k_B は、ボルツマン定数を表し、T は温度、$\beta \equiv 1/(k_\mathrm{B}T)$ とする。また、V は体積、μ は化学ポテンシャルを表し、状態は密に詰まっているとする。

相対論的効果が大きい時、状態密度 $D(\epsilon)$ が

$$D(\epsilon) = \begin{cases} \dfrac{V}{2\pi^2(c\hbar)^3}\epsilon^2 & \epsilon > 0 \\ 0 & \epsilon \leq 0 \end{cases} \tag{1}$$

で与えられている理想フェルミ気体を考える。ここで、c は光速、$\hbar$ はプランク定数を 2π で割ったものを表す。P を圧力、E をエネルギーとした時、$E = \alpha PV$ が成り立つ。$T \neq 0$ の場合に α を求めなさい。次の公式を使っても良いが、ϵ_l を最終的な答えに書いてはいけない。

$$PV = k_\mathrm{B}T\sum_l \ln(1 + e^{\beta(\mu-\epsilon_l)}) \tag{2}$$

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\epsilon D(\epsilon)d\epsilon}{e^{\beta(\epsilon-\mu)}+1}, \tag{3}$$