

16) Να δείξετε ότι η πλούσια ενέργεια ως ακουστικές ενός σώματος βάρους  $m$ , για μήκος κύματος από  $\lambda$  έως  $\lambda + d\lambda$  είναι

$$\tilde{u}(\lambda, T) d\lambda = \frac{8\pi h c}{\lambda^5} \frac{d\lambda}{e^{\beta hc/\lambda} - 1}$$

α) Να υπολογίσετε το μέγιστο μήκος κύματος  $\lambda_{\max}$  για το οποίο η πλούσια ενέργεια <sup>που εκπέμπεται</sup> είναι μέγιστη.

β) Η ένταση ακουστικής που εκπέμπει ο ήλιος είναι μέγιστο, όταν το μέγιστο μήκος κύματος είναι  $\lambda \approx 5 \times 10^{-7} \text{ m}$ . Πόση είναι η διαφάνεια στον υπέρυθρο του ήλιου;

17) Η κλασική Fermi-Dirac για ένα μηκρονικό αέριο σε τρεις διαστάσεις, δίνεται προσεγγιστικά από το σχήμα:

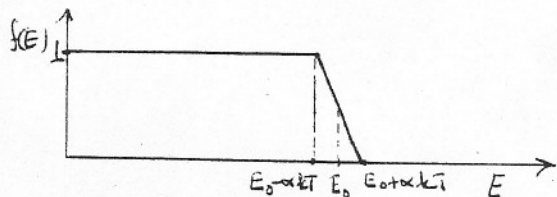
$$f(E) = \begin{cases} 1 & \text{για } 0 < E < E_0 - \alpha kT \\ 1 - \frac{1}{2\alpha kT} [E - (E_0 - \alpha kT)] & \text{για } E_0 - \alpha kT \leq E \leq E_0 + \alpha kT \\ 0 & \text{για } E > E_0 + \alpha kT \end{cases}$$

όπου  $\alpha$  είναι μία θετική σταθερά.

α) Να βρείτε τον ολικό αριθμό των ηλεκτρονίων,  $N$ .

β) Στο όριο χαμηλών θερμοκρασιών,  $\alpha kT \ll E_0$ ,

να αναπτύξετε τον  $N$  (ως όρος 2<sup>ης</sup> τάξης στην θερμοκρασία) και να δείξετε ότι πάνω στο όριο η εδωική θερμοκρασία είναι γραμμική.



18) Να υπολογιστεί η θερμοκρασία στην οποία το χημικό δυναμικό του ηλεκτρονικού αερίου μηδενίζεται

19) Θεωρήστε ένα σύστημα που αποτελείται από τρία σωματίδια. Υπάρχουν τρεις κβαντικές καταστάσεις με αντίστοιχες ενέργειες  $\epsilon_1 = -\epsilon$ ,  $\epsilon_2 = 0$ ,  $\epsilon_3 = \epsilon$ , ( $\epsilon > 0$ ). Το σύστημα βρίσκεται σε επαφή με δεξαμενή θερμότητας σε θερμοκρασία  $T$ . Σε μία από τις καταστάσεις του συστήματος τα τρία σωματίδια βρίσκονται στην ίδια ενεργειακή στάθμη,  $\epsilon_2$ . (α) Ποια (κβαντική) στατιστική ακολουθεί το σύστημα; Αιτιολογήστε την απάντησή σας. (β) Να βρείτε τη συνάρτηση επιμερισμού του συστήματος. (γ) Να βρείτε την πιθανότητα κατάληψης της κάθε κατάστασης του συστήματος. (δ) Να υπολογίσετε τη μέση ενέργεια του συστήματος, καθώς και τις οριακές τιμές της για  $T \rightarrow 0 \text{ K}$  και  $T \rightarrow \infty$ . Να περιγράψετε το σύστημα σε κάθε μία από τις δύο οριακές περιπτώσεις.