

#### ΘΕΜΑ 4

4.1. Εφόσον η κίνηση είναι ομαλή κυκλική, ισχύει:

$$v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow 15 \frac{m}{s} = \frac{2\pi(1,5 m)}{T} \Leftrightarrow T = \frac{\pi}{5} s \text{ (3 μονάδες)}$$

Για τη γωνιακή ταχύτητα ισχύει:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{5}s} = 10 \text{ rad/s (3 μονάδες)}$$

#### Μονάδες 6

4.2. Η κεντρομόλος επιτάχυνση έχει κατεύθυνση προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς της σφαίρας (1 μονάδα) και μέτρο:

$$a_k = \frac{v^2}{R} = \frac{(15 m/s)^2}{1,5 m} = 150 m/s^2 \text{ (2 μονάδες)}$$

Η κεντρομόλος δύναμη έχει κατεύθυνση προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς της σφαίρας (1 μονάδα) και μέτρο:

$$F_k = ma_k = (4 kg) \left(150 \frac{m}{s^2}\right) = 600 N \text{ (2 μονάδες)}$$

Η δύναμη που παίζει τον ρόλο της κεντρομόλου δύναμης είναι η τάση του σύρματος της σφύρας (ακριβέστερα, είναι η συνισταμένη της τάσης, του βάρους της σφαίρας, αλλά και της αντίστασης του αέρα) (1 μονάδα)

#### Μονάδες 7

4.3. Με βάση την αρχή της ανεξαρτησίας των κινήσεων, η κατακόρυφη κίνηση της σφαίρας είναι ομαλά επιταχυνόμενη με επιτάχυνση  $a = g$ . Σε χρόνο  $t$  από τη στιγμή που αφέθηκε ελεύθερη η σφαίρα θα έχει κατέβει κατά  $y$  από την αρχική της θέση. Θέτοντας  $y = 1,8 m$  βρίσκουμε τον χρόνο  $t_1$  (χρονικό διάστημα από τη στιγμή που αφέθηκε ελεύθερη) για να φτάσει στο έδαφος:

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 1,8 m = \frac{1}{2} \left(10 \frac{m}{s^2}\right) t_1^2 \Leftrightarrow t_1 = 0,6 s \text{ (3 μονάδες)}$$

Σε αυτόν τον χρόνο, με βάση το γεγονός πως η οριζόντια κίνηση της σφαίρας είναι ομαλή με  $v_x = v_0 = 15 m/s$  (λόγω ανεξαρτησίας των κινήσεων), η σφαίρα θα έχει μετατοπιστεί οριζόντια κατά

$$x = v_0 t = \left(15 \frac{m}{s}\right) (0,6 s) = 9 m \text{ (3 μονάδες)}$$

#### Μονάδες 6

4.4. Με βάση την αρχή της ανεξαρτησίας των κινήσεων, η κατακόρυφη κίνηση της σφαίρας είναι ομαλά επιταχυνόμενη με επιτάχυνση  $a = g$ . Σε χρόνο  $t_1$  από τη στιγμή που αφέθηκε ελεύθερη η σφαίρα θα έχει αποκτήσει κατακόρυφη συνιστώσα ταχύτητας μέτρου:

$$v_y = gt_1 = \left(10 \frac{m}{s^2}\right) (0,6 s) = 6 m/s \text{ (2 μονάδες)}$$

Το μέτρο της οριζόντιας συνιστώσας της ταχύτητας παραμένει  $v_x = v_0 = 15 m/s$  (1 μονάδα)

Η εφαπτομένη της γωνίας που θα σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας της σφαίρας με το οριζόντιο επίπεδο όταν η σφαίρα θα φτάσει στο έδαφος είναι:

$$\varepsilon\varphi\varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{6 m/s}{15 m/s} = 0,4 \text{ (3 μονάδες)}$$

