

## **ΜΗΧΑΝΙΚΗ ( Βολές- κυκλική κίνηση- ορμή)**

**15891** Σημειακό αντικείμενο μάζας  $m$ , κινούμενο με ταχύτητα  $v$ , συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με αρχικά ακίνητο σημειακό αντικείμενο μάζας  $3 \cdot m$ , το οποίο είναι ελεύθερο να κινηθεί. Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του βλήματος που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, κατά τη διάρκεια της κρούσης,

είναι:

- (a) 25% , (b) 75% , (c) 50%

**15997** Δύο σημειακά αντικείμενα 1 και 2, τα οποία κινούνται στην ευθεία που ορίζουν, συγκρούονται. Αν  $\Delta p_1$  είναι η μεταβολή της ορμής του σημειακού αντικειμένου 1 και  $\Delta p_2$  η μεταβολή της ορμής του σημειακού αντικειμένου 2 κατά τη διάρκεια της κρούσης τους, τότε:

- $$(\alpha) \Delta p_1 = \Delta p_2, \quad (\beta) \Delta p_1 = -\Delta p_2, \quad (\gamma) \Delta p_1 = \Delta p_2 = 0$$

**16039** Δύο σώματα A και B εκτοξεύονται ταυτόχρονα οριζόντια από σημεία που απέχουν από το έδαφος ύψη  $h$  και  $9h$  αντίστοιχα.

- (α) Το Α σώμα θέλει τριπλάσιο χρόνο από το Β σώμα για να φτάσει στο έδαφος.  
(β) Το Β σώμα θέλει τριπλάσιο χρόνο από το Α σώμα για να φτάσει στο έδαφος.  
(γ) Τα δύο σώματα Α και Β φτάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος.

**16039** Δύο σφαιρίδια  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  βρίσκονται πάνω σε λείο οριζόντιο τραπέζι, είναι δεμένα από ακλόνητα σημεία με λεπτά μη εκτατά νήματα μήκους  $L_1$  και  $L_2$  αντίστοιχα, όπου  $L_1 = 3L_2$  και εκτελούν ομαλές κυκλικές κινήσεις με περιόδους  $T_1$  και  $T_2$  αντίστοιχα, όπου  $T_1 = 2T_2$ . Για τα μέτρα  $\alpha_1$  και  $\alpha_2$  των κεντρομόλων επιταχύνσεων των σφαιριδίων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  αντίστοιχα ισχύει:

- $$(\alpha) \alpha_1 = 2 \alpha_2/3 \quad (\beta) \alpha_1 = 3 \alpha_2/4 \quad (\gamma) \alpha_1 = 4 \alpha_2/3$$

**16037** Σώμα μάζας  $M$  βρίσκεται ακίνητο πάνω σε λεία οριζόντια επιφάνεια. Βλήμα μάζας  $m = M/4$  με κινητική ενέργεια  $E$ , κινείται οριζόντια και συγκρούεται πλαστικά με το σώμα μάζας  $M$ . Η απώλεια στην κινητική ενέργεια  $K_{\text{απ}}$  λόγω της κρούσης είναι:



**16040** Μπαλάκι του τένις, μάζας  $m$ , αφήνεται να πέσει από ύψος  $h_1$  από την επιφάνεια του εδάφους. Αφού χτυπήσει στο έδαφος αναπηδά και φτάνει σε ύψος  $h_2$  από την επιφάνεια του εδάφους. Να υπολογίσετε :

- 4.1. το μέτρο της ταχύτητας που έχει το μπαλάκι ακριβώς πριν προσκρούσει στο έδαφος,

4.2. τη μεταβολή της ορμής (μέτρο και κατεύθυνση) κατά τη διάρκεια της αναπήδησής του στο έδαφος.

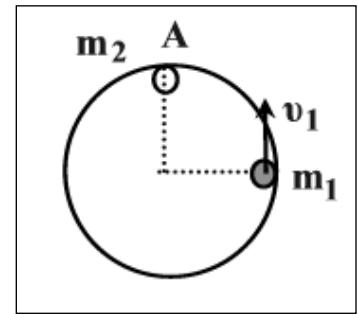
4.3. Αν η μέση συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο μπαλάκι κατά τη διάρκεια της πρόσκρουσης έχει μέτρο  $6 \text{ N}$  να υπολογιστεί η χρονική διάρκεια της πρόσκρουσης.

Στη συνέχεια το μπαλάκι αναπηδά στο έδαφος για δεύτερη φορά.

4.4. Εάν γνωρίζετε ότι κατά τη διάρκεια της δεύτερης αυτής πρόσκρουσης χάνεται στο περιβάλλον το  $50\%$  της ενέργειας που είχε το μπαλάκι πριν την πρόσκρουση, να υπολογίσετε το νέο μέγιστο ύψος από το έδαφος,  $h_3$ , στο οποίο θα ανέβει.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $m = 100 \text{ g}$ ,  $h_1 = 80 \text{ cm}$ ,  $h_2 = 20 \text{ cm}$ . Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

**16041** Δύο σφαιρίδια  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με λείες επιφάνειες και μάζες  $m_1 = 4kg$  και  $m_2 = 6kg$  αντίστοιχα μπορούν να κινούνται στο εσωτερικό κυκλικού δακτυλίου ακτίνας  $R = 2m$  που είναι ακλόνητα στερεωμένος σε λείο οριζόντιο τραπέζι (κάτοψη του οποίου εικονίζεται στο σχήμα). Οι τριβές μεταξύ των σφαιριδίων και του κυκλικού δακτυλίου θεωρούνται αμελητέες, όπως και οι διαστάσεις τους. Αρχικά το σφαιρίδιο  $\Sigma_2$  είναι ακίνητο, ενώ το  $\Sigma_1$  εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με φορά αντίθετη εκείνης των δεικτών του ρολογιού με ταχύτητα, μέτρου  $v_1 = 5m/s$ . Αν τα σφαιρίδια  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  συγκρουστούν πλαστικά, να υπολογίσετε :



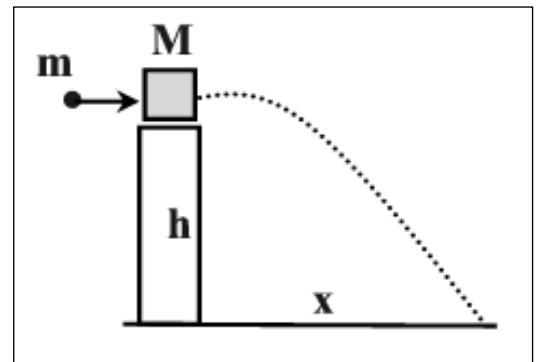
- 4.1. Το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση καθώς και την περίοδο της κίνησης του.
- 4.2. Το μέτρο της μεταβολής της ορμής του σφαιριδίου  $\Sigma_1$  κατά την πλαστική κρούση.
- 4.3. Την απώλεια της μηχανικής ενέργειας κατά την πλαστική κρούση.
- 4.4. Το μέτρο της μεταβολής της ορμής του μεταξύ της θέσης κρούσης A και της αντιδιαμετρικής της Γ.

**16042** Σε οριζόντιο επίπεδο βρίσκεται ακίνητο ένα μήλο μάζας  $M = 200g$ . Ένα μικρό βέλος μάζας  $m = 50g$  κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου,  $v_1 = 10m/s$ , χτυπά το μήλο με αποτέλεσμα να το διαπεράσει. Αν γνωρίζετε ότι η χρονική διάρκεια της διάτρησης είναι  $\Delta t = 0,1 s$  και ότι το βέλος εξέρχεται από το μήλο με ταχύτητα, μέτρου  $v_2 = 8 m/s$ , να υπολογίσετε :

- 4.1. το μέτρο της ορμής του μήλου ακριβώς μετά την έξοδο του βέλους από αυτό,
- 4.2. τη μεταβολή της ορμής του βέλους εξαιτίας της διάτρησης (μέτρο και κατεύθυνση),
- 4.3. τη μέση δύναμη που ασκείται από το βέλος στο μήλο κατά τη χρονική διάρκεια της διάτρησης καθώς και τη μέση δύναμη που ασκείται από το μήλο στο βέλος στην ίδια χρονική διάρκεια,
- 4.4. την απώλεια μηχανικής ενέργειας του συστήματος βέλους-μήλου κατά τη διάρκεια της διάτρησης.

Για την επίλυση του προβλήματος θεωρήστε το βέλος αλλά και το μήλο ως υλικά σημεία.

**16043** Ο καθηγητής Φυσικής σε μία σχολή αξιωματικών του στρατού θέτει ένα πρόβλημα σχετικά με το πώς οι φοιτητές, αξιοποιώντας τις γνώσεις τους από το μάθημα, θα μπορούσαν να υπολογίσουν την ταχύτητα  $v$  του βλήματος ενός πιστολιού. Ο καθηγητής υποδεικνύει στους φοιτητές την παρακάτω διαδικασία: Το βλήμα μάζας  $m$  εκτοξεύεται οριζόντια και σφηνώνεται σε ένα κομμάτι ξύλου, μάζας  $M$ , που ισορροπεί ελεύθερο στην κορυφή ενός στύλου ύψους  $h$ . Οι μάζες  $m$  και  $M$  μετρώνται με ζύγιση και το ύψος  $h$  μετράται με μετροταινία. Το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση εκτελεί οριζόντια βολή και χτυπάει στο έδαφος σε οριζόντια απόσταση  $x$  από τη βάση του στύλου, αφήνοντας ένα σημάδι στο χώμα ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση αυτής της απόστασης  $x$ . Οι φοιτητές ακολουθησαν τη διαδικασία και έλαβαν μετρήσεις ακολουθώντας τη διαδικασία που τους υπέδειξε ο καθηγητής τους και κατέγραψαν τις τιμές  $m = 0,1kg$ ,  $M = 1,9kg$ ,  $h = 5 m$  και  $x = 10 m$ . Λαμβάνοντας υπόψη τις προηγούμενες τιμές των μεγεθών που μετρήθηκαν από τους φοιτητές, και θεωρώντας την αντίσταση του αέρα αμελητέα, να υπολογίσετε:



- 4.1. Το χρονικό διάστημα που πέρασε από την στιγμή της κρούσης μέχρι το συσσωμάτωμα να αγγίξει το έδαφος.

4.2. Το μέτρο της οριζόντιας ταχύτητας  $V$  την οποία απέκτησε το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση.

4.3. Το μέτρο της ταχύτητας  $v$  του βλήματος πριν σφηνωθεί στο ξύλο.

4.4. Την απώλεια της μηχανικής ενέργειας του συστήματος βλήμα-ξύλο κατά την κρούση.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της  $G = 10m/s^2$ .

**16044** Μία οβίδα μάζας  $3 kg$  εκτοξεύεται από το σημείο A του οριζόντιου εδάφους κατακόρυφα προς τα πάνω. Όταν φθάνει στο ανώτερο σημείο O της τροχιάς της, διασπάται ακαριαία, λόγω εσωτερικής έκρηξης, σε δύο κομμάτια με μάζες  $m_1 = 1kg$  και  $m_2 = 2kg$ . Το σημείο O βρίσκεται σε ύψος  $20 m$  από το έδαφος. Το κομμάτι μάζας  $m_1$  αποκτά αμέσως μετά την έκρηξη οριζόντια ταχύτητα μέτρου  $v_1 = 10m/s$  όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα κομμάτια  $m_1$  και  $m_2$  κινούνται και πέφτουν στο έδαφος σε σημεία K και L αντιστοίχως. Να υπολογίσετε:

4.1. Το μέτρο και την κατεύθυνση της ταχύτητας που αποκτά το κομμάτι μάζας  $m_2$  αμέσως μετά την έκρηξη.

4.2. Το χρονικό διάστημα που κινείται κάθε κομμάτι από τη στιγμή της έκρηξης μέχρι να αγγίξει το έδαφος.

4.3. Την απόσταση KΛ.

4.4 Την ταχύτητα (μέτρο και κατεύθυνση) του κομματιού μάζας  $m_1$  ακριβώς πριν ακουμπήσει στο σημείο K του εδάφους.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της  $G = 10m/s^2$ , και ότι η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

**16045.** Ένα βλήμα με μάζα  $0,05 kg$  κινείται οριζόντια με ταχύτητα  $800m/s$  μέχρι τη στιγμή που καρφώνεται σε τοίχο. Πριν ακινητοποιηθεί το βλήμα διανύει απόσταση  $8 cm$  μέσα στον τοίχο. Αν η αντίσταση του τοίχου θεωρηθεί σταθερή δύναμη, το βλήμα θα ακινητοποιηθεί μετά από:

$$(\alpha) t = 2 \cdot 10^{-2} s, \quad (\beta) t = 2 \cdot 10^{-3} s, \quad (\gamma) t = 2 \cdot 10^{-4} s$$

**16046** Ένα φορτηγό με μάζα  $M$  και ταχύτητα  $v$  και ένα επιβατηγό αυτοκίνητο με μάζα  $m_1 = M/4$  και ταχύτητα  $v_1 = 3 \cdot v$  κινούνται σε αντίθετες κατεύθυνσεις πάνω σε οριζόντιο μονόδρομο, πλησιάζοντας το ένα το άλλο. Τα οχήματα συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά δημιουργώντας συσσωμάτωμα. Η συνολική ορμή  $p$  του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση, έχει μέτρο:

$$(\alpha) Mu/4 \quad (\beta) 3Mu/4 \quad (\gamma) 4Mu/3$$

**16049** Μικρή σφαίρα αφήνεται να πέσει από μικρό ύψος  $h$  από το έδαφος, εκτελώντας ελεύθερη πτώση. Μια ίδια σφαίρα βάλλεται ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος με οριζόντια ταχύτητα μέτρου  $v_0$ . Εστω  $\Delta t_1$  και  $\Delta t_2$  τα χρονικά διαστήματα που κάνουν η πρώτη και η δεύτερη σφαίρα, αντίστοιχα, για να φτάσουν στο έδαφος. Η σχέση ανάμεσα στα δύο χρονικά διαστήματα είναι:

$$(\alpha) \Delta t_1 < \Delta t_2, \quad (\beta) \Delta t_1 = \Delta t_2, \quad (\gamma) \Delta t_1 > \Delta t_2$$

**16050** Δύο σώματα με την ίδια μάζα  $m = 0,2 kg$ , κινούνται ευθύγραμμα και ομαλά σε λείο οριζόντιο επίπεδο σε αντίθετες κατεύθυνσεις (το ένα κινείται με κατεύθυνση προς το άλλο). Το μέτρο της ταχύτητας του πρώτου σώματος είναι  $v_1 = 6m/s$  και του δευτέρου  $v_2 = 2m/s$ . Τη χρονική στιγμή  $t = 0 s$  απέχουν μεταξύ τους  $4 m$ .

