

# FÍSICA III

PROFESSORA MAUREN POMALIS

[mauren.pomalis@unir.br](mailto:mauren.pomalis@unir.br)

ENG. ELÉTRICA - 3º PERÍODO

UNIR/Porto Velho

2017/1

# SUMÁRIO

- Apresentação pessoal
- Apresentação da disciplina
- Revisão: Conceitos básicos e Carga Elétrica
- Exercícios



# QUEM SOU EU?

- Mauren Pomalis Coelho da Silva
- Nascida em Porto Alegre/RS
- Formada em Engenharia em Energia e Desenvolvimento Sustentável - UERGS
- Mestra em Engenharia Elétrica - UFRGS
- Aluna de doutorado em Engenharia Elétrica - UFRGS
- Professora Assistente - UNIR



# EMENTA

- Campo elétrico;
- Lei de Gauss;
- Potencial elétrico;
- Capacitância;
- Dielétricos e energia eletrostática;
- Corrente elétrica;
- Campo magnético;
- Fontes do campo magnético;
- Lei de Faraday;
- Circuitos de CA;
- Magnetismo em meios materiais.



# COMPETÊNCIAS

- Conhecer e estudar assuntos relacionados à área da física que trata de campo elétrico e magnético, potencial elétrico, corrente elétrica, circuitos e propriedades correlatas.
- Conhecer o conceito das leis de Coulomb, Gauss, Ohm, Kirchhof, Ampère, Faraday, Lenz, Equações de Maxwell.
- Aprender conceitos básicos do eletromagnetismo.



# MÉTODO DE ENSINO

- Apresentação e explanação dos assuntos.
- Explicação no quadro.
- Leitura.
- Exemplos e exercícios.
- Imagens e vídeos para entendimento através da visualização.
- Atividades interativas virtuais.

Horário		Terça		Quinta	
13:50		Início		Início	
14:40		FIS III		FIS III	
15:30		FIS III		FIS III	
16:30		FIS III			
17:20		FIS III			



# BIBLIOGRAFIA

- HALLIDAY, Resnick. Física 3. 4ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 1996.
- TIPLER, Paul. Física Volume 2. 5ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2006.
- MICKELVEY, J. P. Física. São Paulo. Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2000, v.2.
- NUSSENSWEIG, Moises. Curso de Física básica 3. São Paulo. Editora Blucher Ltda, 1997.
- SEARS E ZEMANSKY, Física 3. São Paulo. Addison Wesley, 2003, v3.

# BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- CHAVES, Alaor. Física Básica – Eletromagnetismo. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2007.
- HALLIDAY, Resnick. Física 3. 8ª edição. Rio de Janeiro. Editora LTC, 2009.
- CROWELL, Benjamin. Eletricidade and Magnetism. California, USA. Ed. Light and Matter, 2002.
- SERWAY, R.A. & JEWETT, J.W. Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics. 8ª edição. Ed Brooks/Cole Cengage, 2010.
- ULABY, Fawwaz T. Eletromagnetismo para engenheiros. Porto Alegre/RS. Editora Bookman, 2007. (original da Universidade de Michigan).



# CALENDÁRIO PRÉVIO

Semana	Data	Tema da aula <i>e/ou</i> Conhecimentos <i>e/ou</i> Atividades de ensino e de avaliação <i>e/ou</i> Recursos <i>e/ou</i> Leituras
1	25/abril	Aula Introdutória: Apresentação, Apresentação da disciplina, Revisão e Conceitos Básicos
1	27/abril	Campo Elétrico
2	02/abril	Campo Elétrico
2	04/abril	Lei de Gauss
3	09/maio	Lei de Gauss
3	11/maio	Potencial Elétrico
4	16/maio	Potencial Elétrico
4	18/maio	Capacitância
5	23/maio	Capacitância
5	25/maio	Dielétricos e energia eletrostática
6	30/maio	Dielétricos e energia eletrostática
6	01/junho	Trabalho/Lista
7	06/junho	<b>Prova 1</b>
7	08/junho	Corrente elétrica



# CALENDÁRIO PRÉVIO

8	13/junho	Corrente Elétrica
8	15/junho	Campo magnético/fontes de campo magnético
9	20/junho	Campo magnético/fontes de campo magnético
9	22/junho	Lei de Faraday
10	27/junho	Lei de Faraday
10	29/junho	Circuitos de CA
11	04/julho	Circuitos de CA
11	06/julho	Magnetismo em meios materiais
12	11/julho	Magnetismo em meios materiais
12	13/julho	Trabalho/Lista
13	18/julho	<b>Prova 2</b>
13	20/julho	Horário disponível p/ dúvidas
14	25/julho	<b>Prova de Recuperação</b>
14	27/julho	



