



Universidade de São Paulo  
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

Admissão na Pós-Graduação  
do Departamento de Astronomia – IAG/USP

EXAME ESCRITO – Novembro de 2009

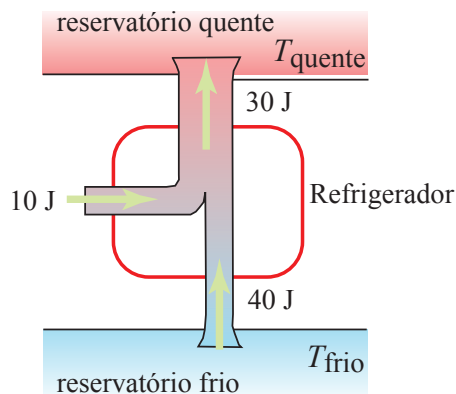
Nome: .....

Instruções ao candidato:

- A prova é individual, sem qualquer consulta. É permitido o uso de calculadora. A duração da prova é de no máximo 4 horas.
- A prova **não poderá** ser feita a lápis. Escreva seu nome em cada folha da prova.
- Se estiver fazendo a prova fora do IAG/USP, use papel A4, mas deixe margens de pelo menos  $\sim 2$  cm nos quatro lados de cada folha. Use somente um lado da folha de respostas e numere-as. Solicitamos que a prova seja enviada ao IAG por ou por fax [(+55-11)-3091-2860] ou por email [secret@astro.iag.usp.br] e as folhas originais de respostas enviadas pelo correio: A/C Sra. Marina Freitas, Depto. de Astronomia, Rua do Matão, 1226 – Cidade Universitária – 05508-090 São Paulo/S.P.

- 
- Dois atletas iniciam simultaneamente uma corrida de dez voltas. Se a velocidade de um é  $\alpha\%$  maior do que do outro e uma volta tem 1 km de comprimento, quantas vezes o atleta mais rápido vai ultrapassar o mais lento? Esboçar o gráfico de número de ultrapassagens em função de  $\alpha$ .
  - Suponha que em um dado processo físico o fluxo de calor seja estacionário, obedecendo a equação  $\vec{\nabla} \cdot (\kappa \vec{\nabla} T) = 0$ . Assumindo que a condutividade térmica,  $\kappa$ , seja proporcional a  $T^{5/2}$  e que a temperatura seja  $T \propto r^n$ , determine o valor de  $n$ .  
Dica:  $\vec{\nabla} \cdot \vec{\psi} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \psi_r)$
  - No interior do Sol, quatro prótons são transformados em um núcleo de hélio pela chamada cadeia próton-próton.
    - Considerando que as massas dos prótons e núcleos de hélio são, respectivamente,  $m_p = 1,007827$  u e  $m_{He} = 4,002604$  u, qual seria a energia total liberada quando todo o H da região central do Sol for consumido? Considere a massa do Sol como  $M_\odot = 1,99 \times 10^{33}$  g, e que apenas 10% desta massa alcançam as condições necessárias para a fusão nuclear.
    - Considerando que a luminosidade do Sol é  $L_\odot = 3,85 \times 10^{33}$  erg/s, quanto tempo o Sol poderia brilhar com base neste processo de liberação de energia?  
[Dado:  $u \simeq 1,67 \times 10^{-24}$  g]
  - Na fotoionização do átomo de hidrogênio, qual é a energia cinética máxima do elétron ejetado quando um fóton de comprimento de onda  $\lambda = 60$  nm é absorvido pelo átomo? A energia de ionização do H é de 13,6 eV.

5. A insígnia pintada no lado de uma nave espacial é um círculo com um traço diagonal inclinado de  $45^\circ$  em relação à vertical (assim:  $\emptyset$ ). Quando esta espaçonave passa ao lado de uma outra nave com velocidade relativa de  $0,095c$ , os tripulantes da outra nave observam a insígnia da primeira nave. Qual é o ângulo observado que o traço diagonal da insígnia faz em relação à vertical?
6. O que está errado (se houver alguma coisa errada) com o refrigerador esquematizado na figura abaixo? Argumentar.



7. O diagrama abaixo mostra 3 tipos de movimento **(a)**, **(b)** e **(c)**. Definir qual desses movimentos correspondem a: (1) partícula de poeira assentando no chão; (2) bola caindo do telhado; (3) nave espacial pousando em Marte.

<b>(a)</b> 1 ●	<b>(b)</b> 1 ●	<b>(c)</b> 1 ●	Os números indicam instantes sucessivos de tempo, com intervalos regulares.
2 ●			
3 ●	2 ●		
4 ●	3 ●	2 ●	
5 ●	4 ●	3 ●	
6 ●	5 ●	4 ●	
	6 ●	5 ●	
		6 ●	

8. Suponha que o movimento de uma partícula obedeça a seguinte equação diferencial:  $f''(t) + bf'(t) + f(t) = 0$ . Assumindo que  $0 < b < 1$  e que  $f'(0) = 0$  e  $f(0) = f_0$ , esboce a trajetória da partícula no espaço de fase  $f, f'$ . ( $f' \equiv df/dt$ ). Não é necessário resolver a Eq. diferencial, mas justifique o esboço feito.
9. A que distância de um espelho esférico e côncavo de 36 cm de raio deveria se colocar um objeto para formar uma imagem real de  $1/9$  de seu tamanho?
10. Considere uma onda eletromagnética plana no vácuo, cujo vetor elétrico é dado por:

$$\begin{cases} E_x = 10^2 \sin \pi(3 \times 10^8 z - 9 \times 10^{14} t) \\ E_y = 0 \\ E_z = 0 \end{cases}$$

Determine a velocidade, frequência, comprimento de onda, período, fase inicial, amplitude e polarização do campo elétrico.

**Dados adicionais:**  $c = 2,998 \times 10^5 \text{ km s}^{-1}$ ;  $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$ .