ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΕΝΙΑΙΑ ΓΡΑΠΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ Α΄ ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ 2021-22
Β΄ ΤΑΞΗΣ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ (Α΄ ΣΕΙΡΑ)
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: Β038

ΟΔΗΓΟΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΓΡΑΠΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ: <u>90 λεπτά</u>
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: ΠΕΜΠΤΗ 20 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2022

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

- Οι διορθωτές ακολουθούν τον οδηγό διόρθωσης και όχι τις προσωπικές τους απόψεις ή αντιλήψεις.

- Για κάθε σημείο που απαντά ο μαθητής βαθμολογείται με 1 μονάδα όπως φαίνεται στον οδηγό διόρθωσης. Δεν δίνεται ½ ή ¼ της μονάδας.

- Γίνεται διόρθωση με θετικό πνεύμα και ο μαθητής κερδίζει τη μονάδα γι' αυτό που έχει δείξει ότι ξέρει και δεν τιμωρείται για ότι έχει παραλείψει. Από την άλλη η διόρθωση δεν πρέπει να χαρακτηρίζεται από αδικαιολόγητη επιείκεια.

- Κάθε επιστημονικά ορθή επίλυση άσκησης ή απάντηση ερώτησης θεωρείται ορθή εκτός αν καθορίζεται από την εκφώνηση η Αρχή ή και ο νόμος που θα εφαρμοστεί στη συγκεκριμένη περίπτωση και δεν εφαρμόστηκε.

- Δεν αφαιρούνται μονάδες για τα σημαντικά ψηφιά των απαντήσεων στα σημεία που δεν ζητείται η απάντηση να δοθεί με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

- Δεν αφαιρούνται μονάδες για την παράλειψη μονάδων μέτρησης στις ενδιάμεσες πράξεις.

- Δεν αφαιρούνται μονάδες από μεταφερόμενα λάθη στους υπολογισμούς.

- Δεν αφαιρούνται μονάδες σε κάποιο υποερώτημα στην περίπτωση που σε προηγούμενο υποερώτημα δόθηκε λάθος απάντηση (και ως εκ τούτου δεν δόθηκαν οι μονάδες στο υποερώτημα αυτό) με την οποία όμως ήταν συνεπής η απάντηση του υποερωτήματος.

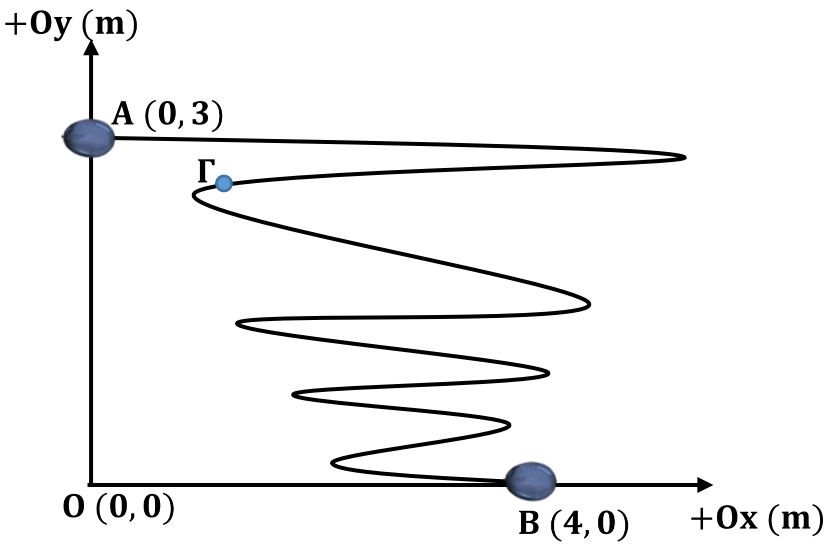
- Στην περίπτωση που η παράλειψη μονάδας μέτρησης στην απάντηση είχε ως αποτέλεσμα να μην δοθεί η μονάδα σε κάποιο υποερώτημα μιας άσκησης στα υπόλοιπα υποερώτηματα της ίδιας άσκησης να δίνεται. Δηλαδή, η παράλειψη μονάδων μέτρησης στις απαντήσεις δεν μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια μονάδων περισσότερων από μία μονάδα σε κάθε άσκηση.

- Λάθος συμβολισμός στη μονάδα μέτρησης όπως j αντί J δεν τιμωρείται.

- Σε μερικές περιπτώσεις, εκεί όπου καθορίζεται στον οδηγό, θα υπάρχουν συνέπειες στη βαθμολόγηση για την ευκρίνεια στη διατύπωση και στο σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων και σχημάτων.

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από έξι (6) θέματα. Το κάθε θέμα βαθμολογείται με πέντε (5) μονάδες. Να απαντήσετε <u>και</u> στα έξι (6) θέματα.

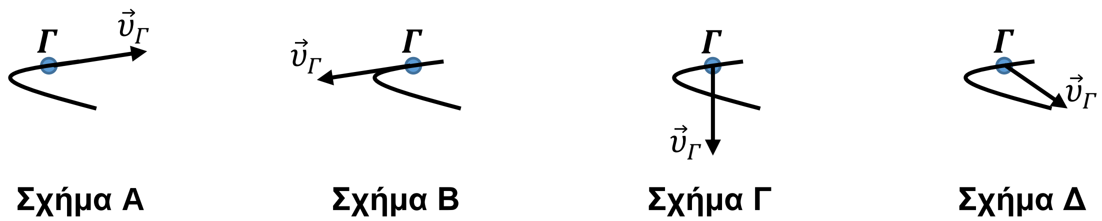
1. **α.** Στο σχήμα 1 φαίνεται η τροχιά που ακολουθεί ένα μπαλόνι κατά το χρονικό διάστημα στο οποίο ξεφουσκώνει. Το μπαλόνι λύνεται στο σημείο Α το οποίο έχει συντεταγμένες $(0\ \mathrm{m}, 3\ \mathrm{m})$, κινείται άτακτα στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο ακολουθώντας την τροχιά του σχήματος και προσγειώνεται στο σημείο Β στο έδαφος το οποίο έχει συντεταγμένες $(4\ \mathrm{m}, 0\ \mathrm{m})$.



Σχήμα 1

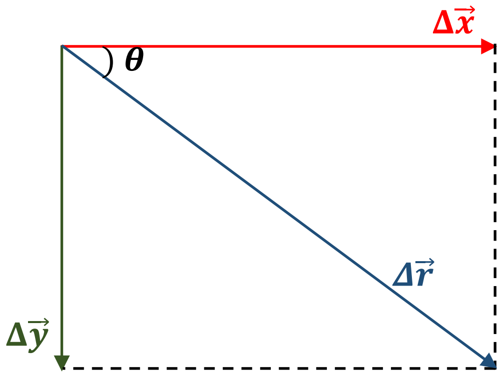
i. Να επιλέξετε από τα ακόλουθα σχήματα, εκείνο στο οποίο αναπαρίσταται ορθά το διάνυσμα της ταχύτητας του μπαλονιού τη στιγμή που διέρχεται από το σημείο Γ της τροχιάς του.

