

ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ, 2016-2017  
ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ  
Λ. ΠΑΠΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΔΙΑΡΚΕΙΑ 2.5 ΩΡΕΣ

Θέμα 1

α) Ξεκινώντας από τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο και τους ορισμούς των  $c_v$  και  $c_p$ , αποδείξτε ότι:

$$c_p - c_v = \left[ p + \left( \frac{\partial u}{\partial v} \right)_T \right] \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p ,$$

όπου  $c_v$  και  $c_p$  είναι οι ειδικές θερμοχωρητικότητες υπό σταθερό όγκο και πίεση αντίστοιχα,  $u$  η ειδική εσωτερική ενέργεια και  $v$  ο ειδικός όγκος.

β) Χρησιμοποιώντας το αποτέλεσμα του προηγούμενου ερωτήματος και τη σχέση:

$$p + \left( \frac{\partial u}{\partial v} \right)_T = T \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v ,$$

βρείτε ότι η διαφορά  $c_p - c_v$  για ένα αέριο *Van deer Waals*, με καταστατική εξίσωση  $(p + \frac{a}{v^2})(v - b) = RT$ , δίνεται από τη σχέση:

$$c_p - c_v = \frac{R}{1 - \frac{2a(v-b)^2}{v^3 RT}} .$$

γ) Αποδείξτε ότι στο όριο  $v \rightarrow \infty$  παίρνουμε τη σχέση για τα ιδανικά αέρια.

Θέμα 2

ορι. (ντε + εε)

Η ειδική θερμοχωρητικότητα υπό σταθερό όγκο σε ένα ιδανικό αέριο δίνεται από τη σχέση  $c_v = A + BT$ , όπου  $A$  και  $B$  σταθερές. Δείξτε ότι η αλλαγή στην ειδική εντροπία για μια μεταβολή από την κατάσταση  $(v_1, T_1)$  στην κατάσταση  $(v_2, T_2)$  είναι:

$$\Delta s = A \log \left( \frac{T_2}{T_1} \right) + B(T_2 - T_1) + R \log \left( \frac{v_2}{v_1} \right) .$$

### Θέμα 3

15)

Η θερμοδυναμική ενός κλασικού παραμαγνητικού συστήματος εκφράζεται μέσω της μαγνήτισης  $M$  του συστήματος, του μαγνητικού πεδίου  $B$  και της απόλυτης θερμοκρασίας  $T$ . Η καταστατική εξίσωση του συστήματος είναι:

$$M = \frac{CB}{T},$$

όπου  $C$  είναι η σταθερά Curie. Η εσωτερική ενέργεια του συστήματος δίνεται από τη σχέση

$$u = -MB,$$

ενώ το έργο που παράγεται από το σύστημα είναι  $dW = MdB$ .

- α) Χρησιμοποιώντας τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο βρείτε την έκφραση για το ποσό θερμότητας  $dQ$  που προσφέρεται ή εκλύεται από το σύστημα συναρτήσει των μεταβλητών  $M$  και  $B$ .
- β) Βρείτε την έκφραση για το διαφορικό της εντροπίας.
- γ) Υπολογίστε την μεταβολή της εντροπίας του συστήματος.
- δ) Υπολογίστε το διαφορικό και την έκφραση για την ελεύθερη ενέργεια Helmholtz  $F = U - TS$ .

### Θέμα 4

Ένα  $mol$  αερίου του οποίου η καταστατική εξίσωση είναι

$$P(V - b) = RT,$$

υφίσταται μία ελεύθερη αδιαβατική επέκταση από όγκο  $100b$  σε όγκο  $150b$ . Να υπολογιστεί η μεταβολή της εντροπίας του.