ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΕΝΙΑΙΑ ΓΡΑΠΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ Α΄ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ 2022-23
Β΄ ΤΑΞΗΣ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΔΗΓΟΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ (Α΄ ΣΕΙΡΑ)

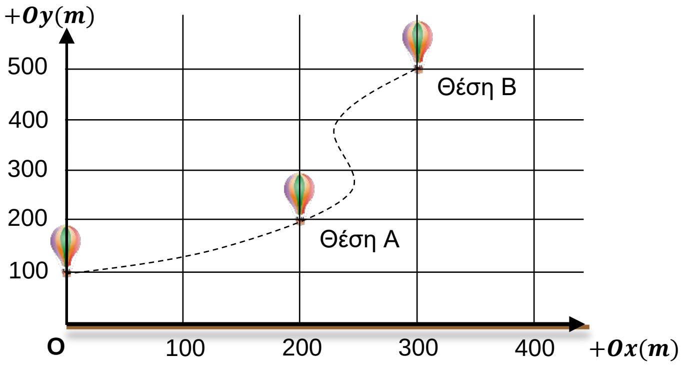
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: Β038

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΓΡΑΠΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ: 90 λεπτά

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από έξι (6) ερωτήσεις. Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με πέντε (5) μονάδες. Να απαντήσετε <u>και</u> στις έξι (6) ερωτήσεις.

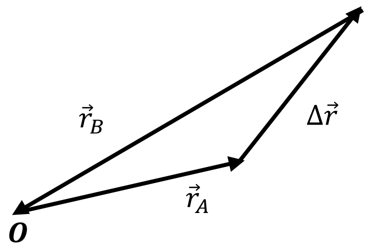
Ερώτηση 1

Στο σύστημα αναφοράς του πιο κάτω σχήματος φαίνεται η τροχιά που ακολούθησε ένα αερόστατο.

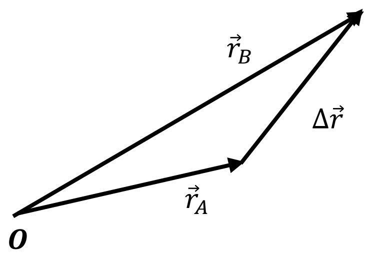


α. Να επιλέξετε από τα ακόλουθα σχήματα, αυτό που απεικονίζει ορθά τα διανύσματα θέσης $\vec{r}_A$, $\vec{r}_B$ στις θέσεις Α και Β αντίστοιχα και του διανύσματος της μετατόπισης του αερόστατου από τη θέση Α στη θέση Β.

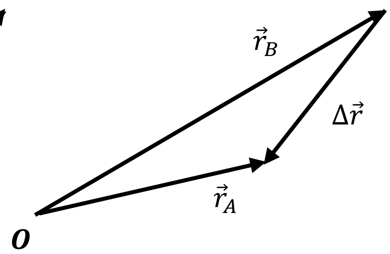
(1 μονάδα)



Σχήμα I



Σχήμα II



Σχήμα III

Σχήμα II	**1 μον.**

β. Το αερόστατο μετατοπίζεται από τη θέση Α στη θέση Β. Να προσδιορίσετε από το σύστημα αναφοράς:

i. την οριζόντια μετατόπιση Δx του αερόστατου.

(1 μονάδα)

$\Delta x = 100\ m$	**1 μον.**

ii. την κατακόρυφη μετατόπιση $Δy$ του αερόστατου.

(1 μονάδα)

$Δy = 300\ m$	**1 μον.**

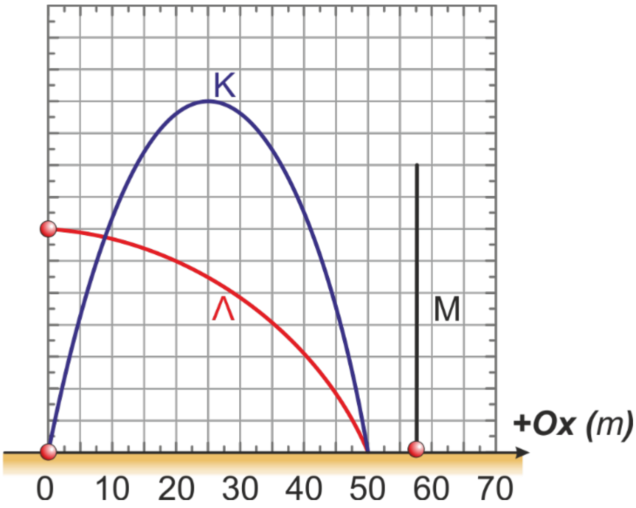
γ. Να υπολογίσετε το μέτρο της μετατόπισης του αερόστατου $|Δ\vec{r}|$.

(2 μονάδες)

$|Δ\vec{r}| = \sqrt{Δx^2 + Δy^2}$ **[1 μον.]** $|Δ\vec{r}| = \sqrt{100^2 + 300^2} = 316{,}23\ m$ **[1 μον.]** Δεκτές απαντήσεις: $316\ m$	**2 μον.**

Ερώτηση 2

Τρία σώματα Κ, Λ και Μ ξεκινούν ταυτόχρονα και κινούνται κοντά στην επιφάνεια της Γης με την επίδραση του βάρους τους. Το σώμα Κ εκτελεί πλάγια βολή από μηδενικό ύψος, το σώμα Λ εκτελεί οριζόντια βολή και το σώμα Μ εκτελεί κατακόρυφη βολή προς τα πάνω από μηδενικό ύψος. Στο παρακάτω σχήμα, παρουσιάζονται οι τροχιές των τριών σωμάτων. Τα τρία σώματα να θεωρηθούν ως υλικά σημεία.



