

# ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

## 27<sup>Η</sup> ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

Κυριακή, 31 Μαρτίου, 2013

Ώρα: 10:00 - 13:00



**Παρακαλώ διαβάστε πρώτα τα πιο κάτω, πριν απαντήσετε οποιαδήποτε ερώτηση**

### **Γενικές Οδηγίες:**

- 1) Είναι πολύ σημαντικό να δηλώσετε ορθά στον κατάλληλο χώρο στο εξώφυλλο του τετραδίου απαντήσεων τα εξής στοιχεία: (α) Όνομα και Επώνυμο, (β) Όνομα πατέρα, (γ) Σχολείο, (δ) Τηλέφωνο.
- 2) Το δοκίμιο αποτελείται από έξι (6) σελίδες και περιέχει επτά (7) θέματα.
- 3) Η εξέταση διαρκεί τρεις (3) ώρες.
- 4) Η συνολική βαθμολογία του εξεταστικού δοκιμίου είναι 100 μονάδες.
- 5) Χρησιμοποιήστε μόνο στυλό με μελάνι χρώματος μπλε ή μαύρο. Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να γίνουν και με μολύβι.
- 6) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
- 7) Επιτρέπεται η χρήση, μόνο, μη προγραμματισμένης υπολογιστικής μηχανής.
- 8) Δηλώστε στις σελίδες του τετραδίου απαντήσεων τον αριθμό του προβλήματος και το αντίστοιχο γράμμα του ερωτήματος που απαντάτε.
- 9) Εάν χρησιμοποιήσετε κάποιες σελίδες του τετραδίου απαντήσεων για δικές σας σημειώσεις που δεν επιθυμείτε να βαθμολογηθούν, βάλτε ένα μεγάλο σταυρό (X) σε αυτές τις σελίδες ώστε να μην ληφθούν υπόψη στη βαθμολόγηση.
- 10) Να χρησιμοποιείτε μόνο σταθερές ή σχέσεις που δίνονται στο αντίστοιχο θέμα αλλά και στο τέλος των γενικών οδηγιών.
- 11) Τα σχήματα όλων των θεμάτων δεν είναι υπό κλίμακα.

**Να απαντήσετε όλα τα προβλήματα που ακολουθούν.**

### ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 13)

α) Η ελάχιστη ταχύτητα με την οποία μπορεί να πετάξει το πουλί που ονομάζεται «Σπιτοπούλι» είναι  $9,0 \text{ m s}^{-1}$ . Αυτή την ελάχιστη ταχύτητα την επιτυγχάνει, με πτώση από τη φωλιά του πριν πετάξει μακριά. Να καθορίσετε την ελάχιστη απόσταση από το έδαφος που πρέπει να είναι η φωλιά του πουλιού. Δίνεται  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ . (μον. 2)

β) Στο διπλανό σχήμα παρουσιάζει ένα «Σπιτοπούλι» με μάζα  $120 \text{ g}$  να επιστρέφει στη φωλιά του – κινούμενο οριζόντια με ταχύτητα  $13,0 \text{ m s}^{-1}$  στο Σ, που βρίσκεται  $7,5 \text{ m}$  κάτω από τη φωλιά του, και στη συνέχεια, κινούμενο προς τα πάνω στη φωλιά του.

Αν υποθέσουμε ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα, να υπολογίσετε

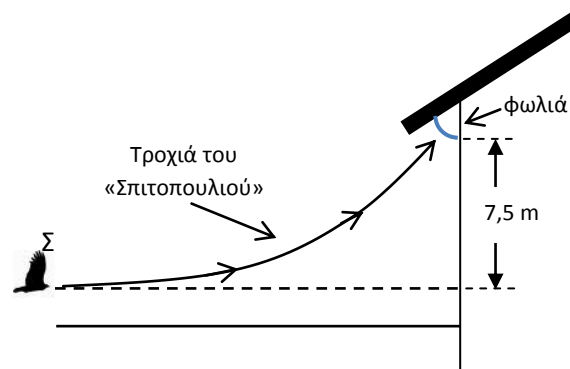
i. την κινητική ενέργεια του «Σπιτοπουλιού» στο σημείο Σ, (μον. 1)

ii. πόσο αυξάνεται η δυναμική ενέργεια καθώς το «Σπιτοπούλι» κινείται από το σημείο Σ στη φωλιά του, (μον. 2)

iii. την κινητική του ενέργεια καθώς φθάνει τη φωλιά του, και (μον. 3)

iv. την ταχύτητά του καθώς φθάνει στη φωλιά του. (μον. 1)

