

**Prova Seletiva para a Olimpíada Internacional de Física 2004**

**Caderno de Questões**

**Instruções**

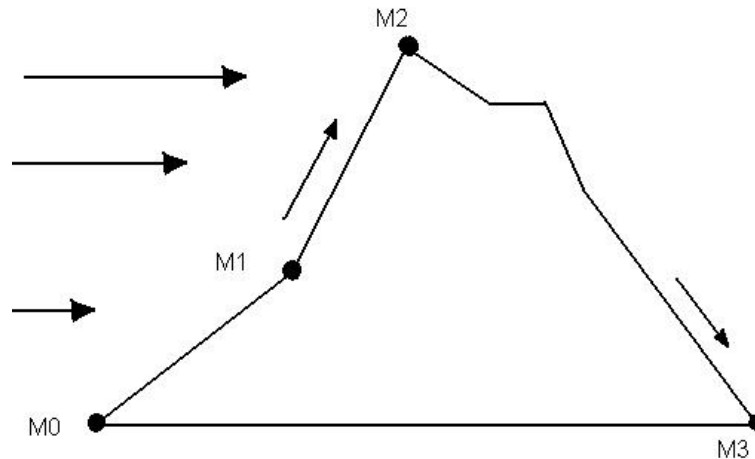
1. Este caderno contém **QUATRO** folhas, incluindo esta com as instruções. Confira antes de começar a resolver a prova.
2. A prova é composta por **QUATRO** questões. Cada questão tem o valor indicado no início do enunciado e nos subitens. A prova tem valor total de 100 pontos.
3. As respostas deverão ser transcritas no caderno de resposta, de acordo com as instruções nele contidas.
4. É permitido apenas o uso de lápis, caneta, régua e borracha. O uso do lápis e da borracha é permitido apenas no rascunho e no auxílio para a construção de gráficos, se necessário. Não será permitido o uso de calculadoras.
5. Ambos os Cadernos de Prova e Resoluções deverão ser devolvidos ao final da prova.
6. O estudante deverá permanecer na sala, **no mínimo**, 90 minutos.
7. A prova tem duração de **QUATRO HORAS**

Nome:	
e-mail:	
Nº e tipo de documento de identificação apresentado:	
Nome da Escola:	
Cidade:	Estado:
Assinatura	

**Observações: Quando achar necessário deixe indicado o cálculo numérico.**

Use  $g = 10 \text{ m/s}^2$

**QUESTÃO 1 (30 pontos)** - Um vento úmido sopra em direção a uma montanha, seguindo adiabaticamente pela sua encosta, conforme esta representado na figura abaixo:



Estações meteorológicas representadas pelas letras M estão posicionadas ao longo da montanha nas posições indicadas na figura. As estações M0 e M3 medem a pressão atmosférica e obtém o mesmo valor de 100 kPa, enquanto que a estação M2 mede a pressão e obtém um valor de 70 kPa. A temperatura medida em M0 é de 20 °C.

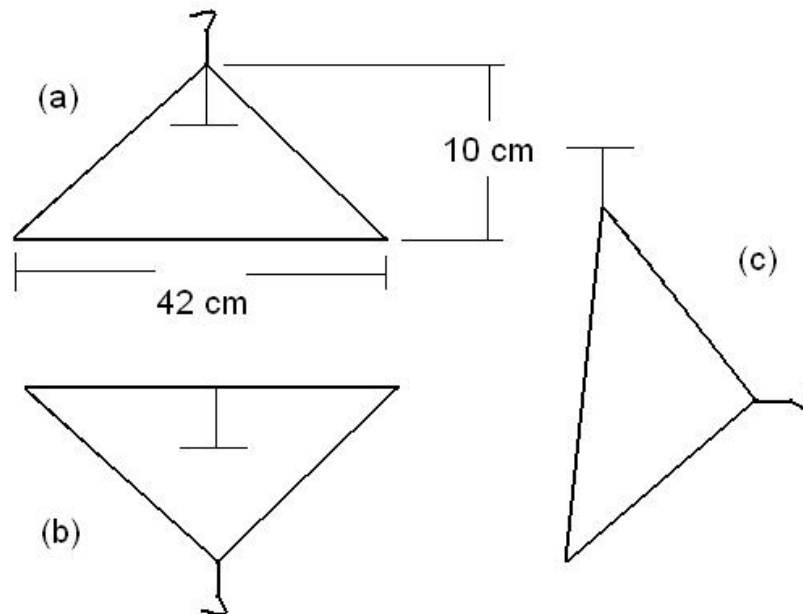
Com a subida do ar úmido ao logo da encosta da montanha, este começa a transformar-se em nuvens, este fenômeno ocorre a uma pressão de 84,5 kPa.

