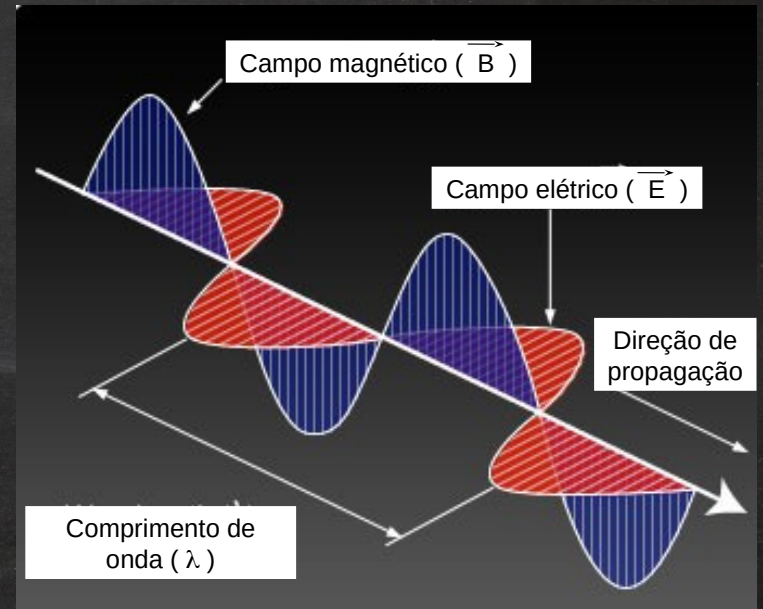


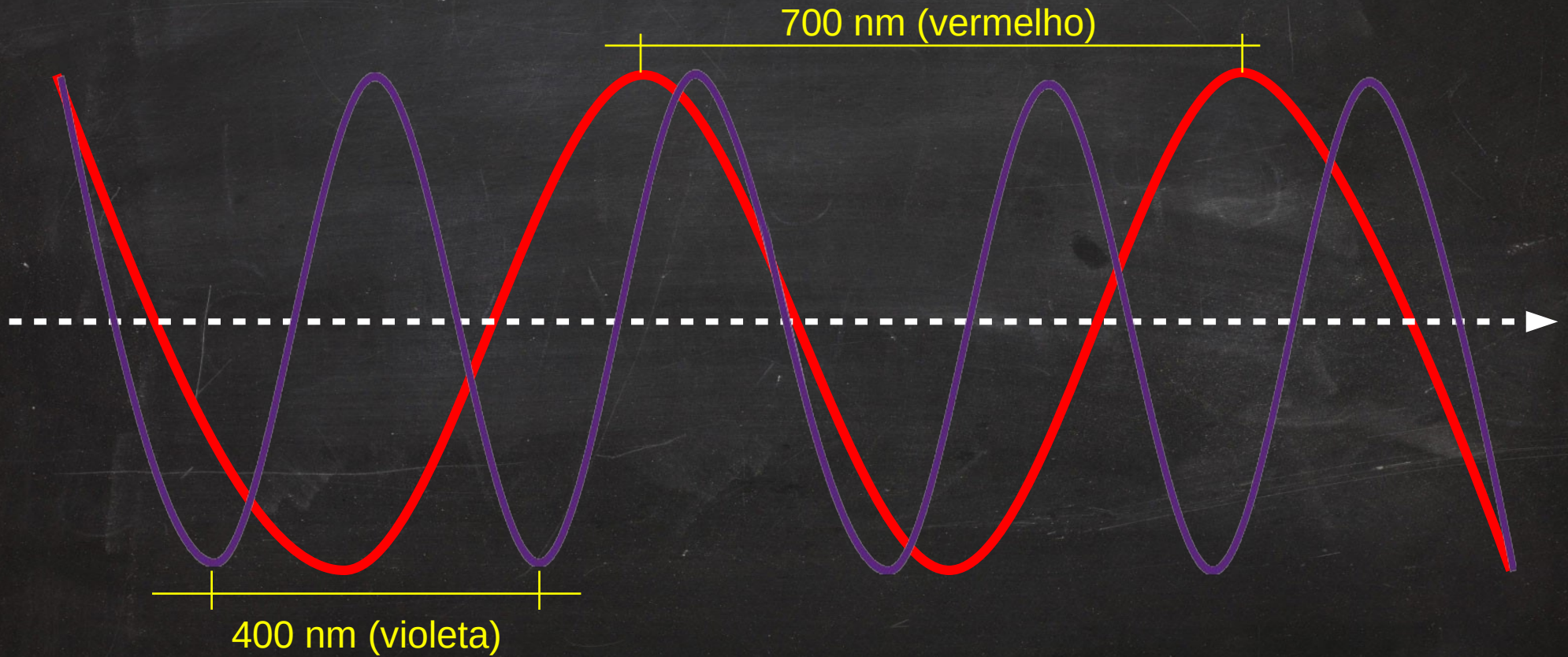
INTRODUÇÃO A MÉTODOS ESPECTROMÉTRICOS

O que é espectro eletromagnético?

O espectro eletromagnético é a distribuição das ondas eletromagnéticas, visíveis e não visíveis, de acordo com a frequência e o comprimento de onda característico de cada radiação.



