

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΜΑΘΗΜΑ: ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: 04-09-2012

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

A.M.:

ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ 1 (15%): Δοχείο όγκου V χωρίζεται από τοίχωμα σε δύο τμήματα διαφορετικών όγκων V_1 και V_2 , αντίστοιχα. Εντός των δύο τμημάτων εμπεριέχεται το ίδιο ιδανικό αέριο. Τα δύο τμήματα έχουν, αρχικά, την ίδια θερμοκρασία T_0 και τον ίδιο αριθμό σωματιδίων N .

α) Να βρείτε τη γενική έκφραση της εντροπίας ενός ιδανικού αερίου, συναρτήσει των μεταβλητών N, V, T .

β) Να υπολογίσετε το μέγιστο παραγόμενο έργο $W_{\text{μεγ}}$ που θα προκύψει μετά την σύνδεση (μέσω αφαίρεσης του τοιχώματος) των δύο δοχείων καθώς και την τελική θερμοκρασία $T_{\text{τελ}}$ του δοχείου.

ΘΕΜΑ 2 (20%): Μακροσκοπικό σύστημα αποτελείται από 4 μη διακρίσιμα σωματίδια που ακολουθούν τη στατιστική Bose-Einstein. Κάθε σωματίδιο μπορεί να βρίσκεται σε μία από τις δύο ενεργειακές στάθμες με ενέργειες $-\epsilon$ και ϵ ($\epsilon > 0$). Επιπλέον, το σύστημα ισορροπεί με θερμική δεξαμενή θερμοκρασίας T .

Να βρείτε α) τις καταστάσεις του συστήματος και την πιθανότητα κατάληψης κάθε μίας από αυτές β) τη συνάρτηση επιμερισμού και γ) τη μέση ενέργειά του. Τι τιμές παίρνουν αυτά τα μεγέθη στα όρια πολύ χαμηλών και πολύ υψηλών θερμοκρασιών, αντίστοιχα;

ΘΕΜΑ 3 (20%): Μακροσκοπικό σύστημα αποτελείται από N διακρίσιμα και ανεξάρτητα σωματίδια και ισορροπεί με θερμική δεξαμενή θερμοκρασίας T . Καθένα από τα σωματίδια του μπορεί να βρίσκεται σε μία από τις δύο καταστάσεις με ενέργειες ϵ_0 και ϵ_1 ($\epsilon_0 < \epsilon_1$).

Να βρείτε α) τον αριθμό μικροκαταστάσεων του συστήματος β) την πιθανότητα να βρίσκεται ένα σωματίδιο στην κάθε μία από τις παραπάνω καταστάσεις γ) τη συνάρτηση επιμερισμού Z δ) την εσωτερική ενέργεια U ε) την ελεύθερη ενέργεια κατά Helmholtz F και ζ) την εντροπία S του συστήματος καθώς και την μέγιστη τιμή της.

ΘΕΜΑ 4 (20%): Μακροσκοπικό σύστημα αποτελείται από N ανεξάρτητα, διακρίσιμα, σωματίδια με σπιν $1/2$. Το σύστημα βρίσκεται εντός σταθερού εξωτερικού μαγνητικού πεδίου H . Τα σωματίδια του συστήματος μπορούν να έχουν μόνο δύο δυνατούς προσανατολισμούς σπιν: σπιν “πάνω” και σπιν “κάτω”. Η μαγνητική ροπή του κάθε σωματιδίου είναι μ .

Να βρείτε, για το σύστημα, α) τον συνολικό αριθμό καταστάσεων και β) τον αριθμό των καταστάσεων του με $(N-m)/2$ σπιν πάνω (m : ακέραιος) για συνολική ενέργεια του συστήματος $E=m\mu H$.

Στη συνέχεια, να υπολογίσετε γ) την εντροπία του ως συνάρτηση των E, H, N , δ) την θερμοκρασία του ως συνάρτηση των E, H, N και ε) τη μαγνήτισή του ως συνάρτηση των T, H, N .

ΘΕΜΑ 5 (25%): Παραμαγνητικό σύστημα που αποτελείται από N άτομα με μαγνητική ροπή μ_0 το καθένα βρίσκεται εντός σταθερού μαγνητικού πεδίου B ενώ ταυτόχρονα ισορροπεί με θερμική δεξαμενή θερμοκρασίας T . Οι ροπές των ατόμων μπορούν να έχουν τρεις δυνατούς προσανατολισμούς στο ίδιο επίπεδο, σχηματίζοντας ανά δύο γωνία 120° (θεωρείστε ότι η διεύθυνση του B ταυτίζεται με αυτή μίας από τις ροπές κατά τη φορά ενός άξονα).

Να βρείτε α) την ενέργεια ενός ατόμου για κάθε μία από τις εφικτές του καταστάσεις β) τη συνάρτηση επιμερισμού και γ) τη μέση ενέργεια και τη μέση μαγνήτιση M του συστήματος καθώς και τις τιμές τους στα όρια πολύ χαμηλών και πολύ υψηλών θερμοκρασιών, αντίστοιχα.

Δίνονται: Η εσωτερική ενέργεια $U=3NKT/2$ και η συνάρτηση επιμερισμού του ιδανικού αερίου $Z(T, N, V)=[1/(h^{3N}N!)] [V^N (2\pi mKT)^{3N/2}]$.

Επιπλέον, οι σχέσεις $1/T=(\partial S/\partial U)_V$, $(\partial S/\partial V)_T=(\partial P/\partial T)_V$, $P=-(\partial U/\partial V)_S$, $M=(1/\beta)(\partial \ln Z/\partial B)$ καθώς και η προσεγγιστική σχέση του Stirling: $\ln N! \approx N \ln N - N$ για $N \gg 1$.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!