Α' ΤΑΞΗ ΓΕΝ. ΛΥΚΕΙΟΥ

ΦΥΣΙΚΗ

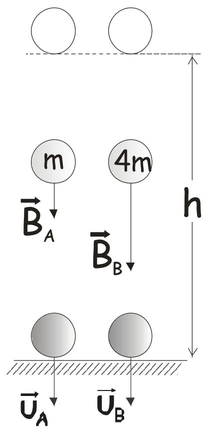
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο

1. δ
2. β
3. γ
4. β
5. **α**-Λ, **β**-Σ, **γ**-Σ, **δ**-Σ, **ε**-Λ.

ΘΕΜΑ 2ο

1. Τα δύο σώματα αφήνονται να κινηθούν χωρίς αρχική ταχύτητα με την επίδραση μόνο του βάρους τους. Άρα, εκτελούν ελεύθερη πτώση. Σύμφωνα με το νόμο της ελεύθερης πτώσης, η κίνησή τους είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη με την ίδια επιτάχυνση που είναι ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας g. (Επειδή αφήνονται από μικρό ύψος είναι g=σταθ.)



Θεωρώντας t=0 τη στιγμή που αφήνονται ελεύθερα, τη χρονική στιγμή t που φτάνουν στο έδαφος έχουν μετατοπιστεί κατά h, οπότε

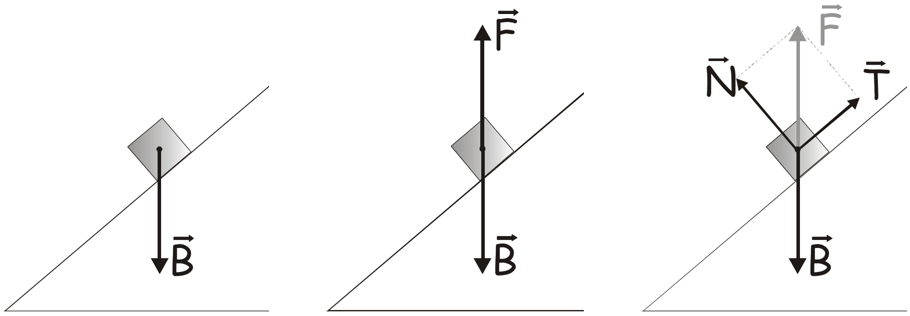
$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2 .$$

Από την παραπάνω σχέση ο χρόνος κίνησης είναι $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Επομένως, αφού αφήνονται από το ίδιο ύψος h, φτάνουν στο έδαφος την ίδια χρονική στιγμή t.
Έτσι και το Β φτάνει στο έδαφος την **t=2 s**.
Άρα, **σωστή είναι η πρόταση (α).**

2. Οι δυνάμεις που δέχεται το σώμα είναι:
<u>Από απόσταση</u>: το βάρος $\vec{B}$ (από τη Γη) που έχει φορά προς τα κάτω.
<u>Από επαφή</u>**:** τη δύναμη $\vec{F}$ από το κεκλιμένο επίπεδο (που μπορεί να αναλυθεί στη δύναμη στήριξης $\vec{N}$ που εμποδίζει το σώμα να εισχωρήσει στο κεκλιμένο επίπεδο και στην τριβή $\vec{T}$ που αντιστέκεται στην ολίσθηση του σώματος).

Α. Σύμφωνα με τον 1ο νόμο του Νεύτωνα, επειδή το σώμα ισορροπεί, η συνισταμένη των δυνάμεων θα είναι μηδέν. Άρα, η $\vec{\mathbf{F}}$ θα είναι αντίθετη από το βάρος, οπότε θα έχει κατεύθυνση κατακόρυφη προς τα πάνω.



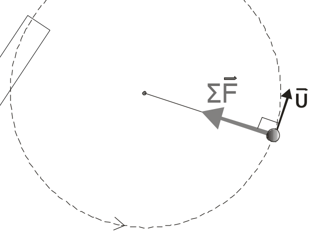
Άρα, **σωστή είναι η πρόταση (β)**

Β. Θεωρώντας θετική τη φορά προς τα πάνω θα ισχύει:

$\Sigma F = 0 \Rightarrow F - B = 0 \Rightarrow F = B \Rightarrow$ **F = 20 N**

Άρα, **σωστή είναι η πρόταση (α)**.