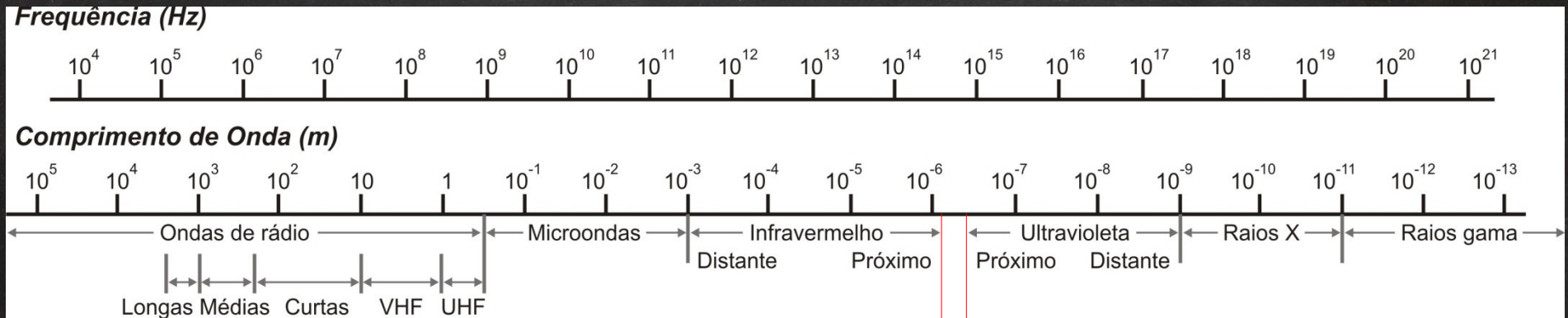
COMPRIMENTO DE ONDA



COMPRIMENTO DE ONDA – TIPO DE RADIAÇÃO

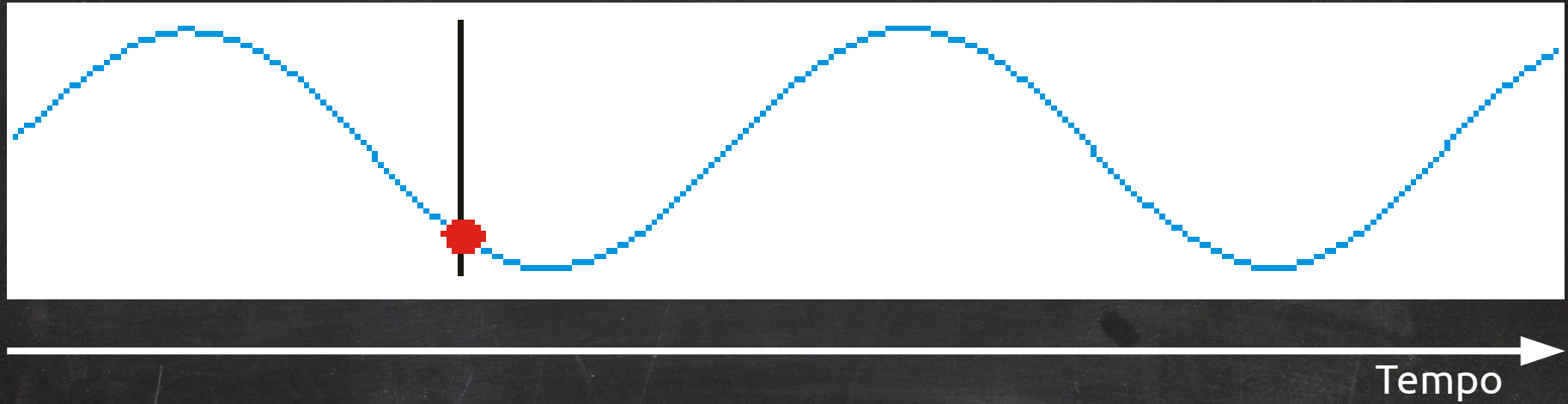
Baixa energia e temperatura

Alta energia e temperatura



Região visível
ao Homem
400 a 750 nm

FREQUÊNCIA



Frequência (ν) = n° de oscilações por segundo (Hz)

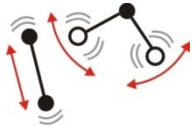
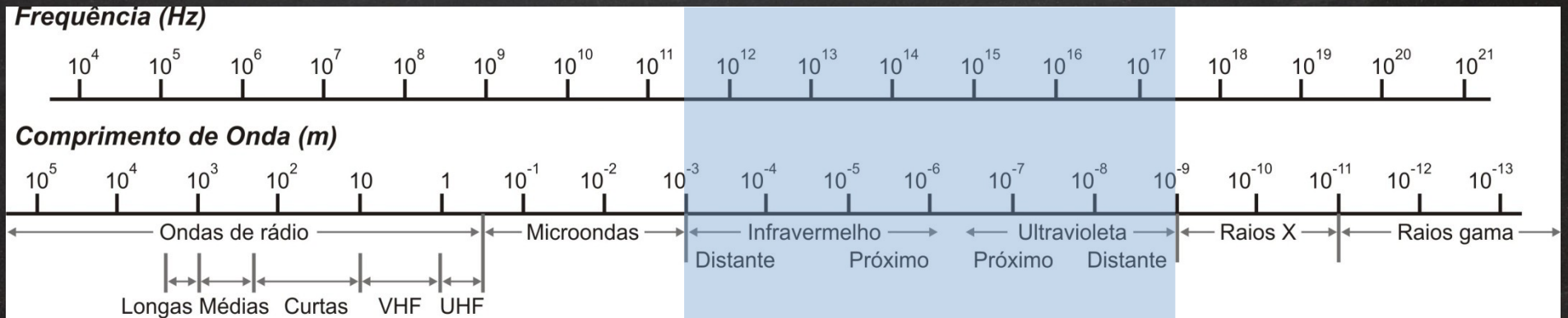
$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$

ν = Fenômeno periódico / s

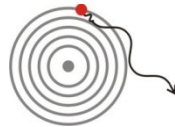
λ = distância entre repetições da onda

