

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ II

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΛΕΤΤΕΡΗΣ ΠΑΠΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ

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

α) δείξετε ότι

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

όπου γ είναι ο λόγος των ειδικών θερμοχωρητικοτήτων.

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

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

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

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

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

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

όπου u_0 , a σταθερές.

- α) Βρείτε μια έκφραση για τον συντελεστή Joule n . Δείξετε ότι $n = 0$ εάν $a=0$.
- β) Βρείτε μια έκφραση για την ειδική ενθαλπεία h ως συνάρτηση των u και T .
- γ) Δείξετε ότι ο συντελεστής Joule-Thomson μ είναι

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

- δ) Υπολογίστε τον συντελεστή ισοθερμικής συμπίεσης κ για το αέριο van der Waals.
 ε) Δείξτε ότι εάν $a = b = 0$ τότε $\kappa = v/RT$ και $\mu = 0$.

I.4) Κατά την διάρκεια μερκών κύκλων, μία αναστρέψιμη μηχανή δουλεύει μεταξύ τριών θερμοκρασιών δεξαμενών. Απορροφάει θερμοκρασία 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 $T_1 = 400K, T_2 = 200K, T_3 = 300K, Q_1 = 1200J, W = 200J$ βρείτε τα Q_2, Q_3 .

- I.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.

- I.6) Θεωρείστε 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

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