Τροχιές των σωμάτων Κ, Λ και Μ.

α. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες σχέσεις, την ορθή σχέση σύγκρισης για τη μέγιστη οριζόντια μετατόπιση των τριών σωμάτων.

(1 μονάδα)

Σχέση Ι : $x_{μεγ,Κ} > x_{μεγ,Λ} > x_{μεγ,Μ}$

Σχέση ΙΙ: $x_{μεγ,Κ} = x_{μεγ,Λ} > x_{μεγ,Μ}$

Σχέση ΙΙΙ: $x_{μεγ,Κ} = x_{μεγ,Λ} < x_{μεγ,Μ}$

Σχέση ΙV: $x_{μεγ,Κ} < x_{μεγ,Λ} < x_{μεγ,Μ}$

Σχέση ΙΙ	**1 μον.**

β. Με βάση τις τροχιές των σωμάτων Κ,Λ και Μ να καθορίσετε το σώμα που έφτασε:

i. πρώτο στο έδαφος.

(1 μονάδα)

Το σώμα Λ.	**1 μον.**

ii. στο έδαφος με το μεγαλύτερο μέτρο κατακόρυφης ταχύτητας $|\vec{\upsilon}_y|$.

(1 μονάδα)

Το σώμα Κ.	**1 μον.**

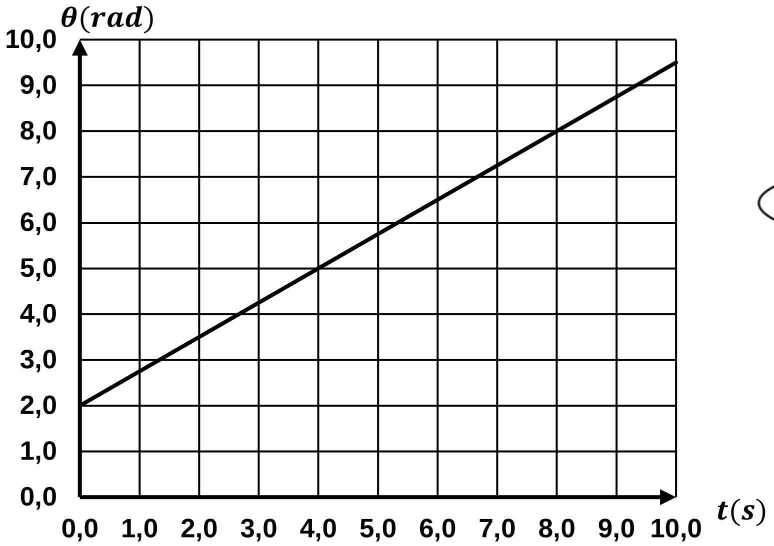
γ. Να εξηγήσετε γιατί το μέτρο της οριζόντιας συνιστώσας της ταχύτητας $|\vec{\upsilon}_x|$ του σώματος Κ, είναι μικρότερο από αυτό του σώματος Λ.

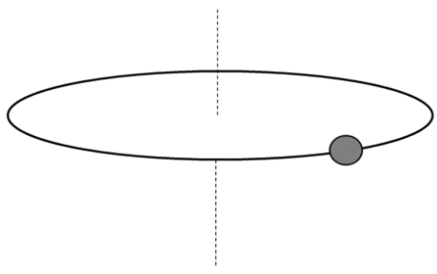
(2 μονάδες)

Τα σώματα Κ και Λ εκτελούν στον οριζόντιο άξονα κίνηση με σταθερή ταχύτητα. Έχουν το ίδιο μέτρο μέγιστης οριζόντιας μετατόπισης $x_{μεγ,Κ} = x_{μεγ,Λ}$. **[1 μον.]** και το σώμα με το μεγαλύτερο χρόνο πτήσης Κ θα έχει μικρότερο μέτρο οριζόντιας ταχύτητας. ($t_{πτ} = \frac{x_{μεγ}}{\upsilon_0}$) **[1 μον.]**	**2 μον.**

Ερώτηση 3

Μια χάντρα είναι περασμένη σε λείο οριζόντιο στεφάνι και εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση. Στο πιο κάτω διάγραμμα απεικονίζεται η γραφική παράσταση της γωνίας θέσης της χάντρας σαν συνάρτηση του χρόνου $\theta = f(t)$.





α. i. Να γράψετε τον ορισμό της ομαλής κυκλικής κίνησης.

(1 μονάδα)

Η κίνηση που γίνεται σε κυκλική τροχιά με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ή με σταθερό μέτρο γραμμικής ταχύτητας ή με συνισταμένη δύναμη προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς κάθε χρονική στιγμή.	**1 μον.**

ii. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες τιμές, την αλγεβρική τιμή της γωνιακής ταχύτητας της χάντρας που αντιστοιχεί στην πιο πάνω γραφική παράσταση.

