



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Engenharia de Biosistemas



LEB0140 - Física

Prof. Jarbas H. de Miranda
Engenheiro Agrônomo
Depto. de Engenharia de Biosistemas
ESALQ/USP
e-mail: jhmirand@usp.br



10 de maio de 2023
Piracicaba, SP

1



Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB0140 - Física
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Graduação em Engenharia Agrônômica.
Universidade Federal de Goiás, UFG, Brasil.

Especialização em Engenharia de Irrigação Métodos de Irrigação
PRONI/UFG/FUNAPE e o Acordo de Cooperação Técnica Brasil-Espanha.
Título: Especialização em Irrigação e Drenagem.

Mestrado em Irrigação e Drenagem (ESALQ/USP)

Título: Modelo para simulação da dinâmica da água em sistemas de drenagem subterrânea e cálculo do espaçamento econômico entre drenos.

Doutorado em Irrigação e Drenagem (ESALQ/USP)

Título: Modelo para simulação da dinâmica de nitrato em colunas verticais de solo não saturado.

Livre-docência (ESALQ/USP)

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".


Título: Modelos computacionais aplicados à engenharia de água e solo - Desenvolvimento de uma linha de pesquisa.

Pós-Doutorado

University of Illinois at Urbana-Champaign. (EUA):

Development of breakthrough curves for evaluating transport parameters for computational modeling of nitrate transport in Illinois

2


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Ciências dos Alimentos: Ramo multidisciplinar que estuda a composição, deterioração, processamento, conservação, elaboração, qualidade e comercialização dos alimentos para o consumidor.

Objetivos: A disciplina LEB0140 (Física) objetiva fornecer conhecimentos sobre processos físicos relacionados às Ciências dos Alimentos.

O conteúdo programático é composto pelos seguintes temas:


Revisão sobre grandezas físicas e unidades;

Termodinâmica de sistemas gasosos: equação de estado e processos termodinâmicos; 1ª lei da Termodinâmica: calor, trabalho e energia interna;

Energia térmica: radiação e condução; Aplicações da Termodinâmica de Sistemas Gasosos (Umidade Relativa do Ar); e

Hidrodinâmica (estudo do movimento dos fluidos).


3


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Conteúdo Programático
 Capítulos e Textos Complementares (Moodle USP e-Disciplinas)

- Grandezas Físicas e Sistemas de Unidades
- Termodinâmica de Sistemas Gasosos (Condução Térmica & Radiação Térmica (Leis))
- Umidade Relativa do Ar
- Hidrodinâmica (estudo do movimento dos fluidos)

4


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

TURMAS

Disciplina: LEB0140 - Física

Turma: 2023101 - Teórica


Período: 13/03/2023 - 15/07/2023

Aulas: 4ª Feira 19:00 - 22:20 h:

40 matriculados

Monitoria

Auxiliar PAP: Luca Pacini Pena <luca.p@usp.br>




Período Letivo
e Avaliação

5

DISTRIBUIÇÃO DOS TÓPICOS DAS AULAS			
Mês	Dia	Assunto	Aula
Março	15	Início das Aulas (Apresentação da Disciplina) Aula 1. Sistemas de Unidades e Análise Dimensional	Prof. Tiago
	22	Aula 2 e 3. Sistemas de Unidades e Análise Dimensional	Prof. Tiago
	29	Aula 4 e 5. Sistemas de Unidades e Análise Dimensional + Exercícios	Prof. Tiago
Abril	05	<i>Semana Santa. Não haverá aula.</i>	-
	12	Aula 6 e 7. Termodinâmica de Sistemas Gasosos	Prof. Tiago
	19	Aula 8 e 9. Termodinâmica de Sistemas Gasosos + Exercícios	Prof. Tiago
	26	Prova P1	Prof. Tiago
Maio	03	Aula 10 e 11. Leis da Radiação Térmica	Prof. Jarbas
	10	Aula 12 e 13. Leis da Radiação Térmica	Prof. Jarbas
	17	Aula 14 e 15. Leis da Radiação <u>Térmica</u> + Exercícios	Prof. Jarbas
	24	Aula 16 e 17. Umidade Relativa do Ar	Prof. Jarbas
	31	Prova P2	Prof. Jarbas
Junho	07	Aula 18 e 19. Umidade Relativa do Ar + Exercícios	Prof. Jarbas
	14	Aula 20 e 21. Hidrodinâmica	Prof. Jarbas
	21	Aula 22 e 23. Hidrodinâmica + Exercícios	Prof. Jarbas
	28	Prova P3	Prof. Tiago
Julho	05	Prova Substitutiva	(Matéria do semestre)