4.1. Υπολογίστε και σχεδιάστε τις ορμές των δύο σωμάτων τη χρονική στιγμή  $t = 0 s$ .

4.2. Ποια χρονική στιγμή θα συγκρουστούν τα δύο σώματα μεταξύ τους;

4.3. Αν η κρούση τους είναι πλαστική και η χρονική της διάρκεια είναι αμελητέα, ποιο θα είναι το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση;

4.4. Σχεδιάστε (σε κοινό διάγραμμα) τις γραφικές παραστάσεις για τις τιμές των ταχυτήτων των δύο σωμάτων και του συσσωματώματος σε συνάρτηση με το χρόνο, για το χρονικό διάστημα από 0 μέχρι 1 s.

Να θεωρήσετε ως θετική την αρχική φορά κίνησης του σώματος με ταχύτητα  $v_1$ .

**16053** Μικρή σφαίρα μάζας  $m = 200 \text{ g}$  κρέμεται δεμένη στο κάτω άκρο αβαρούς μη ελαστικού νήματος, μήκους  $l$ . Το πάνω άκρο του νήματος είναι δεμένο σε ακλόνητο σημείο O, το οποίο απέχει από οριζόντιο δάπεδο ( $\delta$ ), ύψος  $H = 1,25 \text{ m}$ . Θέτουμε το σύστημα σε αιώρηση με τέτοιο τρόπο ώστε τελικά το σώμα να κινείται σε κατακόρυφο επίπεδο με το νήμα τεντωμένο. Τη στιγμή που η σφαίρα περνάει από την κατώτερη θέση Γ της κυκλικής τροχιάς της, με το νήμα τεντωμένο και κατακόρυφο, η κεντρομόλος επιτάχυνσή της έχει μέτρο  $20 \text{ m/s}$ . Ακριβώς τη στιγμή που διέρχεται από τη θέση Γ, το νήμα κόβεται και η σφαίρα με την ταχύτητα που είχε, πραγματοποιεί οριζόντια βολή μέχρι να χτυπήσει στο οριζόντιο δάπεδο. Η σφαίρα φτάνει στο δάπεδο μετά από χρόνο  $0,3 \text{ s}$  από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρυτητας  $g = 10 \text{ m/s}^2$  και ότι η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

Να υπολογίσετε:

4.1. Το μήκος  $l$  του νήματος.

4.2. Την οριζόντια απόσταση από το σημείο Γ, του σημείου στο οποίο θα χτυπήσει η σφαίρα στο δάπεδο.

4.3. Τη βαρυτική δυναμική ενέργεια της σφαίρας ως προς το οριζόντιο δάπεδο ( $\delta$ ) μετά από χρόνο  $0,2 \text{ s}$  από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα.

4.4. Το μέτρο της ταχύτητας καθώς και την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας με το οριζόντιο δάπεδο, ελάχιστα πριν η σφαίρα προσκρούσει στο δάπεδο.

**16063** Σημειακό αντικείμενο μάζας  $m$  κινείται με ταχύτητα  $v$  και συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με άλλο, ακίνητο σημειακό αντικείμενο, μάζας  $3 \cdot m$ . Η κρούση διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα  $\Delta t$ . Κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος, το μέτρο της μέσης δύναμης που δέχεται το σημειακό αντικείμενο μάζας  $m$  από το σημειακό αντικείμενο μάζας  $3 \cdot m$  είναι:

(α)  $-3mv/4\Delta t$

(β)  $4mv/3\Delta t$

(γ)  $3mv/4\Delta t$

**16064** Ένα βλήμα μάζας  $M$  κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω και τη χρονική στιγμή που η ταχύτητά του έχει μέτρο  $u$ , εκρήγγνυται σε δύο κομμάτια  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με μάζες  $m_1 = m_2 = m$ . Το  $\Sigma_1$  αμέσως μετά την έκρηξη κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα μέτρου  $v_1 = 2u$ . Η ταχύτητα  $v_2$  του  $\Sigma_2$  αμέσως μετά την έκρηξη:

(α) έχει μέτρο  $u$  και διεύθυνση κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω.

(β) έχει μέτρο  $u$  και διεύθυνση κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω.

(γ) είναι μηδέν.

**16065.** Ο ωροδείκτης και ο λεπτοδείκτης ενός ρολογιού τοίχου έχουν μήκη  $\ell_1$  και  $\ell_2$  αντίστοιχα, για τα οποία ισχύει:  $\ell_1/\ell_2=1/12$ . Ο λόγος  $v_1/v_2$  των μέτρων, των γραμμικών ταχυτήτων, των ελεύθερων άκρων του ωροδείκτη και του λεπτοδείκτη αντίστοιχα είναι ίσος με:

(α) 144

(β) 1/144

(γ) 12

**16066** Ένα βλήμα μάζας  $M$  που είναι ακίνητο εκρήγγνυται σε δύο κομμάτια  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  με μάζες  $m_1 = m$  και  $m_2 = 2m$ . Ο λόγος των κινητικών ενεργειών  $K_1/K_2$  των δύο κομματιών αμέσως μετά την έκρηξη είναι ίσος με:

(α) 1

(β) 2

(γ)  $\frac{1}{2}$

**16069** Σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1$  που κινείται με ταχύτητα μέτρου  $v_1$  πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο, συγκρούεται πλαστικά με σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2 = 2m_1$  το οποίο κινείται πάνω στο ίδιο λείο οριζόντιο επίπεδο, σε αντίθετη κατεύθυνση με ταχύτητα μέτρου  $v_2$ . Το συσσωμάτωμα που προκύπτει παραμένει ακίνητο μετά την κρούση. Αν  $K_1$  και  $K_2$  οι κινητικές ενέργειες των σωμάτων  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  πριν την κρούση, ο λόγος τους  $K_1/K_2$  θα έχει τιμή

$$(\alpha) \frac{1}{2}$$

$$(\beta) 2$$

$$(\gamma) 3$$

**16070** Ένα φορτηγό με μάζα  $M$  που κινείται με ταχύτητα  $v$  και ένα επιβατηγό αυτοκίνητο με μάζα  $m_1=M/4$  και ταχύτητα  $v_1=-2v$ , συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά δημιουργώντας συσσωμάτωμα. Η συνολική ορμή  $p_0$  του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση, έχει μέτρο:

$$(\alpha) 2Mv$$

$$(\beta) Mv/2$$

$$(\gamma) Mv$$

**16072** Δύο σώματα με μάζες  $m_1 = 0,6 \text{ Kg}$  και  $m_2 = 0,4 \text{ Kg}$  κινούνται πάνω σε λείο. Τα σώματα κινούνται σε αντίθετες κατεύθυνσεις και συγκρούονται πλαστικά, έχοντας ακριβώς πριν τη στιγμή της σύγκρουσης ταχύτητες μέτρων  $v_1 = 20 \text{ m/s}$  και  $v_2 = 5 \text{ m/s}$  αντίστοιχα. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

4.1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

4.2. Να υπολογίσετε το ποσοστό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συστήματος κατά την κρούση.

Το συσσωμάτωμα αφού διανύσει μικρή απόσταση στο λείο οριζόντιο επίπεδο εισέρχεται σε τραχύ οριζόντιο επίπεδο με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής  $\mu=0,2$ .

4.3. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της ορμής του συσσωματώματος κατά την κίνηση του στο τραχύ οριζόντιο επίπεδο.

4.4. Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα της κίνησης του συσσωματώματος στο τραχύ οριζόντιο επίπεδο και την απόσταση που διανύει σε αυτό μέχρι να σταματήσει.

**16073** Ένα κιβώτιο μάζας  $M = 970g$  βρίσκεται ακίνητο πάνω σε οριζόντιο δάπεδο με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής  $\mu = 0,2$ . Βλήμα μάζας  $m = 30 \text{ g}$  κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου  $v\beta = 200 \text{ m/s}$ , συγκρούεται με το ακίνητο κιβώτιο και σφηνώνεται σ' αυτό, οπότε δημιουργείται συσσωμάτωμα. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

4.1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκείται από το βλήμα στο κιβώτιο, αν το βλήμα ακινητοποιήθηκε μέσα στο κιβώτιο σε χρονικό διάστημα  $\Delta t = 0,01 \text{ s}$ .

4.3. Να υπολογίσετε την απώλεια της κινητικής ενέργειας του συστήματος κιβώτιο – βλήμα λόγω της κρούσης.

4.4. Να υπολογίσετε το διάστημα που θα διανύσει το συσσωμάτωμα, αμέσως μετά την κρούση, μέχρι να σταματήσει.

**16085** Σώμα εκτοξεύεται οριζόντια από κάποιο ύψος με ταχύτητα μέτρου  $v_0$ . Ο χρόνος που περνά για να γίνει το μέτρο της ταχύτητας του σώματος ίσο με  $3v_0$  είναι ίσος με:

$$(\alpha) t = v_0 \cdot \sqrt{2/g}$$

$$(\beta) t = 2v_0 \cdot \sqrt{2/g}$$

$$(\gamma) t = v_0/g$$

**16085** Δύο κινητά τη χρονική στιγμή  $t_0=0$  αρχίζουν να κινούνται από αντιδιαμετρικά σημεία μίας περιφέρειας κύκλου αντίρροπα με συχνότητες  $f_1$  και  $f_2$  αντίστοιχα. Η χρονική στιγμή  $t$  που συναντιούνται για πρώτη φορά είναι:

$$(\alpha) 2/(f_1+f_2)$$

$$(\beta) 1/(f_1+f_2)$$

$$(\gamma) 1/2(f_1 + f_2)$$

**16093** Ένα σώμα βάλλεται κατακόρυφα τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  προς τα πάνω από εξώστη ύψους  $H = 25m$ . Η αλγεβρική τιμή της ορμής του σε συνάρτηση με το χρόνο δίνεται από τη σχέση  $p = 30 - 15t$  (SI). Η βαρυτική επιτάχυνση έχει μέτρο  $g = 10 m/s^2$ .

- 4.1. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της ορμής και τη μάζα του σώματος.
- 4.2. Να υπολογίσετε τη χρονική άφιξη του σώματος στο μέγιστο ύψος.
- 4.3. Να βρείτε το μέγιστο ύψος, μετρημένο από το έδαφος, που φθάνει το σώμα.
- 4.4. Να υπολογίσετε τη συνολική μεταβολή της ορμής του σώματος από τη στιγμή της εκτόξευσης μέχρι τη στιγμή της προσεδάφισής του. Αντιστάσεις από τον αέρα παραλείπονται.

**16096** Αν για ένα σώμα που εκτελεί οριζόντια βολή με αρχική ταχύτητα μέτρου  $v_0$ , το οριζόντιο βεληνεκές είναι ίσο με  $S$ , τότε το ύψος  $H$  από το οποίο εκτοξεύθηκε το αντικείμενο είναι:

$$(\alpha) 2v_0^2/g \quad (\beta) 2v_0^2/gS^2 \quad (\gamma) gS^2/2v_0^2$$

Να θεωρήσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας σταθερή και να αμελητέες τις δυνάμεις που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας.

**16104** Σώμα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε λείο οριζόντιο επίπεδο δεμένο σε ένα σχοινί. Το σχοινί σπάει όταν η δύναμη που θα του ασκηθεί είναι μεγαλύτερη ή ίση από  $T_\theta$  (όριο θραύσης). Όταν το σώμα κινείται σε κύκλο ακτίνας  $R$  το σχοινί σπάει όταν η γωνιακή ταχύτητα έχει μέτρο  $\omega_1$ . Όταν το σώμα κινείται σε κύκλο ακτίνας  $R/2$  το σχοινί σπάει όταν η γωνιακή ταχύτητα έχει μέτρο  $\omega_2$ . Για το λόγο των μέτρων των δύο γωνιακών ταχυτήτων  $\omega_1/\omega_2$  ισχύει:

$$(\alpha) 2 \quad (\beta) \sqrt{2}/2 \quad (\gamma) 1/2$$

**16105** Η γραφική παράσταση της κινητικής ενέργειας ενός σώματος ως συνάρτηση της ορμής του είναι:

- (α) Ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων
- (β) Ευθεία που δε διέρχεται από την αρχή των αξόνων
- (γ) Παραβολή

**16107** Ένα σώμα είναι αρχικά ακίνητο. Το σώμα εκρήγνυται και χωρίζεται σε δύο κομμάτια (θραύσματα) (1) και (2), με μάζες  $m_1 \neq m_2$ . Για τα μέτρα της μεταβολής της ορμής και τις μεταβολές της κινητικής ενέργειας των δύο κομματιών ισχύει:

$$\text{α. } |\Delta p_1| = |\Delta p_2|, \Delta K_1 = \Delta K_2. \quad \text{β. } |\Delta p_1| = |\Delta p_2|, \Delta K_1 \neq \Delta K_2. \quad \text{γ. } |\Delta p_1| \neq |\Delta p_2|, \Delta K_1 \neq \Delta K_2.$$

**16115** . Σε ένα ρολόι τοίχου, ο ωροδείκτης έχει μήκος  $l_1$ , ο λεπτοδείκτης μήκος  $l_2$  και για τα μήκη τους ισχύει η σχέση  $l_2=1,5 \cdot l_1$ . Οι δύο δείκτες περιστρέφονται γύρω από κοινό άξονα προσαρμοσμένο στο ένα τους άκρο. Για τα μέτρα  $v_1$  και  $v_2$ , των γραμμικών ταχυτήτων των κινούμενων άκρων του ωροδείκτη και του λεπτοδείκτη αντίστοιχα, ισχύει η σχέση:

$$(\alpha). \quad v_1/v_2 = 18 \quad (\beta). \quad v_2/v_1 = 1,5 \quad (\gamma). \quad v_2/v_1 = 18$$

**16116** Δύο μικρές σφαίρες με μάζες  $m_1 = m$  και  $m_2 = 2m$  κινούνται αντίθετα πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Τα μέτρα των ταχυτήτων τους  $v_1, v_2$  αντίστοιχα, είναι ίσα ακριβώς πριν συγκρουστούν και ισχύει  $v_1 = v_2 = v_0$ . Τα δύο σώματα συγκρούονται κεντρικά και η κρούση είναι πλαστική, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί συσσωμάτωμα. Το μέτρο της μεταβολής της ορμής κάθε σώματος εξαιτίας της κρούσης είναι

$$(\alpha) |\Delta p_1| = |\Delta p_2| = 0 \quad (\beta) |\Delta p_1| = |\Delta p_2| = 4mv_0/3 \quad (\gamma) |\Delta p_1| = |\Delta p_2| = 2mv_0$$