Τιμή I : $\omega = -0{,}75\frac{rad}{s}$ **Τιμή II:** $\omega = +0{,}75\frac{rad}{s}$ **Τιμή III:** $\omega = +1{,}0\frac{rad}{s}$

(1 μονάδα)

Τιμή II: $\omega = +0{,}75\frac{rad}{s}$	**1 μον.**

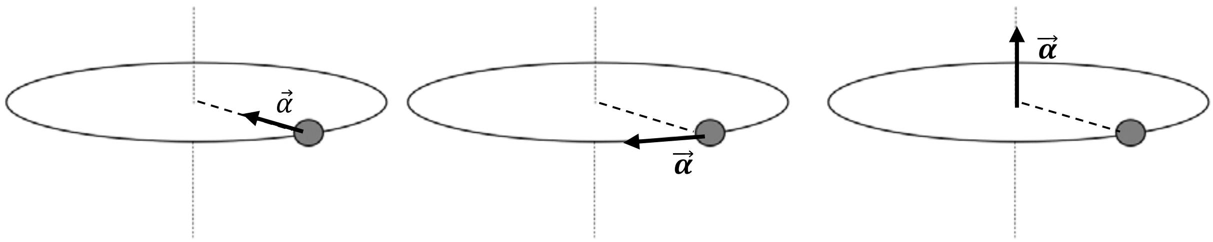
iii. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(1 μονάδα)

Η κλίση της γραφικής παράστασης $\theta = f(t)$ δίνει τη γωνιακή ταχύτητα. $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{8{,}0\,rad - 2{,}0\,rad}{8{,}0\,s} = 0{,}75\frac{rad}{s}$	**1 μον.**

β. Να επιλέξετε από τα ακόλουθα, το σχήμα στο οποίο απεικονίζεται ορθά το διάνυσμα της επιτάχυνσης της χάντρας τη δεδομένη χρονική στιγμή.

(1 μονάδα)



Σχήμα I **Σχήμα II** **Σχήμα III**

Σχήμα I	**1 μον.**

γ. Να αναφέρετε κατά πόσο θα αντιστραφεί το διάνυσμα της επιτάχυνσης του ερωτήματος (β) εάν η φορά κίνησης της χάντρας αντιστραφεί χωρίς να αλλάξει το μέτρο της γωνιακής της ταχύτητας.

(1 μονάδα)

Δεν θα αντιστραφεί.	**1 μον.**

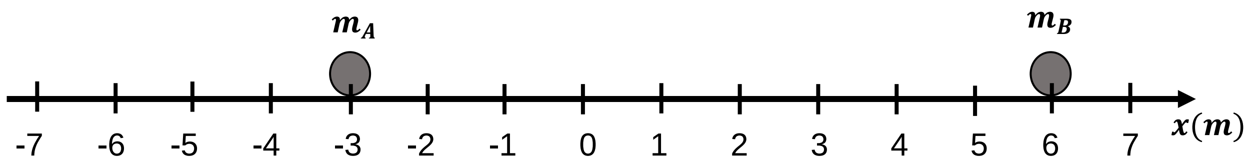
Ερώτηση 4

α. Ένας μαθητής υποστηρίζει ότι αν ένα σώμα μάζας m εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, η ορμή του είναι σταθερή κατά τη διάρκεια της κίνησης του. Να εξηγήσετε κατά πόσο συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την άποψη του μαθητή.

(2 μονάδες)

Διαφωνώ **[1 μον.]** Κατά την κίνηση του σώματος η ορμή έχει σταθερό μέτρο αλλά μεταβαλλόμενη κατεύθυνση άρα δεν είναι σταθερή.**[1 μον.]**	**2 μον.**

β. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνονται οι θέσεις δύο σωμάτων Α και Β που αποτελούν σύστημα. Τα σώματα έχουν μάζες $m_A = 0{,}50\ kg$ και m_B αντίστοιχα και θεωρούνται υλικά σημεία.

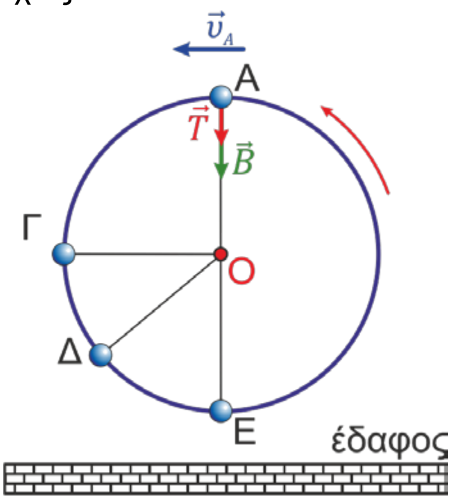


Να υπολογίσετε τη μάζα m_B, έτσι ώστε η θέση του κέντρου μάζας του συστήματος να έχει μηδενική τιμή.

(3 μονάδες)

Ορθή αντικατάσταση στον τύπο υπολογισμού της θέσης του κέντρου μάζας των γνωστών μεγεθών. **[1 μον.]** $x_{KM} = \frac{m_A x_A + m_B x_B}{m_A + m_B} = 0 \Rightarrow m_B = -\frac{m_A x_A}{x_B} = -\frac{0{,}50kg\cdot(-3m)}{6m}$ **[1 μον.]** $m_B = 0{,}25\ kg$ Ορθό αποτέλεσμα **[1 μον.]**	**3 μον.**

Ερώτηση 5
Σώμα αμελητέων διαστάσεων είναι δεμένο σε αβαρές μη εκτατό σχοινί, διαγράφει κατακόρυφη κυκλική τροχιά με κέντρο το σημείο Ο και περιστρέφεται αριστερόστροφα σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα. Το μέτρο της τάσης του νήματος έχει μη μηδενική τιμή σε κάθε σημείο της τροχιάς του.



α. Να εξηγήσετε γιατί η κίνηση του παραπάνω σώματος δεν είναι ομαλή κυκλική.

