



# UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Departamento de Engenharia de Biossistemas



## LEB0200 - Física do Ambiente Agrícola

**Prof. Jarbas H. de Miranda**

Engenheiro Agrônomo

Depto. de Engenharia de Biossistemas

ESALQ/USP

e-mail: [jhmirand@usp.br](mailto:jhmirand@usp.br)



**Áreas de Pesquisa:**

**1. Irrigação e Drenagem de Terras Agrícolas**

**2. Modelagem Computacional**

(desenvolvimento de softwares em Visual Basic/VBA Excel)

**3. Movimento da Água e Solutos no Solo**

(Engenharia de Água e Solo)

**18 de Fevereiro de 2019**

**Piracicaba, SP**

## Imprimir Tabela: Moodle USP e-Disciplinas

DESIGNAÇÃO		DIMENSÕES		CGS	SI	ST
		M L T	F L T	(M, L, T)	(M, L, T)	(F, L, T)
Unidades Fundamentais	Comprimento	L	L	centímetro (cm)	metro (m)	metro (m)
	Massa	M	$F L^{-1} T^2$	grama (g)	quilograma (kg)	U.T.M
	Tempo	T	T	segundo (s)	segundo (s)	segundo (s)

## Escalas

**Imprimir Tabela: Moodle USP e-Disciplinas**

DESIGNAÇÃO	DIMENSÕES		CGS	SI	ST
	M L T	F L T	(M, L, T)	(M, L, T)	(F, L, T)
Área	$L^2$	$L^2$	$cm^2$	$m^2$	$m^2$
Volume	$L^3$	$L^3$	$cm^3$	$m^3$	$m^3$
Velocidade	$L T^{-1}$	$L T^{-1}$	$cm s^{-1}$	$m s^{-1}$	$m s^{-1}$
Aceleração	$L T^{-2}$	$L T^{-2}$	$cm s^{-2}$	$m s^{-2}$	$m s^{-2}$
Força	$M L T^{-2}$	F	Dina (dyn) $g cm s^{-2}$	Newton (N) $kg m s^{-2}$	Quilograma Força (kgf)
Trabalho	$M L^2 T^{-2}$	F L	erg $g cm^2 s^{-2}$	Joule (J) $kg m^2 s^{-2}$	Quilogrâmetro (kgf m)
Potência	$M L^2 T^{-3}$	F L T <sup>-1</sup>	erg s <sup>-1</sup> $g cm^2 s^{-3}$	Watt (W) $kg m^2 s^{-3}$	Quilogrâmetro $kgf m s^{-1}$

**Unidades  
Derivadas**

Algumas considerações sobre Trabalho (W):

$$W = F \cdot \Delta x$$

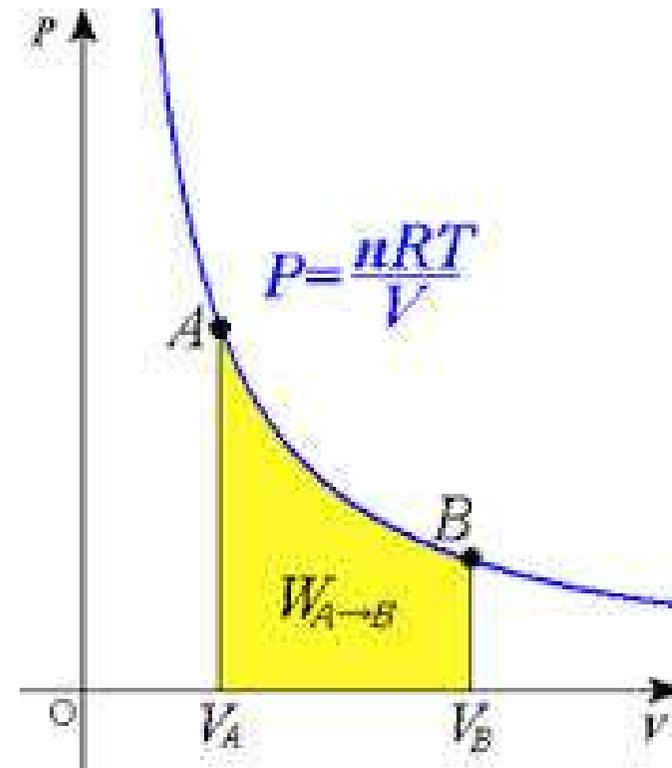


Energia (?) (Formas de Energia,  $E_c$  e  $E_p$ )

$$W = P \cdot \Delta V$$



Energia



Algumas considerações sobre potência (W):

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$



Energia

$$\text{Pot} = V \cdot A$$

$$\frac{\text{J}}{\text{C}} \quad \frac{\text{C}}{\text{S}}$$

$$\text{Pot} = \frac{\text{J}}{\text{S}}$$

$$\text{Pot} = \frac{Q}{t}$$

Alguns valores de potência (W):