**16118** Δύο σφαιρές  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  εκτοξεύονται οριζόντια με την ίδια ταχύτητα από σημεία A και B αντίστοιχα που βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφο και σε ύψη από το έδαφος  $h_1$  και  $h_2$  αντίστοιχα για τα οποία ισχύει  $h_1 = 4 \cdot h_2$ . Αν η οριζόντια μετατόπιση από το σημείο εκτόξευσης των σφαιρών  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  μέχρι το σημείο πρόσκρουσης στο έδαφος (δηλαδή το βεληνεκές), είναι  $x_1$  και  $x_2$  αντίστοιχα, τότε ισχύει:

$$(\alpha) x_1 = 4 \cdot x_2, \quad (\beta) x_1 = \sqrt{2} \cdot x_2, \quad (\gamma) x_1 = 2 \cdot x_2$$

**16119** Δύο σφαιρίδια  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  βρίσκονται σε λείο οριζόντιο τραπέζι είναι δεμένα με λεπτά μη εκτατά νήματα μήκους  $R1$  και  $R2$  αντίστοιχα, από ακλόνητα σημεία με αποτέλεσμα να εκτελούν κυκλική κίνηση. Έστω ότι οι ακτίνες των τροχιών των δύο σφαιριδίων ικανοποιούν τη σχέση  $R_1 = 2 \cdot R_2$  και ότι η περίοδος της κυκλικής κίνησής τους είναι ίδια. Αν  $\alpha_1$  είναι το μέτρο της κεντρομόλου επιτάχυνσης του σφαιριδίου  $\Sigma_1$  και  $\alpha_2$  είναι το μέτρο της κεντρομόλου επιτάχυνσης του σφαιριδίου  $\Sigma_2$ , η σχέση που τα συνδέει, είναι :

$$(\alpha) \alpha_1 = 2 \cdot \alpha_2, \quad (\beta) \alpha_1 = 4 \cdot \alpha_2, \quad (\gamma) \alpha_1 = \frac{1}{2}\alpha_2$$

**16.120** Δύο σφαιρίδια  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  βρίσκονται σε λείο οριζόντιο τραπέζι είναι δεμένα με λεπτά μη εκτατά νήματα ίδιου μήκους  $R$  από ακλόνητα σημεία με αποτέλεσμα να εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση. Έστω ότι  $T_1$  είναι η περίοδος της ομαλής κυκλικής κίνησης του σφαιριδίου  $\Sigma_1$  και  $T_2$  η περίοδος της ομαλής κυκλικής κίνησης του σφαιριδίου  $\Sigma_2$ , οι οποίες ικανοποιούν τη σχέση  $T_1 = 2 \cdot T_2$ . Αν  $\alpha_1$  είναι το μέτρο της κεντρομόλου επιτάχυνσης του σφαιριδίου  $\Sigma_1$  και  $\alpha_2$  είναι το μέτρο της κεντρομόλου επιτάχυνσης του σφαιριδίου  $\Sigma_2$ , η σχέση που τα συνδέει, είναι :

$$(\alpha) \alpha_2 = 2 \cdot \alpha_1, \quad (\beta) \alpha_2 = 4 \cdot \alpha_1, \quad (\gamma) \alpha_2 = \alpha_1/4$$

**16120.** Ένα μπαλάκι μάζας  $m$  προσκρούει κάθετα σε οριζόντιο πάτωμα με ταχύτητα μέτρου  $v_1$  και αναπηδά κατακόρυφα με ταχύτητα μέτρου  $v_2$  (Ισχύει  $v_2 < v_1$ ). Η χρονική διάρκεια της πρόσκρουσης είναι  $\Delta t$ . Το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκείται κατά τη διάρκεια της πρόσκρουσης από το πάτωμα στο μπαλάκι είναι:

$$(\alpha) N = [m(v_1+v_2)/\Delta t] + mg \quad (\beta) N = [m(v_1-v_2)/\Delta t] + mg, \quad (\gamma) N = [m(v_1+v_2)/\Delta t] - mg$$

**16122** Σε οριζόντιο επίπεδο βρίσκεται ακίνητο σώμα μάζας  $M$ . Βλήμα μάζας  $m = M/100$  ταχύτητα μέτρου  $v_1$ , χτυπά το σώμα με αποτέλεσμα να το διαπεράσει. Το βλήμα εξέρχεται από το σώμα οριζόντια με ταχύτητα μέτρου  $v_1/10$ . Αν τα μέτρα της μεταβολής της ορμής του βλήματος και του σώματος είναι  $\Delta p_1$  και  $\Delta p_2$  αντίστοιχα τότε:

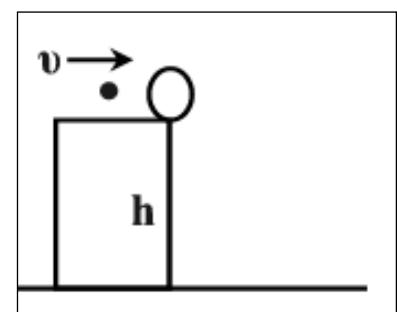
$$(\alpha) \Delta p_1 = \frac{9}{1000} \Delta p_2 \quad (\beta) \Delta p_1 = \Delta p_2, \quad (\gamma) \Delta p_1 = \frac{1000}{9} \Delta p_2$$

**6123** Σώμα B, μάζας  $M = 0,9 \text{ kg}$  βρίσκεται ακίνητο στην άκρη ενός τραπεζιού ύψους  $h = 0,45 \text{ m}$  από το έδαφος. Βλήμα A, μάζας  $m = 0,1 \text{ kg}$  κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου  $v = 100 \text{ m/s}$  (όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα) και συγκρούεται πλαστικά με το σώμα B δημιουργώντας ένα συσσωμάτωμα.

4.1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

4.2. Να υπολογίσετε την απώλεια στην κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων A και B λόγω της κρούσης.

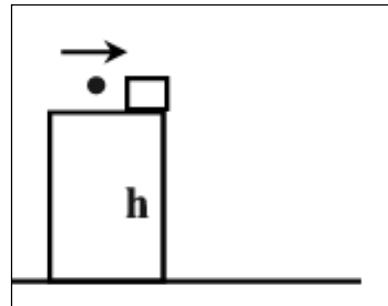
4.3. Κάποια στιγμή το συσσωμάτωμα διανύοντας μια οριζόντια απόσταση  $s$ , φτάνει στο έδαφος. Να



υπολογίσετε την απόσταση s.

4.4. Μετά από χρόνο  $t_1$  από τη στιγμή της κρούσης και πριν το συσσωμάτωμα να φτάσει στο έδαφος, η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι  $K_1 = 50,5 \text{ J}$ . Να βρείτε την απόσταση από το έδαφος του συσσωματώματος τη χρονική στιγμή  $t_1$ .

**16204** Ένα μικρό κιβώτιο μάζας  $M = 1800 \text{ g}$  είναι ακίνητο στην άκρη ενός πάγκου, του οποίου η επιφάνεια βρίσκεται σε ύψος  $h$  από οριζόντιο δάπεδο. Ένα βλήμα μάζας  $m = 200 \text{ g}$  κινείται οριζόντια στο ύψος του κέντρου του κιβωτίου και συγκρούεται με αυτό. Τη στιγμή που συγκρούεται με το κιβώτιο, το βλήμα είχε ταχύτητα  $v_0$  μέτρου  $v_0 = 40 \text{ m/s}$  και η κρούση είναι πλαστική, ασήμαντης χρονικής διάρκειας. Το συσσωμάτωμα εκτελεί οριζόντια βολή και τη στιγμή που φτάνει στο οριζόντιο δάπεδο, η ταχύτητά του σχηματίζει με την οριζόντια διεύθυνση γωνία  $\varphi = 45^\circ$ . Οι αντιστάσεις αέρα αμελητέες.



Να υπολογίσετε:

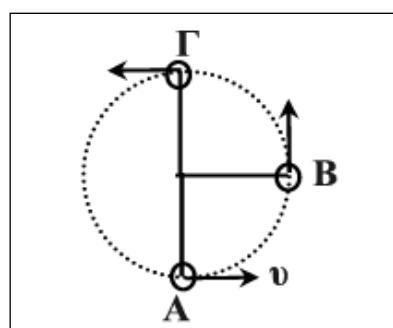
- 4.1. το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση
  - 4.2. το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του βλήματος, που έγινε θερμική ενέργεια κατά την πλαστική κρούση.
  - 4.3. την οριζόντια απόσταση του σημείου στο οποίο το συσσωμάτωμα χτύπησε στο οριζόντιο δάπεδο, από τη βάση του πάγκου
  - 4.4. το ύψος  $h$  του πάγκου.

Το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας θεωρείται  $g = 10\text{m/s}^2$ . Δίνονται επίσης οι τριγωνομετρικοί αριθμοί  $\eta_{45^\circ} = \sigma_{45^\circ} = \sqrt{2}/2$ .

**16206** Από σημείο Ο που βρίσκεται σε ύψος  $H$  από το έδαφος βάλλεται οριζόντια ένα σώμα μάζας  $m$  με αρχική ταχύτητα μέτρου  $v_0$ , έχοντας κινητική ενέργεια  $K_0$  (η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι σταθερή με τιμή  $g$  και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα). Τη χρονική στιγμή που η κινητική ενέργεια του σώματος είναι διπλάσια από την αρχική, το μέτρο της κατακόρυφης συνιστώσας της ταχύτητας είναι  $u_y$  και της οριζόντιας συνιστώσας είναι  $u_x$ . Ο λόγος των μέτρων των ταχυτήτων  $u_x/u_y$  του σώματος εκείνη τη στιγμή είναι ίσος με:



**16209** Το σώμα μάζας  $m$  της διπλανής εικόνας περιστρέφεται σε κατακόρυφο κύκλο κέντρου  $O$ , με σταθερή κατά μέτρο ταχύτητα, στερεωμένο στο άκρο αβαρούς ράβδου μήκους  $l$ . Η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή  $g$ . Αν  $F_A$  είναι το μέτρο της δύναμης που δέχεται το σώμα από τη ράβδο όταν διέρχεται από το σημείο  $A$  και  $F_G$  είναι το μέτρο της δύναμης που δέχεται το σώμα από τη ράβδο όταν διέρχεται από το σημείο  $\Gamma$ , για τα μέτρα των δυνάμεων θα ισχύει:



- $$(\alpha) F_A \equiv F_\Gamma , \quad (\beta) F_A > F_\Gamma , \quad (\gamma) F_A < F_\Gamma$$

**16209.** Ένα βλήμα μάζας  $3m$  κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου  $v$  όταν ξαφνικά εκρήγνυνται και διασπάται σε δύο κομμάτια. Το ένα κομμάτι με μάζα  $m$  κινείται στην ίδια κατεύθυνση με το βλήμα με ταχύτητα μέτρου  $4v$ . Η ταχύτητα με την οποία κινείται το δεύτερο κομμάτι μάζας  $2m$  είναι:

**16227** Δύο σώματα (1) και (2), έχουν μάζες  $m_1$  και  $m_2$  για τις οποίες ισχύει η σχέση  $m_2=4m_1$ . Τα σώματα κινούνται με ταχύτητες  $v_1, v_2$  αντίστοιχα και κινητικές ενέργειες  $K_1$  και  $K_2$  με  $K_1=K_2$ . Για τα μέτρα των ορμών τους ισχύει

$$(α) p_1=p_2$$

$$(β) p_2=2p_1$$

$$(γ) p_1=2p_2$$

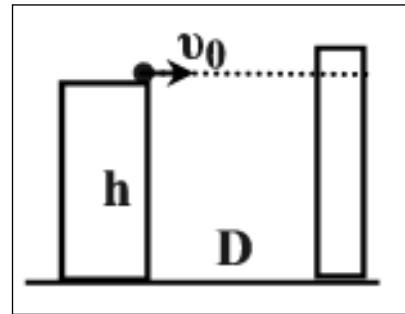
**16245** Σε οριζόντιο επίπεδο βρίσκεται ακίνητο σώμα μάζας  $M$ . Βλήμα μάζας  $m = M/1000$  κινείται οριζόντια με ταχύτητα  $v_1$ , χτυπά το σώμα με αποτέλεσμα να το διαπεράσει. Το βλήμα εξέρχεται από το σώμα οριζόντια με ταχύτητα  $v_1/9$ . Αν τα μέτρα της μεταβολής της ορμής του βλήματος και του σώματος είναι  $|Δp_1|$  και  $|Δp_2|$  αντίστοιχα τότε:

$$(α) |Δp_1| = \left(\frac{9}{1000}\right) |Δp_2|$$

$$(β) |Δp_1| = \frac{1000}{9} |Δp_2| ,$$

$$(γ) |Δp_1| = |Δp_2|$$

**16249** Μικρή σφαίρα βάλλεται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου  $v_0 = 10 \text{ m/s}$  πάνω την ταράτσα ενός κτιρίου. Η ταράτσα βρίσκεται σε ύψος  $h = 45 \text{ m}$  από το έδαφος, που θεωρείται οριζόντιο. Σε απόσταση  $D = 20 \text{ m}$  από το κτίριο αυτό υπάρχει δεύτερο ψηλό κτίριο όπως φαίνεται και στο σχήμα. Το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης είναι  $g = 10 \text{ m/s}^2$  και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Ο χρόνος κίνησης μέχρι την πρώτη πρόσκρουση του σώματος (είτε στο έδαφος είτε στο απέναντι κτήριο) είναι:



$$(α) 3 \text{ s}$$

$$(β) 2 \text{ s}$$

$$(γ) 1 \text{ s}$$

**16253** Σημειακό αντικείμενο μάζας  $m = 1 \text{ kg}$  εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση ολισθαίνοντας στην οριζόντια και λεία επιφάνεια τραπεζιού. Το σημειακό αντικείμενο συγκρατείται στην κυκλική του τροχιά, δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου, τεντωμένου, αβαρούς και μη ελαστικού νήματος, μήκους  $\ell = 0,5 \text{ m}$ , το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε ακλόνητο σημείο. Η συχνότητα της κυκλικής κίνησης του σημειακού αντικειμένου είναι  $f = 10/\pi \text{ Hz}$ .

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος.

Κάποια χρονική στιγμή ( $t_0 = 0$ ) το νήμα κόβεται και το σημειακό αντικείμενο εκτελεί οριζόντια βιολή με αρχική, οριζόντια ταχύτητα μέτρου  $v_0$ , ίσου με το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας της ομαλής κυκλικής κίνησης του αντικειμένου. Η επιφάνεια του τραπεζιού απέχει ύψος  $h = 0,8 \text{ m}$  από το οριζόντιο δάπεδο, στο οποίο στηρίζεται το τραπέζι.

