

## **ΦΥΣ. 111**

**1<sup>η</sup> Πρόοδος: 13-Οκτωβρίου-2018**

Πριν αρχίσετε συμπληρώστε τα στοιχεία σας (ονοματεπώνυμο και αριθμό ταυτότητας).

<b>Ονοματεπώνυμο</b>	<b>Αριθμός Ταυτότητας</b>
----------------------	---------------------------

**Απενεργοποιήστε τα κινητά σας.**

Η εξέταση αποτελείται από 2 μέρη. Το πρώτο μέρος έχει 5 προβλήματα πολλαπλής επιλογής και το δεύτερο μέρος έχει 4 κανονικά προβλήματα. Η μέγιστη συνολική βαθμολογία της εξέτασης είναι 100 μονάδες.

**ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΣΤΕ ΜΟΝΟ ΤΙΣ ΣΕΛΙΔΕΣ ΠΟΥ ΣΑΣ ΔΙΝΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΜΗΝ ΚΟΨΕΤΕ ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ ΣΕΛΙΔΑ**

**Η διάρκεια της εξέτασης είναι 180 λεπτά. Καλή Επιτυχία !**

Άσκηση	Βαθμός
1 <sup>η</sup> (5μ)	
2 <sup>η</sup> (5μ)	
3 <sup>η</sup> (5μ)	
4 <sup>η</sup> (5μ)	
5 <sup>η</sup> (5μ)	
6 <sup>η</sup> (15μ)	
7 <sup>η</sup> (20μ)	
8 <sup>η</sup> (20μ)	
9 <sup>η</sup> (20μ)	
Σύνολο	

## Τύποι που μπορούν να φανούν χρήσιμοι

Γραμμική κίνηση:

$$v(t) = v_0 + \int_{t_i}^{t_f} a(t) dt$$

$$x(t) = x_0 + \int_{t_i}^{t_f} v(t) dt$$

$$v^2 = v_o^2 + 2a(x - x_o) \quad \text{για } a = \text{σταθ.}$$

$$x = x_o + \frac{1}{2}(v + v_o)t \quad \text{για } a = \text{σταθ}$$

$$x_{\max} = \frac{v_o^2 \sin 2\theta}{g} \quad \text{βεληνεκές}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

Τριγωνομετρικές ταυτότητες:

$$\cos(a \pm b) = \cos(a)\cos(b) \mp \sin(a)\sin(b)$$

$$\sin(a \pm b) = \sin(a)\cos(b) \pm \cos(a)\sin(b)$$

$$\cos(a - b) + \cos(a + b) = 2\cos(a)\cos(b)$$

$$\cos(a - b) - \cos(a + b) = 2\sin(a)\sin(b)$$

$$\sin(a - b) + \sin(a + b) = 2\sin(a)\cos(b)$$

$$\cos^2(a) = \frac{1}{1 + \tan^2(a)} \quad \sin^2(a) = \frac{\tan^2(a)}{1 + \tan^2(a)}$$

Κυκλική κίνηση:

$$\theta = \frac{s}{R} \quad s = \text{μήκος τόξου κύκλου ακτίνας } R$$

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}, \quad \omega = \frac{d\theta}{dt}, \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f, \quad f = \frac{1}{T}$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha_{\gamma\omega\nu} t \quad \alpha_{\gamma\omega\nu} = \text{σταθ.}$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha_{\gamma\omega\nu} t^2 \quad \alpha_{\gamma\omega\nu} = \text{σταθ.}$$

$$\omega_f^2 - \omega_i^2 = 2\alpha_{\gamma\omega\nu} (\theta_f - \theta_i) \quad \alpha_{\gamma\omega\nu} = \text{σταθ.}$$

$$\vec{a}_{\kappa\epsilon\nu\tau\rho} = \vec{\omega} \times \vec{v}_{\epsilon\varphi}. \quad \left| \vec{a}_{\kappa\epsilon\nu\tau\rho} \right| = \frac{\left| \vec{v}_{\epsilon\varphi} \right|^2}{R} = \left| \vec{\omega} \right|^2 R$$