6



 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Avaliação:
 Os estudantes serão avaliados por Exercícios e **3 provas** que ocorrerão nas seguintes datas:

Atividade	Data	Peso
Exercícios		10%
PROVA 1	26/04/2023 (quarta-feira)	30%
PROVA 2	31/05/2023 (quarta-feira)	30%
PROVA 3	28/06/2023 (quarta-feira)	30%
PROVA SUBSTITUTIVA	05/07/2023 (quarta-feira)	(substituirá a menor nota das provas ao longo do semestre)

Encerramento do semestre: 15/07/2023

7


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

Aula 1

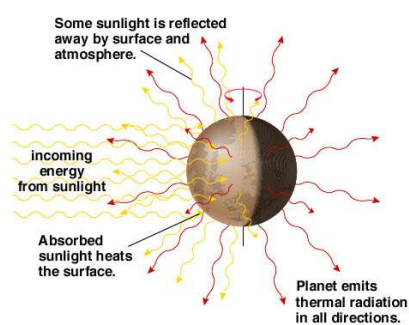
10/05/2023
 Prof. Jarbas

9

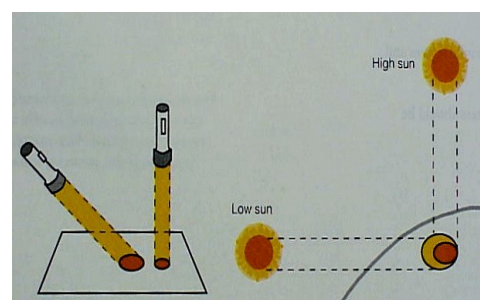
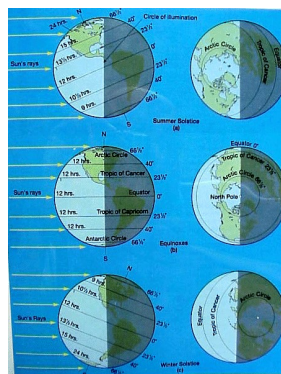
4) Radiação Térmica - Leis

Introdução

Todos os corpos (geleiras, nuvens, pessoas, objetos, planetas, fornos, estrelas) emitem radiação. Quanto maior a sua temperatura, mais emitem, daí que essa radiação é chamada **radiação térmica**.




Copyright © Addison Wesley



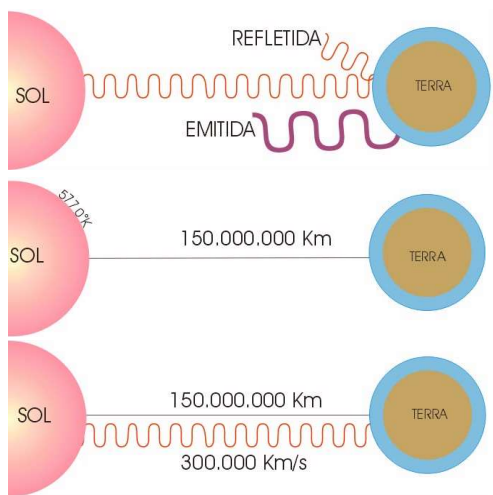
15



17


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis



REFLETIDA

EMITIDA

SOL 5700K

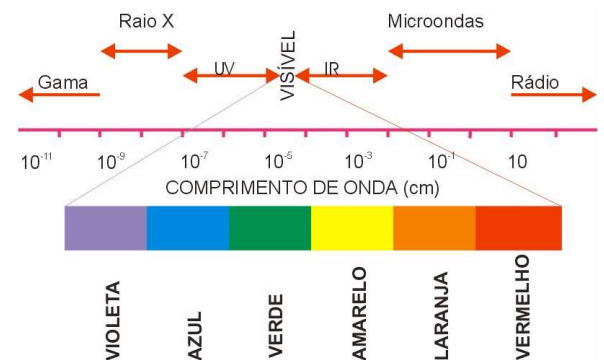
150.000.000 Km

TERRA

150.000.000 Km

300.000 Km/s

Temperatura da superfície do sol é em torno de 5800 K (5500°C) e emite 64 milhões de watts/m²