4.2. Ποια χρονική στιγμή  $t_1$  το σημειακό αντικείμενο προσκρούει στο δάπεδο που στηρίζεται το τραπέζι;

4.3. Σε πόση οριζόντια απόσταση από το σημείο που εγκατέλειψε την επιφάνεια του τραπεζιού το σημειακό αντικείμενο προσέκρουσε στο δάπεδο;

4.4. Προσδιορίστε την ταχύτητα  $v_1$  του σημειακού αντικειμένου τη χρονική στιγμή  $t_1$  κατά την οποία προσκρούει στο δάπεδο

Να θεωρήσετε τη βαρυτική επιτάχυνση σταθερή, με μέτρο  $g = 10 \text{ m/s}^2$  και να αγνοήσετε τις δυνάμεις που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας στο αντικείμενο.

**16263** Σώμα μάζας  $m$  κινείται με ταχύτητα μέτρου  $v_0$  σε λείο οριζόντιο επίπεδο και συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ακίνητο σώμα μάζα  $M$ . Αν κατά την πλαστική κρούση χάνεται το 75% της αρχικής κινητικής ενέργειας του συστήματος, τότε ο λόγος  $m/M$  των μαζών ισούται με:

$$(α) 1/3$$

$$(β) 1/4$$

$$(γ) 1/2$$

**16263.** Ο ωροδείκτης και ο λεπτοδείκτης ενός ρολογιού δείχνουν 6 ακριβώς. Οι δείκτες θα συμπέσουν για πρώτη φορά μετά από χρόνο t:

$$(a) (12/17)t$$

$$(b) (8/15)t,$$

$$(c) (6/11)t$$

**16264** Σώμα εκτοξεύεται οριζόντια από κάποιο ύψος h πάνω από το έδαφος με οριζόντια ταχύτητα  $v_0$ . Κάποια στιγμή η οριζόντια μετατόπιση x έχει το ίδιο μέτρο με την κατακόρυφη μετατόπιση y. Τη στιγμή αυτή, η ταχύτητα του σώματος έχει μέτρο:

$$(a) v_0 \cdot \sqrt{3},$$

$$(b) v_0 \sqrt{5}$$

$$(c) v_0 \cdot \sqrt{7}$$

**216264** Βλήμα μάζας m κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου  $v_0$  και σφηνώνεται στο κέντρο μάζας ακίνητου ξύλινου σώματος μάζας M. Κατά την κρούση αυτή η μεταβολή της ορμής του βλήματος είναι:

$$(a) \frac{-mMv_0}{M+m}$$

$$(b) \frac{-2mMv_0}{M+m}$$

$$(c) \frac{-mMv_0}{2(M+m)}$$

**16270** Δύο σφαίρες μαζών  $m_1 = 3kg$  και  $m_2 = 2kg$  κινούνται πάνω σε λείο δάπεδο στην ίδια ευθεία με αντίθετη φορά και με ταχύτητες μέτρων  $v_1 = 5 m/s$  και  $v_2 = 10 m/s$  αντίστοιχα, Οι σφαίρες συγκρούονται και αμέσως μετά την κρούση η σφαίρα  $m_1$  κινείται με ταχύτητα μέτρου  $V_1 = 7m/s$  και με φορά αντίθετη της  $v_1$ . Η σύγκρουση διαρκεί  $\Delta t = 0,01s$ .

- 4.1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα της σφαίρας  $m_2$  μετά τη σύγκρουση
- 4.2. Να υπολογίσετε τη μέση δύναμη η οποία ασκήθηκε στη σφαίρα μάζας  $m_1$  κατά τη σύγκρουση
- 4.3. Να ελέγξετε αν κατά τη κρούση έχουμε απώλεια μηχανικής ενέργειας.
- 4.4. Να βρείτε την απόσταση των σφαιρών  $m_1$  και  $m_2$  μετά από 2,01s από τη στιγμή που ήρθαν σε επαφή.

**16271** Ένα βλήμα μάζας  $m = 10kg$  εκτοξεύεται προς τα πάνω από το έδαφος κατά την χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  με ταχύτητα μέτρου  $v_0 = 40 m/s$ . Κατά την άνοδό του και στη θέση  $y = 60m$  διασπάται με έκρηξη σε δύο τμήματα A και B ίσων μαζών, από τα οποία το A συνεχίζει προς τα πάνω και φθάνει σε ύψος  $h = 180m$  από το σημείο της έκρηξης.

- 4.1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του τμήματος A αμέσως μετά την έκρηξη.
- 4.2. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος B αμέσως μετά την έκρηξη.
- 4.3. Να βρείτε τη χρονική στιγμή άφξης του τμήματος A στο μέγιστο ύψος του.
- 4.4. Να βρείτε συνολική μεταβολή της ορμής του τμήματος B από τη στιγμή αμέσως μετά την έκρηξη μέχρι την προσεδάφισή του.

Να θεωρήσετε αμελητέα την αντίσταση του αέρα. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10 m/s^2$

**16383** Δύο σώματα με μάζες  $m_1 = 2m$  και  $m_2 = m$ , που κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις με ταχύτητες ίσου μέτρου  $v_1 = v_2 = v$  συγκρούονται πλαστικά. Αν  $K_1$  η κινητική ενέργεια του σώματος μάζας  $m_1$  και  $K_2$  η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος που δημιουργείται, τότε ο λόγος  $K_1/K_2$  είναι ίσος με:

$$(a) 1/3$$

$$(b) 3$$

$$(c) 6$$

## ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

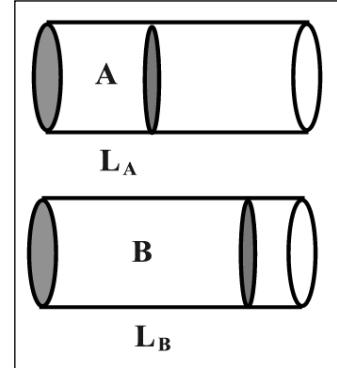
**15885** Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας, στην οποία η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του είναι  $K$ . Αν διπλασιαστεί η θερμοκρασία, στη νέα κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας, η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου είναι:

- (α)  $\bar{K}$ , (β)  $2 \cdot \bar{K}$ , (γ)  $\frac{1}{2}K$

**15998** Μια ιδανική θερμική μηχανή (μηχανή Carnot) A έχει απόδοση  $e_A$ . Μια άλλη ιδανική θερμική μηχανή (μηχανή Carnot) B έχει ίδια θερμοκρασία θερμής δεξαμενής με την A [ $Th(B) = Th(A)$ ] και θερμοκρασία ψυχρής δεξαμενής διπλάσια εκείνης της A [ $Tc(B) = 2 \cdot Tc(A)$ ]. Αν η απόδοση της θερμικής μηχανής B είναι  $e_B$ , τότε ισχύει η σχέση:

- $$(\alpha) \ e_B = 2 \cdot e_A - 1, \quad (\beta) \ e_B = 2 \cdot e_A + 1, \quad (\gamma) \ A = 2 \cdot e_B - 1$$

**16038** Ένα κυλινδρικό δοχείο περιέχει ποσότητα ιδανικού αερίου σε θερμοκρασία  $T_A$  και κλείνεται αεροστεγώς με έμβολο διατομής A. Το δοχείο τοποθετείται με τον άξονά του οριζόντιο, όπως φαίνεται στο σχήμα και το έμβολο ισορροπεί, με το μήκος της αέριας στήλης να είναι  $L_A$  (κατάσταση A). Αυξάνουμε σιγά σιγά τη θερμοκρασία στο δοχείο, μέχρις ότου το μήκος της αέριας στήλης γίνει  $L_B = 2L_A$  και το έμβολο ισορροπεί (κατάσταση B). Θεωρούμε ότι η μετακίνηση του εμβόλου γίνεται αργά και χωρίς τριβές και η πίεση του αερίου είναι πάντα ίση με την ατμοσφαιρική πίεση. Ο λόγος  $K_A/K_B$  των μέσων κινητικών ενεργειών των μορίων του ιδανικού αερίου στις καταστάσεις A και B είναι:






**16038** Κυλινδρικό δοχείο με διαθερμικά τοιχώματα φράσσεται με εφαρμοστό έμβιολο. Το δοχείο βρίσκεται μέσα σε λουτρό νερού σταθερής θερμοκρασίας και περιέχει ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου πίεσης 1atm και πυκνότητας ρ<sub>A</sub>. Πιέζουμε το έμβιολο ώστε η πίεση του αερίου στο δοχείο να αυξηθεί σε 2atm, οπότε η πυκνότητά του γίνεται ρ<sub>B</sub>, που είναι ίση με:

- $$(\alpha) \rho_B = \rho_A \quad (\beta) \rho_B = \frac{1}{2}\rho_A \quad (\gamma) \rho_B = 2\rho_A$$

**16046** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου που βρίσκεται σε κυλινδρικό δοχείο, υφίσταται ισόθερμη αντιστρεπτή συμπίεση. Συμπληρώστε τις φράσεις με μια από τις τρεις επιλογές: «μειώνεται», «αυξάνεται», «δεν αλλάζει»

- (α) η μάζα του \_\_\_\_\_  
(β) η πίεση του \_\_\_\_\_  
(γ) ο όγκος του \_\_\_\_\_  
(δ) η πυκνότητα του \_\_\_\_\_  
(ε) ο αριθμός των μορίων του αερίου \_\_\_\_\_  
(στ) η απόσταση μεταξύ των μορίων \_\_\_\_\_

**16047.** Μια μηχανή Carnot λειτουργεί ανάμεσα στις θερμοκρασίες  $Th = 500\text{ K}$  και  $Tc = 250\text{ K}$ . Αν μεταβληθεί η θερμοκρασία  $Tc$  της μηχανής με τέτοιο τρόπο ώστε να αυξηθεί ο συντελεστής απόδοσής της κατά 50%, τότε αυτό θα σημαίνει ότι η θερμοκρασία  $Tc$  της μηχανής:

- (α) μειώθηκε κατά  $250\text{ K}$ ,      (β) μειώθηκε κατά  $125\text{ K}$ ,      (γ) αυξήθηκε κατά  $125\text{ K}$

**16048.** Δύο θερμικές μηχανές (1) και (2) έχουν αντίστοιχα συντελεστές απόδοσης  $e_1$  και  $e_2$ . Η θερμική μηχανή (1) λειτουργεί με απορρόφηση θερμότητας  $Qh_1$  από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας και παράγει έργο  $W_1$ . Η θερμική μηχανή (2) λειτουργεί με απορρόφηση θερμότητας  $Qh_2$  από τη δεξαμενή υψηλής θερμοκρασίας και παράγει έργο  $W_2$ . Δίνεται ότι για τις θερμότητες  $Qh_1$ ,  $Qh_2$  και τα έργα  $W_1$ ,  $W_2$  των δύο θερμικών μηχανών ισχύουν οι σχέσεις:  $Qh_1 = 2 \cdot Qh_2$  και  $W_1 = 3 \cdot W_2$ . Για το πηλίκο  $e_1/e_2$  των συντελεστών απόδοσης των δύο μηχανών ισχύει η σχέση:

- (α) 3/2      (β) 1      (γ) 2/3

**16063** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού, μονοατομικού, αερίου θερμαίνεται κατά  $\Delta T$  (όπου  $\Delta T$  η μεταβολή της θερμοκρασίας) με δύο τρόπους: διατηρώντας σταθερό τον όγκο του (αντιστρεπτή ισόχωρη θέρμανση) και διατηρώντας σταθερή την πίεσή του (αντιστρεπτή ισοβαρής θέρμανση). Αν  $Q_V$  και  $Q_P$  είναι τα ποσά της θερμότητας που πρέπει να απορροφήσει η συγκεκριμένη ποσότητα του ιδανικού μονοατομικού αερίου, για να θερμανθεί κατά  $\Delta T$ , κατά την αντιστρεπτή ισόχωρη και κατά την αντιστρεπτή ισοβαρή θέρμανση αντίστοιχα, τότε το πηλικό  $Q_p/Q_V$  είναι

- (α) 3/5      (β) 5/3      (γ) 1

**16065** Θερμική μηχανή λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών  $Th = 350\text{ K}$  (θερμοκρασία θερμής δεξαμενής) και  $Tc = 300\text{ K}$  (θερμοκρασία ψυχρής δεξαμενής) και έχει απόδοση ίση με το 50% της απόδοσης της ιδανικής θερμικής μηχανής (θερμική μηχανή Carnot), που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών. Για το λόγο  $Q_c / Q_h$  της θερμικής μηχανής ισχύει:

- (α) 14/13      (β) 13/14      (γ) 1

**16071** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υποβάλλεται σε αντιστρεπτή μεταβολή κατά την οποία ο όγκος του αερίου τετραπλασιάζεται και η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου τετραπλασιάζεται. Κατά τη μεταβολή αυτή:

- (α) Η πίεση του αερίου τετραπλασιάζεται και η θερμοκρασία του διπλασιάζεται  
 (β) Η πίεση του αερίου παραμένει σταθερή και η θερμοκρασία του τετραπλασιάζεται  
 (γ) Η πίεση και η θερμοκρασία του αερίου διπλασιάζονται

**16096** Θερμική μηχανή παράγει, σε κάθε κύκλο λειτουργίας της, ωφέλιμο έργο  $2000\text{J}$  και απορροφά από το περιβάλλον θερμότητα  $8000\text{J}$ . Η απόδοση της μηχανής είναι:

- (α) 25%.      (β) 33%.      (γ) 50%.

**16105** Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι έχει επινοήσει θεωρητικά μια μηχανή Carnot με πολύ μικρή απόδοση, γύρω στο 1%, τόσο μικρή που ακόμη και η απόδοση της μηχανής ενός πολύ παλιού αυτοκινήτου να είναι μεγαλύτερη.

- (α) Ο μαθητής έχει δίκιο, διότι κάθε μηχανή Carnot έχει τη μικρότερη απόδοση από οποιαδήποτε άλλη.  
 (β) Ο μαθητής έχει απολύτως άδικο. Κάθε μηχανή Carnot έχει πάντα μεγαλύτερη απόδοση από

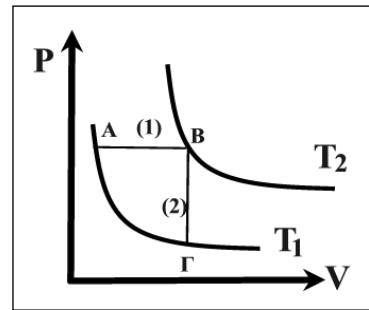
κάθε άλλη θερμική μηχανή.