(1 μονάδα)

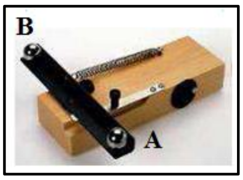


Ορθό το σχήμα Β. **[1 μον.]**	**1 μον.**

ii. Να υπολογίσετε το μέτρο και να καθορίσετε τη διεύθυνση του διανύσματος της μετατόπισης του μπαλονιού για την κίνηση που κάνει από το σημείο Α στο σημείο Β.
(3 μονάδες)

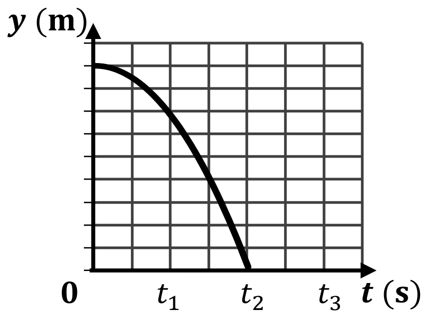
$\Delta x = 4\ \mathrm{m} - 0\ \mathrm{m} = 4\ \mathrm{m}$ $\Delta y = 0\ \mathrm{m} - 3\ \mathrm{m} = -3\ \mathrm{m}$ Υπολογισμός μετατόπισης στον οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα. **[1 μον.]** $\lvert\Delta\vec{r}\rvert = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(4\ \mathrm{m})^2 + (-3\ \mathrm{m})^2} = 5\ \mathrm{m}$ **[1 μον.]** $\varepsilon\varphi\theta = \frac{\lvert\Delta y\rvert}{\lvert\Delta x\rvert} = \frac{3\ \mathrm{m}}{4\ \mathrm{m}} = 0{,}75 \Rightarrow \theta = 37°$ **[1 μον.]**  	**3 μον.**

β. Μια ομάδα μαθητών και μαθητριών χρησιμοποίησε τη συσκευή του σχήματος 2 για να μελετήσει την Αρχή Ανεξαρτησίας των Κινήσεων. Πιέζοντας τη σκανδάλη η σφαίρα Α εκτοξεύθηκε με αρχική οριζόντια ταχύτητα ενώ η σφαίρα Β έχασε τη στήριξή της και κινήθηκε, από το ίδιο ύψος, κατακόρυφά προς το έδαφος. Η αντίσταση του αέρα κατά την κίνηση των δύο σφαιρών θεωρείται αμελητέα.

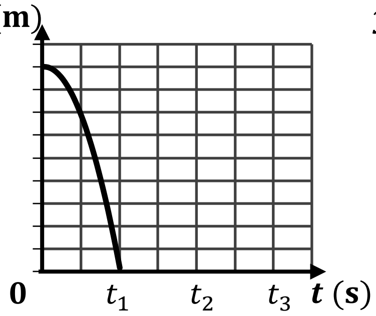


Σχήμα 2

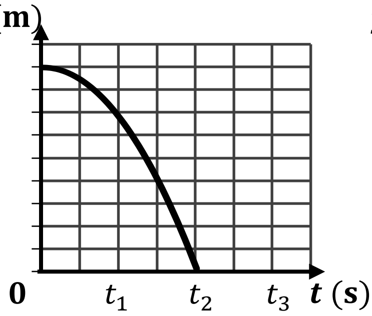
Το διάγραμμα που ακολουθεί αντιστοιχεί στην κατακόρυφη θέση της σφαίρας Α σε σχέση με τον χρόνο.



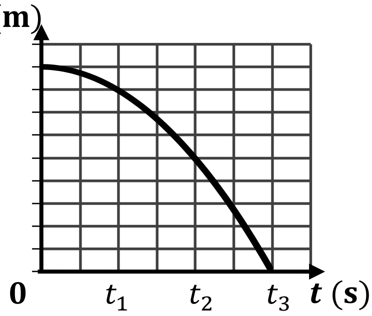
Να επιλέξετε από τα ακόλουθα διαγράμματα, εκείνο που αντιστοιχεί στην κατακόρυφη θέση της σφαίρας Β σε σχέση με τον χρόνο.



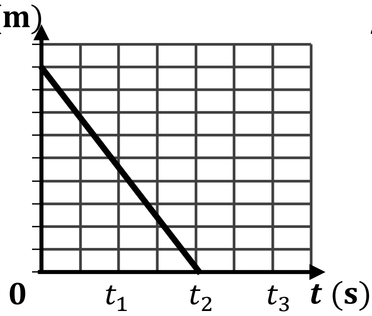
Διάγραμμα Α



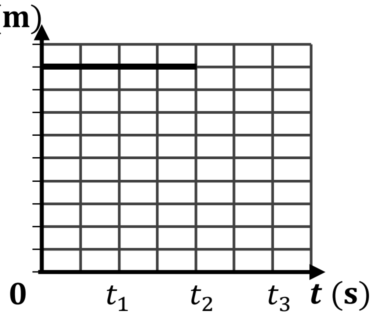
Διάγραμμα Β



Διάγραμμα Γ



Διάγραμμα Δ

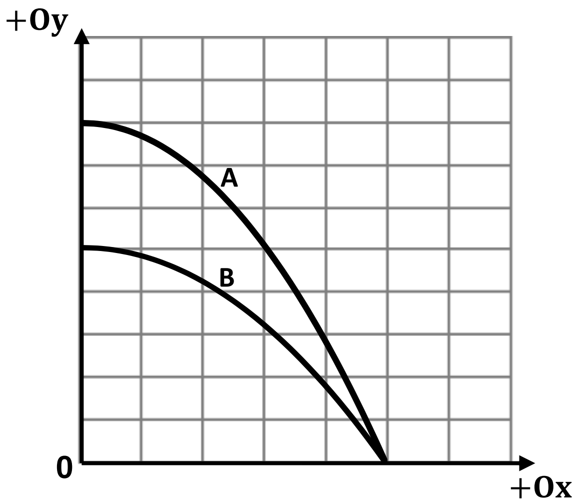


Διάγραμμα Ε

(1 μονάδα)

Ορθό το διάγραμμα Β. **[1 μον.]**	**1 μον.**

2. Στο σχήμα 3 φαίνονται οι τροχιές δύο σφαιρών Α και Β, οι οποίες εκτοξεύθηκαν σε οριζόντια διεύθυνση με ταχύτητες $\vec{\upsilon}_A$ και $\vec{\upsilon}_B$ αντίστοιχα, και κινήθηκαν μόνο υπό την επίδραση του βάρους τους μέχρι να φτάσουν στο οριζόντιο έδαφος.



Σχήμα 3

α. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες, την ορθή σχέση μεταξύ του χρόνου πτήσης των δύο σφαιρών.

$t_A > t_B$	$t_A = t_B$	$t_A < t_B$
Σχέση Α	**Σχέση Β**	**Σχέση Γ**

(1 μονάδα)

Ορθή η σχέση Α. **[1 μον.]**	**1 μον.**

β. Να επιλέξετε από τις ακόλουθες, την ορθή σχέση μεταξύ των μέτρων $|\vec{\upsilon}_A|$ και $|\vec{\upsilon}_B|$ των αρχικών ταχυτήτων των δύο σφαιρών.