$$c = \nu \lambda$$

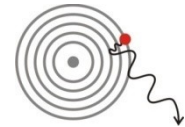
COMPRIMENTO DE ONDA MAIS UTILIZADOS PARA APLICAÇÕES AGRONÔMICAS



Vibrações e rotações moleculares



Transições eletrônicas mais externas



Transições eletrônicas

RELAÇÃO DA ENERGIA COM COMPRIMENTO DE ONDA OU FREQUÊNCIA

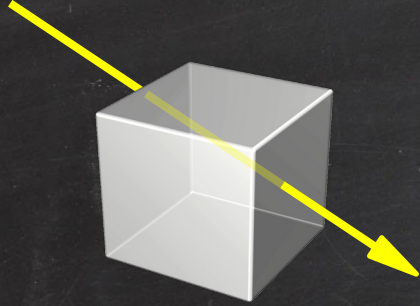
$$E = h\nu$$

$$E = h\frac{c}{\lambda}$$

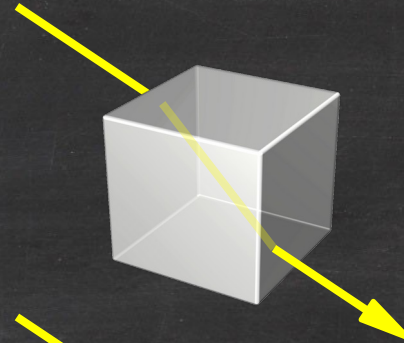
$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Constante de Planck

COMO USAR A RADIAÇÃO
PARA FINS ANALÍTICOS?