(γ) Ο μαθητής έχει δίκιο, μπορεί να υπάρξει μηχανή Carnot η οποία να έχει απόδοση μικρότερη από κάποια άλλη θερμική μηχανή, ακόμη κι από μια μηχανή πολύ κακής απόδοσης.

**16107** Προσφέρουμε ένα ποσό θερμότητας σε ένα ιδανικό αέριο. Τότε:

- (α) Η θερμοκρασία του αερίου μειώνεται πάντα.
- (β) Υπάρχει περίπτωση να μειωθεί η θερμοκρασία του αερίου.
- (γ) Δεν υπάρχει περίπτωση να μειωθεί η θερμοκρασία του αερίου.

**16117.** Στο διάγραμμα πίεσης-όγκου ( $P - V$ ), αποδίδονται δύο αντιστρεπτές μεταβολές, ορισμένης ποσότητας ιδανικού μονοατομικού αερίου. Η ισοβαρής αντιστρεπτή θέρμανση AB (μεταβολή (1)), από αρχική θερμοκρασία  $T_1$  μέχρι θερμοκρασία  $T_2$  και η ισόχωρη αντιστρεπτή ψύξη BG (μεταβολή (2)), από τη θερμοκρασία  $T_2$ , μέχρι την αρχική θερμοκρασία  $T_1$ . Αν είναι  $Q_2$  η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά την ισόχωρη ψύξη (μεταβολή (2)), τότε για τη θερμότητα  $Q_1$  που ανταλλάσσει στην ισοβαρή θέρμανση (μεταβολή (1)), ισχύει:

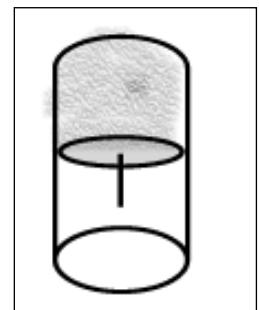


$$(α) Q_1 = Q_2, \quad (β) Q_1 = -Q_2 \quad (γ) Q_1 = -5Q_2/3$$

**16118** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου περιέχεται σε δοχείο σταθερού όγκου, υπό σταθερή πίεση  $p_1$ . Εάν αφαιρέσουμε τη μισή ποσότητα του αερίου από το δοχείο και θεωρηθεί ότι η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου διατηρηθεί σταθερή, η πίεση στο εσωτερικό του δοχείου θα γίνει:

$$(α) p_2 = \frac{1}{2}p_1 \quad (β) p_2 = p_1 \quad (γ) p_2 = 2 \cdot p_1$$

**16122** Κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο έχει τη μία του βάση ακλόνητη ενώ η άλλη φράσσεται με έμβολο βάρους  $w'$  και επιφάνειας A που μπορεί να κινείται χωρίς τριβές. Στο δοχείο προστίθεται ορισμένη ποσότητα αερίου και κατόπιν τοποθετείται με το κινούμενο έμβολο προς τα κάτω, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το έμβολο ισορροπεί σε κάποια θέση. Κατά την ισορροπία η πίεση του αερίου είναι:



- (α) ίση με την ατμοσφαιρική πίεση.
- (β) μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική πίεση.
- (γ) μικρότερη από την ατμοσφαιρική πίεση.

**16206.** Η απόδοση θερμικής μηχανής Carnot είναι 40 % και η θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής της είναι  $227^0 C$ . Η θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής είναι :

$$(α) 0^0C, \quad (β) 27^0C, \quad (γ) 300^0C$$

**16227** Δύο ιδανικές μηχανές Carnot (1) και (2) λειτουργούν μεταξύ των ίδιων δεξαμενών θερμοκρασιών  $T_1$ ,  $T_1' = T_h$  (θερμή δεξαμενή) και  $T_2 = T_2' = T_c$  (ψυχρή δεξαμενή). Κατά τη ισόθερμη αντιστρεπτή εκτόνωση της μηχανής (1) το αέριο απορροφά θερμότητα  $Q_1$  ενώ κατά την ίδια μεταβολή η μηχανή (2) απορροφά θερμότητα  $Q_2$  με  $Q_2 = 2Q_1$ . Αν  $W_1$  είναι το ωφέλιμο μηχανικό έργο που παράγει η μηχανή (1) ανά θερμοδυναμικό κύκλο λειτουργίας της και  $W_2$  το αντίστοιχο έργο της μηχανής (2) ισχύει

$$(α) W_1 = 2 \cdot W_2 \quad (β) W_2 = 2 \cdot W_1 \quad (γ) W_1 = W_2$$

**16243** Δοχείο περιέχει αρχικά  $4 \text{ mol}$  ιδανικού αερίου υπό πίεση  $p_0$  και θερμοκρασία  $T_0$ . Το δοχείο φράσσεται στο στόμιο του από ειδική βαλβίδα ασφαλείας η οποία ανοίγει και επιτρέπει να διαφύγει ποσότητα αερίου μόλις η πίεση στο δοχείο ξεπεράσει την τιμή  $2p_0$ . Θερμαίνουμε το αέριο σε θερμοκρασία  $4T_0$  οπότε η βαλβίδα ανοίγει, επιτρέπει να διαφύγει μια ποσότητα αερίου ενώ το υπόλοιπο αέριο, μέσα στο δοχείο, διατηρείται σε θερμοκρασία  $4T_0$ . Ο λόγος του αριθμού των  $\text{mol}$  του αερίου πριν και μετά το άνοιγμα της βαλβίδας ισούται με:

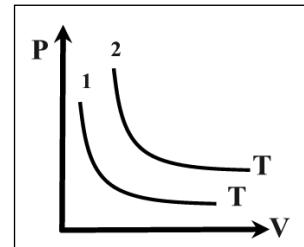


**16245** Μια θερμική μηχανή απορροφά θερμότητα  $Qh=1000J$  από μια θερμή δεξαμενή θερμοκρασίας  $Th = 400\text{ K}$ . Η μηχανή αυτή θα μπορεί να αποβάλλει, σε μια ψυχρή δεξαμενή θερμοκρασίας  $Tc = 300\text{ K}$  θερμότητα

- (α) μικρότερη ή ίση με 500 J , (β) ανάμεσα σε 501 και 749 J , (γ) 750 J ή μεγαλύτερη

**16249.** Στο διάγραμμα ( $p$ - $V$ ) του σχήματος, οι καμπύλες (1) και (2) αντιστοιχούν στις ισόθερμες μεταβολές δύο αερίων που πραγματοποιούνται στην ίδια θερμοκρασία  $T$ . Αν  $n_1$  και  $n_2$  οι ποσότητες (mole) των δύο αερίων ισχύει:

- $$(\alpha) n_1 > n_2 \quad (\beta) n_2 > n_1 \quad (\gamma) n_2 = n_1$$



**16325.** Όταν η απόλυτη θερμοκρασία ( $T$ ) ορισμένης ποσότητας ιδανικού αερίου διπλασιάζεται υπό σταθερό όγκο, τότε η πίεσή του:

- (α) παραμένει σταθερή.      (β) διπλασιάζεται.      (γ) υποδιπλασιάζεται.

## ΒΑΡΥΤΙΚΟ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

**15885** Για τα μέτρα των εντάσεων του πεδίου βαρύτητας της Γης  $g_A$  και  $g_B$ , σε δύο σημεία του Α και Β αντίστοιχα, ισχύει:  $g_A = g_B/4$ . Για τις αποστάσεις  $r_A = r_B$  των σημείων Α και Β αντίστοιχα, από το κέντρο της Γης, ισχύει:

$$(a) r_A = 2 \cdot r_B, \quad (b) r_A = 4 \cdot r_B, \quad (c) r_A = r_B$$

**15893 4.1** Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας διαφυγής ενός σώματος από το βαρυτικό πεδίο της Γης, όταν αυτό εκτοξεύεται από ύψος  $h = R_\Gamma$ .

4.2. Σώμα  $\Sigma$  εκτοξεύεται προς το διάστημα, από ύψος  $h = R_\Gamma$  από την επιφάνεια της Γης. Τη στιγμή της εκτόξευσης, η κινητική ενέργεια του σώματος  $\Sigma$  είναι δεκαέξι φορές μεγαλύτερη από την απόλυτη τιμή της δυναμικής ενέργειας του συστήματος σώμα  $\Sigma - \text{Γη}$ . Να αποδείξετε ότι το σώμα  $\Sigma$  θα διαφύγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης.

4.3. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του σώματος  $\Sigma$ , τη στιγμή που διαφεύγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης, αν εκτοξεύεται από το ύψος  $h$  προς το διάστημα, με την ταχύτητα που προσδιορίσατε στο προηγούμενο ερώτημα. Η μάζα του σώματος  $\Sigma$  είναι  $m = 4 \text{ kg}$ .

4.4. Να υπολογίσετε το έργο της βαρυτικής δύναμης που δέχεται το σώμα  $\Sigma$  από τη στιγμή της εκτόξευσης, μέχρι τη διαφυγή του από το πεδίο βαρύτητας της Γης, αν η μάζα του είναι  $m = 4 \text{ kg}$ . Δίνονται η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 6400 \text{ km}$  και το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης στην επιφάνεια της  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ . Να θεωρήσετε ότι στο σώμα, μετά την εκτόξευσή του ασκείται μόνο η βαρυτική έλξη από τη Γη.

**15894 4.1.** Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας διαφυγής από το βαρυτικό πεδίο της Γης ενός σώματος που εκτοξεύεται από την επιφάνειά της.

4.2. Σώμα  $\Sigma$  εκτοξεύεται από την επιφάνεια της Γης προς το διάστημα, με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα διαφυγής. Ποια είναι η σχέση της κινητικής ενέργειας του σώματος  $\Sigma$  με τη δυναμική ενέργεια του συστήματος σώμα  $\Sigma - \text{Γη}$  τη στιγμή της εκτόξευσης;

4.3. Πόση είναι η μηχανική ενέργεια του σώματος  $\Sigma$  τη στιγμή που διαφεύγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης.

4.4. Να υπολογίσετε το έργο της βαρυτικής δύναμης που δέχεται το σώμα  $\Sigma$  από τη στιγμή της εκτόξευσης, μέχρι τη διαφυγή του από το πεδίο βαρύτητας της Γης, αν η μάζα του σώματος  $\Sigma$  είναι  $m = 4 \text{ kg}$ .

Δίνονται η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 6400 \text{ km}$  και το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης στην επιφάνεια της  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ . Να θεωρήσετε ότι δρουν μόνο οι βαρυτικές δυνάμεις.

**15895** Δύο σημειακά φορτία  $q_1 = +1 \mu\text{C}$  και  $q_2 = +2 \mu\text{C}$  συγκρατούνται ακίνητα στο κενό και σε απόσταση  $r = 2 \text{ cm}$ .

4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των σημειακών φορτίων  $q_1$  και  $q_2$ .

Τα σημειακά φορτία ελευθερώνονται τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$ .

4.2. Αν οι μάζες των σημειακών φορτίων  $q_1$  και  $q_2$  είναι ίσες και  $v_1, v_2$  είναι τα μέτρα των ταχυτήτων των σημειακών φορτίων  $q_1$  και  $q_2$  αντίστοιχα, να υπολογίσετε τον λόγο  $v_1/v_2$ , όταν η απόστασή τους γίνει αρκετά μεγάλη ώστε η μεταξύ τους ηλεκτρική αλληλεπίδραση να θεωρείται ασήμαντη.

4.3. Να υπολογίσετε τα μέτρα  $v_1$  και  $v_2$  των ταχυτήτων των σημειακών φορτίων  $q_1$  και  $q_2$  αντίστοιχα, όταν η απόστασή τους γίνει αρκετά μεγάλη ώστε η μεταξύ τους ηλεκτρική αλληλεπίδραση να θεωρείται ασήμαντη, αν η κοινή μάζα των δύο σημειακών φορτίων είναι  $m = 0,1 \text{ kg}$ .

4.4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχεται το σημειακό φορτίο  $q_1$  από το σημειακό φορτίο  $q_2$  από τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  μέχρι τη χρονική στιγμή που η απόστασή τους γίνει αρκετά μεγάλη, ώστε η μεταξύ τους ηλεκτρική αλληλεπίδραση να θεωρείται ασήμαντη.  
Δίνεται:  $k\eta\lambda = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . Σε καθένα από τα φορτία  $q_1$  και  $q_2$  ασκείται μόνο η ηλεκτρική αλληλεπίδραση τους.

**15896** Δύο σημειακά φορτία  $q_1 = +1 \mu\text{C}$  και  $q_2 = -2 \mu\text{C}$  συγκρατούνται ακίνητα στο κενό και σε απόσταση  $r = 10 \text{ cm}$ .

4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των σημειακών φορτίων  $q_1$  και  $q_2$ .

Τα σημειακά φορτία ελευθερώνονται τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$ .

4.2. Αν οι μάζες των σημειακών φορτίων  $q_1$  και  $q_2$  είναι ίσες και  $v_1, v_2$  είναι τα μέτρα των ταχυτήτων των σημειακών φορτίων  $q_1$  και  $q_2$  αντίστοιχα, να υπολογίσετε τον λόγο  $v_1/v_2$  υποπενταπλασιαστεί.

4.3. Να υπολογίσετε τα μέτρα  $v_1$  και  $v_2$  των ταχυτήτων των σημειακών φορτίων  $q_1$  και  $q_2$  αντίστοιχα, όταν η απόστασή τους υποπενταπλασιαστεί, αν η κοινή μάζα των δύο φορτίων είναι  $m = 0,72 \text{ kg}$ .

4.4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχεται το σημειακό φορτίο  $q_1$  από το σημειακό φορτίο  $q_2$  από τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  μέχρι τη χρονική στιγμή που η απόστασή τους υποπενταπλασιάζεται.

Δίνεται  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ .

**15897** Δύο σημειακά φορτία  $q_1 = q_2 = +1 \mu\text{C}$  συγκρατούνται σε σημεία A και B αντίστοιχα, στον αέρα και σε απόσταση  $r = 10 \text{ cm}$ .

4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των σημειακών φορτίων.

4.2. Να υπολογίσετε το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν τα φορτία  $q_1$  και  $q_2$  στο μέσο M της απόστασης των σημείων A και B.

4.3. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που πεδίου κατά τη μεταφορά σημειακού φορτίου  $q = -1 \mu\text{C}$  από το σημείο M στο άπειρο ( $\infty$ ), δηλαδή σε θέση όπου η δύναμη του πεδίου μηδενίζεται.

4.4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία πρέπει να εκτοξευθεί, από το σημείο M, κάθετα στην AB, σημειακό φορτίο  $q = -1 \mu\text{C}$  και μάζας  $m = 72 \text{ mg}$  ώστε μόλις να διαφύγει από το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργούν τα σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$ .