$|\vec{\upsilon}_A| > |\vec{\upsilon}_B|$	$|\vec{\upsilon}_A| = |\vec{\upsilon}_B|$	$|\vec{\upsilon}_A| < |\vec{\upsilon}_B|$
Σχέση Α	**Σχέση Β**	**Σχέση Γ**

(1 μονάδα)

Ορθή η σχέση Γ. **[1 μον.]**	**1 μον.**

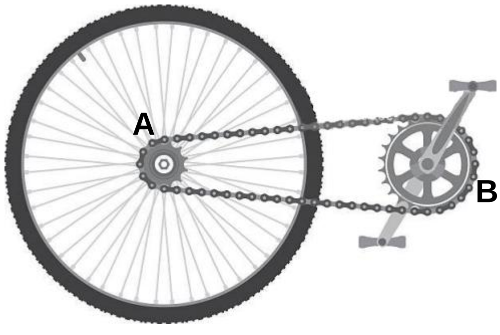
γ. Οι πιο πάνω βολές επαναλαμβάνονται (χωρίς να αλλάξουν η αρχική ταχύτητα της κάθε σφαίρας και το ύψος από το οποίο γίνεται η κάθε βολή) σε περιοχή όπου το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι μικρότερο. Να εξηγήσετε, με βάση την Αρχή Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας, πώς θα αλλάξει το μέτρο της ταχύτητας με την οποία η κάθε μία από τις σφαίρες φθάνει στο έδαφος.

(3 μονάδες)

<table>
<tr><td>Σε περιοχή όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι μικρότερη, τόσο η αρχική βαρυτική δυναμική ενέργεια του συστήματος σφαίρας – Γης ($U^{\beta\alpha\rho}_{\delta\upsilon\nu,\alpha\rho\chi} = mgh$) όσο και η μηχανική ενέργεια της κάθε σφαίρας θα είναι μικρότερες. [1 μον.]
Αφού η μηχανική ενέργεια της κάθε σφαίρας διατηρείται κατά την κίνησή της, όταν η κάθε σφαίρα φθάνει στο έδαφος όλη η μηχανική της ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια. Συνεπώς η κάθε σφαίρα θα φθάνει στο έδαφος με μικρότερη κινητική ενέργεια, [1 μον.]
άρα και με ταχύτητα μικρότερου μέτρου. [1 μον.]

Εναλλακτικά,
$E^{\alpha\rho\chi}_{\mu\eta\chi} = E^{\tau\varepsilon\lambda}_{\mu\eta\chi} \Rightarrow U^{\alpha\rho\chi}_{\beta\alpha\rho} + E^{\alpha\rho\chi}_{\kappa\iota\nu} = U^{\tau\varepsilon\lambda}_{\beta\alpha\rho} + E^{\tau\varepsilon\lambda}_{\kappa\iota\nu}$ [1 μον.]
$\Rightarrow mgh + \frac{1}{2}m\upsilon^2_{\alpha\rho\chi} = \frac{1}{2}m\upsilon^2_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow |\vec{\upsilon}_{\tau\varepsilon\lambda}| = \sqrt{2gh + \upsilon^2_{\alpha\rho\chi}}$ [1 μον.]
Αν η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι μικρότερη, τότε η κάθε σφαίρα θα φθάνει στο έδαφος με ταχύτητα μικρότερου μέτρου. [1 μον.]</td><td>3 μον.</td></tr>
</table>

3. Στο σχήμα 4 φαίνεται ο πίσω τροχός ενός ποδηλάτου. Ο τροχός περιστρέφεται με τη βοήθεια ενός συστήματος δύο γραναζιών Α και Β που συνδέονται με αλυσίδα. Το γρανάζι Α έχει ακτίνα $R_A = 0{,}045\ \mathrm{m}$ και το γρανάζι Β έχει ακτίνα $R_B = 0{,}150\ \mathrm{m}$.



Σχήμα 4

Ο ποδηλάτης, κάνοντας πετάλι, περιστρέφει το γρανάζι Β με σταθερό ρυθμό ώστε να διαγράφει 90 στροφές το λεπτό.

α. Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας με την οποία περιστρέφεται το γρανάζι Β.

(1 μονάδα)

$\lvert\vec{\omega}_B\rvert = \left\lvert\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\right\rvert = \frac{2\pi(90\ \text{στροφές})}{60\ \mathrm{s}} = 3{,}0\pi\ \mathrm{rad/s}$ **[1 μον.]** Εναλλακτικά, $f_B = \left(90\,\frac{\text{στροφές}}{\mathrm{min}}\right)\left(\frac{1\ \mathrm{min}}{60\ \mathrm{s}}\right) = 1{,}5\ \mathrm{Hz}$ $\lvert\vec{\omega}_B\rvert = 2\pi f = 2\pi(1{,}5\ \mathrm{Hz}) = 3{,}0\pi\ \ \mathrm{rad/s}$ **[1 μον.]**	**1 μον.**

β. Να υπολογίσετε το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας ενός σημείου της περιφέρειας του γραναζιού Β.

(1 μονάδα)

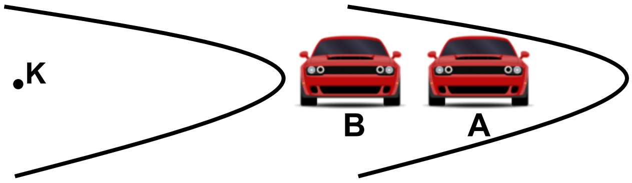
$\lvert\vec{\upsilon}_B\rvert = \lvert\vec{\omega}_B\rvert R_B \Rightarrow \lvert\vec{\upsilon}_B\rvert = (3{,}0\pi\ \mathrm{rad/s})(0{,}150\ \mathrm{m}) = 0{,}45\pi\ \mathrm{m/s}$ **[1 μον.]**	**1 μον.**

γ. Να υπολογίσετε την περίοδο της κίνησης που εκτελεί ένα σημείο της περιφέρειας του γραναζιού Α.

(3 μονάδες)

Το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας των σημείων στην περιφέρεια των δύο γραναζιών είναι το ίδιο. $\lvert\vec{\upsilon}_A\rvert = \lvert\vec{\upsilon}_B\rvert$ **[1 μον.]** $\lvert\vec{\omega}_A\rvert R_A = \lvert\vec{\omega}_B\rvert R_B \Rightarrow \lvert\vec{\omega}_A\rvert = \frac{\lvert\vec{\omega}_B\rvert R_B}{R_A} = \frac{(3{,}0\pi\ \mathrm{rad/s})(0{,}150\ \mathrm{m})}{(0{,}045\ \mathrm{m})}$ $\Rightarrow \lvert\vec{\omega}_A\rvert = 10\pi\ \mathrm{rad/s}$ **[1 μον.]** $T_A = \frac{2\pi}{\lvert\vec{\omega}_A\rvert} = \frac{2\pi}{(10\pi\ \mathrm{rad/s})} = 0{,}20\ \mathrm{s}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

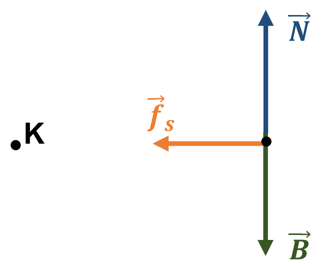
4. Στο σχήμα 5 φαίνεται η πρόσοψη δύο αυτοκινήτων Α και Β σε μία χρονική στιγμή t, καθώς διαγράφουν μία οριζόντια στροφή της πίστας στην οποία διαγωνίζονται. Τα δύο αυτοκίνητα κινούνται με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα, ώστε να παραμένουν στην κυκλική τους τροχιά ακτίνας R_A και R_B αντίστοιχα (όπου $R_A > R_B$). Ο συντελεστής τριβής, μ_s, των ελαστικών των δύο αυτοκινήτων με το οδόστρωμα είναι ο ίδιος.