Raio X

Microondas

Gama

UV

VISÍVEL

IR

Rádio

10⁻¹¹ 10⁻⁹ 10⁻⁷ 10⁻⁵ 10⁻³ 10⁻¹ 10

COMPRIMENTO DE ONDA (cm)

VIOLETA

AZUL

VERDE


AMARELO

LARANJA

VERMELHO

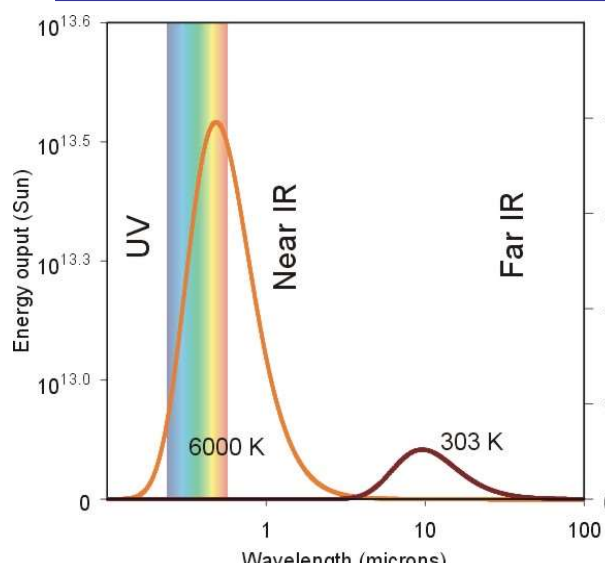
Nessa velocidade, a radiação solar leva 500 segundos, ou 8,3 minutos para chegar na superfície da Terra

19


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis

Comprimento de Ondas e Definições das Leis



Energy output (Sun)

10^{13.6}

10^{13.5}

10^{13.3}

10^{13.0}

0

UV

Near IR

Far IR

6000 K

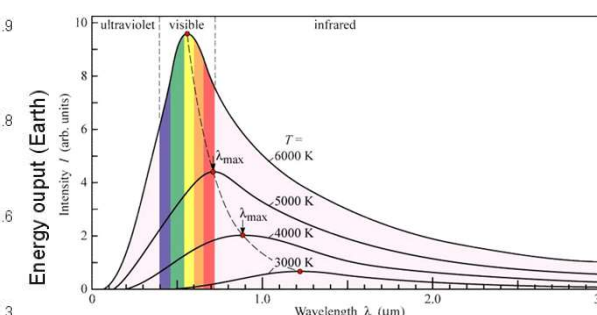
303 K

Wavelength (microns)

1

10

100



Energy output (Earth)

Intensity / (arb. units)

10^{7.9}

10^{7.8}

10^{7.6}

10^{7.3}

0

0

1.0

2.0

3.0

Wavelength λ (μm)

ultraviolet

visible

infrared

$T = 6000\text{ K}$

λ_{max}

$T = 5000\text{ K}$

λ_{max}

$T = 4000\text{ K}$

λ_{max}

$T = 3000\text{ K}$

λ_{max}

21

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB0140 - Física
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis

Comprimento de Ondas e Definições das Leis

$$E_{\lambda} = \frac{2 \cdot \pi \cdot c^2 \cdot h}{\lambda^5 \cdot \left[e^{\frac{h \cdot c}{\lambda \cdot k \cdot T}} - 1 \right]}$$

$c = 3,17 \cdot 10^{17} \text{ nm s}^{-1}$
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
 $k = 1,37 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

22

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB0140 - Física
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis

Lei de Wien

Wien's Displacement Law

A plot of E_{λ} as a function of T and λ .

Peak of the curve is shifted to **SHORTER** Wavelengths at **HIGHER** Temperatures.