Considere que 200 Kg de ar úmido sobem pela encosta da montanha, propagando-se de forma a cobrir toda a superfície da encosta da montanha. Após um tempo de 1600 s, o ar úmido atinge a área onde se encontra a inclinação em que esta situada a estação M2. Durante este intervalo de tempo, a condensação de cada quilograma de ar úmido resulta em 2,45 g de chuva. Dados: Calor específico da atmosfera a pressão constante no intervalo de temperatura abordado pelo problema  $c_p = 1005 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ; densidade da atmosfera em M0 =  $1.189 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  à pressão P0 e temperatura T0; calor latente de vaporização da água  $L_v = 2500 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ;  $\frac{c_p}{c_v} = \gamma = 1,4$

Determine:

- (10 pontos)** A temperatura  $T_1$  em M1 onde as nuvens são formadas.
- (10 pontos)** A altitude  $h_1$  em que se situa a estação M1 com relação a M0, assumindo que a densidade da atmosfera decresce linearmente com a altitude.
- (5 pontos)** A temperatura  $T_2$  no cume da montanha onde M2 esta situada.
- (5 pontos)** O peso da coluna de água (nível de precipitação) condensada devido a uma corrente de ar úmido que sopra durante um intervalo de 3 horas, assumindo que a chuva é uniforme entre as estações M1 e M2.

**QUESTÃO 2 (30 pontos)** – Cabides para pendurar roupas podem realizar oscilações de pequena amplitude quando estes são pendurados com apoios em certas posições. No caso de um cabide simétrico pendurado de três formas diferentes, de acordo com a figura abaixo, o período de oscilação de todas as configurações é o mesmo. Nas situações (a) e (b) o lado maior do cabide encontra-se na horizontal e o ponto de apoio esta posicionado no eixo de simetria do cabide.



Encontre:

- (10 pontos)** A posição do centro de massa do cabide. Justifique sua resposta.
- (20 pontos)** O período de oscilação do cabide.

**QUESTÃO 3 (20 pontos)** – Um observatório rádio-astronômico, próximo ao mar, tem sua antena instalada a 2m do nível do mar. A antena pode detectar apenas a componente horizontal do campo elétrico de ondas eletromagnéticas. Quando uma estrela, que emite ondas de rádio, esta no início de sua ascensão no horizonte, esta emite ondas com comprimento de 21 cm, sendo que rádio-telescópio detecta a intensidade do sinal desta estrela e registra pontos de máximo e mínimo na intensidade do sinal durante a sua ascensão.

- (10 pontos)** Determine a direção das ondas eletromagnéticas quando as intensidades máximas e mínimas são detectadas. (expresse suas respostas em termos do ângulo medido a partir do horizonte).
- (5 pontos)** A intensidade do sinal no rádio-telescópio aumenta ou diminui quando a estrela inicia sua ascensão no horizonte? Justifique sua resposta.
- (5 pontos)** Determine a razão entre um máximo e um mínimo adjacentes no sinal detectado.

Use: a razão entre as amplitudes de ondas eletromagnéticas incidentes e refletidas é expressa por:

$$\frac{n + \text{sen}\alpha}{n - \text{sen}\alpha}$$

onde  $\alpha$  é o ângulo que a onda incidente faz com relação ao plano horizontal e  $n$  é o índice de refração para onda eletromagnéticas (neste comprimento de onda) viajando do ar para a água, com  $n=9$ .

**QUESTÃO 4 (20 pontos)**

- (10 pontos)** As partículas denominadas de Mésons  $\pi$  foram descobertas pelo Físico brasileiro César Lattes. Estas partículas são formadas no topo da atmosfera terrestre a uma altura de aproximadamente 6.000 m . O tempo de vida (tempo de existência de um Méson  $\pi$ ) é em média de  $2 \times 10^{-6}$  s. Quando estas partículas são criadas possuem uma velocidade de  $0,998c$  (onde  $c$  é a velocidade da luz  $3 \times 10^8$  m/s). Determine a distância média que esta partícula caminha desde a

sua formação até o seu desaparecimento em relação a um observador posicionado na Terra, a partir da Mecânica Clássica e da Relatividade Especial de Einstein. Comente os resultados obtidos sabendo que estas partículas são detectadas na superfície da Terra.

b) **(10 pontos)** Um experimento para a medida do efeito fotoelétrico num emissor de Cálcio foi realizado, e foram obtidos os seguintes resultados para o potencial de freamento dos elétrons como função do comprimento de onda da radiação incidente.

Medida	Comprimento de onda ( $\times 10^{-9}$ m)	Frequência ( $\times 10^{15}$ Hz)	Potencial (Volts)
1	253,6	1,18	1,95
2	313,2	0,958	0,98
3	365,0	0,822	0,50
4	404,7	0,741	0,14

Dados:  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C (carga elementar do elétron).

Determine a constante de Planck a partir dos resultados expressos na tabela acima.