

«Το θερμόμετρο του Χάρι Πότερ»***

Ιανουάριος 2012

Για να περάσει στις εξετάσεις της σχολής Χόγκουαρντς ο Χάρι Πότερ και η παρέα του, εμπνεύστηκαν ένα θερμόμετρο που θα βασιζόταν στην ισοβαρή μεταβολή μιας ποσότητας αερίου. Το θερμόμετρο (όπως φαίνεται και στο σχήμα) αποτελείται από μια φιάλη ακτίνας $R = 10 \text{ cm}$ η οποία στο πάνω μέρος της έχει ένα μακρύ λαιμό ακτίνας $r = 1 \text{ cm}$. Μέσα στη φιάλη υπάρχει μια ποσότητα αερίου η οποία είναι εγκλωβισμένη από μια αβαρή σταγόνα χρωματιστού νερού, που μπορεί να κινείται χωρίς τριβές κατά μήκος του λαιμού. Ο «εν δυνάμει ασθενής» θα έπιανε με τα δυο του χέρια τη φιάλη και όταν θα είχαμε θερμική ισορροπία, η σταγόνα θα σταθεροποιείτο σε κάποια θέση στο λαιμό. Οι διαστάσεις της φιάλης ήταν τέτοιες ώστε όταν ο εγκλωβισμένος αέρας είχε θερμοκρασία 37° C η σταγόνα θα ήταν στο κατώτερο σημείο του λαιμού. Σε πόση απόσταση θα έπρεπε να χαράξουν τη γραμμή των 38° C ; Οι γραμμές των υπόλοιπων θερμοκρασιών (39° , 40° κλπ.) θα αραιώναν, θα πύκνωναν ή θα ισαπέιχαν μεταξύ τους; Δίνεται ότι ο όγκος σφαίρας είναι $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.



* Βέβαια η παρέα θα έπρεπε να αναρωτηθεί τι θα συνέβαινε αν τα χέρια κάποιου είχαν θερμοκρασία μικρότερη από 37° , αλλά αυτό είναι μια άλλη υπόθεση...

Η λύση στην επόμενη σελίδα

ΛΥΣΗ

☞ Έστω V_1 ο αρχικός όγκος του αερίου (στους 37°C) και V_2 ο τελικός (στους 38°C). Προφανώς οι απόλυτες θερμοκρασίες θα είναι: $T_1 = 273+37 = 310 \text{ K}$ και $T_2 = 311 \text{ K}$. Επίσης αν A είναι το εμβαδόν της διατομής του λαιμού θα έχουμε: $A = \pi r^2$ και ο επιπλέον όγκος κατά τη μετακίνηση της σταγόνας: $\Delta V = A \cdot \Delta x$.

☞ Εφόσον η μεταβολή είναι ισοβαρής θα ισχύει:

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Leftrightarrow$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Leftrightarrow$$

$$\frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \Leftrightarrow$$

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1} \Leftrightarrow$$

$$\frac{A \cdot \Delta x}{V_1} = \frac{1}{T_1} \Leftrightarrow$$

$$\Delta x = \frac{V_1}{A \cdot T_1} \Leftrightarrow \text{(I)}$$

$$\Delta x = \frac{\frac{4}{3} \pi R^3}{\pi r^2 \cdot T_1} \Leftrightarrow$$

$$\Delta x = \frac{4 R^3}{3 r^2 \cdot T_1} \Leftrightarrow$$

$$\Delta x = \frac{4 \cdot 10^3}{3 \cdot 1^2 \cdot 310} \Leftrightarrow$$

$$\boxed{\Delta x = 4,3 \text{ cm}}$$

☞ Από την **(I)** σχέση παρατηρούμε ότι $\Delta x = \text{σταθερό}$ (Αφού $\frac{V}{A \cdot T} = \text{σταθ.}$)

Άρα οι γραμμές θα ισαπέχουν μεταξύ τους.