$$\vec{v}_{\epsilon\varphi} = \vec{\omega} \times \vec{r} \quad \left| \vec{v}_{\epsilon\varphi} \right| = \left| \vec{\omega} \right| R$$

$$\vec{\alpha}_{\gamma\omega\nu} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}, \quad \vec{a}_{\epsilon\varphi} = \vec{\alpha}_{\gamma\omega\nu} \times \vec{r} \Rightarrow \left| \vec{a}_{\epsilon\varphi} \right| = \left| \vec{\alpha}_{\gamma\omega\nu} \right| \left| \vec{r} \right|$$

$$\vec{a} = \vec{a}_{\epsilon\varphi} + \vec{a}_{\kappa\epsilon\nu\tau} = \vec{\alpha}_{\gamma\omega\nu} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{v}_{\epsilon\varphi}.$$

## ΜΕΡΟΣ Α

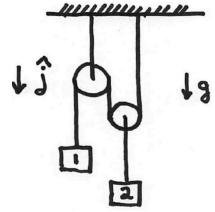
### Άσκηση 1 [5μ]

Τη χρονική στιγμή  $t = 0$ , ένα σώμα που βρίσκεται στην αρχή του συστήματος συντεταγμένων αρχίζει να κινείται στον  $x$ -άξονα. Το διάνυσμα θέσης του σώματος συναρτήσει του χρόνου δίνεται από τη σχέση:  $x(t) = -v_{x0}t + bt^3/3$ , όπου  $b$  είναι μία θετική σταθερά,  $b > 0$  ενώ  $v_{x0} > 0$  είναι η  $x$ -συνιστώσα της ταχύτητας τη στιγμή  $t = 0$ . Ποιά από τις ακόλουθες προτάσεις είναι αληθείς; (Εξηγήστε την απάντησή σας).

- I. Τη στιγμή  $t = 0$ , το σώμα κινείται στη θετική  $x$ -διεύθυνση και σε μία μεταγενέστερη χρονική στιγμή το σώμα θα σταματήσει και θα αντιστραφεί η διεύθυνση κίνησής του.
- II. Τη στιγμή  $t = 0$ , το σώμα κινείται στην αρνητική  $x$ -διεύθυνση και σε μία μεταγενέστερη χρονική στιγμή το σώμα θα σταματήσει και θα αντιστραφεί η διεύθυνση κίνησής του.
- III. Τη στιγμή  $t = 0$ , το σώμα κινείται στη θετική  $x$ -διεύθυνση και σε μία μεταγενέστερη χρονική στιγμή το σώμα θα σταματήσει και θα παραμείνει ακίνητο.
- IV. Τη στιγμή  $t = 0$ , το σώμα κινείται στην αρνητική  $x$ -διεύθυνση και σε μία μεταγενέστερη χρονική στιγμή το σώμα θα σταματήσει και θα παραμείνει ακίνητο.
- V. Η  $x$ -συνιστώσα της επιτάχυνσης του σώματος μειώνεται καθώς περνά ο χρόνος.
- VI. Η  $x$ -συνιστώσα της επιτάχυνσης του σώματος έχει μία αρχικά αρνητική μη μηδενική τιμή τη στιγμή  $t = 0$  και στη συνέχεια αυξάνει συναρτήσει του χρόνου.

### Άσκηση 2 [5μ]

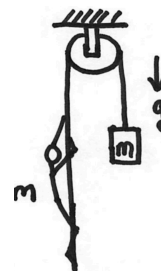
Στο σύστημα του διπλανού σχήματος, όλες οι τροχαλίες είναι λείες και αβαρείς και τα νήματα είναι αμελητέας μάζας. Θεωρήστε τη διεύθυνση προς τα κάτω ως την θετική διεύθυνση της επιτάχυνσης ενός σώματος. Η επιτάχυνση της βαρύτητας,  $g$ , έχει φορά προς τα κάτω. Ποιά από τις παρακάτω εξισώσεις δίνει τη σχέση των επιταχύνσεων των σωμάτων 1 και 2; (Εξηγήστε την απάντησή σας).