(1 μονάδα)

Το σώμα κινείται σε κυκλική τροχιά, όπου το διάνυσμα της γωνιακής ταχύτητας μεταβάλλεται καθώς το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του δεν είναι σταθερό. Ή το βάρος παράγει έργο κατά την διαδρομή ΑΓΔΕ και καταναλώνει έργο καθώς κινείται από το Ε προς το Α με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η κινητική ενέργεια και συνεπώς το μέτρο της γραμμικής του ταχύτητας. Ή η επιτρόχιος συνιστώσα του βάρους που ασκείται στο σώμα προκαλεί επιτρόχιο επιτάχυνση που μεταβάλλει το μέτρο της γραμμικής του ταχύτητας. Συνεπώς το σώμα δεν εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση.	**1 μον.**

β. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες, τη σωστή σχέση σύγκρισης ανάμεσα στα μέτρα των γωνιακών ταχυτήτων στις θέσεις Γ και Ε.

(1 μονάδα)

Σχέση I: $|\vec{\omega}_\Gamma| > |\vec{\omega}_E|$ **Σχέση II:** $|\vec{\omega}_\Gamma| = |\vec{\omega}_E|$

Σχέση III:$|\vec{\omega}_\Gamma| < |\vec{\omega}_E|$ **Σχέση IV:** $|\vec{\omega}_\Gamma| = |\vec{\omega}_E| = 0\,\frac{rad}{s}$

Σχέση III	**1 μον.**

γ. Να σχεδιάσετε στο τετράδιο απαντήσεών σας το διάνυσμα:

i. της γωνιακής ταχύτητας στη θέση Δ.

(1 μονάδα)

Ορθός σχεδιασμός ⊙ $\vec{\omega}_{\Delta}$.	**1 μον.**

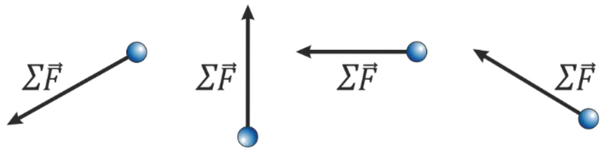
ii. της γωνιακής επιτάχυνσης στη θέση Δ.

(1 μονάδα)

Ορθός σχεδιασμός ⊙ $\vec{a}_{\gamma,\Delta}$.	**1 μον.**

δ. Να επιλέξετε από τα ακόλουθα, το σχήμα στο οποίο απεικονίζεται ορθά το διάνυσμα της συνισταμένης δύναμης που δέχεται το σώμα στο σημείο Ε.

(1 μονάδα)



Σχήμα I **Σχήμα II** **Σχήμα III** **Σχήμα IV**

Σχήμα II	**1 μον.**

Ερώτηση 6

α. Να διατυπώσετε το νόμο της παγκόσμιας έλξης.

(1 μονάδα)

Ορθή διατύπωση. Για να λάβει ο μαθητής/τρια την μονάδα πρέπει να αναφέρει τουλάχιστον τα πιο κάτω: … «Το μέτρο» … είναι «ανάλογο του γινομένου των μαζών»… «αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της μεταξύ τους απόστασης»…	**1 μον.**

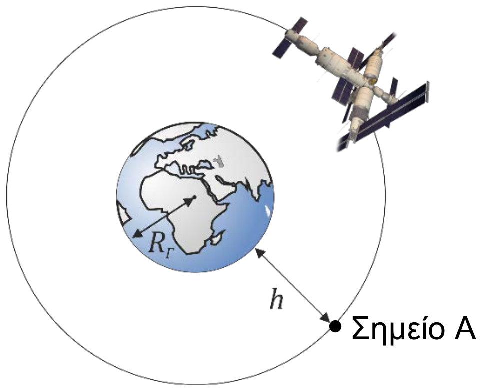
β. Δύο σώματα Α και Β με μάζες m_A και m_B, αντίστοιχα, βρίσκονται σε απόσταση r μεταξύ τους. Υποθέτοντας ότι τα σώματα μπορούν να προσεγγιστούν ως υλικά σημεία, το μέτρο της δύναμης παγκόσμιας έλξης μεταξύ τους υπολογίστηκε $1\ nN$. Να συμπληρώσετε τον πίνακα και να μεταφέρετε τις απαντήσεις σας στο τετράδιο απαντήσεων σας. Η τρίτη γραμμή του πίνακα έχει συμπληρωθεί ως παράδειγμα.

(2 μονάδες)

Α/Α	**Σώμα Α**	**Σώμα Β**	**Απόσταση**	**Μέτρο δύναμης παγκόσμιας έλξης** (nN)
Δεδομένα	m_A	m_B	r	1
Παράδειγμα	$10\ m_A$	$\frac{m_B}{2}$	r	5
1		$100\ m_B$	$10\ r$	1
2	$2023\ m_A$	$2023\ m_B$	$\sqrt{2023}\ r$	

1 : Ορθή απάντηση m_A. **[1 μον.]** 2: Ορθή απάντηση 2023. **[1 μον.]**	**2 μον.**

γ. Η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας στα τέλη του 2022 ολοκλήρωσε την κατασκευή του διαστημικού σταθμού της “Ουράνιο Παλάτι”. Ο σταθμός κινείται σε τροχιά με μέση απόσταση $h = 0{,}407 \times 10^6\ m$ από την επιφάνεια της Γης, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



ΠΡΟΣΟΧΗ: Το σχήμα ΔΕΝ είναι υπό κλίμακα.

Να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας στο σημείο Α της τροχιάς του διαστημικού σταθμού.