Σχήμα 5

α. i. Να σχεδιάσετε, σε διάγραμμα ελεύθερου σώματος, τις δυνάμεις που δρουν στο αυτοκίνητο Α κατά την κίνησή του στη στροφή. Στο σχήμα σας να φαίνεται το κέντρο (Κ) της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το αυτοκίνητο.

(1 μονάδα)

Ορθός σχεδιασμός και των τριών δυνάμεων. **[1 μον.]** 	**1 μον.**

ii. Να προσδιορίσετε τη δύναμη που δρα ως κεντρομόλος κατά την κίνηση του αυτοκινήτου Α στη στροφή.

(1 μονάδα)

Η δύναμη που δρα ως κεντρομόλος είναι η στατική τριβή μεταξύ των τροχών του αυτοκίνητου και του οδοστρώματος. **[1 μον.]**	**1 μον.**

β. Να δείξετε ότι τη χρονική στιγμή t, στην οποία τα αυτοκίνητα κινούνται με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα ώστε να παραμένουν στην κυκλική τους τροχιά, το μέτρο της ταχύτητας του αυτοκινήτου Α είναι μεγαλύτερο από το μέτρο της ταχύτητας του αυτοκινήτου Β.

(3 μονάδες)

$\left.\begin{array}{l}\Sigma F_y = 0 \implies \lvert\vec{N}\rvert - \lvert\vec{B}\rvert = 0 \implies \lvert\vec{N}\rvert = \lvert\vec{B}\rvert = mg \\ \Sigma F_x = m.a_k \implies \lvert\vec{f_s}\rvert = \frac{mv^2}{\mathrm{R}}\end{array}\right\}$ **[1 μον.]** Τη χρονική στιγμή t: $\lvert\vec{f_s}\rvert = \lvert\vec{f}_{s,\mu\varepsilon\gamma}\rvert \implies \frac{mv_{\mu\varepsilon\gamma}^2}{R} = \mu_s\lvert\vec{N}\rvert \implies \frac{mv_{\mu\varepsilon\gamma}^2}{R} = \mu_s mg$ $\implies \lvert\vec{v}_{\mu\varepsilon\gamma}\rvert = \sqrt{\mu_s gR}$ **[1 μον.]** Αφού, $R_A > R_B \implies \lvert\vec{v}_{\mu\varepsilon\gamma,A}\rvert > \lvert\vec{v}_{\mu\varepsilon\gamma,B}\rvert$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

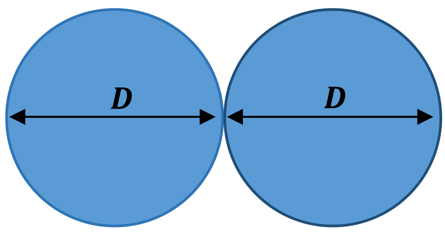
5. α. Να διατυπώσετε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης.

(1 μονάδα)

Ορθή διατύπωση. **[1 μον.]**	**1 μον.**

β. Η σφαίρα που χρησιμοποιείται στο αγώνισμα της σφαιροβολίας έχει διάμετρο $D = 120\ \mathrm{mm}$ και μάζα $m = 7{,}26\ \mathrm{kg}$. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης της παγκόσμιας έλξης που ασκείται μεταξύ δύο σφαιρών του αγωνίσματος της σφαιροβολίας, όταν βρίσκονται σε επαφή, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.

(2 μονάδες)



Σχήμα 6

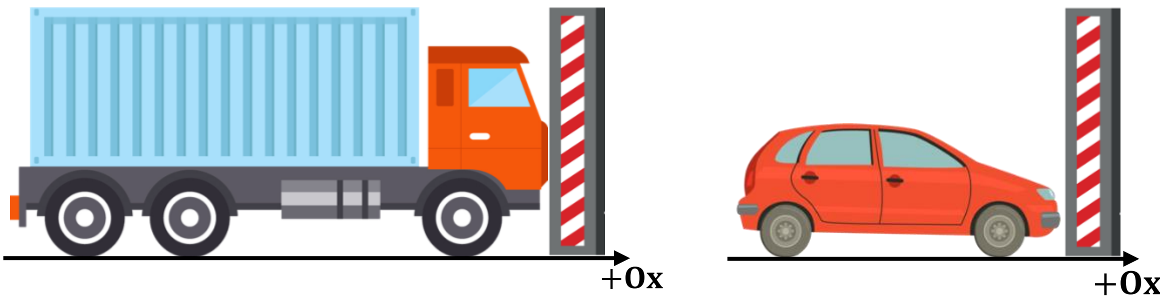
$\lvert\vec{F}_{1\to2}\rvert = \lvert\vec{F}_{2\to1}\rvert = G\frac{m_1m_2}{R^2}$ $\lvert\vec{F}_{1\to2}\rvert = \lvert\vec{F}_{2\to1}\rvert = (6{,}67 \times 10^{-11}\frac{\mathrm{Nm^2}}{\mathrm{kg^2}})\frac{(7{,}26\ \mathrm{kg})(7{,}26\ \mathrm{kg})}{(120\times10^{-3}\ \mathrm{m})^2}$ **[1 μον.]** $\lvert\vec{F}_{1\to2}\rvert = \lvert\vec{F}_{2\to1}\rvert = 2{,}44 \times 10^{-7}\ \mathrm{N}$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

γ. Να χρησιμοποιήσετε τον νόμο της παγκόσμιας έλξης για να δείξετε ότι το μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά ένα σώμα όταν αφεθεί ελεύθερο σε κάποιο ύψος από την επιφάνεια της Γης, δεν εξαρτάται από τη μάζα του σώματος.