- I.  $0 = \alpha_1 + \alpha_2$
- II.  $0 = \alpha_1 - \alpha_2$
- III.  $0 = 2\alpha_1 + \alpha_2$
- IV.  $0 = 2\alpha_1 - \alpha_2$
- V.  $0 = \alpha_1 + 2\alpha_2$
- VI.  $0 = \alpha_1 - 2\alpha_2$
- VII. Κανένα από τα προηγούμενα

### Άσκηση 3 [5μ]

Ένα άτομο σκαρφαλώνει ένα μή εκτατό σχοινί αμελητέας μάζας. Το σχοινί περνά από μία λεία και αβαρή τροχαλία που είναι στερεωμένη σε ακλόνητο σημείο στην οροφή ενός γυμναστηρίου. Στο άλλο άκρο του σχοινιού είναι δεμένο ένα κιβώτιο. Το κιβώτιο και το άτομο έχουν την ίδια μάζα  $m$ . Υποθέστε ότι το άτομο σκαρφαλώνει τραβώντας το σχοινί με μία δύναμη σταθερού μέτρου  $F$ . Θεωρήστε

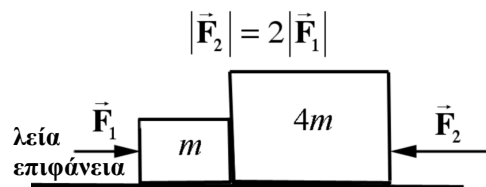


την επιτάχυνση του ατόμου ως  $\vec{a}_{\alpha\tau.}$  και την επιτάχυνση του κιβωτίου ως  $\vec{a}_{\kappa\iota\beta.}$ . Η επιτάχυνση της βαρύτητας,  $g$ , έχει φορά προς τα κάτω. Ποιά από τις ακόλουθες προτάσεις είναι αληθής; (Εξηγήστε την απάντησή σας).

- I. Το άτομο έχει επιτάχυνση προς τα πάνω και για το κιβώτιο  $\vec{a}_{\kappa\iota\beta.} = \vec{0}$ .
- II. Το άτομο και το κιβώτιο έχουν επιτάχυνση προς τα πάνω και  $|\vec{a}_{\alpha\tau.}| > |\vec{a}_{\kappa\iota\beta.}| > 0$ .
- III. Το άτομο και το κιβώτιο έχουν επιτάχυνση προς τα πάνω και  $|\vec{a}_{\alpha\tau.}| = |\vec{a}_{\kappa\iota\beta.}|$ .
- IV. Το άτομο και το κιβώτιο έχουν επιτάχυνση προς τα πάνω και  $0 < |\vec{a}_{\alpha\tau.}| < |\vec{a}_{\kappa\iota\beta.}|$ .
- V. Το άτομο έχει επιτάχυνση προς τα πάνω και το κιβώτιο προς τα κάτω και  $|\vec{a}_{\alpha\tau.}| > |\vec{a}_{\kappa\iota\beta.}| > 0$ .
- VI. Το άτομο έχει επιτάχυνση προς τα πάνω και το κιβώτιο προς τα κάτω και  $|\vec{a}_{\alpha\tau.}| = |\vec{a}_{\kappa\iota\beta.}|$ .
- VII. Το άτομο έχει επιτάχυνση προς τα πάνω και το κιβώτιο προς τα κάτω και  $0 < |\vec{a}_{\alpha\tau.}| < |\vec{a}_{\kappa\iota\beta.}|$ .

#### Άσκηση 4 [5μ]

Κιβώτιο 1 μάζας  $m$  βρίσκεται σε επαφή με κιβώτιο 2 μάζας  $4m$ . Τα δύο κιβώτια βρίσκονται πάνω σε λεία οριζόντια επιφάνεια. Υποθέστε ότι μία οριζόντια δύναμη  $\vec{F}_1$  ασκείται



στα αριστερά του κιβωτίου 1 και μία δεύτερη δύναμη  $\vec{F}_2$  ασκείται στα δεξιά του κιβωτίου 2

όπως στο διπλανό σχήμα. Τα μέτρα των δυνάμεων έχουν τη σχέση  $F_2 = |\vec{F}_2| = 2|\vec{F}_1| = 2F_1$ .