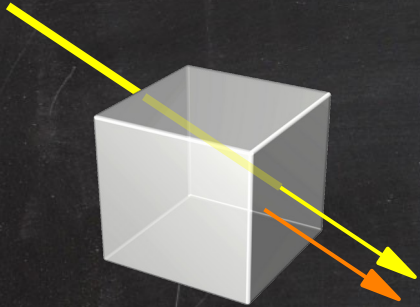
COMO A RADIAÇÃO INTERAGE COM A MATÉRIA



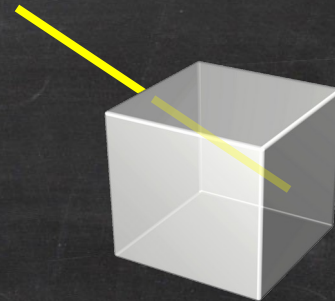
Não Interage



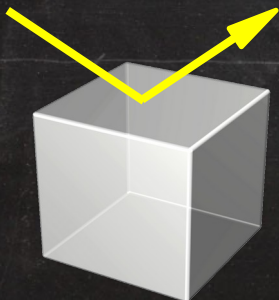
Refração



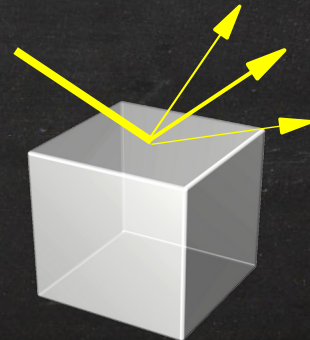
Fluorescência
Fosforescência



Absorção



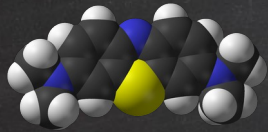
Reflexão



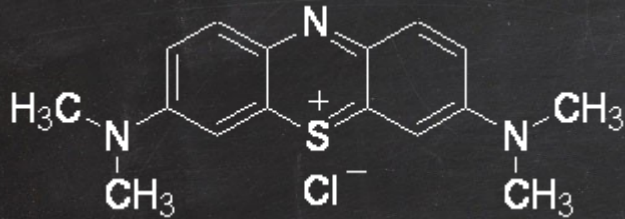
Reflexão
Com espalhamento

Six test tubes are arranged in a row, each containing a different colored liquid. From left to right, the colors are green, yellow, blue, red, yellow, and pink. The liquids are contained in clear glass test tubes. A white banner with the word 'Soluções' is overlaid across the middle of the tubes.