Points of the curve are related by;

$\lambda_{\text{máx}} T = 2897.6 \mu\text{m} \cdot \text{K}$

This is known as **Wien's Displacement Law**.

$$\lambda_{\text{máx.}} = \frac{2,94 \cdot 10^6 \text{ (nm} \cdot \text{K)}}{T \text{ (K)}}$$

23

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB0140 – Física
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis

Lei de Stefan-Boltzmann (T em K)

Spectral radiant exitance ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$)

Wavelength (μm)

If T increases, peak moves towards shorter wavelengths, and the total area under the curve increases

$$E = q = \sigma \cdot T^4$$

$$\sigma = 5,672 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$$

24


Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB0140 – Física
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis

Lei do Inverso do Quadro da Distância

© 2001 Brooks/Cole Publishing/ITP

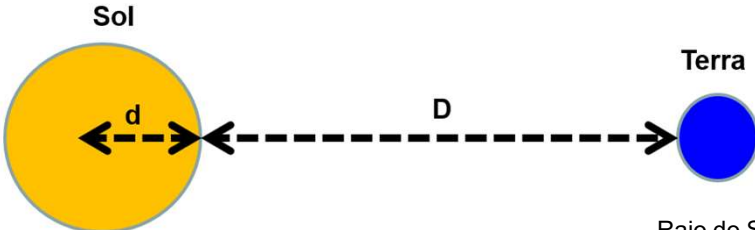
25


 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis

Lei do Inverso do Quadro da Distância


Lei do Inverso do Quadro da Distância



d = raio da fonte luminosa
 D = distância da fonte luminosa

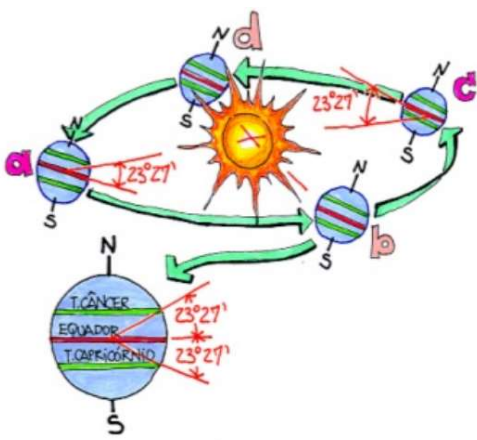
Raio do Sol = $6,96 \cdot 10^8$ m.
 Temperatura na sua superfície = 5800 K
 Distância Terra – Sol = $1,5 \cdot 10^{11}$ m ou $150 \cdot 10^6$ km

26

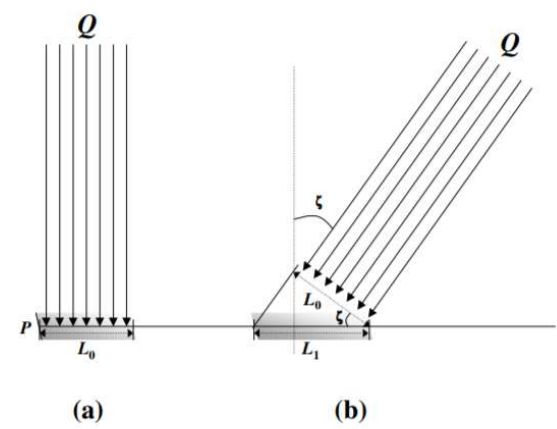

 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 LEB0140 – Física
 Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis

Lei dos Cossenos



a – solstício de verão
 c – solstício de inverno
 b e d - equinócios



(a) (b)

Figura 4.3 - A Lei do co-seno

27

ESALQ USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB0140 – Física Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis

Lei de Beer (Lei da Atenuação)

q_0

Δx

q_1

Radiação Incidente

$\rho =$ fração refletida

$\alpha =$ fração absorvida

$\tau =$ fração transmitida

28

ESALQ USP Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
LEB0140 – Física Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Radiação Térmica - Leis

Lei de Beer (Lei da Atenuação)

q_0

Δx

q_1

$$q_1 = q_0 \cdot e^{-K \cdot \Delta x}$$

$$K = \frac{\ln\left(\frac{q_0}{q_1}\right)}{\Delta x}$$

29