ΤΑΞΗ: **Β΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: **ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**
ΜΑΘΗΜΑ: **ΦΥΣΙΚΗ**

Ημερομηνία: Πέμπτη 4 Ιανουαρίου 2018
Διάρκεια Εξέτασης: 2 ώρες

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

*Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

Α1. Αεροπλάνο που κινείται οριζόντια σε μικρό ύψος, με σταθερή ταχύτητα μέτρου υ_0 αφήνει μια βόμβα. Αν αγνοήσουμε την αντίσταση του αέρα, τότε ένας παρατηρητής που βρίσκεται ακίνητος στο έδαφος θα βλέπει τη βόμβα να εκτελεί:

α. ελεύθερη πτώση.
β. οριζόντια βολή με αρχική ταχύτητα υ_0.
γ. ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με σταθερή ταχύτητα υ_0.
δ. ομαλή κυκλική κίνηση.

Μονάδες 5

Α2. Δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και m_2 με $m_1 > m_2$ εκτοξεύονται ταυτόχρονα με οριζόντιες ταχύτητες μέτρων υ_1 και υ_2 με $\upsilon_1 = 2\upsilon_2$ από το ίδιο ύψος, κοντά στην επιφάνεια της γης. Αν αγνοήσουμε την αντίσταση του αέρα, τα δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 θα φθάσουν στο έδαφος σε χρόνους t_1 και t_2 αντίστοιχα. Για τους χρόνους αυτούς ισχύει:

α. $t_1 = t_2$.
β. $t_1 > t_2$.
γ. $t_1 < t_2$.
δ. $t_2 = 2t_1$.

Μονάδες 5

Α3. Σε μια πλαστική κρούση δύο σωμάτων διατηρείται:

α. η κινητική ενέργεια του συστήματος.

β. η κινητική ενέργεια κάθε σώματος.

γ. η ορμή του συστήματος.

δ. η ορμή κάθε σώματος.

Μονάδες 5

Α4. Ένα σφαιρίδιο κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας R, με ταχύτητα σταθερού μέτρου υ. Η γωνιακή του ταχύτητα $\vec{\omega}$:

α. παραμένει σταθερή.
β. είναι συνεχώς παράλληλη στο διάνυσμα της γραμμικής ταχύτητας $\vec{\upsilon}$.
γ. είναι κάθετη στο επίπεδο της τροχιάς με μεταβαλλόμενο μέτρο.
δ. έχει σημείο εφαρμογής το σφαιρίδιο και μέτρο που ικανοποιεί τη σχέση

$$\omega = \frac{\upsilon}{R}.$$

Μονάδες 5

Α5. Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.

α. Η ορμή ενός σώματος που εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση είναι σταθερή.

β. Η τροχιά που διαγράφει ένα σώμα στην οριζόντια βολή είναι τμήμα παραβολής.

γ. Η κεντρομόλος επιτάχυνση έχει τη διεύθυνση της ακτίνας της κυκλικής τροχιάς και φορά προς το κέντρο της.

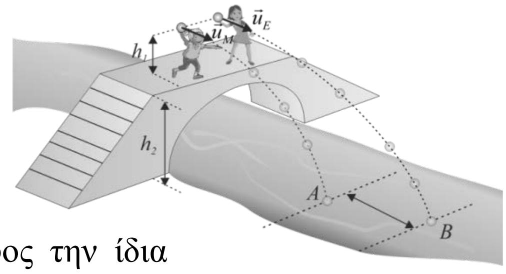
δ. Σε μια πλαστική κρούση, συμβαίνει πάντα απώλεια κινητικής ενέργειας.