Δίνεται  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

**15977** Τρεις ίσες σημειακές μάζες  $m_1 = m$ ,  $m_2 = m$ , και  $m_3 = m$  βρίσκονται στις κορυφές ενός ισοπλεύρου τριγώνου με μήκος πλευράς α και έχουν δυναμική ενέργεια βαρύτητας U. Αν σε άλλο ισόπλευρο τρίγωνο με μήκος πλευράς 4α, τοποθετήσουμε στις κορυφές του τις σημειακές μάζες  $m_1 = 2m$ ,  $m_2 = 2m$  και  $m_3 = 2m$ , τότε αυτές θα έχουν

(α) δυναμική ενέργεια μεγαλύτερη της U.

(β) δυναμική ενέργεια μικρότερη της U.

(γ) δυναμική ενέργεια ίση με την U.

**15977** Από ύψος  $h = R_\Gamma$  πάνω από την επιφάνεια της Γης, όπου  $R_\Gamma$ , η ακτίνα της Γης, εκτοξεύουμε κατακόρυφα προς τα πάνω ένα σώμα με αρχική ταχύτητα μέτρου  $v_0 = \sqrt{g_0 \cdot R_\Gamma}$  όπου  $g_0$ , το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης. Αν το σώμα κατά την κίνησή του δέχεται μόνο τη δύναμη βαρύτητας, τότε το δυναμικό του πεδίου βαρύτητας στη θέση όπου η ταχύτητα του σώματος μηδενίζεται στιγμιαία είναι:

$$(α) -g_0 R_\Gamma, \quad (β) 0, \quad (γ) -2g_0 R_\Gamma$$

**15998** Δύο σημειακές μάζες  $m_1$  και  $m_2$  συγκρατούνται σε απόσταση  $r$ , σε περιοχή μακριά από άλλα βαρυτικά πεδία. Η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για να μεταφερθούν οι δύο μάζες σε αρκετά μεγάλη απόσταση, ώστε η μεταξύ τους αλληλεπίδραση να γίνει ασήμαντη, είναι:

$$(\alpha) -G \cdot m_1 m_2 / r \quad (\alpha) G \cdot m_1 m_2 / r \quad (\gamma) 0$$

**16036** Τρία σημειακά φορτία  $q_A = -2q$ ,  $q_B = +3q$ ,  $q_\Gamma = +q$  διατηρούνται ακίνητα στις κορυφές A, B, Γ αντίστοιχα, ενός ισοπλεύρου τριγώνου AΒΓ πλευράς a. Η ηλεκτροστατική δυναμική ενέργεια U του συστήματος των τριών φορτίων είναι:

$$(\alpha) -11kq^2/a \quad (\beta) -5kq^2/a \quad (\gamma) 11kq^2/a$$

όπου k, η σταθερά του Coulomb

**16047** Οι δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, έντασης μέτρου  $E = 5 \cdot 10^2 \text{ N/C}$  έχουν κατεύθυνση προς τις θετικές τιμές του άξονα x'x. Το δυναμικό στη θέση  $x = +5 \text{ m}$  είναι 2500 V. Ποιο η τιμή του δυναμικού στη θέση  $x = +2 \text{ m}$ ;

$$(\alpha) 3000V, \quad (\beta) 4000 V, \quad (\gamma) 5000 V$$

**16048.** Δίνεται το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του παρακάτω σχήματος, το οποίο έχει ένταση E. Για τα τρία διαδοχικά σημεία A, B, Γ του πεδίου τα οποία ανήκουν στην ίδια δυναμική γραμμή με φορά από τη θετική προς την αρνητική πλάκα ισχύει ότι  $(AB) = (BG)$ . Για τις διαφορές δυναμικού  $V_{AB}$  και  $V_{AG}$ , ανάμεσα στα σημεία A, B και A, Γ αντίστοιχα ισχύει ότι ο λόγος  $V_{AB}/V_{AG}$

$$(\alpha) 2 \quad (\beta) 1/4 \quad (\gamma) 1/2$$

**16064** Δύο σημειακές μάζες  $m_1 = m$  και  $m_2 = 4m$  βρίσκονται σε απόσταση r. Στο σημείο O που η ένταση του βαρυτικού τους πεδίου είναι μηδέν, το δυναμικό έχει τιμή:

$$(\alpha) V = -5Gm/r \quad (\beta) -9Gm/r \quad (\gamma) -15Gm/r$$

**16066** Τρεις σημειακές μάζες  $m_1$  και  $m_2$  και  $m_3$  βρίσκονται στις κορυφές A, B και Γ αντίστοιχα, ισόπλευρου τριγώνου με μήκος πλευράς r. Αν υποδιπλασιάσουμε το μήκος κάθε πλευράς του τριγώνου η δυναμική των τριών αυτών μαζών:

- (α) διπλασιάζεται
- (β) τετραπλασιάζεται
- (γ) εξαπλασιάζεται

**16069** Η ταχύτητα διαφυγής ενός σώματος από σημείο A που βρίσκεται σε ύψος  $h = R_\Gamma$  από την επιφάνεια της Γης έχει μέτρο:

$$(\alpha) \sqrt{g_0 \cdot R_\Gamma} \quad (\beta) \sqrt{1/2 g_0 \cdot R_\Gamma} \quad (\gamma) \sqrt{2 g_0 \cdot R_\Gamma}$$

**16070** Δύο σημειακές μάζες  $m_1 = m$  και  $m_2 = 2m$  βρίσκονται σε απόσταση r και έχουν δυναμική ενέργεια U. Δύο άλλες σημειακές  $m_1 = 2m$  και  $m_2 = m$  βρίσκονται σε απόσταση r ενέργεια  $U'$ . Ο λόγος των δύο δυναμικών ενεργειών  $U/U'$  είναι ίσος με:

$$(\alpha) 1 \quad (\beta) 2 \quad (\gamma) 1/2$$

**16071.** Η ταχύτητα διαφυγής ενός σώματος από σημείο A που βρίσκεται σε ύψος  $h = 3R_\Gamma$  από την επιφάνεια της Γης έχει μέτρο:

$$(α) \sqrt{g_0 \cdot R_\Gamma}$$

$$(β) \sqrt{\frac{1}{2} g_0 \cdot R_\Gamma}$$

$$(γ) \sqrt{2 g_0 \cdot R_\Gamma}$$

**16074** Ένα σώμα μάζας  $m_1$  περιστρέφεται σε κυκλική τροχιά σε ύψος  $h = 7R_\Gamma/9$  από την επιφάνεια της Γης υπό την επίδραση μόνο της βαρυτικής έλξης της Γης. Ένα άλλο σώμα μάζας  $m_2 = 2m_1$  που περιστρέφεται κατά την αντίθετη φορά στην ίδια κυκλική τροχιά υπό την επίδραση μόνο της βαρυτικής έλξης της Γης, συγκρούεται πλαστικά με το σώμα μάζας  $m_1$ . Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Δίνονται: η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 6400 \text{ Km}$  και το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$

4.1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα περιστροφής κάθε σώματος πριν συγκρουστούν.

4.2. Να υπολογίσετε την περίοδο περιστροφής κάθε σώματος πριν συγκρουστούν.

Δίνεται ότι:  $1024\pi/27 = 119,15$

4.3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά τη δημιουργία του.

4.4. Να ελέγξετε αν το συσσωμάτωμα διαφεύγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης.

**16076** Ένα σώμα μάζας  $m = 34 \text{ Kg}$  εκτοξεύεται κατακόρυφα από την επιφάνεια της Γης με ταχύτητα  $v_0$ . Η ταχύτητα του σώματος μηδενίζεται τη στιγμή που βρίσκεται σε ύψος  $h = 7R_\Gamma$ , οπότε διασπάται σε δύο κομμάτια με μάζες  $m_1 = 10 \text{ Kg}$  και  $m_2 = 24 \text{ Kg}$  αντίστοιχα. Το κομμάτι μάζας  $m_1$  κατευθύνεται προς την επιφάνεια της Γης κινούμενο στην ευθεία που περνά από το κέντρο της, ενώ το κομμάτι μάζας  $m_2$  φτάνει στο άπειρο με ταχύτητα που έχει μέτρο  $v_\infty = 3 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ . Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

Δίνονται: η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 6400 \text{ Km}$  και το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$

Να υπολογίσετε:

4.1. Την ταχύτητα  $v_0$ .

4.2. Την ταχύτητα  $v_2$  του κομματιού μάζας  $m_2$  αμέσως μετά τη διάσπαση του σώματος.

4.3. Την ταχύτητα  $v_1$  του κομματιού μάζας  $m_1$  αμέσως μετά τη διάσπαση του σώματος και την ταχύτητα  $v_3$  με την οποία φτάνει στην επιφάνεια της Γης.

4.4. Το ρυθμό μεταβολής της ορμής του κομματιού μάζας  $m_1$  τη στιγμή που βρίσκεται σε ύψος  $h_1 = R_\Gamma$ .

**16077.** Δύο σφαιρικοί πλανήτες  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  με μάζες  $M_1$  και  $M_2 = 9M_1$  έχουν ακτίνες  $R_1 = 105 \text{ m}$  και  $R_2 = 10R_1$  αντίστοιχα. Τα κέντρα των δύο πλανητών απέχουν απόσταση  $\ell = 40R_1$ . Η ένταση του βαρυτικού πεδίου του πλανήτη  $\Pi_1$  στην επιφάνεια του έχει μέτρο  $g_{01} = 6 \text{ m/s}^2$ .

Να υπολογίσετε:

4.1. Την απόσταση X, από το κέντρο του πλανήτη  $\Pi_1$ , του σημείου Σ της διακέντρου των δύο πλανητών στο οποίο η συνολική ένταση του βαρυτικού τους πεδίου είναι μηδέν.

4.2. Το συνολικό δυναμικό του βαρυτικού πεδίου των δύο πλανητών στο σημείο Σ.

4.3. Την ελάχιστη ταχύτητα  $v_\delta$  με την οποία πρέπει να εκτοξεύσουμε ένα σώμα μάζας  $m = 3 \text{ Kg}$  από την επιφάνεια του πλανήτη  $\Pi_2$  για να φτάσει στον πλανήτη  $\Pi_1$ .

4.4. Το ρυθμό μεταβολής της ορμής του σώματος μάζας  $m$  αμέσως μετά την εκτόξευσή του από τον πλανήτη  $\Pi_2$ .

**16083.** Η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης είναι  $g_0$  και η ακτίνα της Γης είναι  $R_\Gamma$ . Σε ύψος  $h=3R_\Gamma$  πάνω από την επιφάνεια της Γης η ένταση του πεδίου βαρύτητας είναι:

$$(\alpha) g_0/16 \quad (\beta) g_0=g_0/8 \quad (\gamma) g_0/4$$

(2) Αν ο λόγος των ακτινών σε κυκλική τροχιά δύο δορυφόρων της Γης είναι  $r_1/r_2 = 4$ , τότε ο αντίστοιχος λόγος των περιόδων περιστροφής τους είναι:

$$(\alpha) 8, \quad (\beta) 2, \quad (\gamma) 4$$

**16091** Δύο όμοιοι δορυφόροι μάζας  $m=100\text{kg}$  κινούνται σε ύψος  $h=3R_\Gamma$  πάνω από την επιφάνεια της Γης, στην ίδια κυκλική τροχιά, με αντίθετες ταχύτητες. Αν οι δύο δορυφόροι ξεκινούν τη χρονική στιγμή  $t=0$  από το ίδιο σημείο.

4.1. Να υπολογίσετε τα μέτρα των ταχυτήτων τους.

4.2. Να υπολογίσετε τις περιόδους τους.

4.3. Να βρείτε μετά από πόσο χρόνο θα συγκρουστούν.

4.4. Εάν οι δορυφόροι συγκρουσθούν κεντρικά και πλαστικά να υπολογίσετε την απώλεια στην κινητική ενέργεια του συστήματος λόγω της κρούσης.

Δίνονται η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma=6400\text{Km}$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνειας της Γης  $g_0=10\text{m/s}^2$ . Προσεγγιστικά να θεωρηθούν οι συγκρουόμενοι δορυφόροι ως συγκρουόμενες σφαίρες.

**16092** Ένας τεχνητός δορυφόρος της Γης εκτελεί κυκλική κίνηση με κέντρο το κέντρο της Γης, σε ύψος  $h = 3R_\Gamma$  από την επιφάνεια της.

4.1. Να υπολογιστεί η ένταση του πεδίου βαρύτητας σε ύψος  $h = 3R_\Gamma$  από την επιφάνεια της Γης.

4.2. Να υπολογιστεί η ταχύτητα του δορυφόρου.

4.3. Να υπολογιστεί η μηχανική ενέργεια ενός σώματος  $\Sigma$  μάζας  $m = 4kg$  μέσα στο δορυφόρο, με δεδομένο ότι η δυναμική του ενέργεια είναι μηδέν στο άπειρο.

4.4. Πόση είναι η ελάχιστη ενέργεια η οποία πρέπει να δοθεί στο παραπάνω σώμα  $\Sigma$ , προκειμένου να εγκαταλείψει τον δορυφόρο και να φτάσει σε άπειρη απόσταση από τη Γη.

Η Γη θεωρείται το μοναδικό σώμα στο διάστημα, η επίδραση της ατμόσφαιρας είναι αμελητέα, ενώ  $R_\Gamma = 6400\text{km}$  και  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ .

**16096** Το πιο γνωστό, ίσως, διαστημικό τηλεσκόπιο είναι το Hubble, που κινείται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος  $h_H = R_\Gamma/12$  (όπου  $R_\Gamma$  η ακτίνα της Γης). Το πρώτο, όμως, διαστημικό τηλεσκόπιο που έθεσε σε σχεδόν κυκλική τροχιά η NASA ήταν το τηλεσκόπιο ΟΑΟ 2 (Orbiting Astronomical Observatory 2) το 1968, μόλις τρεις εβδομάδες πριν από την πρώτη επανδρωμένη αποστολή στη Σελήνη. Το τηλεσκόπιο αυτό τέθηκε σε δορυφορική τροχιά γύρω από τη Γη, σε ύψος  $h_O = R_\Gamma/8$ , από την επιφάνεια της (όπου  $R_\Gamma$  η ακτίνα της Γης). Αν θεωρήσετε, ως υπό το μέτρο της ταχύτητας με την οποία κινούνταν το ΟΑΟ 2 και υπό το μέτρο της ταχύτητας του τηλεσκοπίου Hubble, τότε ο λόγος των μέτρων των ταχυτήτων  $υ_O/υ_H$  είναι ίσος με:

$$(\alpha) \sqrt{26/27} \quad (\beta) \sqrt{27/26} \quad (\gamma) \sqrt{8/12}$$

**16098** Δύο παιδιά, η Κυβέλη και ο Αντώνης, συζητούν για το λογοτεχνικό βιβλίο του Ιουλίου Βερν «Γύρω από τη Σελήνη». Σε αυτό, ένα βλήμα που μεταφέρει δύο ανθρώπους, αφού εκτοξεύεται από τη Γη, καταλήγει να γίνει τεχνητός δορυφόρος της Σελήνης, σε ύψος  $h$  από την επιφάνεια της. Η συζήτηση των παιδιών αφορά στην ταχύτητα που έχει ένας τεχνητός δορυφόρος της Σελήνης σε κάποιο ύψος από την επιφάνεια της και κατά πόσο το μέτρο της ταχύτητας αυτής εξαρτάται από τη

μάζα του δορυφόρου. Η Κυβέλη ισχυρίζεται ότι το μέτρο της ταχύτητας αυτής δεν εξαρτάται από τη μάζα του δορυφόρου, ενώ ο Αντώνης ότι εξαρτάται. Τελικά,

(α) η Κυβέλη έχει δίκιο, διότι το μέτρο της ταχύτητας του τεχνητού δορυφόρου εξαρτάται από την ακτίνα περιστροφής από το κέντρο της Σελήνης και από τη μάζα της Σελήνης.

