{C}\right|$$

$$\boxed{\sin\phi = \frac{\left|\vec{A}\times\vec{B}\right|}{\left|\vec{A}\right|\left|\vec{B}\right|} = \frac{\left|\vec{C}\right|}{\left|\vec{A}\right|\left|\vec{B}\right|} = \frac{\sqrt{C_x^2+C_y^2+C_z^2}}{\left|\vec{A}\right|\left|\vec{B}\right|}}$$

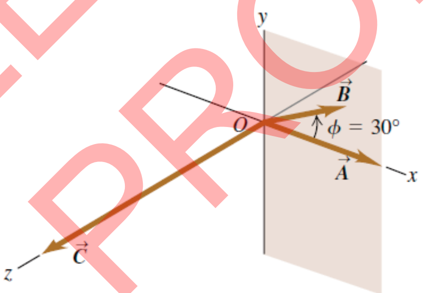
Ângulo entre dois vetores no espaço cartesiano a partir de suas componentes

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO

Example 1.12 **Calculating a vector product**

Vector $\vec{A}$ has magnitude 6 units and is in the direction of the $+x$-axis. Vector $\vec{B}$ has magnitude 4 units and lies in the xy-plane, making an angle of 30° with the $+x$-axis (Fig. 1.32). Find the vector product $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$.

1.32 Vectors $\vec{A}$ and $\vec{B}$ and their vector product $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$. The vector $\vec{B}$ lies in the xy-plane.



Em termos da fórmula geral:

$$C = AB\sin\phi$$

$$AB\sin\phi = (6)(4)(\sin 30°) = 12$$

By the right-hand rule, the direction of $\vec{A} \times \vec{B}$ is along the $+z$-axis (the direction of the unit vector $\hat{k}$), so we have $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = 12\hat{k}$.

Em termos de componentes:

$A_x = 6$ $\quad A_y = 0$ $\quad A_z = 0$

$B_x = 4\cos 30° = 2\sqrt{3}$ $\quad B_y = 4\sin 30° = 2$ $\quad B_z = 0$

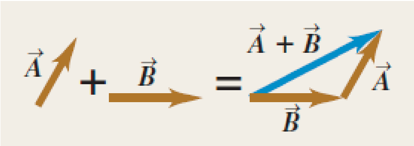
$$C_x = A_yB_z - A_zB_y \qquad C_y = A_zB_x - A_xB_z \qquad C_z = A_xB_y - A_yB_x$$

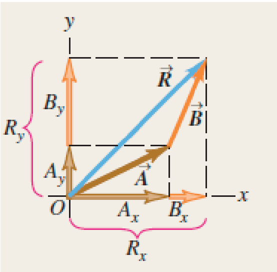
$$C_x = (0)(0) - (0)(2) = 0$$
$$C_y = (0)(2\sqrt{3}) - (6)(0) = 0$$
$$C_z = (6)(2) - (0)(2\sqrt{3}) = 12$$

$$\vec{C} = 12\hat{k}.$$

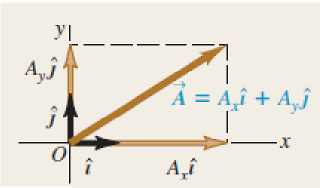
Dependendo do caso um método é mais conveniente que outro.

Sumário sobre Vetores

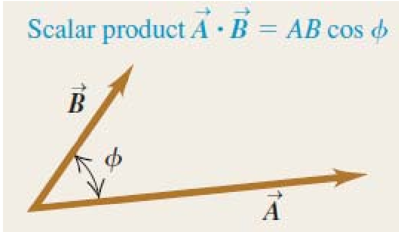




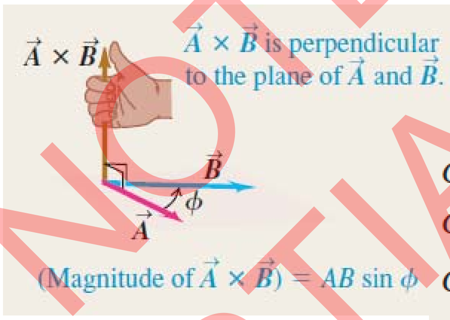
$$R_x = A_x + B_x$$
$$R_y = A_y + B_y$$
$$R_z = A_z + B_z$$



$$\vec{A} = A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath} + A_z\hat{k}$$



$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\phi = |\vec{A}||\vec{B}|\cos\phi$$
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$$



$$C = AB\sin\phi$$
$$C_x = A_yB_z - A_zB_y$$
$$C_y = A_zB_x - A_xB_z$$
$$C_z = A_xB_y - A_yB_x$$

LECTURE NOTES
PROF. CRISTIANO