ε. Η μεταβολή της ορμής ενός σώματος που εκτελεί ομαλή κυκλική σε μία περίοδο είναι μηδέν.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Δύο φίλοι, ο Μάνος και η Ελένη διαγωνίζονται στο ποιος θα πετάξει σε μεγαλύτερη απόσταση μια πέτρα από την άκρη μια γέφυρας, η οποία έχει ύψος $h_2 = 3,2\ \text{m}$ από την επιφάνεια του νερού. Τα παιδιά εκτοξεύουν τις πέτρες οριζόντια προς την ίδια κατεύθυνση από την άκρη της γέφυρας, από το ίδιο ύψος $h_1 = 1,8\ \text{m}$ πάνω από τη γέφυρα. Ο Μάνος εκτοξεύει την πέτρα με οριζόντια ταχύτητα $\vec{\upsilon}_M$, ενώ η Ελένη την εκτοξεύει με οριζόντια ταχύτητα $\vec{\upsilon}_E$. Η πέτρα της Ελένης διανύει μεγαλύτερη οριζόντια απόσταση από την πέτρα του Μάνου κατά $d = 2\ \text{m}$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Θεωρώντας ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα και το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι $g = 10\ \text{m/s}^2$, η διαφορά των μέτρων των ταχυτήτων εκτόξευσης $(\upsilon_E - \upsilon_M)$ είναι:



α. $\upsilon_E - \upsilon_M = 1\ \text{m/s}$.

β. $\upsilon_E - \upsilon_M = 2\ \text{m/s}$.

γ. $\upsilon_E - \upsilon_M = 4\ \text{m/s}$.

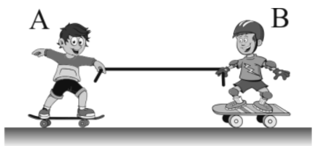
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 3

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

Β2. Τα παιδιά Α και Β του διπλανού σχήματος έχουν μάζες m_A και m_B αντίστοιχα, με $m_A < m_B$ και είναι αρχικά ακίνητα. Κάποια στιγμή, κάποιο από τα παιδιά τραβάει απότομα προς το μέρος του το σχοινί, με αποτέλεσμα να κινηθούν και οι δύο χωρίς τριβές, πλησιάζοντας μεταξύ τους. Οι κινητικές ενέργειες K_A και K_B που θα αποκτήσουν τα παιδιά Α και Β αντίστοιχα, θα ικανοποιούν τη σχέση:



α. $K_A > K_B$

β. $K_A < K_B$

γ. $K_A = K_B$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

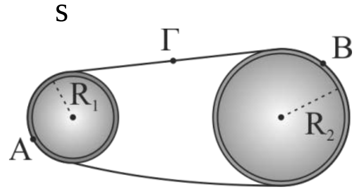
Μονάδες 3

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Γ

Οι τροχαλίες (1) και (2) του σχήματος έχουν ακτίνες $R_1 = 0,2\text{m}$ και $R_2 = 0,4\text{m}$ αντίστοιχα και περιστρέφονται γύρω από σταθερούς άξονες, που διέρχονται από τα κέντρα τους. Οι τροχαλίες είναι συνδεδεμένες μέσω ενός ιμάντα, ο οποίος κινείται χωρίς να ολισθαίνει στην περιφέρειά τους. Τα σημεία του ιμάντα κινούνται με ταχύτητα σταθερού μέτρου $\upsilon = 2\frac{\text{m}}{\text{s}}$.



Να υπολογίσετε:

Γ1. Τα μέτρα των γωνιακών ταχυτήτων των δύο τροχαλιών.

Μονάδες 6

Γ2. Τον αριθμό των περιστροφών της τροχαλίας (2), στο χρονικό διάστημα που η τροχαλία (1) θα έχει εκτελέσει $N_1 = 100$ περιστροφές.

Μονάδες 6

Γ3. Τα μέτρα των επιταχύνσεων των σημείων Α, Β, και Γ που φαίνονται στο σχήμα.