γ) Να σχολιάσετε ποιοτικά τα αποτελέσματα της αντίστασης του αέρα, εάν υπάρχουν, για κάθε απάντησή σας στο ερώτημα β. (μον. 4)



### ΘΕΜΑ 2 (μονάδες 10)

Μια ρουκέτα εκτοξεύεται τη χρονική στιγμή  $t=0$  κατακόρυφα προς τα πάνω και καθώς απομακρύνεται από το οριζόντιο έδαφος γίνεται όλο και πιο ελαφριά αφού τα καύσιμά της μειώνονται. Υποθέστε ότι η προωστική δύναμη στη ρουκέτα (λόγω της εκτόξευσης των καυσαερίων προς τα κάτω) είναι σταθερή και ότι η κίνηση της ρουκέτας γίνεται σε πολύ μικρό ύψος σε σχέση με την ακτίνα της Γης.

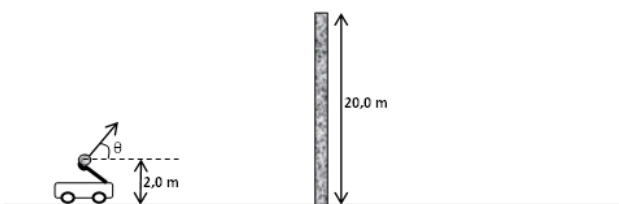


α) Να σχεδιάσετε ποιοτικά τη γραφική παράσταση της ταχύτητας σε σχέση με τον χρόνο  $v=f(t)$  για την κίνηση της ρουκέτας από τη χρονική στιγμή  $t=0$  μέχρι τη στιγμή που αυτή επιστρέφει στο έδαφος. Να δικαιολογήσετε τη μορφή της γραφικής παράστασης. (μον. 6)

β) Τη χρονική στιγμή  $t_1$  που τελειώνουν τα καύσιμα της ρουκέτας αυτή έχει ταχύτητα  $v_1$ . Η μέση ταχύτητα της ρουκέτας κατά τη χρονική διάρκεια από  $t=0$  έως  $t=t_1$  είναι μεγαλύτερη μικρότερη ή ίση από την  $v_1/2$ ; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (μον. 4)

### ΘΕΜΑ 3 (μονάδες 16)

Μια ομάδα από φοιτητές μηχανικής κατασκεύασε ένα καταπέλτη (μία μηχανή που εκτόξευε μεγάλες πέτρες σε μεγάλη απόσταση), ώστε να κατανοήσουν τον τρόπο που στο μεσαίωνα πολιορκούσαν τις



πόλεις με τείχη. Σε μία από τις δοκιμές που έκαναν, κατάφεραν ώστε ένας ογκόλιθος μόλις να περάσει πάνω από ένα τοίχο που είχε ύψος 20,0 m. Ο ογκόλιθος εκτοξεύτηκε από ύψος 2,0 m πάνω από το έδαφος με αρχική ταχύτητα  $u_0$  υπό γωνία  $\theta$  ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Στο υψηλότερο σημείο της τροχιάς του, ο ογκόλιθος περνούσε πάνω από τον τοίχο με οριζόντια ταχύτητα των 25 m/s. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα. Δίνεται  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ .

**α)** Να σχεδιάσετε την τροχιά του ογκόλιθου (να την ονομάσετε στο σχήμα με το γράμμα A) και να αποδείξετε τη μαθηματική σχέση που τη δίνει. (μον. 4)

**β)** Να υπολογίσετε

i. τη γωνία εκτόξευσης  $\theta$ , (μον. 4)

ii. την αρχική ταχύτητα εκτόξευσης  $u_0$ , (μον. 1)

iii. ο χρόνος που απαιτείται για τον ογκόλιθο να φτάσει μέχρι την κορυφή του τοίχου, (μον. 2)