# AVALIAÇÃO

- 2 provas + trabalhos

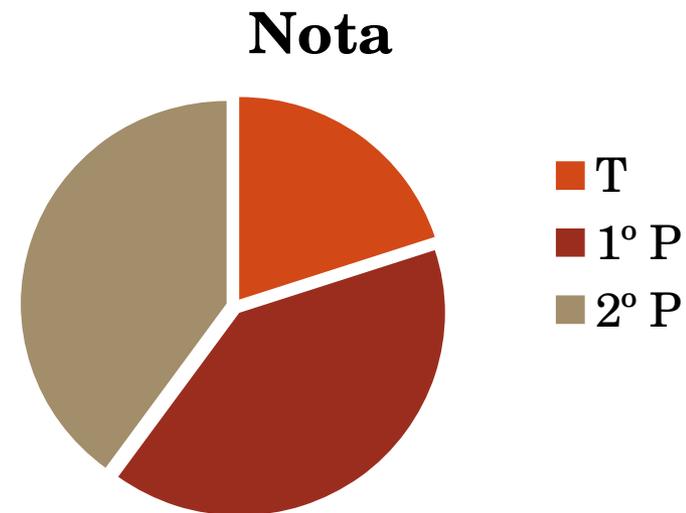
- $N = T * 2 + [(P1 + P2) / 2] * 8$

- N=nota da disciplina (  $\geq 60$  )
- T= trabalhos
- P1=prova 1
- P2=prova 2

- Presença  $\geq 75\%$

- Recuperação

- $\geq 60$



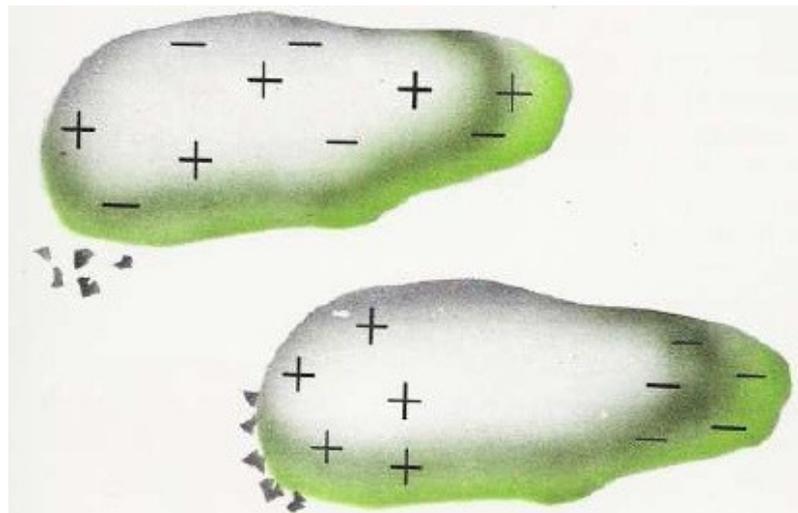
# REVISÃO BÁSICA

- Carga elétrica:
- Todo objeto e corpo contém carga, geralmente há equilíbrio de carga negativa e positiva neles.
  - Carga total=0
  - Isto significa que o objeto está **eletricamente neutro**.
- Quando não há esse equilíbrio num objeto, ele está **eletricamente carregado**.
  - Carga total  $\neq 0$



# CARGA ELÉTRICA

- Charles François du Fay em 1733 percebeu que duas porções de um mesmo material poderia repelir-se ou atrair-se de outros materiais.
  - Âmbar: resina de árvore fossilizada, que tem o nome grego “*elektron*”
  - Na figura abaixo é mostrado o âmbar em estado natural e âmbar perturbado:



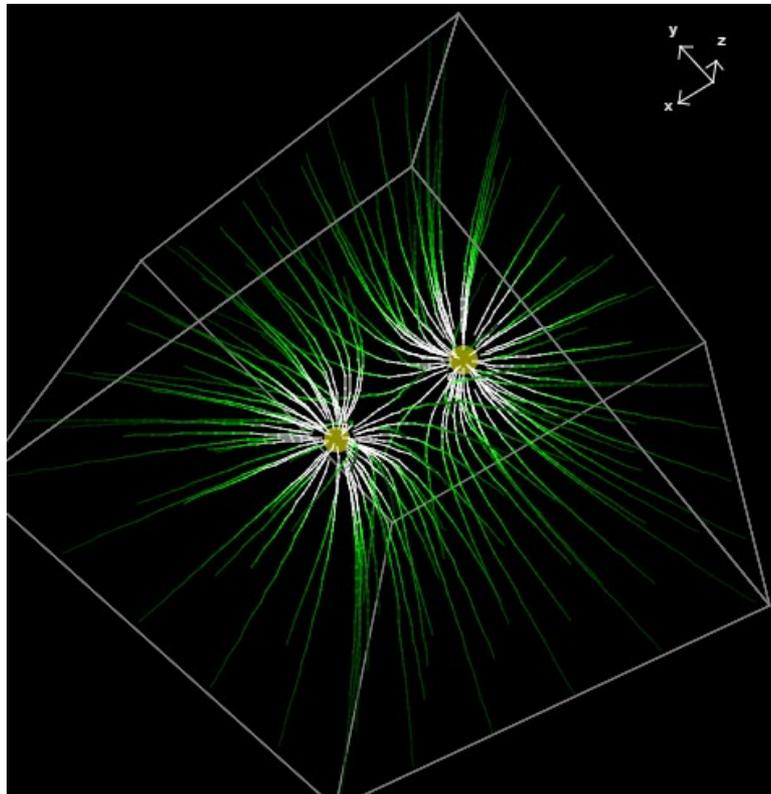
# CARGA ELÉTRICA

- Benjamin Franklin, por volta de 1752, através de experiências de atrito de carga elétrica estipulou os tipos de carga dividindo-as em:
  - Carga positiva ou negativa.
    - Dois objetos com mesma carga se repelem.
    - Dois objetos com cargas diferentes se atraem.
- A força de repulsão ou atração associada à carga elétrica dos objetos é denominada Força Eletrostática.

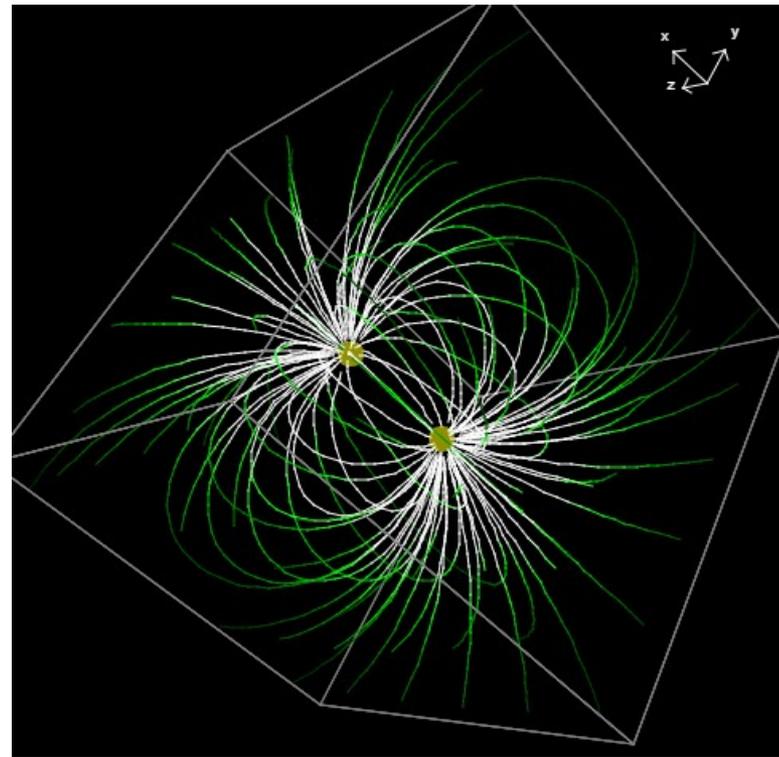


# CARGA ELÉTRICA

Cargas de sinais iguais



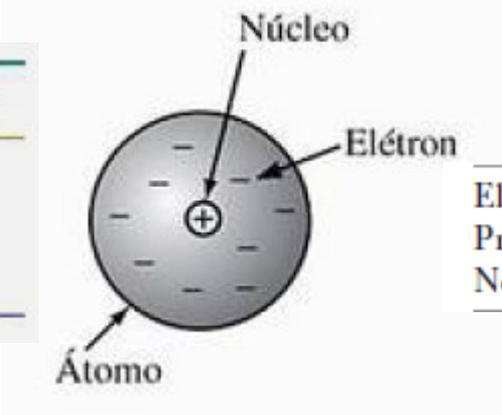
Cargas de sinais opostos



# CARGA ELÉTRICA

- Toda matéria é constituída de átomos,
  - Átomo (prótons, nêutrons e elétrons)

Partícula	Símbolo	Carga
Elétron	e ou e <sup>-</sup>	-e
Próton	p	+e
Nêuton	n	0



Electron (e)	$-1.602\ 176\ 5 \times 10^{-19}$
Proton (p)	$+1.602\ 176\ 5 \times 10^{-19}$
Neutron (n)	0

- Convencionalmente, quando um objeto recebe carga negativa de outro, ele está recebendo elétrons, e fica carregado negativamente. Já o objeto que remove os elétrons, fica carregado positivamente.