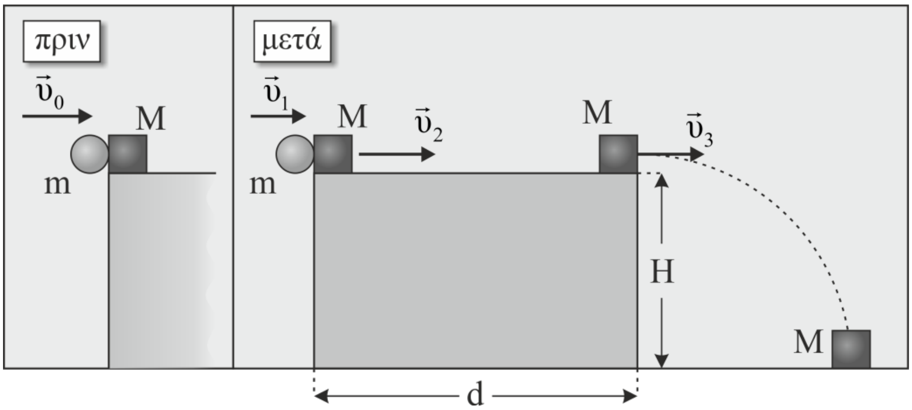
Μονάδες 6

Γ4. Την επίκεντρη γωνία που θα διαγράψει η επιβατική ακτίνα που περνά από το σημείο Α σε χρόνο $t = 1,5\,\text{s}$.

Μονάδες 7

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

Πάνω στον οριζόντιο πάγκο ενός εργαστηρίου Φυσικής είναι ακίνητο ένα μικρό κιβώτιο μάζας $M = 2\text{kg}$. Σφαιρίδιο μάζας $m = \frac{2}{3}\text{kg}$,



κινούμενο με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $\upsilon_0 = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$, συγκρούεται μετωπικά και ακαριαία με το κιβώτιο. Αμέσως μετά την κρούση, το κιβώτιο αποκτά ταχύτητα μέτρου $\upsilon_2 = 4\frac{\text{m}}{\text{s}}$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογίσετε:

Δ1. Την ταχύτητα του σφαιριδίου αμέσως μετά την κρούση (μονάδες 4), καθώς και την απώλεια της κινητικής ενέργειας του συστήματος των συγκρουόμενων σωμάτων, εξαιτίας της κρούσης (μονάδες 4).

Μονάδες 8

Μετά την κρούση το κιβώτιο, κινούμενο κατά μήκος του πάγκου, φτάνει στο άλλο άκρο με ταχύτητα μέτρου $\upsilon_3 = 2\frac{\text{m}}{\text{s}}$, έχοντας διανύσει απόσταση $d = 3\text{m}$. Στη συνέχεια το κιβώτιο εκτελεί οριζόντια βολή από ύψος $H = 1{,}25\text{m}$, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογίσετε:

Δ2. Το συντελεστή τριβής ολίσθησης του κιβωτίου με τον πάγκο.

Μονάδες 5

Δ3. Την κινητική ενέργεια του κιβωτίου, τη στιγμή ελάχιστα πριν χτυπήσει στο έδαφος.

Μονάδες 6

Δ4. Την απόσταση που θα έχουν τα ίχνη από την πτώση των δύο σωμάτων όταν φτάσουν την πρώτη φορά στο έδαφος αν το σφαιρίδιο μετά την κρούση με το κιβώτιο εκτελέσει οριζόντια βολή.

Μονάδες 6

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας: $g = 10\frac{m}{s^2}$.

Να θεωρήσετε:
- τις αντιστάσεις του αέρα αμελητέες.
- ότι τα σχήματα δεν είναι υπό κλίμακα.
- τις διαστάσεις των σωμάτων αμελητέες.