Soluções

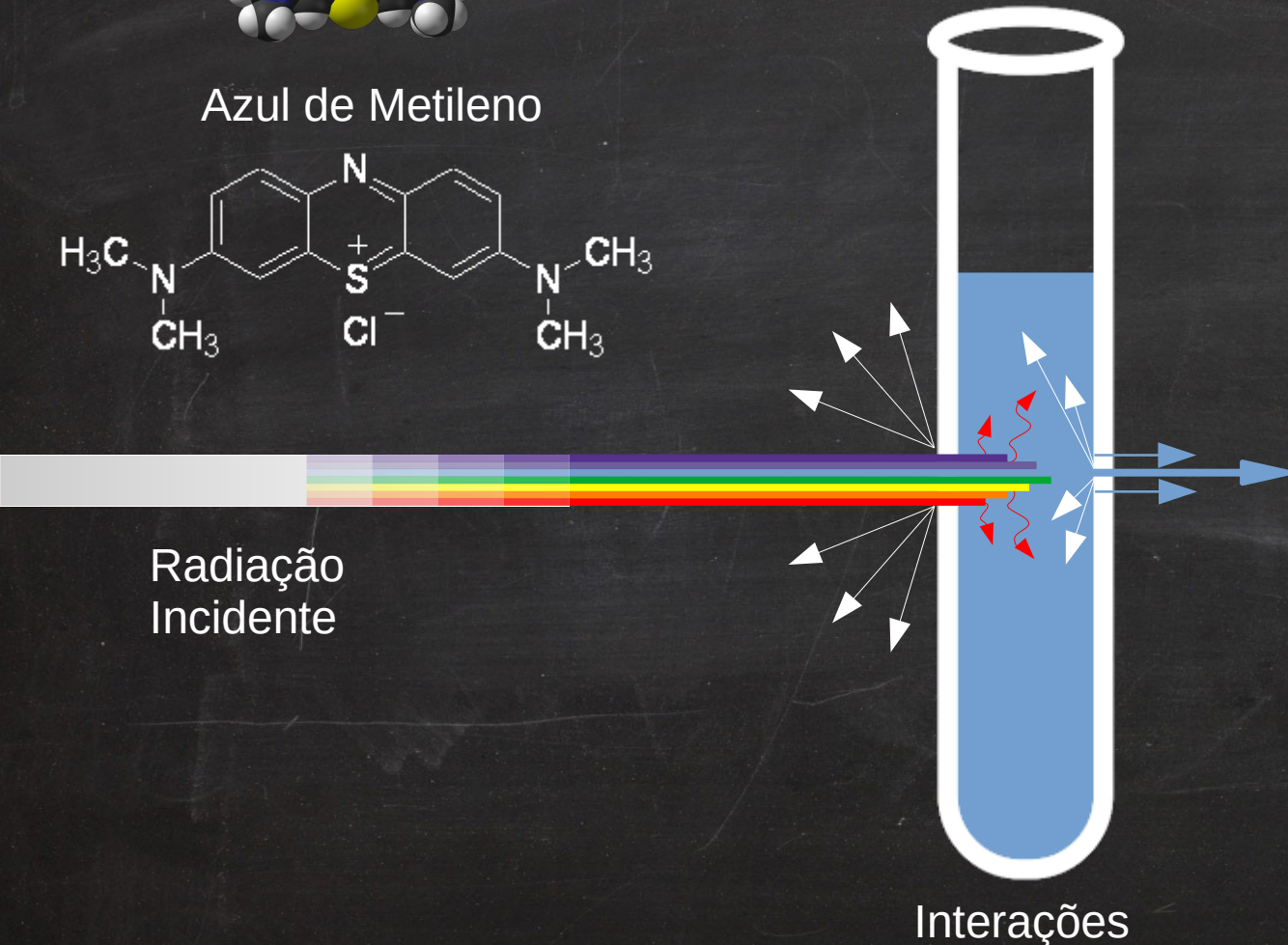


Azul de Metileno



Absorção Molecular

Absorção de alguns comprimentos de onda por moléculas.



Radiação Transmitida

Uso comum
Radiação UV-VIS
Radiação IR, FTIR, NIR

Turbidimetria

$\text{BaSO}_{4(s)}$
Partículas em
suspensão

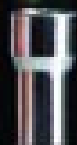
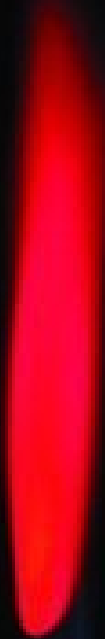
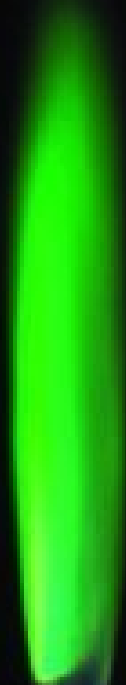
Reflexão da radiação
incidente.