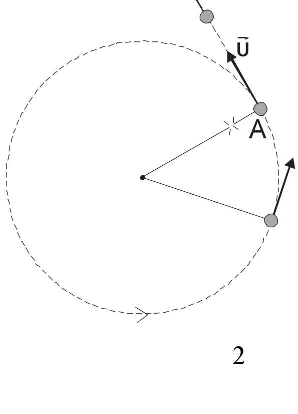
3. Α. 1^{ος} τρόπος: Όταν ένα σώμα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, η συνισταμένη των δυνάμεων έχει το ρόλο κεντρομόλου, δηλαδή είναι κάθετη στην ταχύτητα και έχει φορά προς το κέντρο το κύκλου.
Άρα, **σωστή είναι η πρόταση (α)**.



2^{ος} τρόπος: Οι δυνάμεις που δέχεται το σώμα είναι το βάρος $\vec{B}$, η δύναμη επαφής $\vec{N}$ από το οριζόντιο δάπεδο και η τάση του νήματος $\vec{T}$. Στον κατακόρυφο άξονα είναι ΣF=0, οπότε η συνισταμένη δύναμη είναι η τάση του νήματος, που γνωρίζουμε ότι έχει τη διεύθυνση του νήματος και είναι πάντα ελκτική. Άρα, **σωστή είναι η πρόταση (α).**

3^{ος} τρόπος: Επειδή η κίνηση είναι ομαλή κυκλική, το μέτρο της ταχύτητας του σώματος θα παραμένει σταθερό. Άρα, η κινητική ενέργεια του σώματος παραμένει σταθερή και η μεταβολή της θα είναι μηδέν, δηλαδή ΔΚ=0. Σύμφωνα με το ΘΜΚΕ, θα είναι $W_{\Sigma F} = \Delta K \Rightarrow W_{\Sigma F} = 0$.
Η συνισταμένη δύναμη όμως δεν μπορεί να είναι μηδέν, διότι τότε το σώμα θα κινιόταν ευθύγραμμα ομαλά. Έτσι, η συνισταμένη δύναμη θα είναι κάθετη στην ταχύτητα. Άρα, **σωστή** μπορεί να είναι μόνο η **πρόταση (α).**

Β. Η ταχύτητα είναι πάντα εφαπτόμενη στην τροχιά, οπότε στο σημείο Α έχει την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Μετά τη θραύση του νήματος, η συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται το σώμα είναι μηδέν. (Δεν υπάρχει τριβή και στον κατακόρυφο άξονα Ν=Β.)
Έτσι, σύμφωνα με τον 1^{ο} νόμο του Νεύτωνα (αρχή της αδράνειας), το σώμα θα κινηθεί ευθύγραμμα και ομαλά, με την ταχύτητα που είχε στο σημείο Α.
Έτσι, **το σώμα θα διαγράψει την τροχιά (1).**
Άρα, σωστή η απάντηση (γ).



ΘΕΜΑ 3^{o}

α) Το αυτοκίνητο Α επιβραδύνεται από t=1,4 s έως t=3,4 s, ενώ το αυτοκίνητο Β από t=0,7 s έως t=2,7 s. Επειδή στα παραπάνω χρονικά διαστήματα οι γραφικές παραστάσεις είναι ευθείες, οι αντίστοιχες επιταχύνσεις είναι σταθερές. Έτσι:

Η αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης του αυτοκινήτου Α είναι:

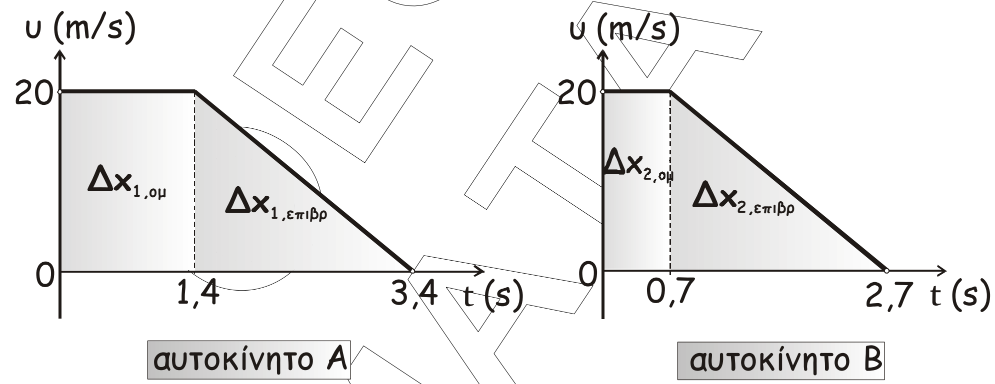
$$a_1 = \frac{\Delta\upsilon_1}{\Delta t_1} = \frac{0-20}{3,4-1,4}\frac{m}{s^2} = \frac{-20}{2}\frac{m}{s^2} = -10\,\frac{m}{s^2}$$