ΤΑΞΗ: **Β΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: **ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

ΜΑΘΗΜΑ: **ΦΥΣΙΚΗ**

Ημερομηνία: Πέμπτη 4 Ιανουαρίου 2018
Διάρκεια Εξέτασης: 2 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

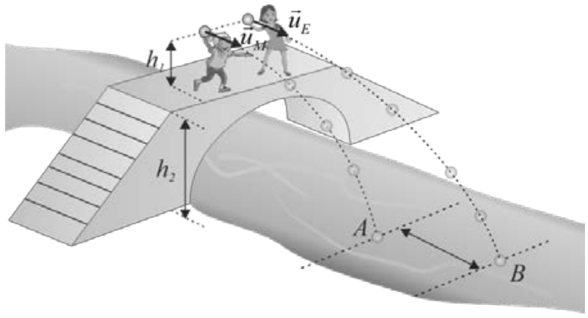
ΕΡΩΤΗΣΗ	Α1	Α2	Α3	Α4	Α5
ΑΠΑΝΤΗΣΗ	β	α	γ	α	α. Λάθος
					β. Σωστό
					γ. Σωστό
					δ. Σωστό
					ε. Σωστό

ΘΕΜΑ Β

Β1 **Σωστή απάντηση είναι η β.**

Αιτιολόγηση

Εφόσον η εκτόξευση της κάθε πέτρας γίνεται από το ίδιο ύψος θα φτάσουν και στον ίδιο χρόνο στο νερό. Οι πέτρες στον κατακόρυφο άξονα εκτελούν ελεύθερη πτώση και ο χρόνος υπολογίζεται.



$$y=\frac{1}{2}gt^2 \text{ ή } h_1+h_2=\frac{1}{2}gt^2 \text{ ή } t=\sqrt{\frac{2(h_1+h_2)}{g}} \text{ ή } t=\sqrt{\frac{2(1,8+3,2)}{10}} \text{ ή } t=1\,s$$

Οι οριζόντιες αποστάσεις για κάθε πέτρα βρίσκονται από τις σχέσεις:

$$s_E = \upsilon_E t \ (1) \text{ και } s_M = \upsilon_M t \ (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε:

$$\upsilon_E = \frac{s_E}{t} \text{ και } \upsilon_M = \frac{s_M}{t}.$$

Αφαιρώντας κατά μέλη τις προηγούμενες σχέσεις προκύπτει:

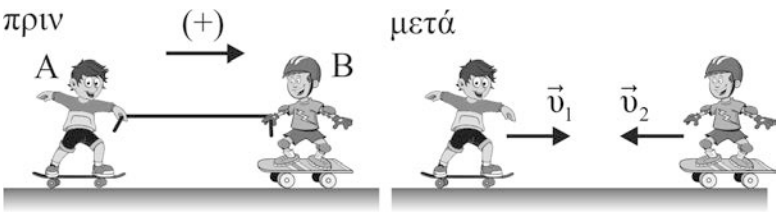
$$\upsilon_E - \upsilon_M = \frac{s_E}{t} - \frac{s_M}{t} \text{ ή } \upsilon_E - \upsilon_M = \frac{s_E - s_M}{t} \text{ ή } \upsilon_E - \upsilon_M = \frac{d}{t} \text{ ή } \upsilon_E - \upsilon_M = \frac{2}{1} \text{ ή}$$

$$\upsilon_E - \upsilon_M = 2\,\frac{m}{s}$$

Β2. **Σωστή απάντηση είναι η α.**

Αιτιολόγηση

Το σύστημα είναι μονωμένο στην διεύθυνση κίνησης, αφού οι δυνάμεις που ασκούνται από το τράβηγμα του σχοινιού είναι εσωτερικές και δεν προκαλούν μεταβολή στην ορμή του συστήματος. Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της ορμής θεωρώντας θετική φορά την προς τα δεξιά και έχουμε:



$$\vec{p}_{πριν} = \vec{p}_{μετά} \text{ ή } 0 = m_A\vec{\upsilon}_1 + m_B\vec{\upsilon}_2 \text{ ή}$$

$$m_A\upsilon_1 - m_B\upsilon_2 = 0 \text{ ή } m_A\upsilon_1 = m_B\upsilon_2 \text{ ή } p_A = p_B \ (1)$$