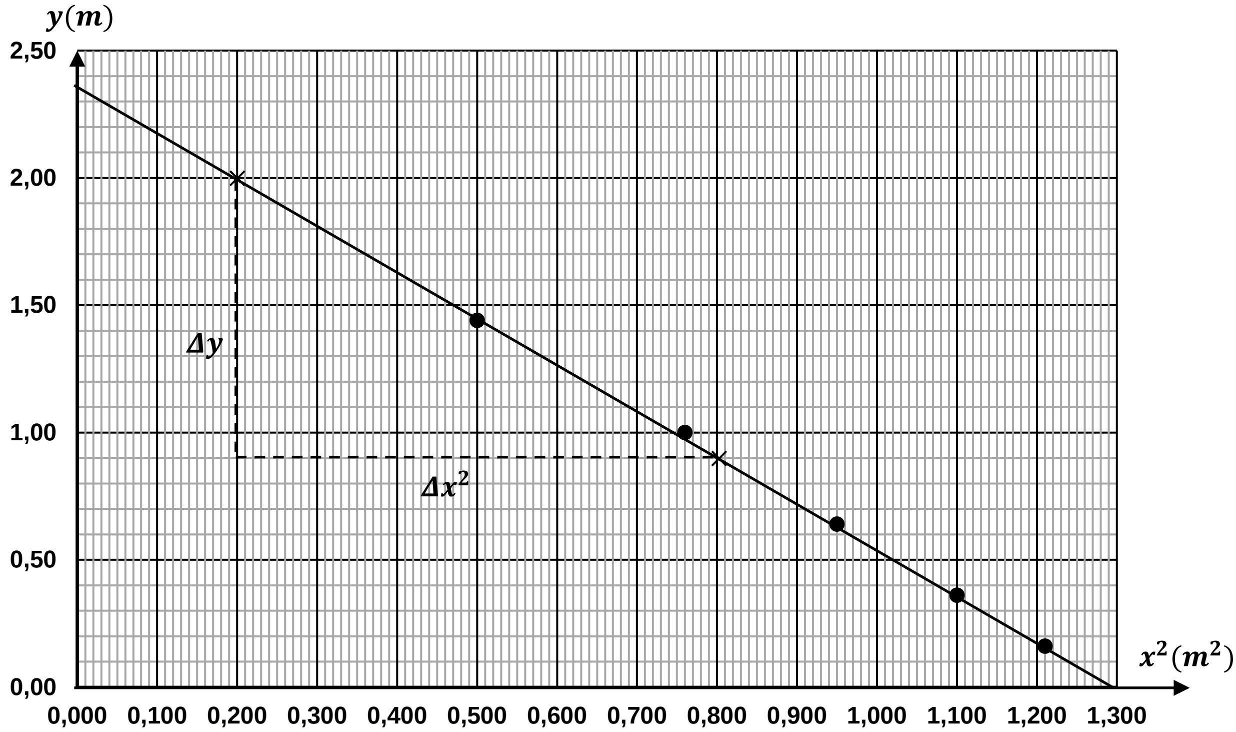
(2 μονάδες)

Ορθή αντικατάσταση μεγεθών στον τύπο $g(R_\Gamma + h) = 6{,}67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2} \frac{5{,}97\times10^{24}kg}{(6{,}37\times10^6m+0{,}407\times10^6m)^2}$. **[1 μον.]** Ορθό αποτέλεσμα $g(R_\Gamma + h) = 8{,}67\frac{N}{kg} \approx 8{,}7\frac{m}{s^2}$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από τρεις (3) ερωτήσεις. Η κάθε ερώτηση βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες. Να απαντήσετε <u>και</u> στις τρεις (3) ερωτήσεις.

Ερώτηση 7

Μια ομάδα μαθητών μελετά στο εργαστήριο φυσικής την οριζόντια βολή. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι μαθητές μετρούν και καταγράφουν τις συντεταγμένες διαφόρων θέσεων μιας μεταλλικής σφαίρας, με στόχο να βρουν τη σχέση μεταξύ τους, $y = f(x)$. Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις τους, χάραξαν την πιο κάτω γραφική παράσταση $y = f(x^2)$.



α. Να αναφέρετε ποια μεγέθη διατηρούσαν σταθερά οι μαθητές κατά την εκτέλεση του πειράματος.

(2 μονάδες)

Αρχική ταχύτητα σφαίρας $\vec{v}_0$ **[1 μον.]** Αρχική θέση σφαίρας **[1 μον.]**	**2 μον.**

β. Να προσδιορίσετε την αρχική θέση στον κατακόρυφο άξονα από την οποία εκτοξεύθηκε η μεταλλική σφαίρα, χρησιμοποιώντας τη γραφική παράσταση $y = f(x^2)$.

(1 μονάδα)

Από την τεταγμένη της γραφικής παράστασης προκύπτει η αρχική θέση στον κατακόρυφο άξονα από την οποία εκτοξεύθηκε η μεταλλική σφαίρα. $h = 2{,}36\ m$ Δεκτό εύρος τιμών : $2{,}34\ m \leq h \leq 2{,}38\ m$	**1 μον.**

γ. Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης $y = f(x^2)$.

(2 μονάδες)

Παράδειγμα υπολογισμού κλίσης : $κλίση = \frac{Δy}{Δx^2} = \frac{0{,}90\ m - 2{,}00\ m}{0{,}800\ m^2 - 0{,}200 m^2} = -1{,}83\ m^{-1}$ Ορθή επιλογή σημείων από τη γραφική παράσταση **[1 μον.]** Ορθό αποτέλεσμα μαζί με τη μονάδα μέτρησης **[1 μον.]**	**2 μον.**

δ. Χρησιμοποιώντας την κλίση της γραφικής παράστασης, να υπολογίσετε το μέτρο της αρχικής ταχύτητας $|\vec{υ}_0|$.