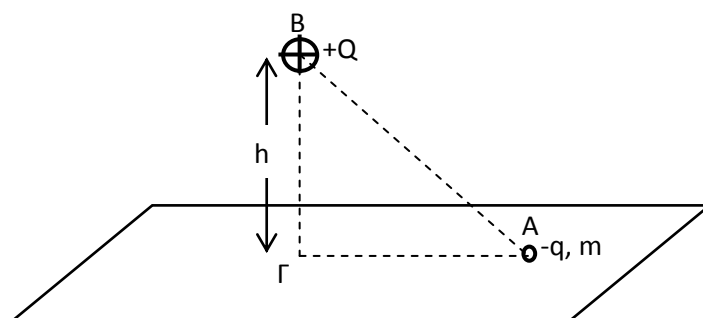
iv. την οριζόντια απόσταση μεταξύ του τοιχώματος και του σημείου εκτόξευσης. (μον. 1)

**γ)** Αν η αντίσταση του αέρα ήταν σημαντική, να σχεδιάσετε την τροχιά του ογκόλιθου (να την ονομάσετε στο σχήμα με το γράμμα B) και να γράψετε δύο (2) διαφορές μεταξύ των τροχιών A και B. (μον. 4)

### ΘΕΜΑ 4 (μονάδες 8)

Στο διπλανό σχήμα, το φορτίο  $+Q$  συγκρατείται ακίνητο σε ύψος  $h$  πάνω από μονωτικό δάπεδο.

Το φορτίο  $-q$  είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο σε σφαιρίδιο μάζας  $m$ , το οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω στο μονωμένο δάπεδο. Η γωνία  $AB\Gamma$  είναι  $30^\circ$ .



Αφήνουμε το φορτίο  $(-q, m)$  ελεύθερο από το σημείο A.

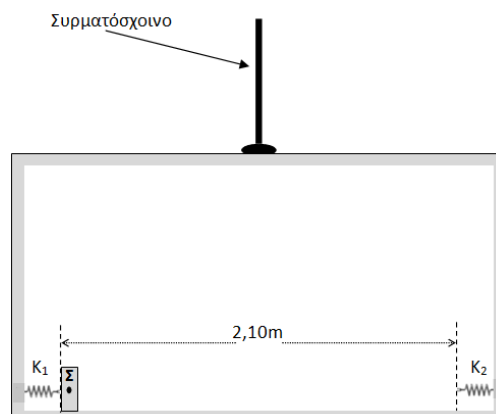
Να θεωρήσετε δεδομένα τα  $m, g, Q, q, k$ .

**α)** Ποια πρέπει να είναι η ελάχιστη απόσταση  $h$  ώστε να μη χαθεί η επαφή του σφαιριδίου  $(-q, m)$  από το δάπεδο. (μον. 3)

**β)** Πόση είναι η μέγιστη ταχύτητα του σφαιριδίου και σε ποιο σημείο πραγματοποιείται; (μον. 5)

### ΘΕΜΑ 5 (μονάδες 14)

Σώμα  $\Sigma$  πλάτους 10 cm και μάζας  $m = 1,0\text{kg}$ , βρίσκεται μέσα σε ανελκυστήρα μάζας  $M = 399\text{kg}$ . Στις δυο πλευρές του ανελκυστήρα υπάρχουν 2 ελατήρια με σταθερές ελατηρίων  $k_1 = 800\text{N/m}$  και  $k_2 = 100\text{N/m}$ . Τα δυο ελατήρια όταν είναι στο φυσικό τους μήκος απέχουν 2,10m. Ανάμεσα στο σώμα  $\Sigma$  και στο δάπεδο του ανελκυστήρα υπάρχει τριβή με συντελεστή τριβής ολίσθησης  $\mu_{ολ} = 0,60$ . Δίνεται  $g = 10\text{ m/s}^2$ .



Σημείωση: Να θεωρηθεί θετική φορά κίνησης του ανελκυστήρα η φορά προς τα πάνω.

**α)** Ο ανελκυστήρας εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση προς τα πάνω με σταθερή επιτάχυνση  $a = 2\text{m/s}^2$ . Σπρώχνουμε το σώμα  $\Sigma$  προς τα αριστερά με αποτέλεσμα να συσπειρωθεί το ελατήριο 1 κατά 0,25m και αφήνουμε το σώμα να κινηθεί.