Θεωρήστε ότι  $\vec{F}_{21}$  είναι η δύναμη που ασκεί το κιβώτιο 2 στο κιβώτιο 1 λόγω της επαφής τους.

Η δύναμη αυτή έχει μέτρο  $F_{21} = |\vec{F}_{21}|$ . Θεωρήστε ότι το μέτρο της επιτάχυνσης των κιβωτίων είναι  $a$ . Ποιά από τις ακόλουθες προτάσεις είναι αληθής; (Εξηγήστε την απάντησή σας).

I.  $F_1 = F_{21} = ma$

II.  $F_1 = F_{21} = 5ma$

III.  $F_1 = ma$  και  $F_{21} = 2ma$

IV.  $F_1 = ma$  και  $F_{21} = 0$

V.  $F_1 = 5ma$  και  $F_{21} = 6ma$

VI.  $F_1 = 5ma$  και  $F_{21} = 4ma$

VII. Κανένα από τα παραπάνω

### Άσκηση 5 [5μ]

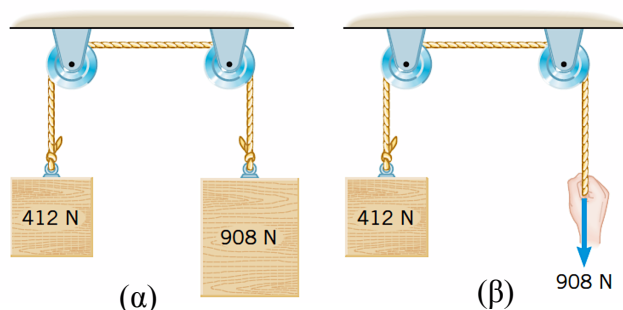
Μία μπάλα αφήνεται να πέσει με μηδενική αρχική ταχύτητα από την κορυφή ενός κτιρίου ύψους  $H$  και όταν φθάνει στο έδαφος έχει ταχύτητα  $v_f$ . Η ίδια μπάλα αφήνεται από την ηρεμία και πάλι να πέσει στο έδαφος από την κορυφή του κτιρίου. Την ίδια χρονική στιγμή μία παρόμοια μπάλα εκτοξεύεται από το έδαφος κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα  $v_0 = v_f$  (ίδιο μέτρο με την ταχύτητα που έχει η πρώτη μπάλα όταν χτυπά στο έδαφος). Αγνοήστε την αντίσταση του αέρα. Ποιά από τις ακόλουθες προτάσεις είναι αληθής; (Εξηγήστε την απάντησή σας).

- I. Οι μπάλες συναντιούνται στο μέσο του κτιρίου.
- II. Οι μπάλες συναντιούνται σε κάποιο ύψος που είναι πάνω από το μέσο του κτιρίου.
- III. Οι μπάλες συναντιούνται σε κάποιο ύψος που είναι κάτω από το μέσο του κτιρίου.

## ΜΕΡΟΣ Β

### Άσκηση 6 [15μ]

Το παρακάτω σχήμα δείχνει δύο κιβώτια τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με ένα σχοινί το οποίο περνά από δύο τροχαλίες. Το ένα κιβώτιο έχει βάρος  $412\text{ N}$  ενώ το άλλο κιβώτιο έχει βάρος  $908\text{ N}$ . Οι τροχαλίες είναι αβαρείς και λείες και το σχοινί έχει αμελητέα μάζα.