(2 μονάδες)

Για σώμα Σ στο οποίο ασκείται μόνο βαρυτική δύναμη από τον πλανήτη: $\left\|\vec{F}_{\Gamma\to\Sigma}\right\| = m_{\Sigma}\|\vec{\alpha}\| \Longrightarrow \frac{GM_{\Gamma}m_{\Sigma}}{(R_{\Gamma}+h)^2} = m_{\Sigma}\|\vec{\alpha}\|$ **[1 μον.]** $\Longrightarrow \|\vec{\alpha}\| = \frac{GM_{\Gamma}}{(R_{\Gamma}+h)^2}$ (ή $\|\vec{\alpha}\| = \frac{GM_{\Gamma}}{r^2}$) **[1 μον.]**	**2 μον.**

6. Ένα φορτηγό μάζας M κι ένα μικρό αυτοκίνητο μάζας m κινούνται ευθύγραμμα προς έναν κατακόρυφο τοίχο όπως φαίνεται στο σχήμα 7. Η μάζα του φορτηγού είναι μεγαλύτερη από τη μάζα του μικρού αυτοκινήτου ($M > m$). Τα δύο οχήματα συγκρούονται με τον τοίχο τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ και ακινητοποιούνται σε αυτόν τη χρονική στιγμή t_1. Η σύγκρουση γίνεται για τις ανάγκες του προβλεπόμενου ελέγχου ασφαλείας (crash test) πριν τη διάθεση των συγκεκριμένων μοντέλων στην αγορά. Τη χρονική στιγμή t_0 τα δύο οχήματα έχουν **την ίδια κινητική ενέργεια.**



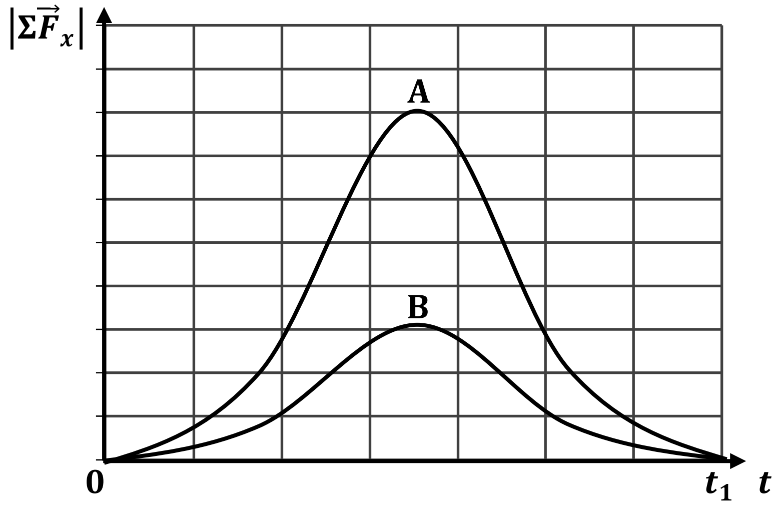
Σχήμα 7

α. Να εξηγήσετε ποιο από τα δύο οχήματα έχει μεγαλύτερη ορμή τη χρονική στιγμή t_0.

(2 μονάδες)

$E_{\kappa\iota\nu} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m} \Longrightarrow \|\vec{p}\| = \sqrt{2mE_{\kappa\iota\nu}}$ **[1 μον.]** Αφού τα δύο οχήματα έχουν την ίδια κινητική ενέργεια, μεγαλύτερη ορμή έχει το όχημα με τη μεγαλύτερη μάζα, δηλαδή το φορτηγό. **[1 μον.]**	**2 μον.**

β. Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται το μέτρο της οριζόντιας συνισταμένης δύναμης που δέχεται το κάθε όχημα σε σχέση με τον χρόνο, κατά το χρονικό διάστημα της επαφής του με τον τοίχο.



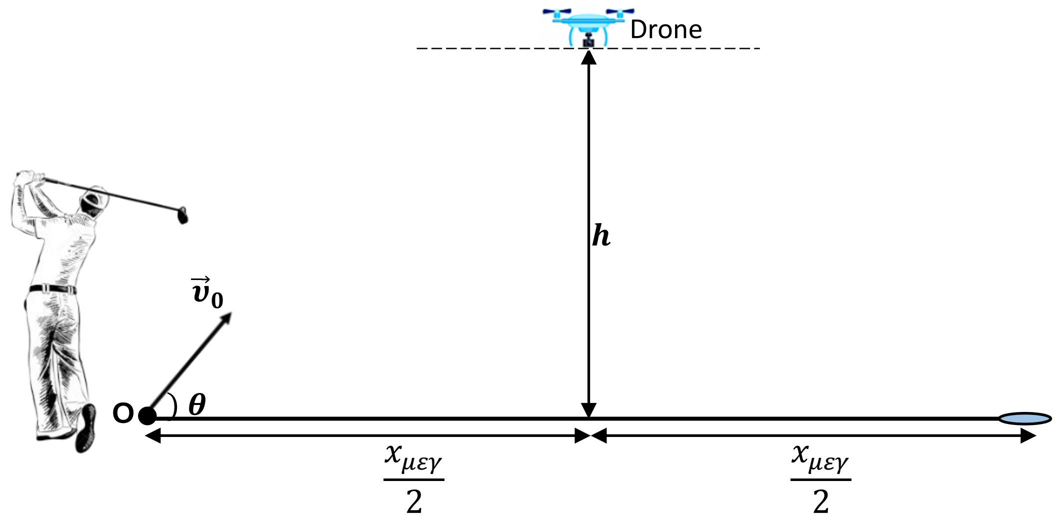
Να αναφέρετε ποιο από τα δύο διαγράμματα αντιστοιχεί στο μέτρο της οριζόντιας συνισταμένης δύναμης που δέχθηκε το φορτηγό. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

(3 μονάδες)

Αφού $p_{φορτ}^{αρχ} > p_{αυτοκ}^{αρχ}$ και $p_{φορτ}^{τελ} = p_{αυτοκ}^{τελ} = 0 \Longrightarrow \Delta p_{φορτ} > \Delta p_{αυτοκ}$ **[1 μον.]** Το εμβαδό της γραφικής παράστασης $\left|\Sigma\vec{F}_x\right| = f(t)$ είναι ίσο με το μέτρο της μεταβολής της ορμής. ⟹ Μεγαλύτερη μεταβολή στην ορμή απεικονίζεται στο διάγραμμα Α. **[1 μον.]** Το διάγραμμα Α αντιστοιχεί στο μέτρο της οριζόντιας συνισταμένης δύναμης που δέχθηκε το φορτηγό. **[1 μον.]**	**3 μον.**

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από τρία (3) θέματα. Το κάθε θέμα βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες. Να απαντήσετε <u>και</u> στα τρία (3) θέματα.

7. Στο σχήμα 8 φαίνεται ο πρωταθλητής του γκολφ, Dustin Johnson, να κτυπά μία μπάλα του γκολφ. Η μπάλα ξεκινά την κίνησή της, τη χρονική στιγμή $t = 0$ από το οριζόντιο έδαφος, με αρχική ταχύτητα μέτρου $|\vec{\upsilon}_0| = 50{,}0\ \mathrm{m/s}$ η οποία σχηματίζει γωνιά θ με τον οριζόντιο άξονα. Η βολή καταγράφεται από ένα drone το οποίο βρίσκεται σε ύψος h, **στο μέσο της μέγιστης οριζόντιας απόστασης που διανύει η μπάλα** μέχρι να φτάσει στο οριζόντιο έδαφος. Η αντίσταση από τον αέρα, κατά την κίνηση της μπάλας του γκολφ, θεωρείται αμελητέα.
Να θεωρήσετε ότι $\eta\mu(\theta) = 0{,}8$ και $\sigma\upsilon\nu(\theta) = 0{,}6$.
Το σχήμα δεν είναι σχεδιασμένο υπό κλίμακα.