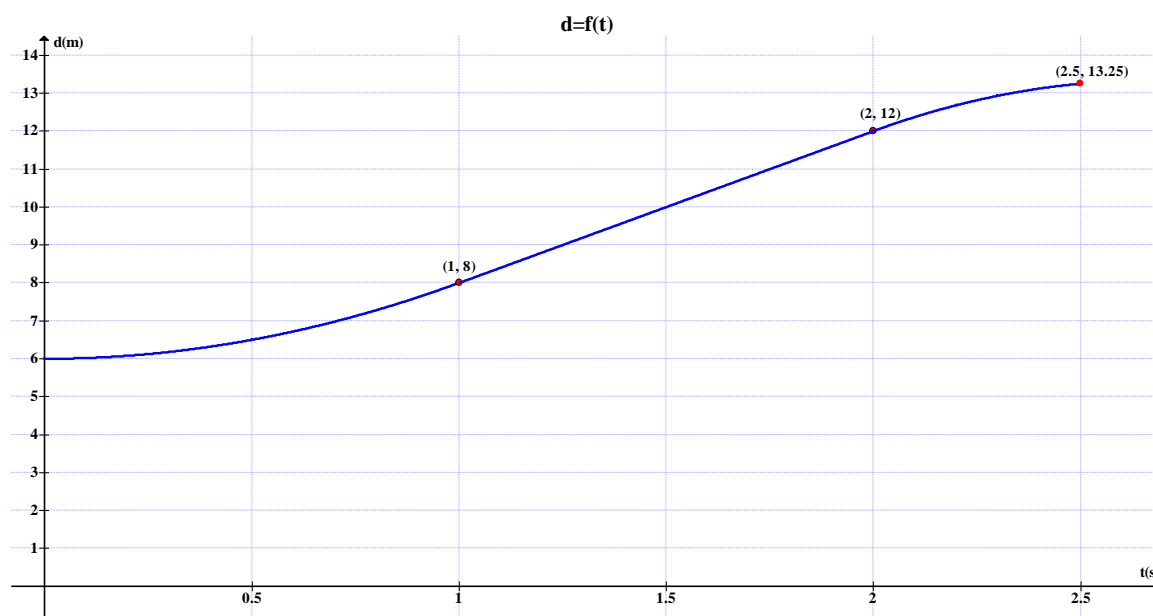
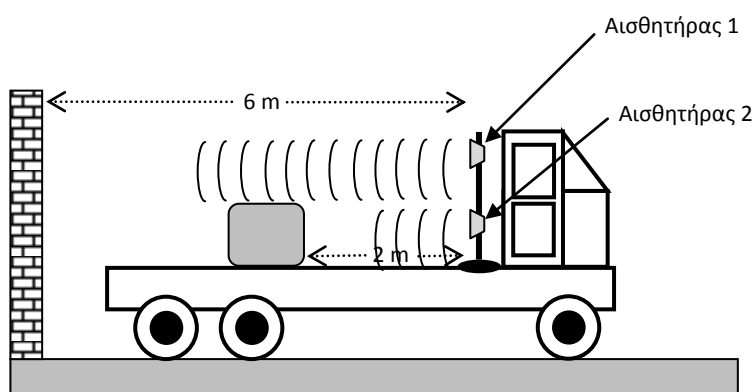
- i. Πόση ενέργεια έχει αποθηκευτεί στο σύστημα ελατήριο 1-σώμα  $\Sigma$  κατά τη συσπίρωση του ελατηρίου 1; **(μον. 1)**
- ii. Πόση είναι η τριβή ανάμεσα στο σώμα και το δάπεδο, όταν κινείται το σώμα  $\Sigma$ ; **(μον. 2)**
- iii. Με πόση ταχύτητα θα συγκρουστεί το σώμα  $\Sigma$  με το ελατήριο 2; **(μον. 2)**
- iv. Πόση είναι η μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου 2; **(μον. 2)**

**β)** Ο ανελκυστήρας κινείται με τη βοήθεια συρματόσχοινου, το οποίο μπορεί να αντέξει τάση μέχρι  $S_{\max} = 5600\text{N}$ . Εάν ο ανελκυστήρας μπορεί να κινείται μόνο προς τα πάνω με  $a \geq 0$ , τότε:

- i. Πόση είναι η μέγιστη τιμή της τριβής που μπορεί να εξασκηθεί ανάμεσα στο σώμα και το δάπεδο; **(μον. 3)**
- ii. Πόση είναι η ελάχιστη τιμή της τριβής που μπορεί να εξασκηθεί ανάμεσα στο σώμα και το δάπεδο; **(μον. 2)**
- iii. Πόση είναι η μέγιστη ταχύτητα με την οποία μπορεί να συγκρουστεί το σώμα με το ελατήριο 2; **(μον. 2)**

### ΘΕΜΑ 6 (μονάδες 21)

Κιβώτιο μάζας  $m=2\text{ kg}$ , βρίσκεται πάνω σε μια πλατφόρμα ενός φορτηγού όπως φαίνεται στο σχήμα. Η πλατφόρμα δεν είναι λεία και ανάμεσα στο κιβώτιο και στην πλατφόρμα ισχύει  $\mu_{στ}=0,50$  και  $\mu_{ολ}=0,35$ . Πάνω στη πλατφόρμα είναι στερεωμένοι δυο αισθητήρες κίνησης όπως φαίνεται στο σχήμα. Από τον αισθητήρα 1 παίρνουμε τη γραφική παράσταση της απόστασης αισθητήρα 1-τοίχου, σε σχέση με τον χρόνο (οι επιταχύνσεις στις διάφορες φάσεις της κίνησης είναι σταθερές. Δίνεται  $g=10\text{ m/s}^2$ ).



- α)** Να περιγράψετε το είδος της κίνησης του φορτηγού, όπως καταγράφεται από τον αισθητήρα 1. **(μον. 3)**
- β)** Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του φορτηγού, με βάση τις μετρήσεις του αισθητήρα 1. **(μον. 4)**
- γ)** Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας του φορτηγού (με βάση τις μετρήσεις του αισθητήρα 1) σε σχέση με τον χρόνο. **(μον. 4)**
- δ)** Να υπολογίσετε τη μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να αναπτύξει το κιβώτιο. **(μον. 1)**
- ε)** Να υπολογίσετε τη δύναμη τριβής που ασκείται στο κιβώτιο από το φορτηγό, στις διάφορες φάσεις της κίνησης. **(μον. 5)**
- στ)** Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της δύναμης τριβής που δέχεται το κιβώτιο από το φορτηγό, σε σχέση με τον χρόνο, στις διάφορες φάσεις της κίνησης. **(μον. 3)**
- ζ)** Να σχεδιάσετε ποιοτικά τη γραφική παράσταση της απόστασης αισθητήρα 2-κιβωτίου, σε σχέση με τον χρόνο, στις διάφορες φάσεις της κίνησης. **(μον. 1)**

### ΘΕΜΑ 7 (μονάδες 18)

α) Στην επιφάνεια της Σελήνης, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα για να γίνει μελέτη της κίνησης μιας μικρής σφαίρας. Η μικρή σφαίρα μάζας 50 g εκτοξεύεται οριζόντια από κάποιο ύψος από την επιφάνεια της Σελήνης. Η κίνηση της σφαίρας καταγράφηκε με τη λήψη μιας σειράς φωτογραφιών χρησιμοποιώντας μια σειρά από φλας (αναλαμπές φωτός) κάθε 1,00 s, με το πρώτο φλας συμβαίνει κατά τη στιγμή της εκτόξευσης. Στην πιο κάτω γραφική παράσταση απεικονίζει τη φωτογραφία επάνω σε ένα χιλιοστομετρικό χαρτί.

i. Να δικαιολογήσετε, με μελέτη των οριζόντιων αποστάσεων που κινήθηκε η σφαίρα, ότι η αντίσταση του αέρα που αντιτίθεται στην κίνηση ήταν αμελητέα. (μον. 2)