Δίνεται η εξίσωση τροχιάς της οριζόντιας βολής: $y(x) = h - \frac{g}{2υ_o^2} x^2$.

(3 μονάδες)

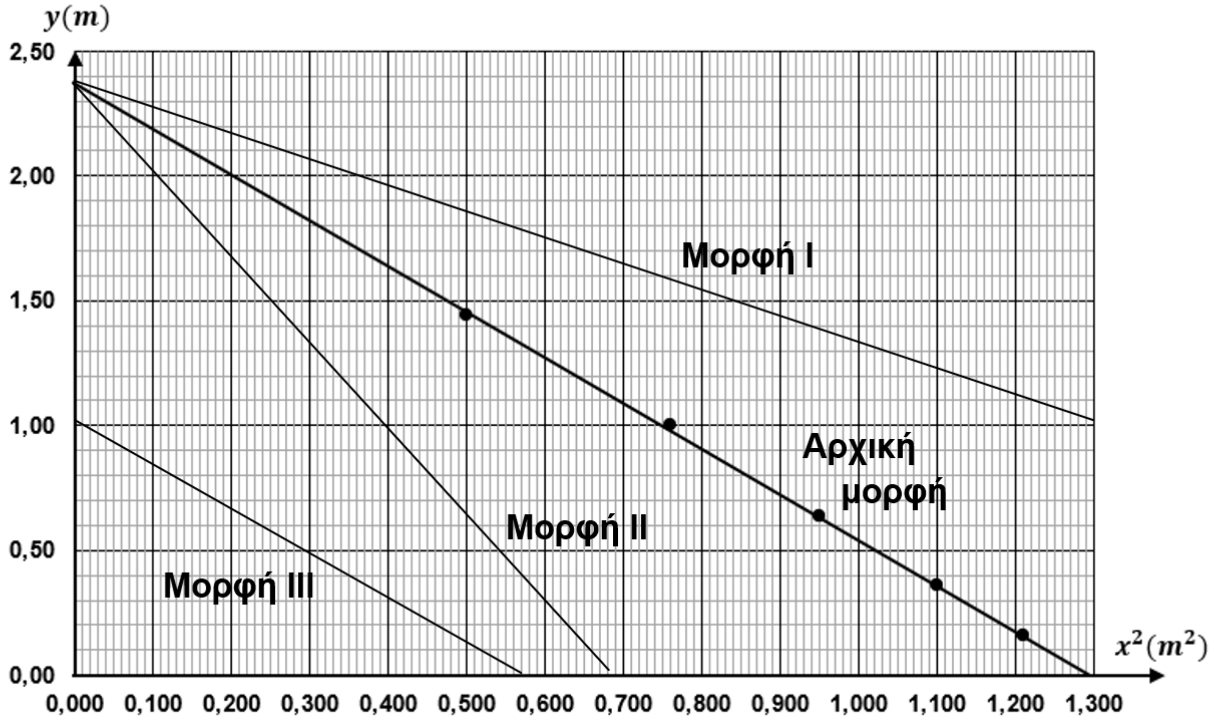
Από την εξίσωση της τροχιάς προκύπτει ότι η κλίση της γραφικής παράστασης $y = f(x^2)$ αντιστοιχεί με: $κλίση = -\frac{g}{2υ_o^2}$ **[1 μον.]** $\|\vec{υ}_0\| = \sqrt{\frac{-g}{2 \cdot κλίση}} = \sqrt{\frac{-9{,}81\ m/s^2}{2 \cdot (-1{,}83\ m^{-1})}}$ **[1 μον.]** $\Rightarrow \|\vec{υ}_0\| = 1{,}64\ \frac{m}{s}$ **[1 μον.]** Ενδεικτικό εύρος τιμών : $1{,}62 \frac{m}{s} \leq \|\vec{υ}_0\| \leq 1{,}64 \frac{m}{s}$	**3 μον.**

ε. Το πείραμα επαναλήφθηκε στην ίδια τοποθεσία, από το ίδιο αρχικό ύψος, με αρχική ταχύτητα μικρότερου μέτρου.

i. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες, τη μορφή που θα είχε η γραφική παράσταση $y = f(x^2)$.

(1 μονάδα)

Μορφή ΙΙ.	**1 μον.**



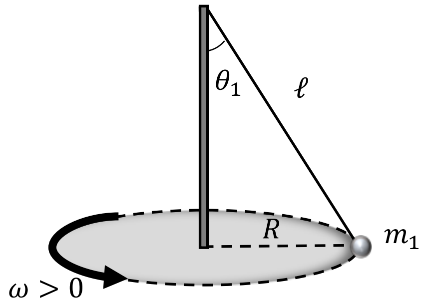
ii. Να εξηγήσετε την επιλογή σας.

(1 μονάδα)

Η τεταγμένη είναι η ίδια γιατί εκτοξεύονται από το ίδιο ύψος. Η κλίση δίνεται από τη σχέση $κλίση = -\frac{g}{2υ_o^2}$, άρα εάν μειωθεί το μέτρο της αρχικής ταχύτητας η κλίση θα έχει μεγαλύτερη απόλυτη τιμή. Δεκτή απάντηση και η εξήγηση ότι εάν μειωθεί το μέτρο της αρχικής ταχύτητας θα μειωθεί η μέγιστη οριζόντια μετατόπιση.	**1 μον.**

Ερώτηση 8

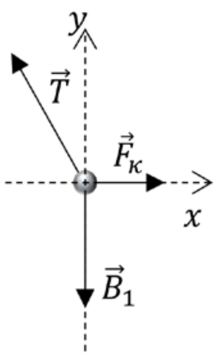
Ένας χορευτής της τελετής Danza de los Voladores στο Μεξικό, δένεται με σχοινί και περιστρέφεται σε οριζόντια κυκλική τροχιά όπως φαίνεται στην πιο κάτω φωτογραφία. Μια προσέγγιση της κίνησης του χορευτή γίνεται με το κωνικό εκκρεμές που βλέπετε στο πιο κάτω σχήμα.



