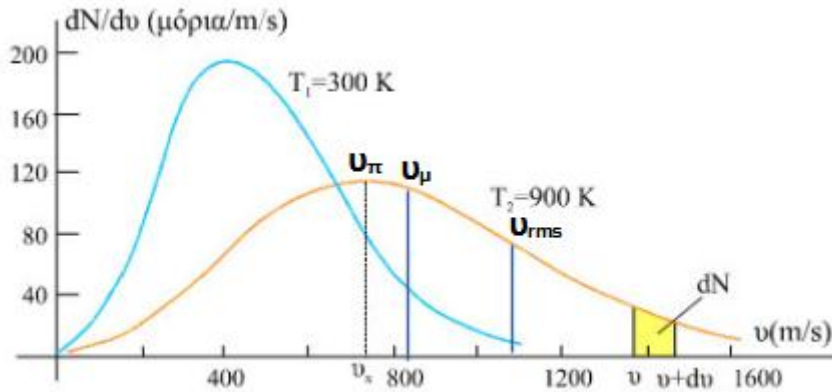


## Κατανομή μοριακών ταχυτήτων Maxwell – Boltzmann



Στον άξονα γ έχουμε μόρια/μονάδα ταχύτητας και στον x ταχύτητα.

Το μέγιστο της κατανομής αντιστοιχεί στην **πιθανότερη ταχύτητα**

$$u_{\pi} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$$

$u_{\mu}$  είναι η **μέση ταχύτητα των μορίων**  $u_{\mu} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

$u_{rms}$  είναι η **τετραγωνική ρίζα της μέσης τιμής των τετραγώνων των**

**ταχυτήτων**  $u_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

Όταν η καμπύλη είναι οξεία όπως η μπλε λέμε ότι έχουμε μικρή **διασπορά ταχυτήτων  $\sigma$** , ενώ αν περιλαμβάνει πολλές ταχύτητες όπως η πορτοκαλί λέμε ότι έχουμε μεγάλη διασπορά ταχυτήτων.

$$\text{Είναι } \sigma^2 = u_{rms}^2 - u_{\mu}^2 = \frac{3RT}{M} - \frac{8RT}{\pi M} \Rightarrow \sigma^2 = \frac{RT}{M} \frac{3\pi - 8}{\pi}$$

**Γιατί δεν υπάρχει υδρογόνο στην ατμόσφαιρα της γης;**

**Λύση**

Έχει παρατηρηθεί ότι αν τα μόρια ενός αερίου έχουν διασπορά στην επιφάνεια ενός πλανήτη μεγαλύτερη από το 1/6 της ταχύτητας διαφυγής τότε τα μόρια του αερίου αυτού με τον χρόνο θα εγκαταλείψουν την

ατμόσφαιρα του πλανήτη. Για τη γη υπάρχει μία περιοχή στη θερμόσφαιρα γύρω στα  $h = 400 \text{ km}$  από την επιφάνεια όπου η θερμοκρασία φτάνει τους  $2000 \text{ K}$  και παραπάνω. Βρείτε το ελάχιστο μοριακό βάρος που μπορεί να έχουν τα μόρια ενός αερίου ώστε αυτό να μην εγκαταλείψει ποτέ τη γήινη ατμόσφαιρα.

Για τη γη δίνονται: Μάζα  $m = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ , ακτίνα  $r = 6371 \text{ km}$ , θερμοκρασία παγκόσμια σταθερά αερίων  $R = 8,314 \text{ Joule/mole.K}$ ,

Διασπορά μοριακών ταχυτήτων  $\sigma$  για την οποία  $\sigma^2 = \frac{RT}{M} \frac{3\pi-8}{\pi}$ .

Λύση

$$u_\delta = \sqrt{\frac{2Gm}{r+h}} = 10872 \text{ m/s} \quad 1/6u_\delta = 1812 \text{ m/s}$$

$$\text{για να μη διαφύγουν τα μόρια ενός αερίου πρέπει } \sigma \leq (1/6)u_\delta \Rightarrow \sigma^2 \leq 1812^2 \\ \Rightarrow \frac{8,314 \times 2000 \times 0,45352}{M} \leq 3.283.344 \Rightarrow$$

$$\Leftrightarrow M \geq 2,23 \times 10^{-3} \text{ kg/mole} \Rightarrow MB_{\min} = 2,23$$

δηλαδή μόνο το υδρογόνο δεν ικανοποιεί αυτή την παραδοχή και διαφεύγει από την ατμόσφαιρα της γης όλα τα άλλα αέρια έχουν μεγαλύτερο  $MB$  από το ελάχιστο ακόμα και στους  $2500 \text{ K}$ . Ασφαλώς δεν συζητάμε για  $1500 \text{ K}$  όπου δεν διαφεύγει ποτέ ούτε το υδρογόνο.

Αν πάμε στη σελήνη και κάνουμε τα ίδια για την επιφάνεια όμως με μέση θερμοκρασία  $T = 250 \text{ K}$  θα βρούμε  $M_{\min} = 6$ . Δηλαδή αν εξαιρέσουμε το υδρογόνο και το ήλιο η σελήνη θα μπορούσε να έχει ατμόσφαιρα και κάποτε είχε πιο πλούσια από αυτή του Άρη. Όμως το γεγονός ότι δεν έχει μαγνητικό πεδίο επιτρέπει στον ηλιακό άνεμο να την αποψιλώσει.

Πάμε τώρα στην 1 Δήμητρα (Ceres) που είναι νάνος πλανήτης στην κύρια ζώνη αστεροειδών. Έχει μέση επιφανειακή θερμοκρασία  $T = 167 \text{ K}$  και ταχύτητα διαφυγής  $510 \text{ m/s}$ .  $1/6 \times 510 = 85$

$$\frac{8,314 \times 167 \times 0,45352}{M} \leq 85^2 \Rightarrow M_{\min} = 87 \times 10^{-3} \text{ kg/mol} \Rightarrow MB_{\min} = 87 \text{ που σημαίνει}$$

ότι όλα τα αέρια έχουν διαφύγει από την ατμόσφαιρά της.