Η αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης του αυτοκινήτου Β είναι:

$$a_2 = \frac{\Delta\upsilon_2}{\Delta t_2} = \frac{0-20}{2,7-0,7}\frac{m}{s^2} = \frac{-20}{2}\frac{m}{s^2} = -10\,\frac{m}{s^2}$$

Άρα, τα δύο αυτοκίνητα επιβραδύνονται με ίσες επιταχύνσεις, μέτρου $\boxed{\mathbf{\alpha = 10\,\frac{m}{s^2}}}$

β) Η αλγεβρική τιμή της μετατόπισης στην ευθύγραμμη κίνηση, μπορεί να υπολογιστεί από το αντίστοιχο εμβαδόν στη γραφική παράσταση της αλγεβρικής τιμής της ταχύτητας με το χρόνο. Έτσι έχουμε:



Η συνολική αλγεβρική τιμή της μετατόπισης του αυτοκινήτου Α, από τη στιγμή που ο οδηγός του αντιλαμβάνεται κάποιο εμπόδιο, ως τη στιγμή που θα σταματήσει είναι:

$$\Delta x_1 = \Delta x_{1,o\mu} + \Delta x_{1,\varepsilon\pi\iota\beta\rho} = 1,4\,s\cdot 20\frac{m}{s} + \frac{1}{2}2s\cdot 20\frac{m}{s} \Rightarrow \boxed{\mathbf{\Delta x_1 = 48\ m}}$$

Η συνολική αλγεβρική τιμή της μετατόπισης του αυτοκινήτου Β, από τη στιγμή που ο οδηγός του αντιλαμβάνεται κάποιο εμπόδιο, ως τη στιγμή που θα σταματήσει είναι:

$$\Delta x_2 = \Delta x_{2,o\mu} + \Delta x_{2,\varepsilon\pi\iota\beta\rho} = 0,7\,s\cdot 20\frac{m}{s} + \frac{1}{2}2s\cdot 20\frac{m}{s} \Rightarrow \boxed{\mathbf{\Delta x_2 = 34\ m}}$$

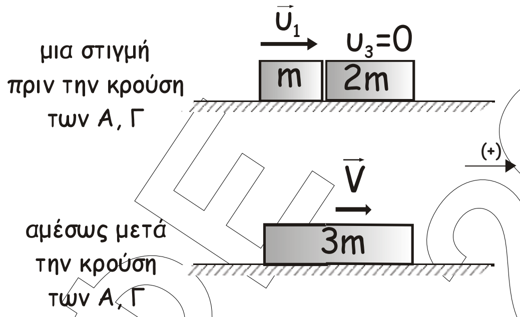
γ) Το σταματημένο αυτοκίνητο Γ απέχει d=40,8 m από τη θέση που το αντιλήφθηκαν οι οδηγοί των Α και Β.
Αφού το αυτοκίνητο Α χρειάζεται 48 m (>40,8 m) για να σταματήσει, δεν θα προλάβει να σταματήσει και θα συγκρουστεί με το Γ.

Αντίθετα, το αυτοκίνητο Β χρειάζεται μόνο 34 m (<40,8 m) για να σταματήσει, οπότε θα αποφύγει τη σύγκρουση.
Άρα, <u>με το Γ θα συγκρουστεί το αυτοκίνητο Α</u>.

δ) Τα αυτοκίνητα Α και Γ, κατά την κρούση τους θεωρούνται μονωμένο σύστημα. Έτσι, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ορμής, η συνολική ορμή του συστήματος διατηρείται:

$$\vec{p}_{ολ,πριν} = \vec{p}_{ολ,μετά} \Rightarrow \vec{p}_1 + \vec{p}_3 = \vec{p}_{συσ}$$

Έστω $\vec{\upsilon}_1$ η ταχύτητα του αυτοκινήτου Α, μια στιγμή πριν την κρούση και $\vec{V}$ η ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.



