

## Η κατακόρυφη βολή και ο ζογκλέρ

Ένας ζογκλέρ πετάει κατακόρυφα προς τα επάνω μικρά μπαλάκια. Κάθε μπαλάκι εκτοξεύεται με την ίδια ταχύτητα, διατηρώντας το χέρι του στο ίδιο σημείο σε κάθε εκτόξευση. Ο ζογκλέρ πετάει ένα μπαλάκι τη στιγμή που το προηγούμενο βρίσκεται στο μέγιστο ύψος του. Να υπολογίσετε το μέγιστο ύψος (από το χέρι του – σημείο εκτόξευσης) που φθάνουν τα μπαλάκια, εάν γνωρίζετε ότι ο ζογκλέρ εκτοξεύει πέντε μπαλάκια κάθε τρία δευτερόλεπτα.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10\text{m/s}^2$ . Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

### Λύση

Κατά την άνοδο, κάθε μπαλάκι δέχεται μόνο τη δύναμη του βάρους του και η κίνηση που εκτελεί είναι ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη. Έτσι, αν θεωρήσουμε ως  $t = 0$  τη στιγμή της εκτόξευσης κάποιας μπάλας και αν ονομάσουμε  $v_0$  το μέτρο της ταχύτητας εκτόξευσης κάθε μπάλας, για την ταχύτητα και το ύψος στη φάση της ανόδου έχουμε

$$v = v_0 - gt \quad (1) \quad \text{και} \quad h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

Τη στιγμή  $t = t_{av}$  που η μπάλα φθάνει στο μέγιστο ύψος  $h_{max}$  από το χέρι του ζογκλέρ, έχουμε ότι  $v = 0$ . Έτσι, από τη σχέση (1) προκύπτει ότι  $v_0 = gt_{av}$ . Επομένως, συνδυάζοντας και με τη σχέση (2), για το μέγιστο ύψος προκύπτει ότι

$$h_{max} = gt_{av} \cdot t_{av} - \frac{1}{2}gt_{av}^2 \Rightarrow h_{max} = \frac{1}{2}gt_{av}^2 \quad (3)$$

Εάν ο ζογκλέρ μέσα σε χρονικό διάστημα  $\Delta t$  εκτοξεύει  $N$  μπαλάκια, συμπεραίνουμε ότι θα ισχύει ότι

$$Nt_{av} = \Delta t \Rightarrow t_{av} = \frac{\Delta t}{N} \quad (4)$$

Οπότε

$$(3) \stackrel{(4)}{\Rightarrow} \boxed{h_{max} = \frac{g \cdot \Delta t^2}{2N^2}}$$

Σύμφωνα με τα δεδομένα,  $N = 5$  και  $\Delta t = 3\text{s}$ . Άρα,  $h_{max} = 1,8\text{m}$ .

*Μίλτος Καδιλτζόγλου*

*miltoskadiltzoglou@gmail.com*