Σχήμα 8

α. Να γράψετε τις εξισώσεις της ταχύτητας σε σχέση με τον χρόνο και της θέσης σε σχέση με τον χρόνο, για την κίνηση της μπάλας του γκολφ στον κάθε άξονα, αντικαθιστώντας σε αυτές τις τιμές των σταθερών όρων που δίδονται στην εκφώνηση.

(4 μονάδες)

$\upsilon_y = \upsilon_{0y} - gt \Rightarrow \upsilon_y = (50{,}0\ \mathrm{m/s})\eta\mu(\theta) - (9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t$ $\upsilon_y = (40{,}0\ \mathrm{m/s}) - (9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t$ **[1 μον.]** $\upsilon_x = \upsilon_{0x} \Rightarrow \upsilon_x = (50{,}0\ \mathrm{m/s})\sigma\upsilon\nu(\theta)$ $\upsilon_x = 30{,}0\ \mathrm{m/s}$ **[1 μον.]** $y = \upsilon_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow y = (50{,}0\ \mathrm{m/s})\eta\mu(\theta)t - \frac{1}{2}(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t^2$ $y = (40{,}0\ \mathrm{m/s})t - \frac{1}{2}(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t^2$ **[1 μον.]** $x = \upsilon_{0x}t \Rightarrow x = (50{,}0\ \mathrm{m/s})\sigma\upsilon\nu(\theta)t$ $x = (30{,}0\ \mathrm{m/s})t$ **[1 μον.]**	**4 μον.**

β. Το drone πετά στο μέγιστο ύψος που επιτρέπεται από τη νομοθεσία, $h = 120\ \mathrm{m}$. Να διερευνήσετε, αν το drone κινδυνεύει να κτυπηθεί από την μπάλα του γκολφ.

(3 μονάδες)

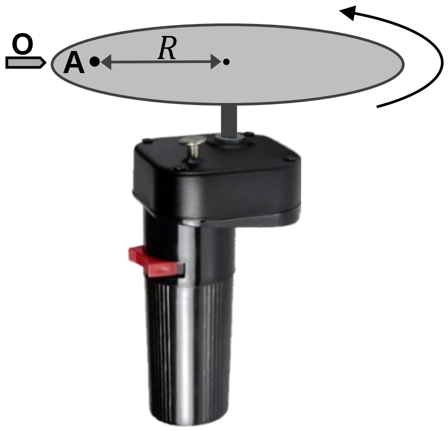
$\upsilon_y = (40{,}0\ \mathrm{m/s}) - (9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t$ $0 = (40{,}0\ \mathrm{m/s}) - (9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t_{\alpha\nu}$ $\Rightarrow t_{\alpha\nu} = 4{,}08\ \mathrm{s}$ **[1 μον.]** $y = (40{,}0\ \mathrm{m/s})t - \frac{1}{2}(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t^2$ $h_{\mu\varepsilon\gamma} = (40{,}0\ \mathrm{m/s})(4{,}08\ \mathrm{s}) - \frac{1}{2}(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})(4{,}08\ \mathrm{s})^2$ $\Rightarrow h_{\mu\varepsilon\gamma} = 81{,}5\ \mathrm{m}$ **[1 μον.]** Το drone δεν θα κτυπηθεί από την μπάλα του γκολφ, αφού $h > h_{\mu\varepsilon\gamma}$. **[1 μον.]** Δεκτές είναι και οι λύσεις με εφαρμογή της Αρχής Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας καθώς και με χρήση της σχέσης $\upsilon_y^2 = \upsilon_{0y}^2 - 2g\Delta y$.	**3 μον.**

γ. Να υπολογίσετε τη μέγιστη οριζόντια απόσταση που διανύει η μπάλα από τη στιγμή που εκτοξεύεται μέχρι τη στιγμή που επιστρέφει στο οριζόντιο έδαφος.

(3 μονάδες)

$y = (40{,}0\ \mathrm{m/s})t - \frac{1}{2}(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t^2$ $\Rightarrow 0 = (40{,}0\ \mathrm{m/s})t_{\pi\tau} - \frac{1}{2}(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t_{\pi\tau}^2$ **[1 μον.]** $0 = t_{\pi\tau}\left[(40{,}0\ \mathrm{m/s}) - \frac{1}{2}(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})t_{\pi\tau}\right]$ $\Rightarrow t_{\pi\tau} = 0\ \mathrm{s},\ t_{\pi\tau} = 8{,}15\ \mathrm{s}$ **[1 μον.]** $x_{\mu\varepsilon\gamma} = (30{,}0\ \mathrm{m/s})t_{\pi\tau} = (30{,}0\ \mathrm{m/s})(8{,}15\ \mathrm{s}) = 245\ \mathrm{m}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

8. Μια ομάδα μαθητών και μαθητριών μελέτησε στο εργαστήριο Φυσικής την ομαλή κυκλική κίνηση, χρησιμοποιώντας έναν μηχανισμό περιστροφής της σούβλας ο οποίος περιστρέφεται αριστερόστροφα. Τα μέλη της ομάδας στερέωσαν στον μηχανισμό περιστροφής έναν δίσκο από χαρτόνι στον οποίο σημείωσαν ένα σημείο Α σε απόσταση R από το κέντρο του δίσκου, όπως φαίνεται στο σχήμα 9. Στον πίνακα 1 φαίνονται οι μετρήσεις της γωνίας θέσης του σημείου Α (για κάθε φορά που περνούσε από το σημείο Ο) σε σχέση με τον χρόνο όπως τις έχουν καταγράψει τα μέλη της ομάδας.