# REVISÃO BÁSICA

- Materiais Condutores e Isolantes
- São classificados de acordo com a facilidade com que as cargas se movem em seu interior.
- Condutores:
  - metais,
  - corpo humano,
  - água da torneira.
  - Fácil movimentação das cargas elétricas.
- Não-condutores (isolantes):
  - plástico,
  - borracha,
  - água destilada.
  - Difícil movimentação das cargas elétricas.



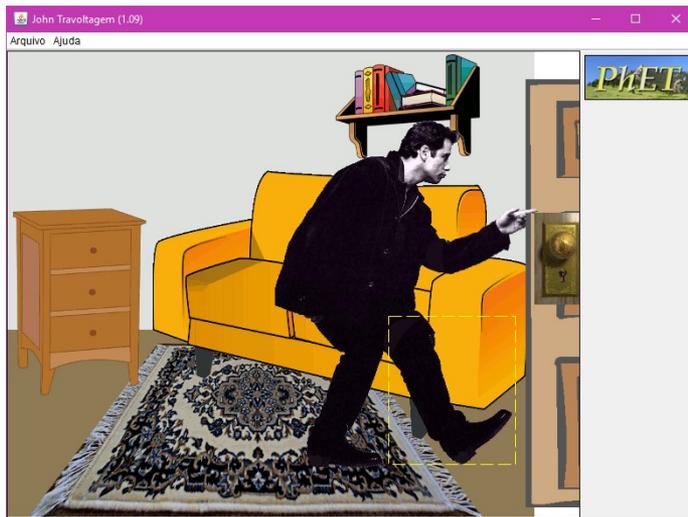
# REVISÃO BÁSICA

- Fenômenos eletrostáticos no dia a dia:
  - Tirar um blusão de lã quando há uma camisa de fibra por baixo: escuta-se e percebe-se minimamente faíscas, devido à fricção das roupas.
  - Caminhar por alguns tipos de tapete faz com que o corpo adquira carga e ao tocar uma maçaneta metálica, sente-se um leve choque.
  - O cabelo muito seco pode ficar eletrizado ao se passar um pente, umedecendo o cabelo, este passa a ser condutor e as cargas elétricas não se acumulam mais.



# ELETROSTÁTICA

C:\Users\TCORP\Dropbox\UNIR\FIS\_III\travoltage\_pt\_BR.jar



- [https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage_pt_BR.html)



# ELETRÓSTÁTICA



- Por que isto acontece?
- Porque cada fio de cabelo ficou carregado e exerce força eletrostática de repulsão entre eles.



# REVISÃO BÁSICA

## ○ Lei de Coulomb

- Charles-Augustin de Coulomb em 1785 demonstra que a força elétrica entre cargas é proporcional ao inverso do quadrado da distância entre elas.
- “A força exercida por uma carga puntiforme sobre outra atua na direção da linha reta que passa pelas cargas. Ela varia inversamente com o quadrado da distância de separação entre elas e é proporcional ao produto das cargas. A força será repulsiva se as cargas tiverem sinais idênticos e atrativa se os sinais forem contrários.”

Livro: Tipler,P.



# REVISÃO BÁSICA

## ○ Lei de Coulomb

- Calcula a força eletrostática exercida por partículas carregadas.
- Análoga à Lei de Newton (que calcula força gravitacional entre 2 partículas)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Lei de Coulomb

$$F = G \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}$$

Lei de Newton

- $q_1$  = carga da partícula 1
- $q_2$  = carga da partícula 2
- $k$  = constante eletrostática ( $8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ )
- $r$  = distância entre as partículas

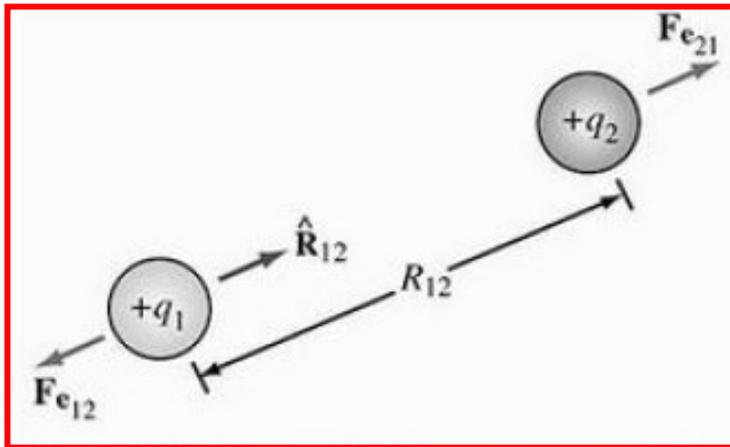
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2.$$