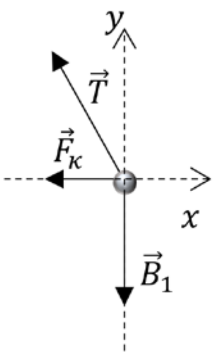
Όταν το σχοινί έχει μήκος ℓ, σχηματίζει γωνία θ_1 με την κατακόρυφο και ο χορευτής μάζας m_1 διαγράφει οριζόντια κυκλική τροχιά ακτίνας R με γωνιακή ταχύτητα ω.
Να θεωρήσετε το σχοινί αβαρές, μη εκτατό και τον χορευτή ως υλικό σημείο.

α. Να επιλέξετε από τα ακόλουθα, το σχήμα στο οποίο έχουν σχεδιαστεί σωστά οι δυνάμεις που ασκούνται στον χορευτή.

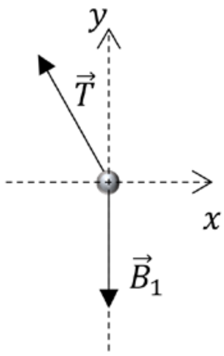
(1 μονάδα)



Σχήμα I



Σχήμα II



Σχήμα III

Σχήμα III	**1 μον.**

β. i. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες, την ορθή σχέση που ισχύει για τα μέτρα των συνιστωσών $\left|\sum \vec{F}_x\right|$ και $\left|\sum \vec{F}_y\right|$ της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στον χορευτή.

(1 μονάδα)

Σχέση I: $\left|\sum \vec{F}_x\right| = 0 \; \kappa\alpha\iota \; \left|\sum \vec{F}_y\right| = m_1\omega^2 R$

Σχέση II: $\left|\sum \vec{F}_x\right| = 0 \; \kappa\alpha\iota \; \left|\sum \vec{F}_y\right| = 0$

Σχέση III: $\left|\sum \vec{F}_x\right| = m_1\omega^2 R \; \kappa\alpha\iota \; \left|\sum \vec{F}_y\right| = 0$

Σχέση ΙΙΙ	**1 μον.**

ii. Να αποδείξετε ότι το μέτρο της τάσης του νήματος δίνεται από τη σχέση $|\vec{T}| = m_1\omega^2\ell$.

(3 μονάδες)

$\|\Sigma\vec{F}_x\| = m_1\omega^2 R \Rightarrow \|\vec{T}_x\| = m_1\omega^2 R$ **[1 μον.]** $\|\vec{T}\|\,\eta\mu\theta = m_1\omega^2 R$ **[1 μον.]** $R = \ell\eta\mu\theta$ **[1 μον.]** $\Rightarrow \|\vec{T}\| = m_1\omega^2\ell$	**3 μον.**

iii. Να αποδείξετε ότι το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας που χρειάζεται να έχει ο χορευτής για να διατηρεί την κυκλική του τροχιά δίνεται από τη σχέση $|\vec{\omega}| > \sqrt{\frac{g}{\ell}}$.

(4 μονάδες)

$\|\Sigma\vec{F}_y\| = 0 \Rightarrow \|\vec{T}\|\,\sigma\upsilon\nu\theta = m_1 g$ **[1 μον.]** $\sigma\upsilon\nu\theta = \frac{m_1 g}{m_1\omega^2\ell}$ **[1 μον.]** $\sigma\upsilon\nu\theta < 1$ **[1 μον.]** $\frac{g}{\omega^2\ell} < 1 \Rightarrow \|\vec{\omega}\| > \sqrt{\frac{g}{\ell}}$ **[1 μον.]**	**4 μον.**

γ. Ένας δεύτερος χορευτής με μάζα $m_2 > m_1$, παίρνει τη θέση του πρώτου, χωρίς να γίνει καμία άλλη αλλαγή στη διάταξη. Το νήμα του εκκρεμούς δημιουργεί γωνία με την κατακόρυφο θ_2. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες, την ορθή σχέση σύγκρισης μεταξύ των γωνιών θ_1 του αρχικού χορευτή και θ_2.

(1 μονάδα)

Σχέση Ι: $\theta_2 < \theta_1$

Σχέση ΙΙ: $\theta_2 = \theta_1$

Σχέση ΙΙΙ: $\theta_2 > \theta_1$

Σχέση ΙΙ	**1 μον.**

Ερώτηση 9

α. Ο γενικευμένος δεύτερος νόμος του Νεύτωνα για ένα σώμα περιγράφεται με την μαθηματική έκφραση $\sum\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}, \Delta t \to 0s$. Να γράψετε τι εκφράζει ο αριθμητής του κλάσματος.

