1ª Prova de Seleção para as Olimpíadas Internacionais de Física 2012
(02 de julho de 2011)
Caderno de Questões – Instruções

1. Este caderno contém **TRÊS** 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 seu início (que pode estar divida em itens). 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. **Utilize somente o texto necessário para a compreensão da solução.**
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 e permitido o uso de calculadoras e telefones celulares durante a prova.**
5. **Este caderno deverá ser devolvido ao final da prova.**
6. O estudante deverá permanecer na sala, **no mínimo**, 90 minutos.
7. A prova tem duração de **QUATRO HORAS.**

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

Questão 1 (20 pontos) – Uma vagão de trem pode movimentar-se por um trilho sem atrito. Este vagão tem massa ***M*** e encontra-se inicialmente em repouso. Sob este vagão estão ***N*** pessoas (cada uma com massa ***m***), inicialmente em repouso.

a) **(5 pontos)** Considere o caso em que todas as ***N*** pessoas correm ao mesmo tempo até o final do vagão até atingirem a velocidade V_1. No mesmo ponto todos pulam de uma vez para fora do trem. Calcule a velocidade que o vagão adquire após o pulo coletivo com relação a um referencial situado no chão.
b) **(10 pontos)** Considere agora o caso em que uma pessoa pula para fora do vagão do trem de cada vez. Nesta situação uma pessoa corre até o final do vagão, adquirindo velocidade V_2 para então pular, enquanto todas as outras permanecem em repouso. Uma após a outra repetem o procedimento anterior até que todas pulam para foram do vagão. Determine a velocidade final do vagão nesta situação.
c) **(5 pontos)** Mostre em que situação anterior (itens (a) e (b)) a velocidade final do vagão ***(**V_2 **e** V_1**)*** é maior.

Questão 2 – (30 pontos) - Uma nuvem esférica contendo **N (N>>1)** átomos de Hidrogênio (H) encontra-se no espaço livre. Nenhuma força atua nesta nuvem a não ser a força gravitacional entre os átomos de H. Cada átomo de H tem massa ***m***, estes estão em equilíbrio térmico a certa temperatura ***T***. Neste sistema existe um raio crítico médio em que a força de gravidade compensa a força exercida pela pressão térmica, fazendo com que a nuvem colapse. Use ***k*** como constante de Boltzmann e ***G*** como a constante Universal da Gravitação.

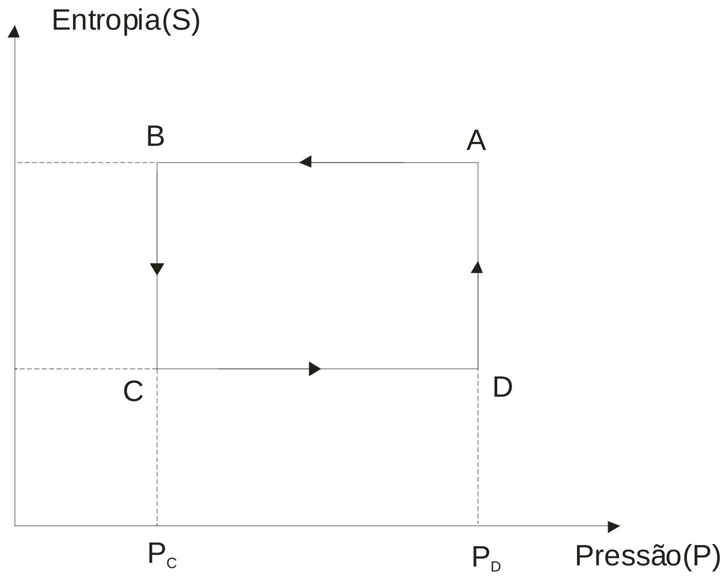
a) **(10 pontos)** Determine a força exercida pela pressão térmica do gás para uma nuvem esférica de médio ***r***.
b) **(10 pontos)** Qual é a força gravitacional exercida num átomo de H a uma distancia ***r*** do centro da nuvem esférica.
c) **(10 pontos)** Determine o raio mínimo para que a nuvem de gás não colapse. Considere neste caso uma nuvem esférica de raio ***r***, divida esta em duas partes iguais separadas (centro de massa) por uma distancia igual a ***r***.

Questão 3 (20 pontos) - De acordo com a Teoria Geral da Relatividade, um **Buraco Negro (indicado a partir de agora pela sigla BN)** é uma região do espaço da qual nada, nem mesmo a luz, pode escapar. Este é o resultado da deformação do espaço-tempo causado por uma fonte altamente massiva e compacta. Um BN é limitado pela superfície denominada horizonte de eventos, que marca a região a partir da qual nem a luz pode escapar. Consideremos um BN de massa **M**.

a) **(10 pontos)** Determine o raio clássico da região de eventos conhecido como raio de Schwarzschild. Use ***G*** = constante universal da Gravitação; ***c*** = velocidade da Luz e suponha que um fóton de luz (uma partícula quantizada do campo eletromagnético) tem uma massa ***m.***

b) **(10 pontos)** Considere um conjunto de **N (N>>1)** buracos negros idênticos de massa ***M*** uniformemente distribuídos numa região cúbica de uma galáxia num volume $V = L^3$ sendo que estes possuem velocidades relativas que podem ser desconsideradas. Mostre que este conjunto de buracos negros não pode ser tão denso que a distancia média típica entre dois BN próximos é da ordem do raio de Schwarzschild e faça uma estimativa da densidade máxima de BN para que estes ainda sejam BN independentes.

Questão 4 (30 pontos) - O ciclo térmico reversível $A \to B \to C \to D \to A$ abaixo representado no diagrama Entropia-Pressão (S-P) é denominado de máquina térmica de Brayton. Entre $D \to A$ o gás ideal é aquecido a pressão constante absorvendo uma quantidade de calor $\boldsymbol{Q_{DA}}$. Entre $B \to C$ o gás ideal é resfriado a pressão constante liberando uma quantidade de calor $\boldsymbol{Q_{BC}}$. O trabalho realizado no ciclo completo é denominado por $\boldsymbol{W_{ABCD}}$. A eficiência da máquina térmica é definida pela razão W_{ABCD} / Q_{DA}. Assuma que $\boldsymbol{C_P}$ e $\boldsymbol{C_V}$ são as capacidades térmicas (independentes) do gás ideal a temperatura e volume constante.



a) **(10 pontos)** – Faça o diagrama do ciclo no diagrama PV (pressão volume);

b) **(20 pontos)** - Calcule a eficiência da máquina térmica em função de $\boldsymbol{C_P}$ e $\boldsymbol{C_V}$ e da razão P_C / P_D;