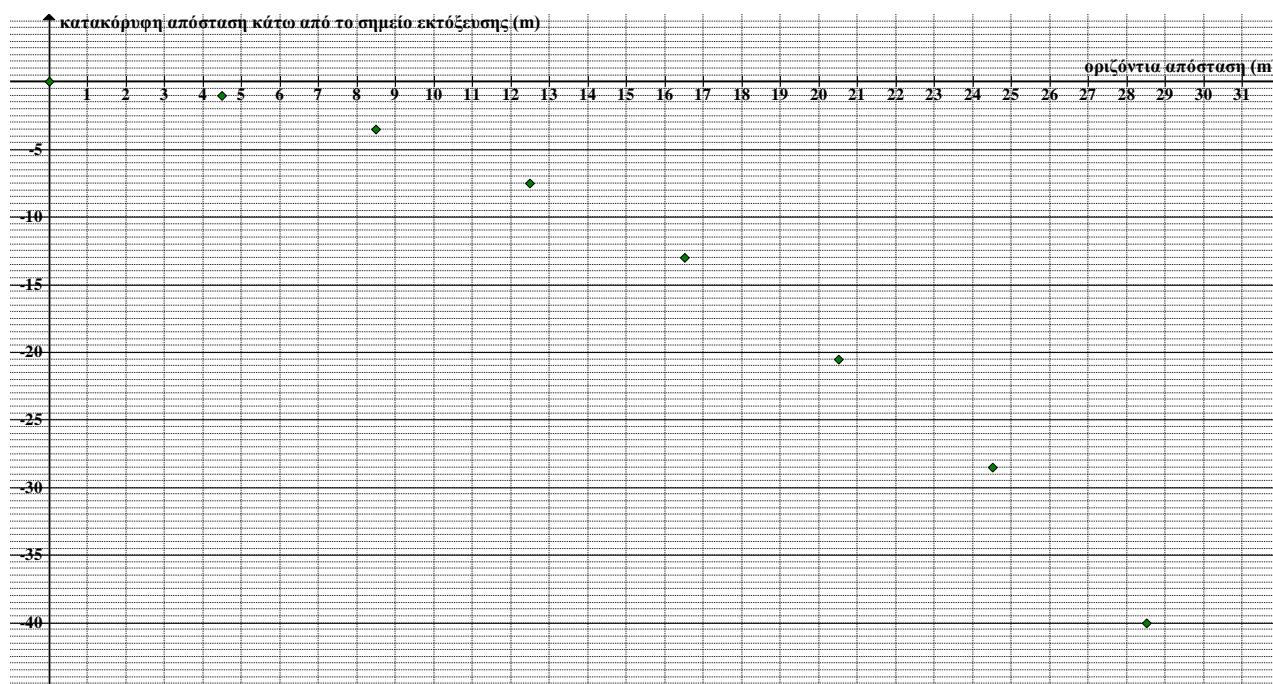
ii. Να υπολογίσετε την οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας. (μον. 1)

iii. Να υπολογίσετε, με τη χρήση της γραφικής παράστασης που σας δίνεται, τη κατακόρυφη απόσταση που διανύθηκε κατά τη διάρκεια των πρώτων 7,00 s της κίνησης. (μον. 2)

iv. Να υπολογίσετε με ακρίβεια την επιτάχυνση της ελεύθερης πτώσης στην επιφάνεια της Σελήνης, χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη γραφική παράσταση που σας δίνεται. Για να γίνει αυτό να κάνετε πίνακα τιμών και την κατάλληλη γραφική παράσταση. (μον. 5)

β) Να υπολογίστε το μέτρο, τη διεύθυνση και τη φορά της ταχύτητας της σφαίρας το 7,00 s μετά την εκτόξευση. (μον. 4)

γ) i. Να σχεδιάσετε, στο τετράδιό σας, την τροχιά της σφαίρας που απεικονίζεται στη γραφική παράσταση που σας δίνεται. (μον. 2)



ii. Στο ίδιο σχεδιάγραμμα, να σχεδιάσετε ακόμη δύο γραμμές που να απεικονίζουν τη διαδρομή της σφαίρας, εάν

1. υπάρχει ατμόσφαιρα στη Σελήνη (να τη δείξετε με το γράμμα Α), (μον. 1)

2. το πείραμα διεξήχθη σε έναν πλανήτη χωρίς ατμόσφαιρα και η επιτάχυνση της ελεύθερης πτώσης σε αυτόν είναι μικρότερη από ότι στη Σελήνη (να τη δείξετε με το γράμμα Β). (μον. 1)