Βρίσκουμε τη σχέση που συνδέει κινητική ενέργεια με ορμή:

$$K = \frac{1}{2}m\upsilon^2 \xrightarrow{\upsilon=\frac{p}{m}} \text{ ή } K = \frac{p^2}{2m} \ (2).$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε:

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{\frac{p_A^2}{2m_A}}{\frac{p_B^2}{2m_B}} \xrightarrow{(1)} \text{ ή } \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow{m_A<m_B} K_A > K_B$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Οι τροχαλίες είναι συνδεδεμένες μέσω του ιμάντα, ο οποίος δεν ολισθαίνει στην περιφέρειά τους. Επομένως, τα σημεία της περιφέρειας και των δύο τροχαλιών θα έχουν γραμμικές ταχύτητες ίσου μέτρου $\upsilon = 2\frac{m}{s}$, όσο και τα σημεία του ιμάντα. Για τα μέτρα των γωνιακών ταχυτήτων των δύο τροχαλιών ισχύει:

$$\upsilon = \omega_1 R_1 \text{ ή } \omega_1 = \frac{\upsilon}{R_1} \text{ ή } \omega_1 = 10\frac{rad}{s}$$

$$\text{και } \upsilon = \omega_2 R_2 \text{ ή } \omega_2 = \frac{\upsilon}{R_2} \text{ ή } \omega_2 = 5\frac{rad}{s}$$

Γ2. Για τα μέτρα των γραμμικών ταχυτήτων των σημείων των τροχαλιών ισχύει:

$$\upsilon_1 = \upsilon_2 \text{ ή } \omega_1 R_1 = \omega_2 R_2 \text{ ή } 2\pi f_1 R_1 = 2\pi f_2 R_2 \text{ ή } \frac{N_1}{t}R_1 = \frac{N_2}{t}R_2$$

$$\text{ή } N_2 = \frac{N_1 R_1}{R_2} \text{ ή } N_2 = 50 \text{ περιστροφές}$$

Γ3. Το σημείο Γ εκτελεί ευθύγραμμη κίνηση με ταχύτητα σταθερού μέτρου και συνεπώς:

$$\alpha_\Gamma = 0$$

Το σημείο Α εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση και συνεπώς ισχύει:

$$\alpha_{\kappa(A)} = \frac{\upsilon^2}{R_1} \text{ ή } \alpha_{\kappa(A)} = 20\frac{rad}{s^2}$$

Όμοια, για το σημείο Β θα ισχύει:

$$\alpha_{\kappa(B)} = \frac{\upsilon^2}{R_2} \text{ ή } \alpha_{\kappa(B)} = 10\frac{rad}{s^2}$$

Γ4. Η επίκεντρη γωνία που διαγράφει η επιβατική ακτίνα που περνά από το σημείο Α υπολογίζετε από τη σχέση:

$$\varphi_1 = \omega_1 \cdot t \text{ ή } \varphi_1 = 10 \cdot 1{,}5 \text{ ή } \varphi_1 = 15\,\text{rad}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Εφαρμόζουμε την αρχή της Διατήρησης της Ορμής για την κρούση του σφαιριδίου με το κιβώτιο, με θετική τη φορά προς τα δεξιά. Το σύστημα των συγκρουόμενων σωμάτων είναι μονωμένο κατά την κρούση.

$$\vec{p}_{ολ(πριν)} = \vec{p}_{ολ(μετά)} \text{ ή } m\upsilon_0 = m\upsilon_1 + M\upsilon_2 \text{ ή } \upsilon_1 = \upsilon_0 - \frac{M\upsilon_2}{m} \text{ ή } \upsilon_1 = 10 - \frac{2\cdot 4}{\frac{2}{3}} \text{ ή}$$

$$\upsilon_1 = -2\frac{m}{s}.$$

Το μείον δηλώνει ότι μετά τη κρούση το σφαιρίδιο θα κινηθεί αντίθετα της αρχικής του κατεύθυνσης.