(α) Ποιά είναι η επιτάχυνση του ελαφρύτερου κιβώτιου; [5μ]

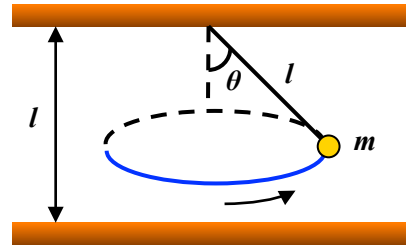
(β) Υποθέστε τώρα ότι το βαρύτερο κιβώτιο αντικαθίσταται και στη θέση του ένα άτομο εφαρμόζει μία δύναμη  $F = 908\text{ N}$  προς τα κάτω, όπως φαίνεται στο σχήμα (β). Να βρείτε την επιτάχυνση του ελαφρύτερου κιβωτίου. [6μ]

(γ) Εξηγήστε τυχόν διαφορές μεταξύ των απαντήσεών σας στα ερωτήματα (α) και (β). [4μ]



### Άσκηση 7 [20μ]

Μία μάζα  $m$  εξαρτάται από το ένα άκρο ενός νήματος αμελητέας μάζας και μήκους  $l$ . Το πάνω τμήμα του νήματος εξαρτάται από την οροφή η οποία απέχει επίσης απόσταση  $l$  από το δάπεδο. Αρχικά η μάζα  $m$  εκτελεί κυκλική κίνηση σε οριζόντιο κύκλο, ενώ το νήμα σχηματίζει γωνία  $\theta$  με την κατακόρυφο διεύθυνση.



(α) Βρείτε την ταχύτητα της μάζας καθώς αυτή περιστρέφεται; [10μ]

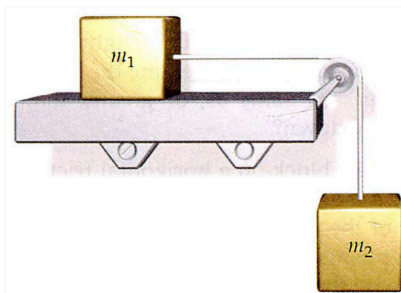
(β) Ξαφνικά το νήμα κόβεται. Ποιά η οριζόντια απόσταση που καλύπτει η μάζα από τη χρονική στιγμή που κόπηκε το νήμα μέχρι τη χρονική στιγμή που χτυπά στο δάπεδο; [10μ]

**Άσκηση 8 [20μ]**

Ένα βλήμα βάλεται από ένα σημείο A με κάποια γωνία  $\theta$  σχετικά με τον ορίζοντα. Ξαφνικά και ενώ βρίσκεται στο μέγιστο ύψος της τροχιάς του και αφού έχει διανύσει μια οριζόντια απόσταση D, εκρήγνυται σε δύο ίσα θραύσματα τα οποία κινούνται οριζόντια με ίσες και αντίθετες ταχύτητες όπως μετρούνται σχετικά με το βλήμα τη στιγμή πριν την έκρηξη. Το ένα θραύσμα προσγειώνεται πίσω στο σημείο A. Πόσο μακριά από το σημείο A θα προσγειωθεί το δεύτερο θραύσμα;

### Άσκηση 9 [20μ]

Μία μάζα  $m_1$  βρίσκεται πάνω στην οριζόντια επιφάνεια ενός τραπεζιού. Η μάζα συνδέεται μέσω ενός λεπτού νήματος που περνά από λεία και αβαρή τροχαλία με μία άλλη μάζα  $m_2 = 2.5\text{kg}$  που κρέμεται από την πλευρά του τραπεζιού και σε ύψος  $1.5\text{m}$  από το έδαφος, όπως στο διπλανό σχήμα. Το σύστημα αφήνεται από την κατάσταση ηρεμίας και η μάζα  $m_2$  χτυπά στο έδαφος σε χρόνο  $0.82\text{s}$ . Το σύστημα επαναφέρεται στην αρχική του θέση και μία μάζα  $m_3 = 1.2\text{kg}$  τοποθετείται πάνω στη μάζα  $m_1$ . Το σύστημα αφήνεται και πάλι να κινηθεί από την ηρεμία και η μάζα  $m_2$  στην περίπτωση αυτή χτυπά στο έδαφος σε χρόνο  $1.3\text{s}$ .



- (α) Κάντε τα διαγράμματα ελεύθερου σώματος για κάθε μία από τις μάζες του συστήματος. [5μ]  
(β) Υπολογίστε τη μάζα  $m_1$ . [8μ]  
(γ) Υπολογίστε τον συντελεστή κινητικής τριβής μεταξύ της  $m_1$  και της οριζόντιας επιφάνειας. [7μ]