

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ II  
ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΛΕΥΤΕΡΗΣ ΠΑΠΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΠΑΡΑΔΟΣΗ: 8/12/08

---

I.1) Ένα ιδανικό αέριο υπόκειται σε αδιαβατική αντιστρέψιμη επέκταση από μία αρχική κατάσταση  $(T_1, v_1)$  σε μία τελική κατάσταση  $(T_2, v_2)$ .

α) δείξτε ότι

$$\ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) = (\gamma - 1) \ln \left( \frac{v_1}{v_2} \right)$$

όπου  $\gamma$  είναι ο λόγος των ειδικών θερμοχωρητικότητων.

β) Εάν  $T_2/T_1 = 2/5$  και  $v_2/v_1 = 2$ , δείξτε ότι η τελική κατάσταση δεν είναι απόρρεια μίας αρχικής κατάστασης μέσω κάθε αδιαβατικής και αντιστρέψιμης διαδικασίας σε οποιοδήποτε γνωστό ιδανικό αέριο.

I.2) Η ειδική θερμοχωρητικότητα σε σταθερή πίεση ενός αερίου μεταβάλλεται με την θερμοκρασία σύμφωνα με την έκφραση

$$\rightsquigarrow c_p = a + bT - \frac{c}{T^2},$$

όπου  $a, b, c$  είναι σταθερές. Πόση θερμότητα μεταφέρεται σε μία ισοβαρική διαδικασία στην οποία ένα κίλομοιο αερίου υπόκειται σε αύξηση θερμοκρασίας από  $T$  σε  $2T$ ;

I.3) Η ειδική εσωτερική ενέργεια ενός mol van der Waals αερίου δίδεται από

$$\rightsquigarrow u = u_0 + c_v T - \frac{a}{v},$$

όπου  $u_0, a$  σταθερές.

α) Βρείτε μια έκφραση για τον συντελεστή Joule  $n$ . Δείξτε ότι  $n = 0$  εάν  $a=0$ .

β) Βρείτε μια έκφραση για την ειδική ενθαλπία  $h$  ως συνάρτηση των  $v$  και  $T$ .

γ) Δείξτε ότι ο συντελεστής Joule-Thomson  $\mu$  είναι

$$\mu = \frac{\kappa}{c_p} \frac{RTv}{(v-b)} - \frac{v}{c_p},$$

δ) Υπολογίστε τον συντελεστή ισοθερμικής συμπίεσης  $\kappa$  για το αέριο van der Waals.

ε) Δείξτε ότι εάν  $a = b = 0$  τότε  $\kappa = v/RT$  και  $\mu = 0$ .

1.4) Κατά την διάρκεια μερικών κύκλων, μία αντιστρέψιμη μηχανή δουλεύει μεταξύ τριών θερμοκρασιακών δεξαμενών. Απορροφάει θερμότητα  $Q_1$  joules από την δεξαμενή σε θερμοκρασία  $T_1$ , επίσης απορροφάει  $Q_2$  joules από την δεξαμενή σε θερμοκρασία  $T_2$ , παρέχει  $Q_3$  joules στην δεξαμενή σε θερμοκρασία  $T_3$  και παράγει  $W$  joules μηχανικού έργου. Εάν  $T_1 = 400\text{K}$ ,  $T_2 = 200\text{K}$ ,  $T_3 = 300\text{K}$ ,  $Q_1 = 1200\text{J}$ ,  $W = 200\text{J}$  βρείτε τα  $Q_2, Q_3$ .

1.5) Βρείτε μια έκφραση για την εντροπία ενός ιδανικού αερίου

α) Ως συνάρτηση των  $T$  και  $V$ .

β) Ως συνάρτηση των  $T$  και  $P$ .

Υποθέστε ότι οι ειδικές θερμοχωρητικότητες του αερίου είναι σταθερές.

1.6) Θεωρήστε ένα van der Waals αέριο.

α) Δείξτε ότι  $c_v$  είναι μόνο συνάρτηση της  $T$ .

β) Δείξτε ότι η ειδική εσωτερική ενέργεια είναι

$$u = \int c_v dT - a/v + u_0.$$

γ) Δείξτε ότι η ειδική εντροπία είναι

$$s = \int \frac{c_v}{T} dT + R \ln(v - b) + s_0.$$