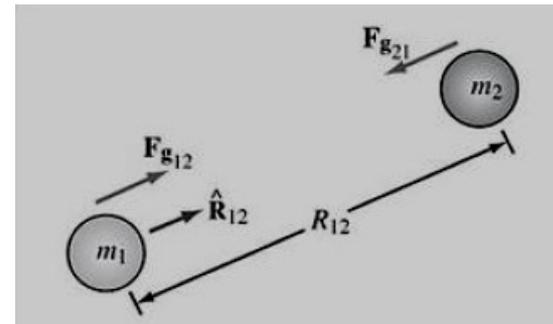


# REVISÃO BÁSICA

Lei de Coulomb



Lei de Newton



# REVISÃO BÁSICA

- Unidade de carga no SI (Sistema internacional de unidades) é o coulomb.
  - Obtido através da unidade SI de corrente elétrica (o ampère).
  - $1\text{A} = 1\text{C}/1\text{s}$  Corrente elétrica (A)=quantidade de carga que passa por uma região num intervalo de tempo.



# REVISÃO BÁSICA

**Table 1.** SI base units

Base quantity	SI base unit	
	Name	Symbol
length	meter	m
mass	kilogram	kg
time	second	s
electric current	ampere	A
thermodynamic temperature	kelvin	K
amount of substance	mole	mol
luminous intensity	candela	cd

**Table 2.** Examples of SI coherent derived units expressed in terms of SI base units

Derived quantity	SI coherent derived unit	
	Name	Symbol
area	square meter	m <sup>2</sup>
volume	cubic meter	m <sup>3</sup>
speed, velocity	meter per second	m/s
acceleration	meter per second squared	m/s <sup>2</sup>
wavenumber	reciprocal meter	m <sup>-1</sup>
density, mass density	kilogram per cubic meter	kg/m <sup>3</sup>
specific volume	cubic meter per kilogram	m <sup>3</sup> /kg
current density	ampere per square meter	A/m <sup>2</sup>
magnetic field strength	ampere per meter	A/m
luminance	candela per square meter	cd/m <sup>2</sup>
amount-of-substance concentration		
amount concentration, concentration	mole per cubic meter	mol/m <sup>3</sup>



REV

Prefixos do SI						
Prefixo		1000 <sup>m</sup>	10 <sup>n</sup>	Escala curta	Escala longa	Equivalente numérico
Nome	Símbolo					
yotta	Y	1000 <sup>8</sup>	10 <sup>24</sup>	Septilhão	Quadrilião	1 000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	1000 <sup>7</sup>	10 <sup>21</sup>	Sextilhão	Milhar de trilião	1 000 000 000 000 000 000 000
exa	E	1000 <sup>6</sup>	10 <sup>18</sup>	Quintilhão	Trilião	1 000 000 000 000 000 000
peta	P	1000 <sup>5</sup>	10 <sup>15</sup>	Quadrilhão	Milhar de bilião	1 000 000 000 000 000
tera	T	1000 <sup>4</sup>	10 <sup>12</sup>	Trilhão	Bilião	1 000 000 000 000
giga	G	1000 <sup>3</sup>	10 <sup>9</sup>	Bilhão	Milhar de milhão	1 000 000 000
mega	M	1000 <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	Milhão	Milhão	1 000 000
quilo	k	1000 <sup>1</sup>	10 <sup>3</sup>	Mil	Milhar	1 000
hecto	h	1000 <sup>2/3</sup>	10 <sup>2</sup>	Cem	Centena	100
deca	da	1000 <sup>1/3</sup>	10 <sup>1</sup>	Dez	Dezena	10
<i>nenhum</i>		1000 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>	Unidade	Unidade	1
deci	d	1000 <sup>-1/3</sup>	10 <sup>-1</sup>	Décimo	Décimo	0,1
centi	c	1000 <sup>-2/3</sup>	10 <sup>-2</sup>	Centésimo	Centésimo	0,01
mili	m	1000 <sup>-1</sup>	10 <sup>-3</sup>	Milésimo	Milésimo	0,001
micro	μ	1000 <sup>-2</sup>	10 <sup>-6</sup>	Milionésimo	Milionésimo	0,000 001
nano	n	1000 <sup>-3</sup>	10 <sup>-9</sup>	Bilionésimo	Milésimo de milionésimo	0,000 000 001
pico	p	1000 <sup>-4</sup>	10 <sup>-12</sup>	Trilionésimo	Bilionésimo	0,000 000 000 001
femto	f	1000 <sup>-5</sup>	10 <sup>-15</sup>	Quadrilionésimo	Milésimo de bilionésimo	0,000 000 000 000 001
atto	a	1000 <sup>-6</sup>	10 <sup>-18</sup>	Quintilionésimo	Trilionésimo	0,000 000 000 000 000 001
zepto	z	1000 <sup>-7</sup>	10 <sup>-21</sup>	Sextilionésimo	Milésimo de trilionésimo	0,000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	1000 <sup>-8</sup>	10 <sup>-24</sup>	Septilionésimo	Quadrilionésimo	0,000 000 000 000 000 000 000 001