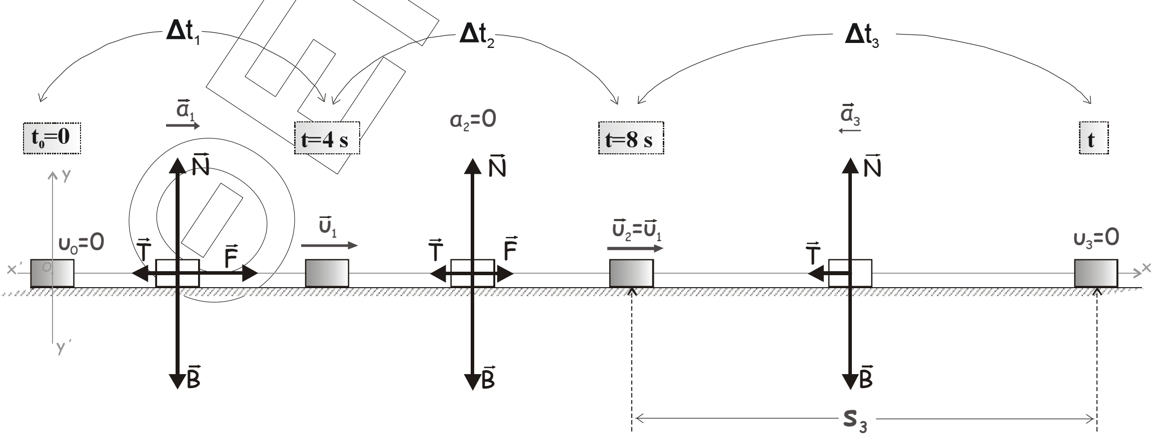
Επειδή οι ταχύτητες των σωμάτων πριν και μετά την κρούση βρίσκονται στην ίδια ευθεία, η παραπάνω σχέση ισχύει και αλγεβρικά:

$$p_1 + p_3 = p_{συσ} \Rightarrow m_1\upsilon_1 + m_3\upsilon_3 = (m_1 + m_3)V \Rightarrow$$

$$m\upsilon_1 + 0 = 3mV \Rightarrow \upsilon_1 = 3V \xrightarrow{(+)} \upsilon_1 = 3 \cdot (+4m/s) \Rightarrow \boxed{\boldsymbol{\upsilon_1 = 12\frac{m}{s}}}$$

ΘΕΜΑ 4^{ο}

α) Στο χρονικό διάστημα 0 έως 4 s ($0 \le t \le 4s$), εκτός από την οριζόντια δύναμη που αναφέρεται στην εκφώνηση και έχει μέτρο F=10 N και κατεύθυνση κατά τη θετική φορά, το σώμα δέχεται:
Από απόσταση, το βάρος $\vec{B}$, και από επαφή, μια δύναμη από το οριζόντιο επίπεδο που αναλύεται στην δύναμη στήριξης $\vec{N}$ και στην τριβή ολίσθησης $\vec{T}$, όπως στο σχήμα.



Κίνηση υπάρχει μόνο κατά τον άξονα x, οπότε κατά τον άξονα y το σώμα ισορροπεί:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N - B = 0 \Rightarrow N = B \Rightarrow N = mg$$

Το μέτρο της τριβής ολίσθησης είναι: $T = \mu N \Rightarrow T = \mu mg$

Επειδή ΣF_y=0, η συνισταμένη δύναμη θα έχει τη διεύθυνση του άξονα x.

Εφαρμόζουμε τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για το σώμα:

$$\Sigma F = ma_1 \xrightarrow{(+)} F - T = ma_1 \Rightarrow F - \mu mg = ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F - \mu mg}{m} \Rightarrow$$

$$a_1 = \frac{10 - 0{,}1 \cdot 2 \cdot 10}{2}\, m/s^2 \Rightarrow a_1 = 4\, m/s^2$$

Άρα, η επιτάχυνση του σώματος έχει μέτρο $\boxed{\alpha_1 = 4\ \frac{m}{s^2}}$ και θετική κατεύθυνση

β) **Από t=0 έως t=4 s**, το σώμα κινείται με σταθερή επιτάχυνση και επειδή αρχικά ήταν ακίνητο, εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα. Άρα, η αλγεβρική τιμή της ταχύτητάς του δίνεται από τη σχέση $\upsilon = \alpha \cdot t$.
Έτσι, την t=4 s η ταχύτητά του έχει αλγεβρική τιμή:

$$\upsilon_1 = \alpha_1 \cdot t \Rightarrow \upsilon_1 = 4 \cdot 4\, m/s \Rightarrow \boxed{\upsilon_1 = 16\ \frac{m}{s}}$$