Η κινητική ενέργεια του συστήματος των συγκρουόμενων σωμάτων ακριβώς πριν από την κρούση είναι:

$$K_{ολ(πριν)} = \frac{1}{2}m\upsilon_0^2 \text{ ή } K_{ολ(πριν)} = \frac{1}{2}\cdot\frac{2}{3}\cdot 10^2 = \frac{100}{3}J.$$

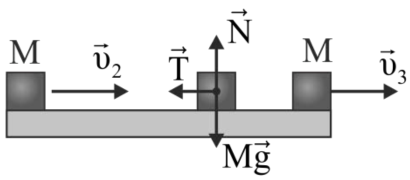
Η κινητική ενέργεια του συστήματος των συγκρουόμενων σωμάτων αμέσως μετά την κρούση είναι:

$$K_{ολ(μετά)} = \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 + \frac{1}{2}M\upsilon_2^2 \text{ ή } K_{ολ(μετά)} = \frac{4}{3} + 16 = \frac{52}{3}J.$$

Η απώλεια της κινητικής ενέργειας του συστήματος εξαιτίας της κρούσης είναι:

$$\Delta K = K_{ολ(πριν)} - K_{ολ(μετά)} = \frac{100}{3} - \frac{52}{3} = 16J.$$

Δ2.



Εφαρμόζουμε το Θεώρημα έργου – ενέργειας για την κίνηση του κιβωτίου από τη στιγμή αμέσως μετά την κρούση και μέχρι να φτάσει στο άλλο άκρο του πάγκου. Η μόνη δύναμη που εκτελεί έργο είναι η τριβή ολίσθησης:

$$W_{τριβής} = K_{τελ} - K_{αρχ} \text{ ή } -T\cdot d = \frac{1}{2}M\upsilon_3^2 - \frac{1}{2}M\upsilon_2^2 \text{ ή } -T\cdot 3 = \frac{1}{2}\cdot 2\cdot 2^2 - \frac{1}{2}\cdot 2\cdot 4^2 \text{ ή}$$

$$-3T = 4 - 16 \text{ ή } -3T = -12 \text{ ή } T = 4N.$$

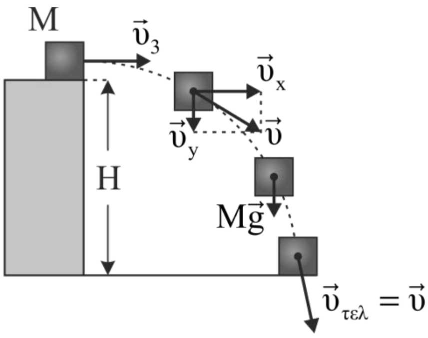
Για την κίνηση του κιβωτίου πάνω στον πάγκο, στην κατακόρυφη διεύθυνση ισχύει ο $1^{ος}$ νόμος του Νεύτωνα:

$$\Sigma F_y = 0 \text{ ή } N = w \text{ ή } N = Mg \text{ ή } N = 20N.$$

Ο συντελεστής της τριβής ολίσθησης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$T = \mu N \text{ ή } \mu = \frac{T}{N} \text{ ή } \mu = \frac{4}{20} \text{ ή } \mu = 0,2.$$

Δ3.



1^{ος} τρόπος

Εφαρμόζουμε το θεώρημα έργου – ενέργειας για το κιβώτιο, για όλη τη διάρκεια της οριζόντιας βολής. Η μόνη δύναμη που ασκείται στο κιβώτιο είναι το βάρος του.

