

Θερμαίνουμε και ερμηνεύουμε...

Σε δοχείο σταθερού όγκου περιέχεται 1mol ενός αερίου. Θερμαίνουμε το αέριο και για να αυξήσουμε την θερμοκρασία του από τους 30°C, στους 60°C απαιτήθηκε θερμότητα $Q_1=625J$.

- i) Να βρεθεί η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου, υπό σταθερό όγκο.
- ii) Συνεχίζουμε την θέρμανση. Πόση θερμότητα νομίζετε ότι απαιτείται να προσφέρουμε στο αέριο, για να αυξήσουμε τη θερμοκρασία του από τους 410°C στους 470°C;
- iii) Το πείραμα έδειξε ότι η απαιτούμενη θερμότητα ήταν ίση με $Q_2= 1.375J$. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα, υπό σταθερό όγκο, ενός διατομικού αερίου, με χαλαρή σύνδεση των ατόμων του είναι ίση με $C_v = \frac{7}{2}R$, και αυτό, επειδή το μόριο εκτός της μεταφορικής και περιστροφικής κίνησης που κάνει, μπορεί και να ταλαντώνεται, δώστε μια ερμηνεία για την ποσότητα της θερμότητας που χρειάστηκε για την θέρμανση του αερίου.
- iv) Μπορείτε να προβλέψετε τι θα συμβεί αν συνεχίσουμε τη θέρμανση του αερίου, μέχρι να αποκτήσει μεγάλη, **μα πολύ μεγάλη**, θερμοκρασία;

Απάντηση:

- i) Για την απορροφούμενη θερμότητα ισχύει $Q_1 = nC_v\Delta T \rightarrow$

$$C_v = \frac{Q_1}{n\Delta T} = \frac{625}{1 \cdot 30} J/mol \cdot K \approx 20,8 J/mol \cdot K = \frac{5}{2}R$$

Η παραπάνω τιμή της γραμμομοριακής ειδικής θερμότητας σημαίνει ότι το αέριο είναι διατομικό.

- ii) Με βάση την παραπάνω εξίσωση, περιμένουμε η απαιτούμενη θερμότητα να είναι:

$$Q = nC_v\Delta T = 1 \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{25}{3} \cdot 60 J = 1.250 J$$

Επί της ουσίας περιμένουμε για να έχουμε διπλάσια αύξηση θερμοκρασίας, να χρειαστεί και διπλάσια ποσότητα θερμότητας.

- iii) Το πείραμα έδειξε ότι η απαιτούμενη θερμότητα δεν είναι η αναμενόμενη (1.250J), αλλά 1.375J, χρειάστηκε δηλαδή μεγαλύτερο ποσό θερμότητας. Αυτό βέβαια συνεπάγεται και μεγαλύτερη αύξηση της εσωτερικής ενέργειας του αερίου. Αλλά πού πήγε αυτή η ενέργεια; Προφανώς όχι στην μεταφορική ή περιστροφική κινητική ενέργεια, αλλά σε κάποια άλλη μορφή. Η μορφή αυτή είναι ενέργεια ταλάντωσης του μορίου, αφού τώρα, λόγω μεγαλύτερων ταχυτήτων των μορίων, κάποια μόρια μετά από κρούση, μπορούν να αρχίσουν να ταλαντώνονται, αυτός είναι και ο λόγος που ένα διατομικό μόριο με χαλαρή σύνδεση παρουσιάζει $C_v = \frac{7}{2}R$.

Έστω λοιπόν ότι x mol του αερίου ταλαντώνονται, τότε $(1-x)$ mol συνεχίζουν να μεταφέρονται και να περιστρέφονται χωρίς όμως να ταλαντώνονται. Τότε η θερμότητα που προσφέραμε, κατά ένα μέρος απορροφήθηκε από την πρώτη κατηγορία μορίων και το υπόλοιπο από την δεύτερη:

$$Q=Q_1+Q_2 \rightarrow$$

$$Q = x \frac{7}{2} R\Delta T + (1-x) \frac{5}{2} R\Delta T \rightarrow$$

$$x = \frac{Q}{R\Delta T} - \frac{5}{2} = \frac{1.375}{\frac{25}{3} \cdot 60} - \frac{5}{2} = 0,25 \text{ mol}$$

Συμπέρασμα το 25% των μορίων του αερίου εκτός από τη μεταφορική και περιστροφική κίνησή τους, εκτελούν και ταλάντωση.

- iv) Αυξάνοντας τη θερμοκρασία, συνεχώς και περισσότερα μόρια θα ταλαντώνονται, ώσπου σε κάποια στιγμή όλα τα μόρια θα ταλαντώνονται και η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου θα πάρει τιμή $C_v = \frac{7}{2} R$. Αλλά η αύξηση της θερμοκρασίας, θα συνεπάγεται όλο και μεγαλύτερο πλάτος της ταλάντωσης, οπότε κάποια στιγμή θα αρχίσουν να σπάνε οι δεσμοί μεταξύ των ατόμων και να διαλύονται τα μόρια. Έτσι για παράδειγμα στην επιφάνεια του Ήλιου δεν υπάρχουν μόρια H_2 , αλλά μόνο άτομα (δείτε και την άσκηση 1.27 του σχολικού βιβλίου). Η περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας θα προκαλεί τόσο σφοδρές συγκρούσεις, που θα αρχίσουν να απομακρύνονται τα ηλεκτρόνια από το άτομο, για να οδηγηθούμε σε μια νέα φυσική κατάσταση, όπου δεν θα υπάρχουν άτομα, παρά μόνο ελεύθερα ηλεκτρόνια και «γυμνοί» πυρήνες. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται **πλάσμα**, μια κατάσταση που συναντάμε στους πυρήνες των άστρων (και του Ήλιου μας), σε θερμοκρασίες μερικών εκατομμυρίων βαθμών!

Σχόλιο:

Θερμαίνοντας το αέριο από τους 410°C στους 470°C , το ποσοστό των μορίων που ταλαντώνονται, αυξάνεται. Όσο μεγαλώνει η θερμοκρασία, τόσο περισσότερα μόρια αρχίζουν την ταλάντωσή τους. Συνεπώς το ποσοστό 25% που υπολογίσαμε δεν είναι τίποτα άλλο, παρά μια μέση τιμή του ποσοστού των μορίων που ταλαντώνονται στη διάρκεια της θέρμανσης.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια:

Λιονύσης Μάργαρης