Factor	Prefix Name	Symbol	Factor	Prefix Name	Symbol
10 <sup>24</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>8</sup>	yotta	Y	10 <sup>-1</sup>	deci	d
10 <sup>21</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>7</sup>	zetta	Z	10 <sup>-2</sup>	centi	c
10 <sup>18</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>6</sup>	exa	E	10 <sup>-3</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	milli	m
10 <sup>15</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>5</sup>	peta	P	10 <sup>-6</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>-2</sup>	micro	μ
10 <sup>12</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>4</sup>	tera	T	10 <sup>-9</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>-3</sup>	nano	n
10 <sup>9</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>3</sup>	giga	G	10 <sup>-12</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>-4</sup>	pico	p
10 <sup>6</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	mega	M	10 <sup>-15</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>-5</sup>	femto	f
10 <sup>3</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>	kilo	k	10 <sup>-18</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>-6</sup>	atto	a
10 <sup>2</sup>	hecto	h	10 <sup>-21</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>-7</sup>	zepto	z
10 <sup>1</sup>	deka	da	10 <sup>-24</sup> = (10 <sup>3</sup> ) <sup>-8</sup>	yocto	y



# REVISÃO BÁSICA

**Table 13.** Greek alphabet in roman and italic type

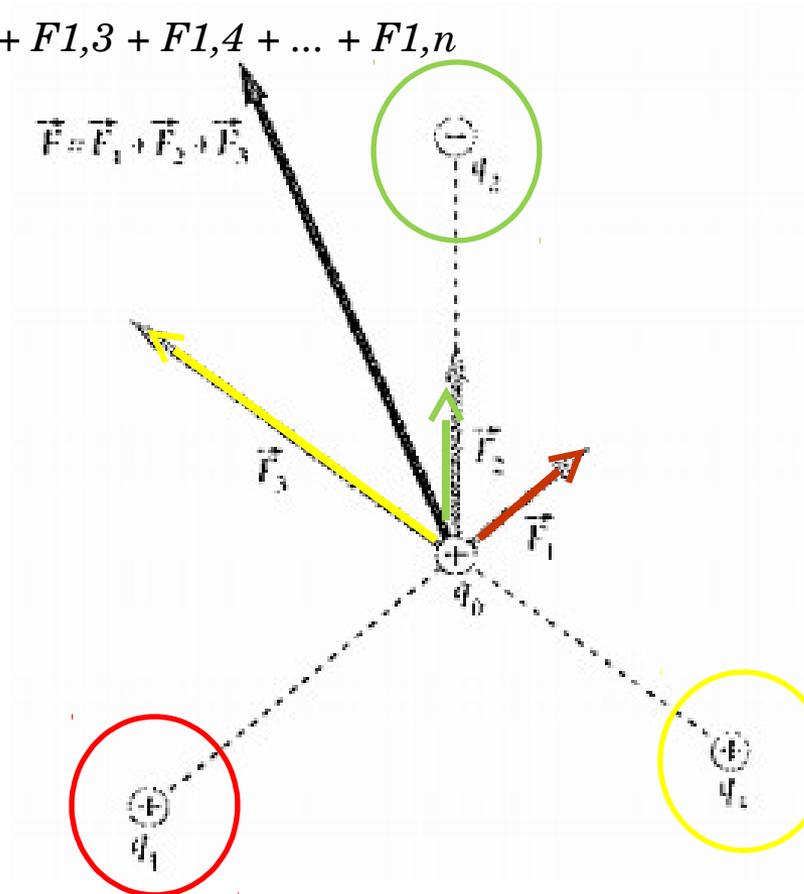
Greek Letter Name	Roman		Italic	
alpha	A	α	<i>A</i>	<i>α</i>
beta	B	β	<i>B</i>	<i>β</i>
gamma	Γ	γ	<i>Γ</i>	<i>γ</i>
delta	Δ	δ	<i>Δ</i>	<i>δ</i>
epsilon	E	ε	<i>E</i>	<i>ε</i>
zeta	Z	ζ	<i>Z</i>	<i>ζ</i>
eta	H	η	<i>H</i>	<i>η</i>
theta	Θ, Θ <sup>(a)</sup>	θ, θ <sup>(b)</sup>	Θ, Θ <sup>(a)</sup>	θ, θ <sup>(b)</sup>
iota	I	ι	<i>I</i>	<i>ι</i>
kappa	K	κ, κ <sup>(b)</sup>	<i>K</i>	<i>κ, κ<sup>(b)</sup></i>
lambda	Λ	λ	<i>Λ</i>	<i>λ</i>
mu	M	μ	<i>M</i>	<i>μ</i>
nu	N	ν	<i>N</i>	<i>ν</i>
xi	Ξ	ξ	<i>Ξ</i>	<i>ξ</i>
omicron	O	ο	<i>O</i>	<i>ο</i>
pi	Π	π, π <sup>(b)</sup>	<i>Π</i>	<i>π, π<sup>(b)</sup></i>
rho	P	ρ	<i>P</i>	<i>ρ</i>
sigma	Σ	σ	<i>Σ</i>	<i>σ</i>
tau	T	τ	<i>T</i>	<i>τ</i>
upsilon	Υ	υ	<i>Υ</i>	<i>υ</i>
phi	Φ	φ, φ	<i>Φ</i>	<i>φ, φ</i>
chi	X	χ	<i>X</i>	<i>χ</i>
psi	Ψ	ψ	<i>Ψ</i>	<i>ψ</i>
omega	Ω	ω	<i>Ω</i>	<i>ω</i>



