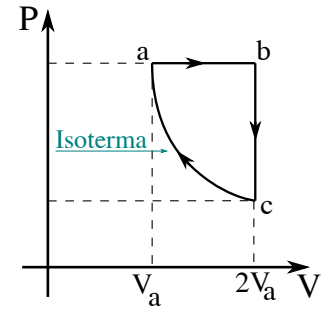




## Qualificação: Mecânica Estatística

(2.5 pts) 1. Considere um gás ideal passando por uma transformação cíclica  $abca$ , representada esquematicamente na figura ao lado. Encontre a eficiência do ciclo e compare com a eficiência do ciclo de Carnot operando entre as mesmas temperaturas\*. (\*considere a maior e menor temperatura envolvida no processo)



(2.5 pts) 2. Considere um sistema de  $N$  partículas idênticas e independentes. Cada partícula pode estar somente em um dos níveis de energia disponíveis:  $\epsilon_1$  ou  $\epsilon_2$ . Suponha que  $\epsilon_1 = -\epsilon_0$ ,  $\epsilon_2 = \epsilon_0$  e que o sistema se encontra num estado com energia total  $E = M\epsilon_n$ , com  $M \in [-N, N]$ . A partir dos microestados acessíveis, detalhe a obtenção da expressão que descreva (a) a energia e (b) o calor específico do sistema. (c) Considerando  $E < 0$ , determine o comportamento da energia nos limites de  $T \rightarrow 0$  e  $T \rightarrow \infty$  e apresente uma representação gráfica qualitativa do seu comportamento. (d) Discuta a possibilidade de aplicação do modelo proposto na modelagem de um sistema físico.

(2.5 pts) 3. Considere um sistema de  $N$  partículas semiclássicas idênticas e independentes. O sistema está em contato com um reservatório térmico, fazendo com que a temperatura permaneça constante, mesmo que a energia total do sistema apresente flutuações. Cada partícula pode estar em um três níveis de energia disponíveis:  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$  e  $\epsilon_3$ . Por simplicidade, tomaremos  $\epsilon_1 = 0$  como referencial de energia,  $\epsilon_2 = \epsilon_0$  e  $\epsilon_3 = 4\epsilon_0$ . (a) Apresente uma expressão para a função de partição canônica e detalhe a obtenção da expressão que descreva a (b) entropia e a (c) energia interna por partícula. (d) Apresente uma representação gráfica da entropia e da energia interna por partícula, enfatizando seus comportamentos nos limites  $T \rightarrow 0$  e  $T \rightarrow \infty$ .

(2.5 pts) 4. Existe condensação de Bose-Einstein para um gás ideal de Bósons não interagentes 2D? Justifique sua resposta tendo como fundamento inicial a função de partição do sistema.