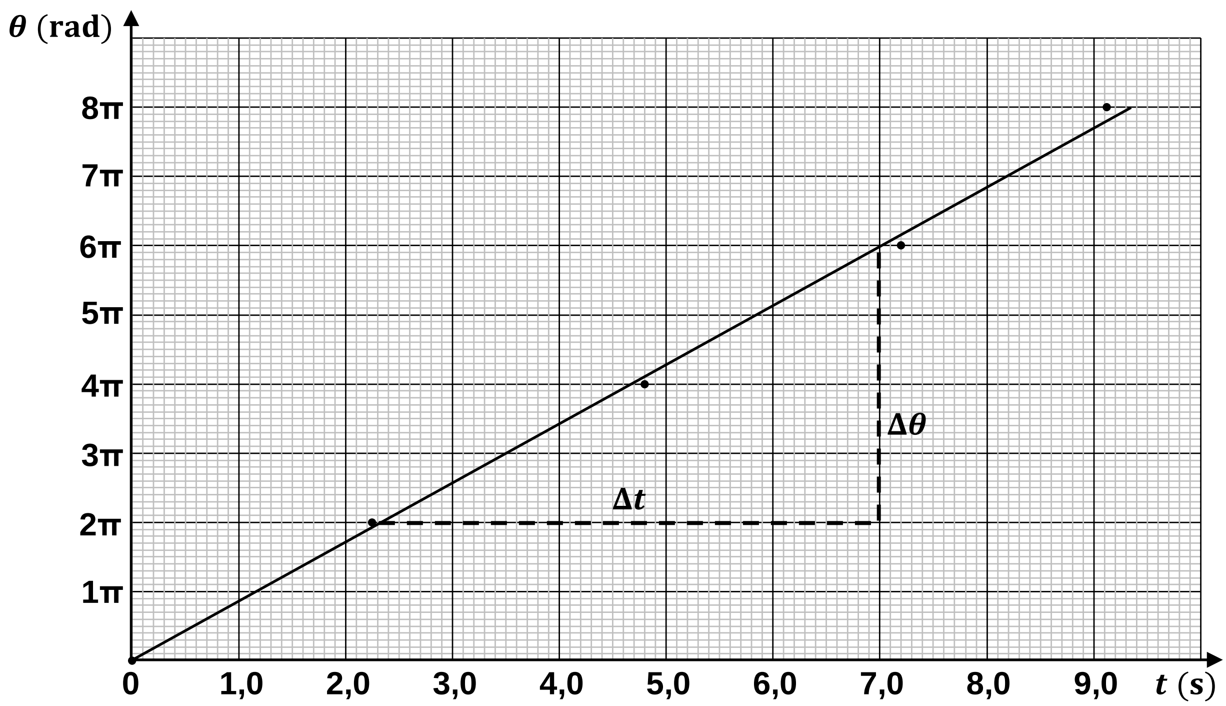
Σχήμα 9

Πίνακας 1

$\boldsymbol{\theta}$ (rad)	$\boldsymbol{t}$ (s)
0	0
2π	2,25
4π	4,80
6π	7,20
8π	9,12

α. Να χαράξετε, σε βαθμονομημένους άξονες στο τετραγωνισμένο χαρτί του τετραδίου απαντήσεών σας, τη γραφική παράσταση γωνίας θέσης – χρόνου, $\theta = f(t)$, για την κίνηση του σημείου Α.

(4 μονάδες)



Ορθή βαθμονόμηση των δύο αξόνων. **[1 μον.]** Ορθό φυσικό μέγεθος και ορθή μονάδα μέτρησης στους δύο άξονες. **[1 μον.]** Ορθή τοποθέτηση σημείων. **[1 μον.]** Ορθή χάραξη του γραφήματος. **[1 μον.]**	**4 μον.**

β. Να χρησιμοποιήσετε τη γραφική παράσταση γωνίας θέσης – χρόνου, $\theta = f(t)$, που χαράξατε, για να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα του σημείου Α.

(2 μονάδες)

$\omega = \kappa\lambda \acute{\iota}\sigma\eta$ **[1 μον.]** Επιλογή κατάλληλων σημείων από τη γραφική παράσταση $\theta = f(t)$ και σχηματισμός τριγώνου σε αυτή. $\omega = \frac{6\pi\ \mathrm{rad} - 2\pi\ \mathrm{rad}}{7{,}00\ \mathrm{s} - 2{,}30\ \mathrm{s}} = 0{,}851\pi\ \ \mathrm{rad/s} = 2{,}67\ \mathrm{rad/s}$ **[1 μον.]**	**2 μον.**

γ. Αφού η ομάδα ολοκλήρωσε τη λήψη των μετρήσεων, μία μαθήτρια πάτησε τον διακόπτη του μηχανισμού με αποτέλεσμα το μέτρο της γωνιακής του ταχύτητας να αρχίσει να μειώνεται με σταθερό ρυθμό, μέχρι να σταματήσει να περιστρέφεται μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t = 0{,}50\ \mathrm{s}$.

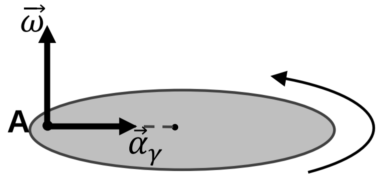
i. Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του σημείου Α, κατά το χρονικό διάστημα στο οποίο η γωνιακή του ταχύτητα μειώνεται μέχρι να σταματήσει.

(1 μονάδα)

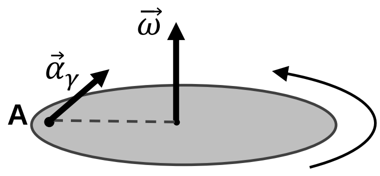
$\left\|\vec{\alpha}_\gamma\right\| = \frac{\|\Delta\vec{\omega}\|}{\Delta t} = \frac{\|0\ \mathrm{rad/s} - 2{,}67\ \mathrm{rad/s}\|}{0{,}50\ \mathrm{s}} = 5{,}3\ \mathrm{rad/s^2}$ **[1 μον.]**	**1 μον.**

ii. Να επιλέξετε από τα ακόλουθα σχήματα, εκείνο στο οποίο αναπαρίστανται ορθά τα διανύσματα της γωνιακής ταχύτητας και της γωνιακής επιτάχυνσης του σημείου Α, σε κάποια χρονική στιγμή κατά την οποία το μέτρο της γωνιακής του ταχύτητας μειώνεται. Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

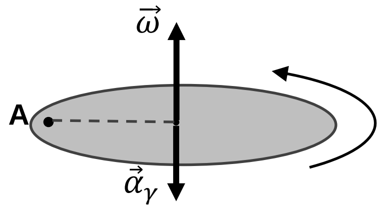
(3 μονάδες)



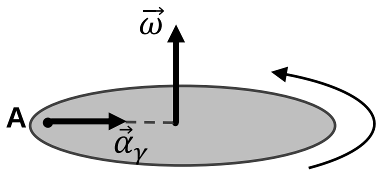
Σχήμα Α



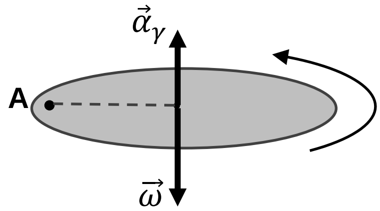
Σχήμα Β



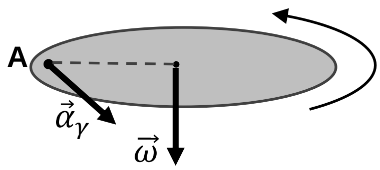
Σχήμα Γ



Σχήμα Δ



Σχήμα Ε



Σχήμα Στ

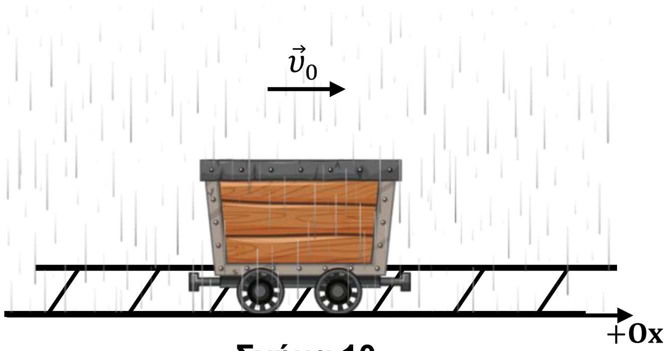
Ορθό το σχήμα Γ. **[1 μον.]** Το σημείο Α περιφέρεται αριστερόστροφα άρα η γωνιακή ταχύτητα έχει κατεύθυνση προς τα πάνω (κανόνας δεξιάς παλάμης). **[1 μον.]** Τα διανύσματα πρέπει να είναι αντίρροπα αφού το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του σημείου Α μειώνεται. **[1 μον.]**	**3 μον.**

9. **α.** Να διατυπώσετε τον γενικευμένο 2^{ο} νόμο του Νεύτωνα.

