



**INSTITUTO DE FÍSICA DA USP**

2º. SEMESTRE DE 2013

Física V – 43000311 – período noturno



1º. trabalho extra-classe (TEC)

Profa. Mazé Bechara

---

**Aspectos da estrutura da matéria no contexto da Física Clássica**

---

**Data limite de entrega: 20 de agosto, terça-feira, 19h10min.**

Observações:

1. Leia com atenção pense e discuta como e com quem quiser. Porém elabore as soluções com reflexão, detalhes e cuidado.
2. **Se tiver dúvidas, busque esclarecê-las completamente antes de fazer sua redação individual** - condição para que seu trabalho não seja anulado.
3. **O nível de exigência na avaliação será de trabalho bem feito no conteúdo e na forma, no sentido de compreensão do que está feito. Evite entregar “qualquer coisa de qualquer jeito”, que de nada serve.**
4. Por favor, entregue cada uma das questões com nome e iniciando em nova folha. Poderão ser corrigidas por diferentes pessoas.
5. **Na data limite os trabalhos devem ser entregues à professora no início da aula.**

**(10) questão 1. Estrutura da matéria nos estados sólido, líquido e gasoso – modelos cinéticos simples no contexto da física clássica.**

Considere três amostras de 1 mol na mesma temperatura, cada uma de diferente material. Amostra 1: gás diatômico de baixa densidade; amostra 2: sólido cristalino; e amostra 3: substância no estado líquido. A partir destas informações, e usando o que se conhece sobre experimentos e modelos simplificados e mecânicos de constituintes de matéria, no contexto da física clássica, discuta as questões abaixo.

**Obs. Se houver alguma ambigüidade na resposta a algum item, ou seja, se há mais de uma possibilidade de comportamento, descreva todas, explicitando, se for o caso, o que ocorre com maior frequência, e se ocorrem em condições específicas.**

(a) (1,5) Defina em palavras, mas com precisão: **os constituintes de cada amostra**, e **os movimentos de cada um dos constituintes de cada amostra**. Distinga em sua descrição dos movimentos os que decorrem da estrutura do constituinte (monoatômico, diatômico, poliatômico), **dos que decorrem do estado físico-químico (gás, líquido ou sólido) da matéria, ou seja, são consequência da interação entre os constituintes.**

(b) (1,0) Escreva a **expressão da energia de um constituinte** para cada uma das três amostras, **coerentemente com sua descrição** em palavras no item anterior. Comente se há, e qual é, a **energia comum aos constituintes de todas as amostras**, ou seja, independentemente da estrutura do constituinte e de sua interação.

(c) (0,75) Os movimentos dos **constituintes podem ser descritos pela mecânica estatística clássica?** Justifique.

(d) (0,75) No contexto da física clássica **se pode afirmar que os movimentos dos constituintes são determinísticos?** Em sua resposta deixe claro o seu entendimento de determinístico nestes movimentos.

(e) (0,5) **Se sua resposta foi positiva para os itens (c) e (d), explique se não há incoerência em se ter um sistema determinístico e estatístico ao mesmo tempo.**

(f) (1,5) **Escreva a energia cinética média dos constituintes de cada uma das três amostras, e usando “o princípio” da equipartição da energia determine a energia cinética média em termos da temperatura. São as energias cinéticas médias iguais ou diferentes nas três amostras acima descritas? Comente e Justifique.**

**Observação: energia cinética, sem outros adjetivos, é a energia cinética translacional do centro de massa do constituinte.**

(g) (1,5) **Escreva a energia interna (termodinâmica) da amostra sólida e da amostra de gas em termos da energia dos constituintes. Use o teorema de equipartição da energia para escrever a energia interna em termos da temperatura das amostras. Comente se seus resultados são iguais ou diferentes para cada amostra. Justifique.**

(h) (0,5) **Qual é a maneira de se medir a média da energia cinética dos constituintes das amostras? Justifique.**

(i) (2,0) **Há alguma maneira de se medir experimentalmente a energia interna? Qual é esta maneira? Para as amostras sólida e gasosa os resultados experimentais concordam com os resultados teóricos calculados no item anterior? Explique.**

## **(10) Questão 2. Determinação de uma distribuição de energia de um sistema de muitas partículas idênticas, e outros resultados que dela decorrem, no contexto da Mecânica Estatística Clássica.**

Polaróides sólidos podem ser modelados, simplificadaamente, como átomos em arranjo ordenado, em oscilações harmônicas unidimensionais, na direção de polarização. (Nos sólidos não polarizados, tais oscilações são tridimensionais).

- (a) (2,0) **A partir da distribuição geral de Boltzmann para o espaço de fase dos constituintes, determine a distribuição normalizada de energia (mecânica) dos constituintes do polaróide em equilíbrio térmico na temperatura  $T_0$ .**
- (b) (1,5) **Usando a distribuição normalizada de energia determine a energia menos provável, a energia mais provável e a energia média dos constituintes na temperatura  $T_0$ . Diga em palavras o significado físico de cada uma dessas energias.**
- (c) (2,0) **Faça em uma mesma figura os esboços, qualitativamente corretos, das distribuições de energia dos constituintes do polaróide nas temperaturas:  $T_0$  e  $3T_0$ . Coloque no gráfico as energias mais prováveis e as energias médias para cada temperatura e os valores respectivos das distribuições de energia nestes valores específicos de energia mais provável e média. Justifique.**
- (d) (1,5) **Qual é o valor do calor específico molar a volume constante deste sólido polaróide nas temperaturas  $T_0$  e  $3T_0$ ? Justifique a partir da definição desta grandeza.**
- (e) (1,0) **Faça em uma mesma figura os esboços, quantitativamente corretos, das distribuições da energia na mesma temperatura  $T_0$  de polaróide com átomos de massas:  $m$  e  $3m$ . Justifique.**
- (f) (1,0) **O que muda na energia média dos constituintes no caso de sólido cristalino comum (não polaróide), quando os constituintes têm oscilações tridimensionais? Justifique. E na energia termodinâmica? Justifique.**
- (g) (1,0) **Ainda em relação ao sólido cristalino comum: qual a diferença entre os constituintes dos sólidos não condutores e condutores, segundo o modelo de Drude? A resposta ao item anterior seria a mesma para sólidos condutores e não condutores? E o resultado experimental está de acordo com o a sua resposta? Justifique.**