Από 4 s έως 8 s, η οριζόντια δύναμη $\vec{F}$ έχει μέτρο F=2 N και θετική φορά . Έτσι, η συνισταμένη δύναμη έχει αλγεβρική τιμή:

$$\Sigma F = F - T \Rightarrow \Sigma F = 2\,N - 2\,N \Rightarrow \Sigma F = 0\ N$$

Άρα, η κίνηση του σώματος είναι ευθύγραμμη ομαλή και η ταχύτητά του παραμένει σταθερή. Έτσι, τη χρονική στιγμή t=8 s η αλγεβρική τιμή της ταχύτητάς του είναι:

$$\upsilon_2 = \upsilon_1 \Rightarrow \boxed{\upsilon_2 = 16\ \frac{m}{s}}$$

γ) Μετά τη χρονική στιγμή t=8 s, η δύναμη $\vec{F}$ καταργείται. Έτσι, κατά τον άξονα της κίνησης το σώμα δέχεται μόνο την τριβή, που είναι αντίρροπη της ταχύτητας. Εφαρμόζοντας τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής έχουμε:

$$\Sigma F = m\alpha_3 \Rightarrow -T = m\alpha_3 \Rightarrow -\mu mg = ma_3 \Rightarrow a_3 = -\mu g$$

$$\Rightarrow a_3 = -0{,}1 \cdot 10\, m/s^2 \Rightarrow a_3 = -1\, m/s^2$$

Άρα η επιτάχυνση έχει μέτρο $|\alpha_3| = 1\ \frac{m}{s^2}$ και αρνητική κατεύθυνση.

Επειδή η επιτάχυνση είναι σταθερή και αντίρροπη της ταχύτητας, η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη. Έτσι, η αλγεβρική τιμή της ταχύτητας δίνεται από τη γενική σχέση $\upsilon = \upsilon_0 - |\alpha| \cdot \Delta t$, η οποία μετά την t=8 s γίνεται $\upsilon = \upsilon_2 - |\alpha_3| \cdot \Delta t$

Τη στιγμή που μηδενίζεται η ταχύτητα είναι:

$$\upsilon = 0 \Rightarrow \upsilon_2 - |\alpha_3| \cdot \Delta t = 0 \Rightarrow \upsilon_2 = |\alpha_3| \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\upsilon_2}{|\alpha_3|} \Rightarrow \Delta t = \frac{16}{1} s \Rightarrow \Delta t = 16 s\ .$$

Άρα η ταχύτητα μηδενίζεται 16 s μετά την t=8 s, δηλαδή τη χρονική στιγμή $\boxed{\mathbf{t = 24\ s}}$

δ) Σύμφωνα με τη φυσική σημασία του έργου, κατά την επιβραδυνόμενη κίνηση η κινητική ενέργεια του σώματος μετατρέπεται σε θερμότητα, μέσω του έργου της τριβής. Έτσι ισχύει:

$$Q = |W_T| \ (1)$$

<u>1[ος] τρόπος</u>: Εφαρμόζουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας (ΘΜΚΕ) για το σώμα:

$$\Delta K = \Sigma W \Rightarrow K_3 - K_2 = W_T \Rightarrow W_T = K_3 - K_2 \ (2)$$

Είναι $K_2 = \frac{1}{2} m \upsilon_2^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 16^2\ J = 256\ J$,

$K_3 = 0\ J$

Αντικαθιστώντας στην (2): $W_T = 0\ J - 256\ J \Rightarrow W_T = -256\ J$

Άρα, από την (1): $\boxed{\mathbf{Q=256\ J}}$

<u>2[ος] τρόπος</u>: Είναι $W_T = -T \cdot s_3$, όπου s_3 το διάστημα που διανύει το σώμα από 8 s έως 24 s. Η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη, οπότε:

$$s_3 = \upsilon_2 \cdot \Delta t_3 - \frac{1}{2} |a_3| \cdot \Delta t_3^2 = 16 \cdot 16 m - \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 16^2\ m = 128 m$$

Άρα, $W_T = -2 \cdot 128\ J = -256\ J$ και $\boxed{\mathbf{Q=256\ J}}$