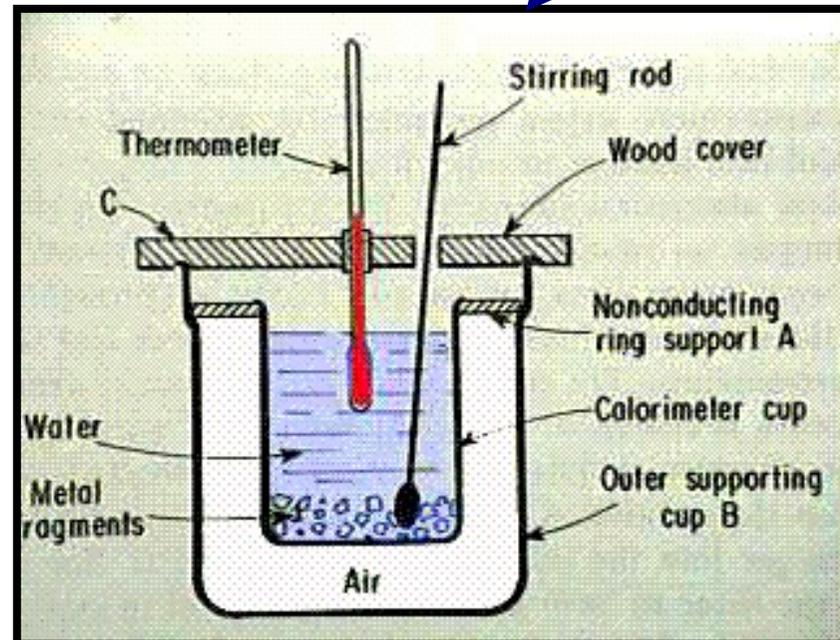
$$1 \text{ HP} = 745,6998 \text{ W}$$

$$1 \text{ HP} = 1,014 \text{ cv}$$

$$1 \text{ BTU} = 251,99 \text{ cal}$$

$$1 \text{ J} = 0,23884 \text{ cal}$$

Calorímetro

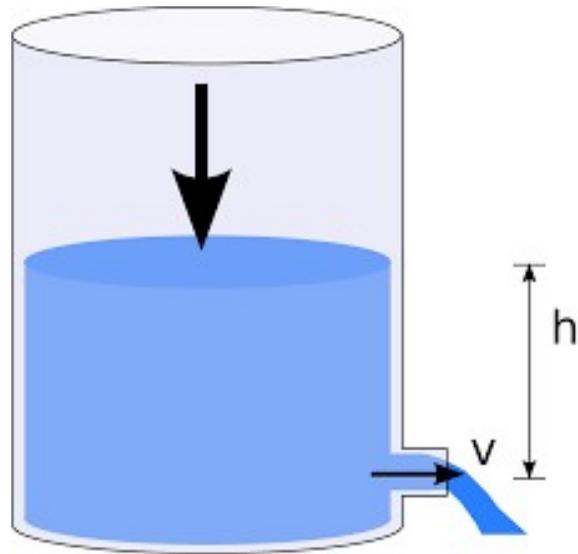


“utilizar de 4 a 5 casas decimais”

Pressão	$M L^{-1} T^{-2}$	$F L^{-2}$	dyn cm <sup>-2</sup>	Pascal (N m <sup>-2</sup> )	Kgf m <sup>-2</sup>
Vazão	$L^3 T^{-1}$	$L^3 T^{-1}$	cm <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
Massa Específica ( $\rho$ )	$M L^{-3}$	$F L^{-4} T^2$	g cm <sup>-3</sup>	kg m <sup>-3</sup>	UTM m <sup>-3</sup>
Peso Específico ( $\gamma$ )	$M L^{-2} T^{-2}$	$F L^{-3}$	dyn cm <sup>-3</sup>	N m <sup>-3</sup>	Kgf m <sup>-3</sup>
Momento	$M L T^{-1}$	$F T$	g cm s <sup>-1</sup>	kg m s <sup>-1</sup>	UTM m s <sup>-1</sup>

## Exercícios

## Vazão (Lei de Torricelli):



## Teorema de Bernoulli

Energy per unit volume before = Energy per unit volume after

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Pressure Energy      Kinetic Energy per unit volume      Potential Energy per unit volume

The often cited example of the Bernoulli Equation or "Bernoulli Effect" is the reduction in pressure which occurs when the fluid speed increases.

Flow velocity  $v_1$       Flow velocity  $v_2$

$A_2 < A_1$   
 $v_2 > v_1$   
 $P_2 < P_1!$

$P_1$        $P_2$

Increased fluid speed, decreased internal pressure.

Detailed description: The diagram shows a pipe with a narrower section in the middle. Red arrows represent the flow of fluid from left to right. The arrows are more densely packed in the narrower section, indicating a higher velocity. Labels  $v_1$  and  $v_2$  are placed above the pipe at the wider and narrower sections respectively. Below the pipe, labels  $P_1$  and  $P_2$  indicate the pressure at the wider and narrower sections. A dashed box contains the equation  $P_2 < P_1!$ . A text box at the top right explains that this is the Bernoulli effect, where pressure decreases as speed increases.