# REVISÃO BÁSICA

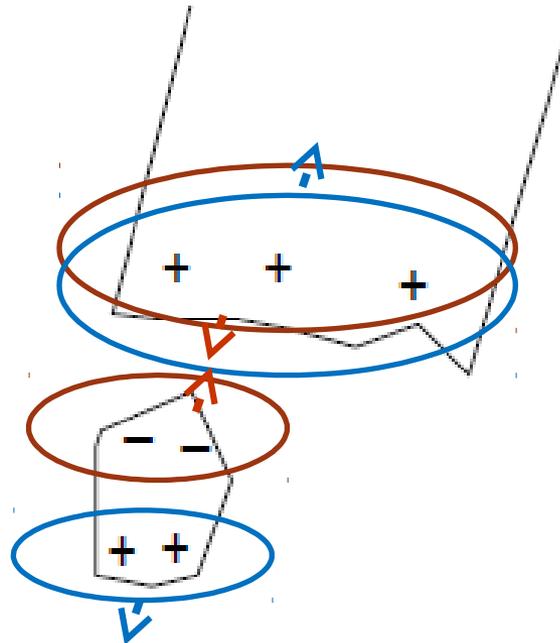
- Outra semelhança da força eletrostática com a força gravitacional é que ela obedece o princípio da superposição.

$$F_{1,t} = F_{1,2} + F_{1,3} + F_{1,4} + \dots + F_{1,n}$$



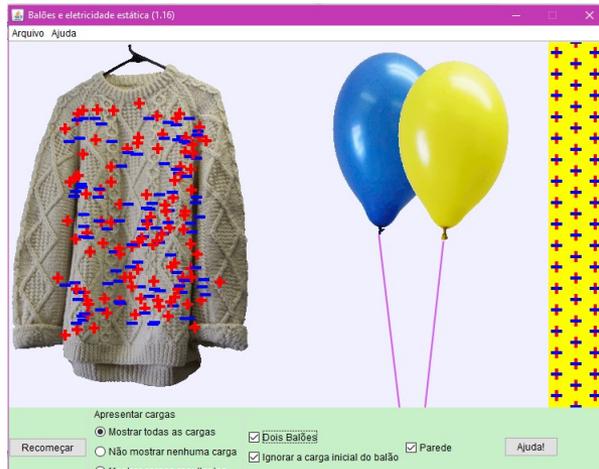
# REVISÃO BÁSICA

- Um objeto carregado pode atrair objetos neutros, pois a “nuvem eletrônica” do átomo se deforma.
- Algumas partículas tem liberdade para moverem-se para um dos lados. Dessa forma, a força de atração é mais forte do que a de repulsão.