Radiação
Transmitida

Interações

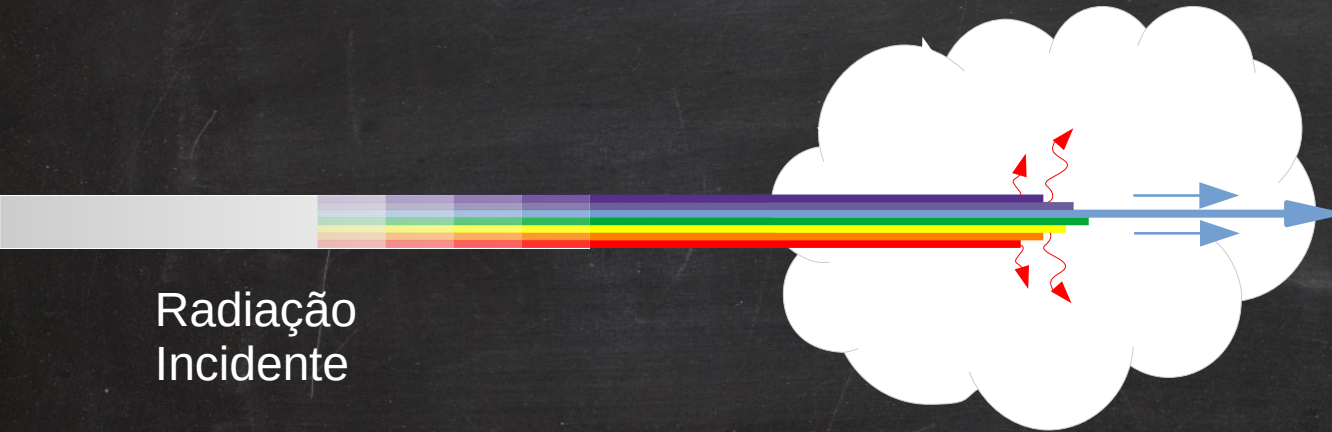
Fase Vapor



Absorção Atômica

Cu, Fe, Zn, Mn,
Mo, Co, etc.

Absorção de alguns
comprimentos de onda
por átomos



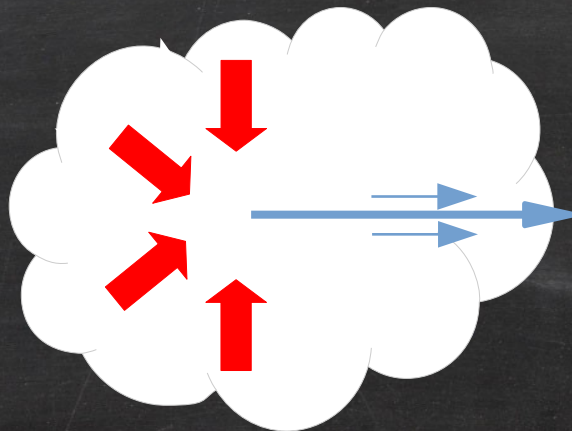
Uso comum
FAAS, GFAAS, ETAAS
HGAAS, CVAAS

Emissão Atômica

Cu, Fe, Zn, Mn,
Mo, Co, etc.

Absorção de alguns
comprimentos de onda
por átomos

Fornecimento
de Energia



Radiação
Emitida

Uso comum
EEA, ICP OES, MP OES,
Fluorescência atômica.

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo

90 a 95% da matéria seca

< 500 mg kg⁻¹ Micronutriente

0,05 a 5% Macronutriente

Elementos Benéficos

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo

90 a 95% da matéria seca

< 500 mg kg⁻¹ Micronutriente

0,05 a 5% Macronutriente

Elementos Benéficos

Elementos Potencialmente tóxicos

ELEMENTOS DE INTERESSE AGRONÔMICO X TÉCNICAS

Gravimetria

C	N	P	K	Ca	Mg	S	
B	Cl	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo
Al	Na	Si	Co	Se			
Cr	As	Cd	Hg	Pb			

Volumetria

C	N	P	K	Ca	Mg	S	
B	Cl	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo
Al	Na	Si	Co	Se			
Cr	As	Cd	Hg	Pb			

UV-VIS

C	N	P	K	Ca	Mg	S	
B	Cl	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo
Al	Na	Si	Co	Se			
Cr	As	Cd	Hg	Pb			

FAAS

C	N	P	K	Ca	Mg	S	
B	Cl	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo
Al	Na	Si	Co	Se			
Cr	As	Cd	Hg	Pb			

EEA chama

C	N	P	K	Ca	Mg	S	
B	Cl	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo
Al	Na	Si	Co	Se			
Cr	As	Cd	Hg	Pb			

EEA Plasma

C	N	P	K	Ca	Mg	S	
B	Cl	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Mo
Al	Na	Si	Co	Se			
Cr	As	Cd	Hg	Pb			

USO ATUAL DAS TÉCNICAS X ELEMENTOS

S Gravimetria

C N Cl Volumetria

P B UV-VIS

K Na EEA - Chama

Ca Mg Mn Fe Ni Cu Zn Mo Al Si Co Se Cr As Cd Hg Pb FAAS