(1 μονάδα)

Ορθή διατύπωση. **[1 μον.]**	**1 μον.**

β. Ένα βαγόνι με ανοικτή οροφή κινείται σε μία ευθύγραμμη σιδηροτροχιά με σταθερή οριζόντια ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0$, όπως φαίνεται στο σχήμα 10. Κάποια χρονική στιγμή t_0 αρχίζει να βρέχει. Σταγόνες βροχής πέφτουν κατακόρυφα μέσα στο βαγόνι με αποτέλεσμα **η μάζα του να αυξάνεται** μέχρι τη χρονική στιγμή t_1. Στο χρονικό διάστημα $t_0 \leq t \leq t_1$ το βαγόνι συνεχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0$.



Σχήμα 10

i. Να αναφέρετε αν η ορμή του βαγονιού μειώνεται, μένει σταθερή ή αυξάνεται κατά το χρονικό διάστημα $t_0 \leq t \leq t_1$.

(1 μονάδα)

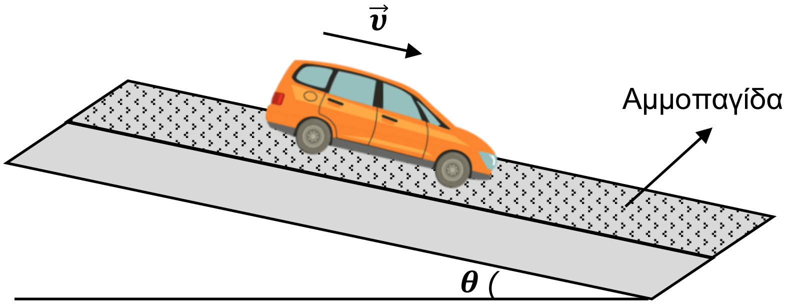
Η ορμή του βαγονιού αυξάνεται **[1 μον.]** (Η ταχύτητα του βαγονιού είναι σταθερή αλλά η μάζα του αυξάνεται.)	**1 μον.**

ii. Να εξηγήσετε, με κατάλληλη αναφορά στον γενικευμένο 2ο νόμο του Νεύτωνα, αν, κατά το χρονικό διάστημα $t_0 \leq t \leq t_1$, πρέπει να ασκείται στο βαγόνι συνισταμένη δύναμη διαφορετική από μηδέν, ώστε η ταχύτητα του βαγονιού να διατηρείται σταθερή και ίση με $\vec{\upsilon}_0$.

(2 μονάδες)

Αφού η ορμή του βαγονιού μεταβάλλεται, ο ρυθμός μεταβολής της ορμής δεν είναι μηδέν ($\frac{\Delta p}{\Delta t} \neq 0$) **[1 μον.]** Σύμφωνα με τον γενικευμένο 2ο νόμο του Νεύτωνα η συνισταμένη δύναμη στο βαγόνι πρέπει να είναι διαφορετική από μηδέν ($\Sigma F_\mu = \frac{\Delta p}{\Delta t} \neq 0$). **[1 μον.]**	**2 μον.**

γ. Τα φρένα του αυτοκινήτου που φαίνεται στο σχήμα 11, σταμάτησαν να λειτουργούν σε κάποιο σημείο της διαδρομής από τις Πλάτρες προς τη Λεμεσό με αποτέλεσμα ο οδηγός να αναγκαστεί να διαφύγει στην αμμοπαγίδα για να σταματήσει το όχημά του. (Η αμμοπαγίδα είναι μία λωρίδα με άμμο ώστε όταν ένα όχημα βρεθεί σε κατάσταση κινδύνου να μπορεί να σταματήσει διαφεύγοντας σε αυτή.)



Σχήμα 11

Η μάζα του αυτοκινήτου είναι $m = 1200\ \mathrm{kg}$. Το αυτοκίνητο εισήλθε στην αμμοπαγίδα με ταχύτητα μέτρου $|\vec{\upsilon}| = 20{,}0\ \mathrm{m/s}$, κινήθηκε σε αυτήν ευθύγραμμα και ακινητοποιήθηκε μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t = 3{,}0\ \mathrm{s}$. Το οδόστρωμα στη συγκεκριμένη περιοχή σχηματίζει γωνιά $\theta = 10°$ με το οριζόντιο επίπεδο.

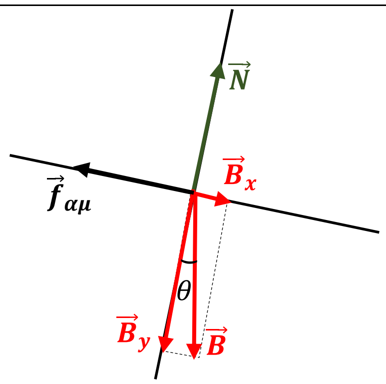
i. Να χρησιμοποιήσετε τον γενικευμένο 2° νόμο του Νεύτωνα για να υπολογίσετε τη μέση συνισταμένη δύναμη που δέχθηκε το αυτοκίνητο κατά την κίνησή του στην αμμοπαγίδα.

(3 μονάδες)

$p_{\alpha\rho\chi} = m\upsilon_{\alpha\rho\chi} = (1200\ \mathrm{kg})(20{,}0\ \mathrm{m/s}) = 2{,}4 \times 10^4\ \mathrm{kg\ m/s}$ **[1 μον.]** $p_{\tau\varepsilon\lambda} = m\upsilon_{\tau\varepsilon\lambda} = 0$ $\Sigma F_\mu = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-2{,}4\times10^4\ \mathrm{kg\ m/s}}{3{,}0\ \mathrm{s}}$ **[1 μον.]** $\Sigma F_\mu = -8{,}0 \times 10^3\ \mathrm{N}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**

ii. Να υπολογίσετε τη μέση δύναμη στη διεύθυνση κίνησης που ασκήθηκε από την αμμοπαγίδα στο αυτοκίνητο.

(3 μονάδες)

 $\Sigma F_\mu = \Sigma F_{\mu,x} = f_{\mu,\alpha\mu} + B_x$ **[1 μον.]** $-8{,}0 \times 10^3\ \mathrm{N} = f_{\mu,\alpha\mu} + mg\eta\mu(10°)$ **[1 μον.]** $-8{,}0 \times 10^3\ \mathrm{N} = f_{\mu,\alpha\mu} + (1200\ \mathrm{kg})(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})\eta\mu(10°)$ $f_{\mu,\alpha\mu} = -10044\ \mathrm{N} = -1{,}0 \times 10^4\ \mathrm{N}$ **[1 μον.]**	**3 μον.**