$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_{βάρους} \text{ ή } K_{τελ} - \frac{1}{2}M\upsilon_3^2 = MgH \text{ ή } K_{τελ} = \frac{1}{2}M\upsilon_3^2 + MgH \text{ ή }$$

$$K_{τελ} = \frac{1}{2}\cdot 2\cdot 2^2 + 2\cdot 10\cdot 1,25 \text{ ή } K_{τελ} = 4 + 25 \text{ ή } K_{τελ} = 29J.$$

2^{ος} τρόπος

Κατά τη διάρκεια της οριζόντιας βολής, η μόνη δύναμη που ασκείται στο κιβώτιο είναι το βάρος του. Συνεπώς, η μηχανική ενέργεια του κιβωτίου διατηρείται. Εφαρμόζουμε την διατήρηση της μηχανικής ενέργειας, θεωρώντας ως επίπεδο αναφοράς το έδαφος:

$$K_{τελ} + U_{τελ} = K_{αρχ} + U_{αρχ} \text{ ή } K_{τελ} + 0 = \frac{1}{2}M\upsilon_3^2 + MgH \text{ ή }$$

$$K_{τελ} = \frac{1}{2}\cdot 2\cdot 2^2 + 2\cdot 10\cdot 1,25 \text{ ή } K_{τελ} = 4 + 25 \text{ ή } K_{τελ} = 29J.$$

3^{ος} τρόπος

Έστω Δt η χρονική διάρκεια της οριζόντιας βολής. Στην κατακόρυφη διεύθυνση το κιβώτιο εκτελεί ελεύθερη πτώση. Άρα ισχύει:

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2H}{g}} \text{ ή } \Delta t = \sqrt{\frac{2\cdot 1,25}{10}} \text{ ή } \Delta t = \sqrt{0,25} \text{ ή } \Delta t = 0,5s.$$

Η κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας του κιβωτίου, τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος, έχει μέτρο:

$$\upsilon_y = g\cdot\Delta t \text{ ή } \upsilon_y = 10\cdot 0,5 \text{ ή } \upsilon_y = 5\frac{m}{s}.$$

Η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας του κιβωτίου διατηρείται, άρα:

$$\upsilon_x = \upsilon_3 = 2\frac{m}{s}.$$

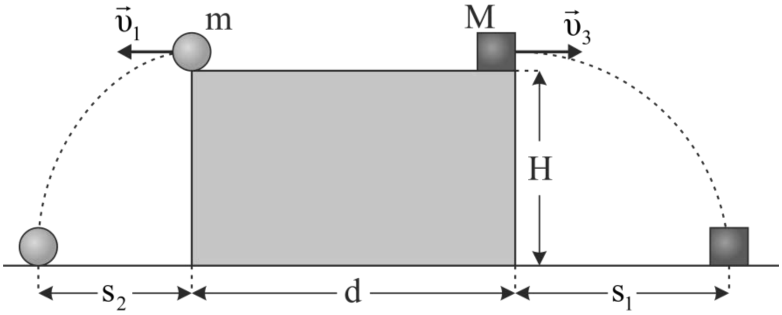
Το μέτρο της ταχύτητας του κιβωτίου τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος είναι:

$$\upsilon_{\tau\varepsilon\lambda} = \sqrt{\upsilon_x^2 + \upsilon_y^2} \text{ ή } \upsilon = \sqrt{2^2 + 5^2} \text{ ή } \upsilon = \sqrt{29}\,\frac{m}{s}.$$

Η κινητική ενέργεια του κιβωτίου τη στιγμή που φτάνει στο έδαφος είναι:

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} = \frac{1}{2}M\upsilon_{\tau\varepsilon\lambda}^2 \text{ ή } K_{\tau\varepsilon\lambda} = \frac{1}{2}\cdot 2\cdot \sqrt{29}^2 \text{ ή } K_{\tau\varepsilon\lambda} = 29J.$$

Δ4. Η απόσταση από τα ίχνη των δύο σωμάτων τη στιγμή που χτυπούν πρώτη φορά στο έδαφος όπως φαίνεται και στο σχήμα είναι:



$$\ell = d + s_1 + s_2 \text{ ή } \ell = d + \upsilon_3 t + \upsilon_1 t \text{ ή } \ell = 3 + 2\cdot 0,5 + 2\cdot 0,5 \text{ ή } \ell = 5\,m.$$