



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

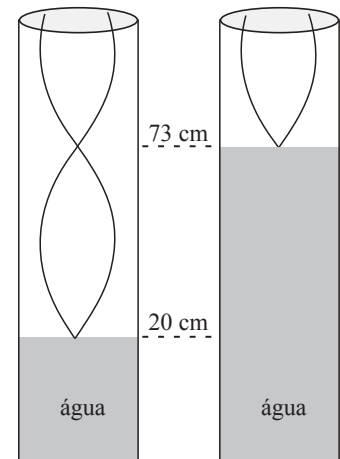
Admissão na Pós-Graduação  
do Departamento de Astronomia – IAG/USP

EXAME ESCRITO – Junho de 2010

Nome: .....

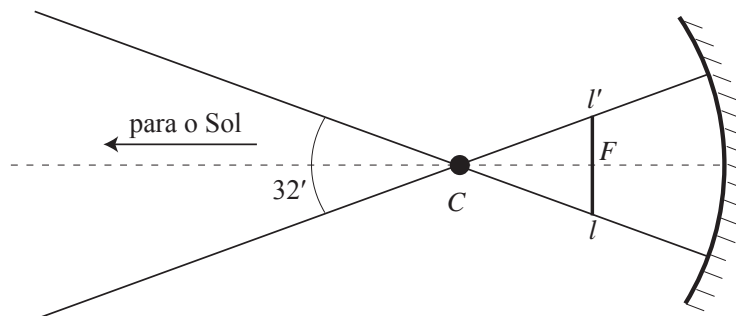
Instruções ao candidato:

- 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 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.

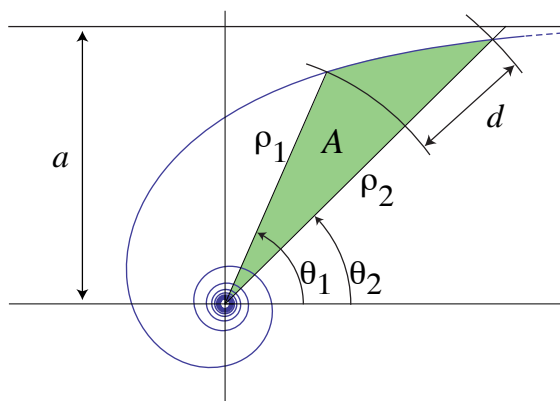


- Ondas sonoras com frequência de 320 Hz são produzidas no topo de um poço vertical com água no fundo. O nível de água pode ser ajustado para cima ou para baixo. Supondo que seja possível produzir ondas estacionárias quando o nível de água está a 20 cm e a 73 cm de altura (veja figura), qual é a velocidade do som neste poço?
- Uma nave espacial passa pela Terra em  $t = t' = 0$ , com uma velocidade relativa  $v$ . No instante  $t_1$ , pelos relógios da Terra, uma “super” nave espacial deixa a Terra na mesma direção da nave anterior, com uma velocidade relativa  $V > v$ . A ultrapassagem vai ocorrer, na Terra, em  $t_2$ , onde  $vt_2 = V(t_2 - t_1)$  ou  $t_2 = Vt_1/(V - v)$ .  
(a) O que marca o relógio na espaçonave lenta quando o relógio na Terra marca  $t_1$ ? (b) Quão longe dessa espaçonave estará a Terra nesse instante? (c) O que marca o relógio da nave lenta no momento da ultrapassagem? (d) No referencial da nave lenta, quanto tempo se passou desde o início da perseguição? (e) No mesmo referencial, qual foi a distância percorrida na perseguição?

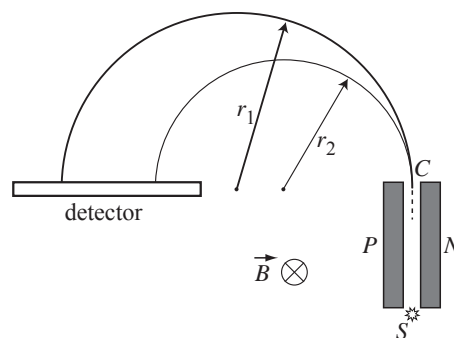
3. A densidade típica de sólidos na crosta terrestre é  $\rho_0 = 3 \text{ g/cm}^3$ . Suponha, grosseiramente, que a Terra seja esférica com densidade uniforme  $\rho_0$  e estime o valor de  $G$ , a constante universal da gravitação. Adote a aceleração na superfície da Terra igual a  $10 \text{ m/s}^2$  e o raio igual a  $6400 \text{ km}$ .
4. O Sol tem um diâmetro aparente de  $32'$  (minutos de arco) quando observado da Terra. Determine a posição e o diâmetro da **imagem** do Sol formada por um espelho côncavo esférico de  $400 \text{ cm}$  de raio (use o desenho abaixo).



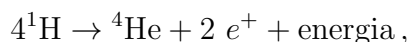
5. Quando o átomo de hidrogênio é bombardeado, ele é excitado para níveis de energia mais altos, podendo inclusive ser ionizado. Radiação é emitida quando ele retorna a níveis mais baixos.
- (a) Quais são as três linhas espectrais de maior comprimento de onda emitidas pelo átomo de hidrogênio quando ele decai para o estado  $n = 2$ ?
- (b) Qual é o maior comprimento de onda produzido pela captura de um elétron livre por um átomo de H ionizado, que termina no estado  $n = 2$ ? As respostas devem ser dadas em Å.
6. Demonstrar que a área  $A$  limitada por dois raios quaisquer de uma espiral hiperbólica,  $\rho \theta = a$ , é proporcional à diferença  $d$  entre os comprimentos dos raios correspondentes (veja figura).



7. O desenho da figura representa um aparelho destinado a medir as massas dos isótopos de um certo elemento, a partir de uma fonte  $S$  de íons (com carga positiva) desse mesmo elemento. Os íons têm a mesma carga mas diferentes velocidades. Um campo magnético uniforme  $B$  é aplicado na direção perpendicular à folha em todo lugar. Um campo elétrico  $E$ , no plano da folha, atua entre os eletrodos  $P$  (positivo) e  $N$  (negativo).



- (a) Mostre que só os íons com velocidade  $v = E/B$  conseguem sair por  $C$ .  
 (b) Mostre que a massa  $m$  do íon é proporcional ao raio  $r$  de sua trajetória semicircular.
8. Uma massa presa no final de uma corda vibra para cima e para baixo de acordo com a equação  $y = 8 \sin(1,5 t)$  cm, onde  $t$  é o tempo em segundos e o argumento completo da função seno está em radianos.
- a) Qual é a velocidade da massa em  $t = 0,75$  s?  
 b) E em  $t = 3,0$  s?  
 c) Qual é a velocidade máxima da massa?
9. Defina entropia em termos de ordem/desordem, e discuta brevemente entre 3 e 10 linhas de texto.
10. A seguinte reação de fusão ocorre no Sol e fornece a maior parte de sua energia:



onde  $e^+$  é um pósitron. Quanta energia é produzida quando 1 kg de hidrogênio é consumido? As massas de  $^1\text{H}$ ,  $^4\text{He}$ , e  $e^+$  são 1,007825, 4,002604 e 0,000549 *uma* (unidade de massa atômica), onde elétrons atômicos estão incluídos nos dois primeiros valores.

**Dados adicionais:**

$$c = 2,998 \times 10^8 \text{ km s}^{-1}$$

$$hc = 1240 \text{ eV nm}$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$$

$$\text{uma} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{energia de ionização do H} = 13,6 \text{ eV}$$