(1 μονάδα)

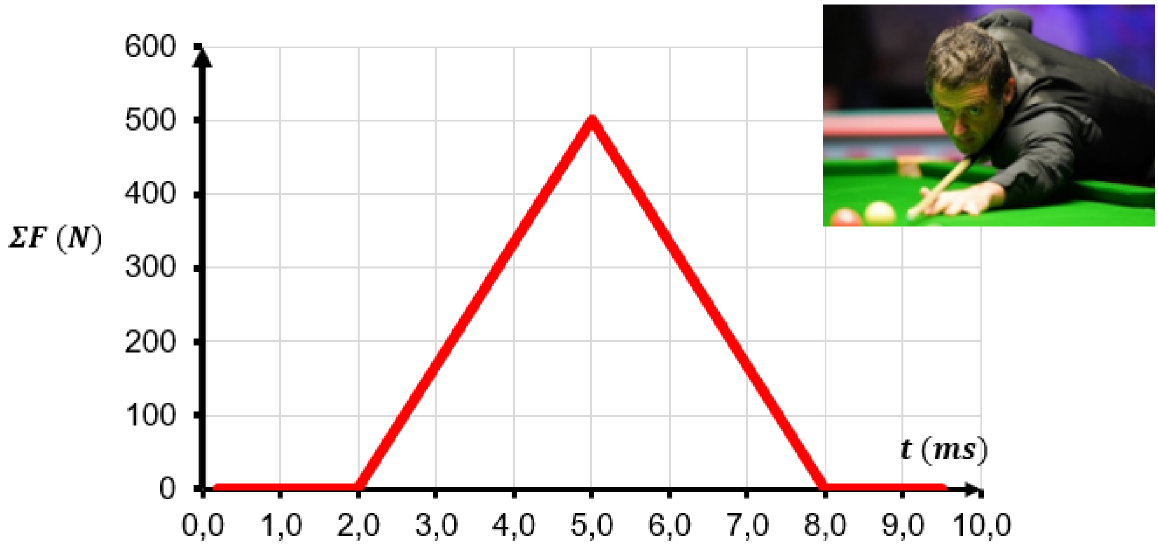
Τη μεταβολή της ορμής. Αποδεκτή η απάντηση: Ώθηση της συνισταμένης δύναμης στο απειροστό χρονικό διάστημα.	**1 μον.**

β. Χρησιμοποιώντας τη γενικευμένη μορφή του δεύτερου νόμου του Νεύτωνα, να δείξετε σε ποια άλλη μονάδα μέτρησης μπορεί να εκφραστεί η ορμή ενός σώματος, εκτός από $kg\frac{m}{s}$.

(1 μονάδα)

Η μεταβολή της ορμής, ισούται με το γινόμενο της συνισταμένης δύναμης επί τη χρονική διάρκεια. $1\ kg\frac{m}{s} = 1\ Ns$	**1 μον.**

γ. Η άσπρη μπάλα του μπιλιάρδου είναι αρχικά ακίνητη πάνω στο τραπέζι. Από το χτύπημα της στέκας η μπάλα δέχεται οριζόντια συνισταμένη δύναμη, της οποίας η αλγεβρική τιμή περιγράφεται κατά προσέγγιση από την παρακάτω γραφική παράσταση.



Η διάρκεια της αλληλεπίδρασης στέκας μπάλας είναι της τάξης των $ms = 10^{-3}\ s$.

i. Να προσδιορίσετε τη χρονική στιγμή που ξεκίνησε η αλληλεπίδραση της στέκας με τη μπάλα.

(1 μονάδα)

Ορθή απάντηση $2{,}0\ m\,s$.	**1 μον.**

ii. Να δείξετε ότι η αλγεβρική τιμή της μεταβολής της ορμής της μπάλας, στο χρονικό διάστημα της αλληλεπίδρασης, είναι $\Delta p = 1{,}5\ kg\,\frac{m}{s}$.

(3 μονάδες)

Το εμβαδόν ισούται με την ώθηση της συνισταμένης δύναμης. **[1 μον.]** $\Omega_{2{,}0\ ms \to 8{,}0\ ms} = \frac{1}{2}[(8{,}0 - 2{,}0) \times 10^{-3} s] 50{,}0 \times 10^{1} N$ **[1 μον.]** Η μεταβολή της ορμής ταυτίζεται με την ώθηση της συνισταμένης δύναμης $\Delta P_{2{,}0\ ms \to 8{,}0\ ms} = \Omega_{2{,}0\ ms \to 8{,}0\ ms} = 1{,}5\ Ns$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

iii. Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή της μέσης συνισταμένης δύναμης στη μπάλα στο χρονικό διάστημα της αλληλεπίδρασης.

(2 μονάδες)

$(\sum F)_\mu = \frac{\Delta P_{2{,}0\ ms \to 8{,}0\ ms}}{\Delta t_{2{,}0\ ms \to 8{,}0\ ms}} = \frac{\Omega_{2{,}0\ ms \to 8{,}0\ ms}}{\Delta t_{2{,}0\ ms \to 8{,}0\ ms}}$. **[1 μον.]** $(\sum F)_\mu = \frac{1{,}5\ Ns}{(8{,}0-2{,}0) \times 10^{-3} s} = 250\ N$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

iv. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της μπάλας με μάζα $m = 0{,}16\ kg$ τη χρονική στιγμή $t_1 = 8{,}0\ m\,s$.

(3 μονάδες)

$m(v_2 - v_1) = \Delta P$ **[1 μον.]** $v_2 = \frac{\Delta P}{m} - v_1$, όπου $v_1 = 0\,\frac{m}{s}$ **[1 μον.]** $v_{8{,}0\ ms} = \frac{\Delta P_{2{,}0\ ms \to 8{,}0\ ms}}{m} = \frac{1{,}5\ Ns}{0{,}16\ kg} \approx 9{,}4\,\frac{m}{s}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**