# EXEMPLO ELETROSTÁTICA

C:\Users\TCORP\Dropbox\UNIR\FIS\_III\balloons\_pt\_BR.jar

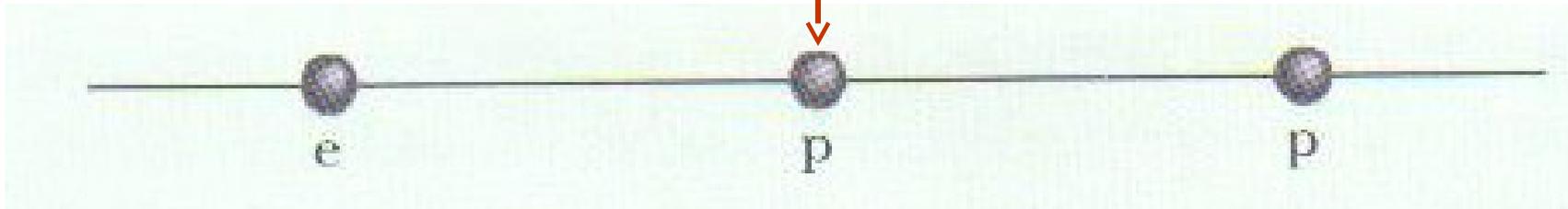


- [https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_pt_BR.html)

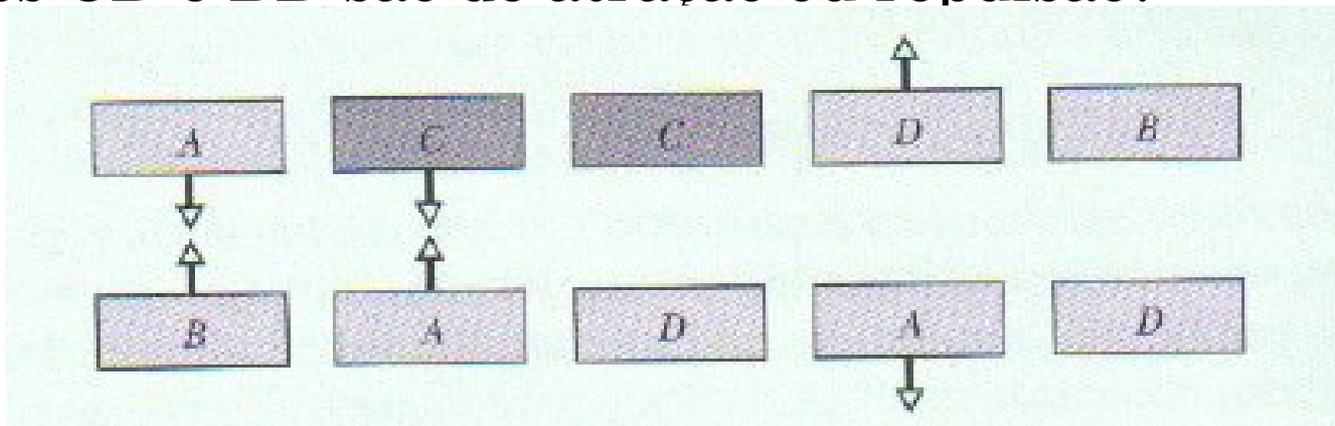


# EXERCÍCIOS

- 1) Qual o módulo e sentido de  $F$  total do  $p$  indicado, sabendo que cada  $F$  eletrostática (atração ou repulsão) vale 1?



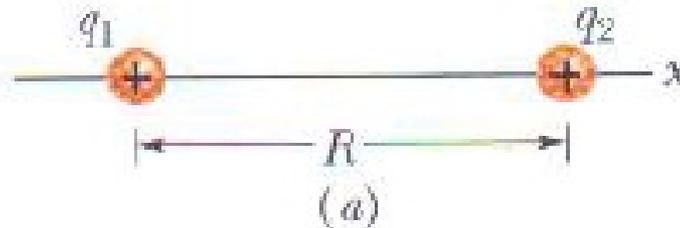
- 2) Conforme os pares AB, CA e DA, as forças dos pares CD e BD são de atração ou repulsão?



# EXERCÍCIOS

○ 3)

(a) A Figura 21-9a mostra duas partículas positivamente carregadas situadas em pontos fixos do eixo  $x$ . As cargas são  $q_1 = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$  e  $q_2 = 3,20 \times 10^{-19} \text{ C}$ , e a distância entre as cargas é  $R = 0,0200 \text{ m}$ . Determine o módulo e a orientação da força eletrostática  $\vec{F}_{12}$  exercida pela partícula 2 sobre a partícula 1.



$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$= (8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2) \times \frac{(1,60 \times 10^{-19} \text{ C})(3,20 \times 10^{-19} \text{ C})}{(0,0200 \text{ m})^2}$$

$$1,15 \times 10^{-24} \text{ N.}$$



$$\vec{F}_{12} = -(1,15 \times 10^{-24} \text{ N})$$





# Próxima aula

- Quinta-feira  
13:50
- Campo elétrico



Οβριγαδα πελα ατενχαο!!!

αβχδεφγηικλμνοπθρστυπωξψζ

μαυρεν