LEB 0200 - Física do Ambiente Agrícola  
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

1) Calcule a distância do vão livre conforme a placa de sinalização abaixo:



1 ft = 30,48 cm  
1 in = 2,54 cm

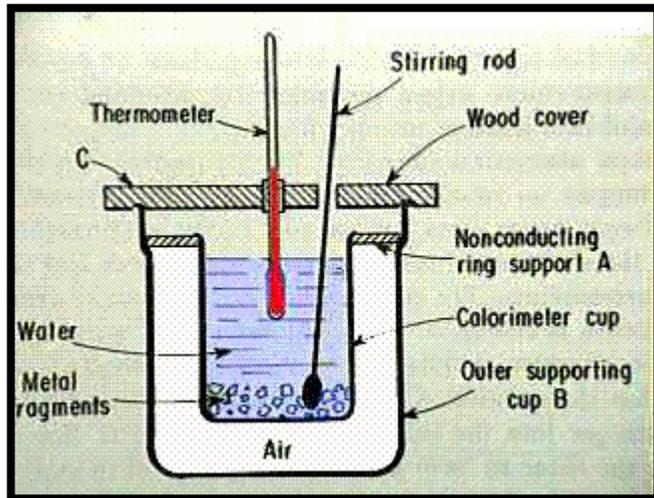
Resposta: 3,81 m

2) Faça as seguintes conversões (1 J = 0,23884 cal):

1 N = ? dyn      Resposta: 1 N =  $10^5$  dyn

$\frac{1 \text{ cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}} = ? \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$       Resposta: 697,8 W m<sup>-2</sup>

3) Qual o calor específico da água em  $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ , diante da seguinte situação:



Calorímetro:

3) Dados do Exercício:

$$m = 200 \text{ mL}$$

$$V = 25,11 \text{ J C}^{-1}$$

$$A = 2,33 \text{ C s}^{-1}$$

$$T_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_2 = 32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta\text{Tempo} = 1'40''$$

$$\text{Pot} = \frac{\text{Trabalho}}{\text{Tempo}} = \frac{\text{Energia}}{\text{Tempo}} = \frac{\text{Calor}}{\text{Tempo}}$$

$$\text{Pot} = V.A \quad c = \frac{V.A.t}{m.\Delta T}$$

Resposta:

$$c = 4.179,02 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$



LEB 0200 - Física do Ambiente Agrícola  
Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: jhmirand@usp.br

4) Na cidade do Rio de Janeiro existe um alerta laranja decorrente de uma previsão de chuva de até 50 mm/dia. Quantos litros de água podem vir a precipitar em um hectare a cada hora caso essa chuva ocorra.

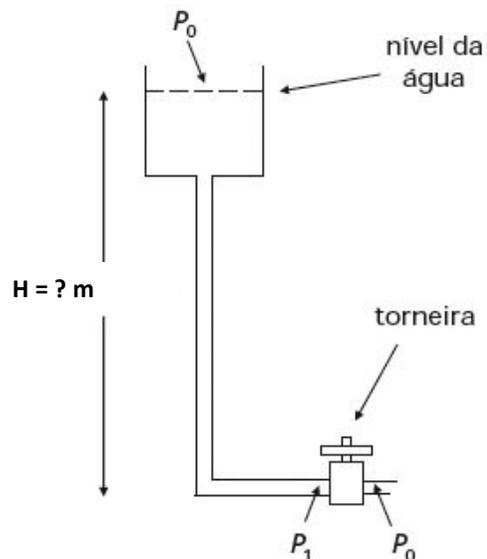
Sabendo-se que:

$$1 \text{ mm} = 1 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

Resposta: 20.833,3 L/ha.h

5) Calcule quantos  $\text{L}_{\text{água}} \text{ h}^{-1}$  são liberados pela torneira abaixo, sabendo-se que a pressão é de  $0,5 \text{ kgf cm}^{-2}$ . Considere o diâmetro da torneira de 2 cm e o valor de  $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ .

(S = Área, H = pressão, expressa em m ou m.c.a).



$$1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 1 \text{ atm}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 10,33 \text{ mca}$$

$$Q = S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

Resposta: 11.385,10 L h<sup>-1</sup>



LEB 0200 - Física do Ambiente Agrícola

Prof. Jarbas H. de Miranda e-mail: [jhmirand@usp.br](mailto:jhmirand@usp.br)

6) Uma caixa d'água tem largura de 50 cm, comprimento de 32 cm e altura de 25 cm. Para encher metade dela, quantos litros serão necessários? **Resposta: 20L**

Considerando uma vazão de  $1.10^7 \text{ mm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  em quantas horas a caixa d'água atingirá este volume?

**Resposta: 2 horas**