(β) ο Αντώνης έχει δίκιο διότι το μέτρο της ταχύτητας περιστροφής εξαρτάται από την ακτίνα περιστροφής από το κέντρο της Σελήνης και τη μάζα του τεχνητού δορυφόρου.

(γ) ο Αντώνης έχει δίκιο διότι το μέτρο της ταχύτητας περιστροφής εξαρτάται μόνο από τη μάζα του σώματος που περιστρέφεται.

**16103** Πλανήτης έχει ακτίνα  $R$ . Σε ύψος  $h=R$  από την επιφάνεια του πλανήτη το δυναμικό είναι  $V_1$  και ύψος  $h=2R$ , το δυναμικό είναι  $V_2$ . Η σχέση ανάμεσα στα  $V_1$  και  $V_2$  είναι

$$(α) V_1 = 1,5V_2$$

$$(β) V_1 = 2V_2$$

$$(γ) V_1 = 4V_2$$

**16106.** Φορτισμένο σωματίδιο μάζας  $m$  με αρνητικό φορτίο  $q$  βάλλεται με αρχική ταχύτητα  $v_0$  παράλληλα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς πεδίου έντασης  $E'$  και ομόρροπα με αυτές όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το πεδίο δημιουργείται ανάμεσα σε δύο φορτισμένες πλάκες που παρουσιάζουν διαφορά δυναμικού  $V$  και απέχουν απόσταση  $L$ . Θεωρούμε το βάρος του σωματιδίου αμελητέο. Η απόσταση  $S$  που θα διανύσει το σωματίδιο μέχρι να ακινητοποιηθεί είναι:

$$(α) S = v_0 m L / q V$$

$$(β) S = v_0 m L / 2q V$$

$$(γ) S = v_0^2 m L / 2q V$$

**16115** Τα σωμάτια  $\alpha$  είναι σωματίδια που αποτελούνται από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια. Σε τημήμα επιταχυντή σωματιδίων, σωμάτια  $\alpha$  που κινούνται οριζόντια, ευθύγραμμα και ομαλά, χωρίς να δέχονται δυνάμεις αντίστασης, διαπερνούν κάθετα μια επίπεδη μεταλλική πλάκα, από κατάλληλη οπή και εξέρχονται επίσης κάθετα διαπερνώντας μια δεύτερη μεταλλική επιφάνεια που βρίσκεται απέναντι, σε σταθερή απόσταση από την πρώτη, από κατάλληλη οπή που υπάρχει και σε αυτή. Τα σωμάτια  $\alpha$  κινούνται πάντα ευθύγραμμα και οι δύο οπές βρίσκονται στην ευθεία της κίνησης των σωματιδίων, όπως στην εικόνα. Το ηλεκτρικό φορτίο του πρωτονίου είναι το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο ( $q\pi = e$ ). Μεταξύ των δύο κατακόρυφων μεταλλικών πλακών, δημιουργείται ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με κατεύθυνση ίδια με αυτή της κίνησης των σωματιδίων, με αυτόματη ενεργοποίηση κατάλληλης τάσης  $V$ , τη στιγμή ακριβώς που ένα σωμάτιο  $\alpha$  εισέρχεται στο χώρο μεταξύ των δύο πλακών και καταργείται με απενεργοποίησή της, όταν αυτό εξέρχεται από το χώρο αυτό. Ένα σωμάτιο  $\alpha$  εισέρχεται στο ομογενές πεδίο με κινητική ενέργεια  $K_0 = 500 \text{ eV}$  και εξέρχεται από αυτό με διπλάσια κινητική ενέργεια. Η τάση που εφαρμόστηκε μεταξύ των μεταλλικών πλακών κατά το πέρασμα του σωματιδίου από το χώρο μεταξύ τους, ήταν:

$$(α) V = 250 \text{ V} ,$$

$$(β) V = 500 \text{ V} ,$$

$$(γ) V = 1000 \text{ V}$$

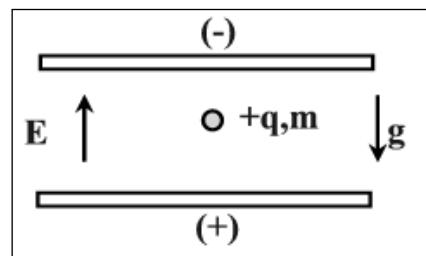
**16116** Ένα σώμα μάζας  $m$  εκτοξεύεται από την επιφάνεια της Σελήνης με ταχύτητα  $v_0$  που έχει διεύθυνση ίδια με τη διεύθυνση της ακτίνας της Σελήνης που περνάει από το σημείο εκτόξευσης και φορά προς το διάστημα. Αν τη στιγμή της εκτόξευσης το σώμα, έχει θετική μηχανική ενέργεια  $EM$  αρχ την εκτόξευσή του κινείται ελεύθερα με μοναδική δύναμη την έλξη του από τη Σελήνη, τότε:

(α) το σώμα δεν θα καταφέρει να διαφύγει από την έλξη της Σελήνης

(β) το σώμα θα καταφέρει να διαφύγει από την έλξη της Σελήνης, με μηδενική ταχύτητα

(γ) το σώμα θα καταφέρει να διαφύγει από την έλξη της Σελήνης, κινούμενο προς το διάστημα με ταχύτητα μέτρου  $v = \sqrt{2E_0/m}$

**16117.** Με τη βοήθεια δύο οριζόντιων μεταλλικών πλακών που συγκρατούνται σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους, δημιουργήσαμε κατακόρυφο και ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, φορτίζοντας τις δύο πλάκες, δημιουργώντας τάση  $V$  μεταξύ τους, όπως στη διάταξη που φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Ένα μικρό μεταλλικό σφαιρίδιο, μάζας  $m$ , θετικά φορτισμένο με ηλεκτρικό φορτίο  $q$ , ισορροπεί ακίνητο μέσα στο κατακόρυφο αυτό ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. Στην περιοχή η



ένταση του πεδίου βαρύτητας της Γης είναι  $g$  και οι δυνάμεις από τον αέρα στο σφαιρίδιο, μπορούν να αγνοηθούν. Αν θα μπορούσαμε να διπλασιάσουμε ακαριαία την τάση μεταξύ των μεταλλικών πλακών ( $V' = 2 \cdot V$ ), χωρίς να αλλάξουμε την πολικότητά τους, τότε το σφαιρίδιο:

- (α) θα άρχιζε να κινείται προς τα πάνω με επιτάχυνση  $a$ , μέτρου  $a = g$
- (β) θα εξακολουθούσε να ισορροπεί ακίνητο
- (γ) θα άρχιζε να κινείται προς τα κάτω με επιτάχυνση  $a$ , μέτρου  $a = g$

**16201** Διαστημικό όχημα, μάζας  $m = 300 \text{ kg}$ , εκτοξεύεται από την επιφάνεια της Γης, κατακόρυφα. Η αρχική του ταχύτητα είναι μηδενική, ενώ ο προωθητικός του μηχανισμός το αναγκάζει να κινείται με σταθερή επιτάχυνση  $a^*$ . Όταν το όχημα φτάνει σε ύψος ίσο με την ακτίνα της Γης ( $h = R_\Gamma$ ) από την επιφάνειά της, ο προωθητικός μηχανισμός σταματάει να λειτουργεί και το όχημα κινείται πλέον ελεύθερα, λόγω της ταχύτητας που απέκτησε ως τότε. Αν το διαστημικό όχημα δε δέχεται αντιστάσεις και καταφέρνει μόλις να διαφύγει για πάντα από την έλξη της Γης, να υπολογίσετε:

4.1. Το μέτρο της ταχύτητας που είχε το διαστημικό όχημα, τη στιγμή που έπαψε να λειτουργεί ο προωθητικός μηχανισμός, δηλαδή την ταχύτητα διαφυγής από το συγκεκριμένο ύψος πάνω από την επιφάνεια της Γης.

4.2. Το μέτρο της σταθερής επιτάχυνσης του διαστημικού οχήματος, όσο λειτουργούσε ο προωθητικός του μηχανισμός.

4.3. Τη χρονική διάρκεια λειτουργίας του προωθητικού μηχανισμού.

4.4. Τη βαρυτική δυναμική ενέργεια του οχήματος μετά από χρονική διάρκεια  $\Delta t = 800 \cdot \sqrt{2} \text{ s}$  από την εκκίνησή του.

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$  και η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 6400 \text{ km}$ .

**16202** Θεωρούμε τη Γη μια σφαίρα ακίνητη και ομογενή, ακτίνας  $R_\Gamma = 6400 \text{ km}$  και το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνειά της  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ . Ένας μετεωρίτης μάζας  $m = 100 \text{ kg}$  κινείται ευθύγραμμα προς τη Γη, σε διεύθυνση που διέρχεται από το κέντρο της και εισέρχεται από το διάστημα στο Γήινο βαρυτικό πεδίο με ταχύτητα μέτρου  $v_0 = 8 \cdot \sqrt{2} \text{ km/s}$ .

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία ο μετεωρίτης θα έφτανε στην επιφάνεια της Γης, αν δεν υπήρχε η ατμόσφαιρα.

Αν υποθέσουμε ότι η ατμόσφαιρα της Γης φτάνει σε ύψος  $h = R_\Gamma/4$  από την επιφάνειά της:

4.2. να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία ο μετεωρίτης εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης.

4.3. να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του μετεωρίτη τη στιγμή που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης.

4.4. Αν τελικά ο μετεωρίτης εξαιτίας των αντιστάσεων της ατμόσφαιρας έφτασε στην επιφάνεια της Γης με ταχύτητα ίσου μέτρου με αυτή που εισήλθε στο πεδίο βαρύτητας της Γης, να υπολογίσετε τη θερμική ενέργεια που παράχθηκε εξαιτίας τριβών μεταξύ του μετεωρίτη και της ατμόσφαιρας της Γης.

**16203** Ένα σώμα εκτοξεύεται από την επιφάνεια της Γης με αρχική ταχύτητα  $v_0$ , στη διεύθυνση της ακτίνας της Γης που περνάει από το σημείο εκτόξευσης και φορά τέτοια ώστε να απομακρύνεται από την επιφάνειά της. Το σώμα καταφέρνει να φτάσει σε ύψος  $h$  ίσο με την ακτίνα της Γης ( $h = R_\Gamma$ ).

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο  $v_0$  της αρχικής ταχύτητας με την οποία εκτοξεύθηκε το σώμα.

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας διαφυγής ενός σώματος από σημείο που βρίσκεται σε ύψος  $h = R_\Gamma$  από την επιφάνεια της Γης.

Τη στιγμή που μηδενίζεται η ταχύτητα του σώματος στο ύψος  $h = R_\Gamma$ , μια ξαφνική έκρηξη διασπά το σώμα σε δύο άλλα σώματα ίσων μαζών ( $m_1 = m_2$ ), τα οποία κινούνται στην αρχική διεύθυνση κίνησης του σώματος. Το σώμα μάζας  $m_1$  αμέσως μετά την έκρηξη κινείται προς τη Γη και φτάνει στην επιφάνειά της με ταχύτητα  $v_1'$  μέτρου  $v_1' = 16 \text{ km/s}$

4.3. Να αποδείξετε ότι το σώμα μάζας  $m_2$  θα διαφύγει από την έλξη της Γης προς το διάστημα.

4.4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σώματος μάζας  $m_2$  με την οποία διαφεύγει στο διάστημα.

Η Γη θεωρείται σφαίρα ακίνητη και ομογενής ακτίνας  $R_\Gamma = 6400 \text{ km}$  και το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνειά της  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ . Θεωρούμε επίσης ότι οι αντιστάσεις από την ατμόσφαιρα της Γης μπορούν να αγνοηθούν.

**16205** Ένας υποθετικός πλανήτης έχει μάζα  $M_\pi = M_\Gamma/3$ , όπου  $M_\Gamma$  η μάζα της Γης και ακτίνα  $R_\pi = R_\Gamma$ , όπου  $R_\Gamma$  η ακτίνα της Γης και δεν έχει ατμόσφαιρα. Ένα διαστημικό όχημα μάζας  $m$ , έχει τεθεί σε δορυφορική τροχιά γύρω από τον πλανήτη αυτό και σε ύψος  $h = 2 \cdot R_\pi$  από την επιφάνειά του.

4.1. Να υπολογίσετε την περίοδο περιστροφής του οχήματος γύρω από τον πλανήτη.

Κάποια στιγμή από το δορυφορικό όχημα εκτοξεύεται ένα σώμα μάζας  $m_1 = m/3$ , με τέτοιο τρόπο ώστε το σώμα αυτό, αμέσως μετά την εκτόξευσή του να έχει ταχύτητα μηδέν, ώστε να πέσει προς την επιφάνεια του πλανήτη, κινούμενο σε διεύθυνση που περνάει από το κέντρο του.

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του υπόλοιπου οχήματος μετά την εκτόξευση του σώματος.

4.3. Αν η αρχική μάζα του δορυφορικού οχήματος πριν διασπαστεί ήταν  $m = 900 \text{ kg}$ , πόση μηχανική ενέργεια αποδόθηκε στο σύστημα εξαιτίας αυτής της εκτόξευσης του σώματος;

4.4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία το σώμα που εκτοξεύτηκε φτάνει στην επιφάνεια του πλανήτη.

Δίνεται η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 6400 \text{ km}$  και το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ .

**16226** Τρία σημεία A, B και Γ βρίσκονται πάνω σε μια δυναμική γραμμή ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης E. Για τα μήκη των τμημάτων που ορίζουν τα τρία σημεία ισχύει  $\Delta V = 4 \cdot V_\Gamma$ . Αν τα δυναμικά των σημείων A και Γ του ηλεκτρικού πεδίου είναι  $V_A = 20 \text{ V}$  και  $V_\Gamma = 4 \text{ V}$ , τότε το δυναμικό του σημείου B είναι:

$$(α) V_B = 16 \text{ V}, \quad (β) V_B = 8 \text{ V}, \quad (γ) V_B = 12 \text{ V}$$

**16243** Φορτίο  $q$  αφήνεται να μετακινηθεί απόσταση 2  $m$  κατά μήκος δυναμικής γραμμής ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης  $E = 10^3 \text{ N/C}$ . Στο φορτίο ασκείται δύναμη μόνο από το ηλεκτρικό πεδίο, η επίδραση της βαρύτητας και η αντίσταση του αέρα θεωρούνται αμελητέες. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ της αρχικής και τελικής του θέσης ισούται με:

$$(α) 5 \cdot 10^2 \text{ V} \quad (β) 3 \cdot 10^2 \text{ V} \quad (γ) 2 \cdot 10^3 \text{ V}$$

**16266** Ένας δορυφόρος μεταφέρεται από την γήινη επιφάνεια σε ύψος  $h$  όπου το βάρος του γίνεται το  $1/16$  του βάρους που είχε στην επιφάνεια της Γης. Με κατάλληλη διάταξη ο δορυφόρος τίθεται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη στο ύψος  $h$ . Αν το  $g_0$  είναι η επιτάχυνση βαρύτητας στη γήινη επιφάνεια και  $R$  η ακτίνα της Γης, τότε η ταχύτητα περιφοράς του είναι:

$$(a) \frac{1}{16} \sqrt{g_0 R} \quad (\beta) \frac{3}{4} \sqrt{g_0 R} \quad (\gamma) \frac{3}{2} \sqrt{g_0 R}$$

**16266 .** Η ταχύτητα διαφυγής ενός σώματος, αν εκτοξευτεί από την επιφάνεια της Γης έχει μέτρο  $v_\delta$ . Τοποθετούμε το σώμα σε ύψος  $h$  από την επιφάνεια της Γης ως δορυφόρο σε κυκλική τροχιά, ώστε η γραμμική του ταχύτητα να έχει μέτρο  $v = v_\delta/2$ . Η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην γήινη επιφάνεια είναι  $g_0$  και η ακτίνα της Γης  $R$ . Η ένταση του πεδίου βαρύτητας στο ύψος  $h$  είναι:

$$(a) g_0/8 \quad (\beta) g_0/4 \quad (\gamma) g_0/16$$

**16325.** Ενα ηλεκτρόνιο επιταχύνεται από την ηρεμία σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο από διαφορά δυναμικού  $V_1$  και αποκτά ταχύτητα μέτρου  $v_1$ , όταν βγαίνει από το πεδίο. Αν ένα ηλεκτρόνιο επιταχύνθει από την ηρεμία σε άλλο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο από διαφορά δυναμικού  $V_2 = 2V_1$  θα αποκτήσει, κατά την έξοδό του από αυτό, ταχύτητα μέτρου  $v_2$ . Για τα μέτρα των δύο ταχυτήτων ισχύει η σχέση :

$$(a) v_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} v_1 \quad (\beta) v_2 = \sqrt{2} \cdot v_1 \quad (\gamma) v_2 = 2 \cdot v_1$$

**16327** Από την επιφάνεια της Γης εκτοξεύεται ένας πύραυλος κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα  $v_1$ , μέτρου  $v_1 = 3v_\delta/4$ , όπου  $v_\delta$  το μέτρο της ταχύτητας διαφυγής από την επιφάνεια της Γης. Δίνονται η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 6400 \text{ Km}$  και η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ . Να προσδιορίσετε:

- 4.1. την ταχύτητα διαφυγής του σώματος από την επιφάνεια της Γης.
- 4.2. το δυναμικό του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης και το δυναμικό του πεδίου στο ύψος  $h = R_\Gamma$ .
- 4.3. το μέτρο της ταχύτητας του πυραύλου σε ύψος  $h = R_\Gamma$  από την επιφάνεια της Γης, όταν εκτοξεύεται με την αρχική ταχύτητα  $v_1$ .
- 4.4. τη μέγιστη απόσταση από την επιφάνεια της Γης, στην οποία μπορεί να φθάσει ο πύραυλος, όταν εκτοξεύεται με την αρχική ταχύτητα  $v_1$  από την επιφάνεια της Γης.

**16328** Σφαιρίδιο μάζας  $m_1 = 10^{-9} \text{ Kg}$ , φορτισμένο με θετικό φορτίο  $q_1 = 10^{-8} \text{ C}$ , βάλλεται με αρχική ταχύτητα  $v_0 = 40 \text{ m/s}$  προς δεύτερο σφαιρίδιο, που είναι αρχικά ακίνητο σε απόσταση  $d = 1 \text{ m}$  από αυτό. Το δεύτερο σφαιρίδιο έχει μάζα  $m_2 = 3 \cdot m_1$  και φορτίο  $q_2 = q_1$ . Τα σφαιρίδια βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο, λείο και μονωτικό δάπεδο.

- 4.1. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης που εκτελεί καθένα από τα σφαιρίδια μέχρι να φτάσουν στην ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση.
  - 4.2. Να προσδιορίσετε τις ταχύτητες των σφαιριδίων όταν βρίσκονται στην ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση.
  - 4.3. Να προσδιορίσετε τη μεταβολή της ορμής για κάθε ένα από τα σωματίδια μέχρι αυτά να φτάσουν στην ελάχιστη απόσταση.
  - 4.4. Ποια είναι η ελάχιστη απόσταση στην οποία πλησιάζουν τα δύο σφαιρίδια;
- Δίνεται η σταθερά του νόμου Coulomb  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . Αγνοούνται άλλες αντιστάσεις στην κίνηση των σφαιριδίων και θεωρούμε θετική την φορά κίνησης του σφαιριδίου μάζας  $m_1$ .

**16329** Δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες φορτισμένες με αντίθετα φορτία, όπως στο σχήμα, δημιουργούν ανάμεσά τους ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. Η διαφορά δυναμικού των δύο πλακών είναι  $V = 1 \text{ KV}$  και η απόσταση μεταξύ τους  $d = 5 \text{ mm}$ . Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$ , από το σημείο A του πεδίου, ένα θετικό φορτίο  $q_1$  επιταχύνεται από την ηρεμία χωρίς αντιστάσεις, μόνο με την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου και φτάνει στο σημείο B. Η απόσταση (AB) είναι ίση με  $(AB) = d = 5 \text{ mm}$ . Γνωρίζετε ότι: το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι ίσο με  $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  η μάζα του ίση με  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$  ενώ για το θετικό φορτίο  $q_1$  ισχύει η σχέση  $q_1 = e$  και η μάζα του είναι ίση με  $m_1 = 2 \cdot m_e$ .

4.1. Να προσδιορίσετε την ένταση του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου.

4.2. Αν από το σημείο B, επιταχυνθεί από την ηρεμία ένα ηλεκτρόνιο τότε να βρείτε το λόγο των μέτρων των επιταχύνσεων που αποκτά καθένα από τα σωματίδια.

4.3. Να προσδιορίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά το φορτίο  $q_1$  και στη συνέχεια να υπολογίσετε το έργο για τη μετακίνηση του φορτίου  $q_1$  μεταξύ των σημείων A και B. Το αποτέλεσμα για το έργο να δοθεί σε  $eV$ .

4.4. Να κατασκευάσετε τη γραφική παράσταση της θέσης του φορτίου  $q_1$  σε συνάρτηση με το τετράγωνο του χρόνου  $(x - t^2)$  ορίζοντας έναν άξονα  $x'$ , με  $x_0 = 0$  στο σημείο A, δηλαδή στο σημείο στο οποίο αρχίζει να κινείται το φορτίο αυτό.

**16331** Στις κορυφές ενός ισόπλευρου τριγώνου ΑΒΓ πλευράς  $a = 0,3 \text{ cm}$ , συγκρατούνται αρχικά ακίνητα τρία μικρά σφαιρίδια φορτισμένα με ίσα ηλεκτρικά φορτία  $q_1 = q_2 = q_3 = 2 \mu\text{C}$ . Στη συνέχεια απομακρύνονται το φορτίο  $q_3$  από την κορυφή Γ και διατηρούμε τα άλλα δύο στις κορυφές A και B δένοντας το κάθε ένα από αυτά στο άκρο αβαρούς και μη ελαστικού νήματος μήκους  $L = 0,3 \text{ cm}$ . Έτσι τελικά τα φορτία αυτά ισορροπούν σε λείο οριζόντιο δάπεδο σε απόσταση  $L = 0,3 \text{ cm}$  μεταξύ τους. Οι μάζες των φορτίων  $q_1, q_2$  είναι  $m_1 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Kg}$  και  $m_2 = 2 \cdot m_1$ , αντίστοιχα. Κάποια στιγμή το νήμα κόβεται και τα δύο σφαιρίδια αρχίζουν να κινούνται λόγω των απωστικών ηλεκτρικών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους.

4.1. Να προσδιορίσετε την ενέργεια του αρχικού συστήματος των τριών φορτίων.

4.2. Αν  $U_{\text{αρχ}}$  και  $U_{\text{τελ}}$  οι δυναμικές ενέργειες του συστήματος των δύο φορτίων  $q_1, q_2$  όταν αυτά απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $L$  και  $2 \cdot L$  αντίστοιχα, να προσδιορίσετε το λόγο:  $U_{\text{αρχ}}/U_{\text{τελ}}$ .

4.3. Να προσδιορίσετε το λόγο των μέτρων των δύο ταχυτήτων  $v_1/v_2$ , που αποκτούν τα φορτία  $q_1$  και  $q_2$  στην απόσταση  $2 \cdot L$ .

4.4. Να προσδιορίσετε τα μέτρα των ταχυτήτων  $v_1$  και  $v_2$ .

Δίνεται η σταθερά του νόμου Coulomb:  $k=9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , ενώ αγνοούνται όλες οι δυνάμεις που μπορεί να δέχονται τα μικρά σφαιρίδια, εκτός από την ηλεκτρική τους αλληλεπίδραση.

**16332** Ένας δορυφόρος με μάζα  $m$  κινείται κυκλικά γύρω από τη Γη σε ύψος  $h$  ίσο με την ακτίνα της Γης  $R_\Gamma$ . Εσωτερική διάταξη προκαλεί έκρηξη με αποτέλεσμα ο δορυφόρος να χωριστεί σε δύο μέρη, από το οποία το ένα, μάζας  $m_1$  συνεχίζει να κινείται στην ίδια κυκλική τροχιά που είχε ο δορυφόρος πριν την έκρηξη – σε αντίθετη, όμως, από την αρχική φορά της κίνησής του - ενώ το άλλο, μάζας  $m_2$ , αποκτά την απαραίτητη ταχύτητα για να διαφύγει μόλις από την έλξη της Γης.

4.1. Αν γνωρίζετε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης έχει μέτρο ίσο με  $g_0$ , να προσδιορίσετε το μέτρο της ταχύτητας  $u$ , με την οποία κινείται ο δορυφόρος στο ύψος  $h = R_\Gamma$ .

4.2. Να προσδιορίσετε την περίοδο περιστροφής του κομματιού μάζας  $m_1$  του δορυφόρου, που παραμένει στην κυκλική τροχιά.

4.3. Να προσδιορίσετε το λόγο του μέτρου της ταχύτητας διαφυγής του κομματιού μάζας  $m_2$  προς το μέτρο της ταχύτητας του δορυφόρου, σε ύψος ίσο με την ακτίνα της Γης.

4.4. Να προσδιορίσετε τον λόγο των μαζών των δύο κομματιών  $m_1$  και  $m_2$ .

**16383** Δύο μαθητές, ο Πέτρος και ο Μάνος, συζητούν για το βαρυτικό πεδίο της Γης. Ο Πέτρος θεωρεί ότι η ένταση του πεδίου, σε οποιοδήποτε σημείο του, έχει μέτρο  $10\text{N/m}$  ενώ ο Μάνος υποστηρίζει ότι η ένταση του πεδίου μεταβάλλεται με το ύψος και ότι το μέτρο της μειώνεται καθώς το ύψος αυξάνεται. Τελικά,

- (α) ο Μάνος έχει δίκιο, διότι το μέτρο της έντασης σε σημείο του πεδίου βαρύτητας της Γης, μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης του σημείου από το κέντρο της Γης.
- (β) ο Μάνος έχει δίκιο, διότι το μέτρο της έντασης σε σημείο του πεδίου βαρύτητας της Γης μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο του ύψους από την επιφάνεια της Γης.
- (γ) ο Πέτρος έχει δίκιο, αφού το πεδίο βαρύτητας της Γης είναι ομογενές και η έντασή του διατηρεί σταθερό μέτρο και ίσο με  $10\text{N/m}$  σε κάθε σημείο του.

## ΜΕΡΟΣ 2ο

Τράπεζα Θεμάτων (2) από 16384 έως 18913

### ΜΗΧΑΝΙΚΗ ( ΒΟΛΕΣ, ΚΥΚΛΙΚΗ, ΟΡΜΗ)

**16390** Η έλικα ενός ανεμιστήρα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση. Θεωρούμε δύο σημεία A και B σε μία ακτίνα της έλικας. Το σημείο A έχει γραμμική ταχύτητα μέτρου  $u_A$  και βρίσκεται πλησιέστερα στο κέντρο περιστροφής της έλικας σε σχέση με το σημείο B. Η γραμμική ταχύτητα του σημείου B έχει μέτρο  $u_B$ . Ποια από τις παρακάτω σχέσεις είναι η σωστή;

- (α)  $u_A = u_B$  ,      (β)  $u_A < u_B$  ,      (γ)  $u_A > u_B$

**16463** Ένα βλήμα μάζας  $m = 0,1 \text{ kg}$  κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου  $u_1 = 100 \text{ m/s}$  και συναντά ένα ακίνητο κιβώτιο μάζας  $M$ , το οποίο βρίσκεται σε ένα οριζόντιο επίπεδο. Το βλήμα διαπερνά το κιβώτιο και εξέρχεται από αυτό με οριζόντια ταχύτητα  $u_2 = 20 \text{ m/s}$ , ενώ το κιβώτιο αμέσως μετά την κρούση αποκτά ταχύτητα  $V = 5 \text{ m/s}$ .

4.1. Να υπολογίσετε την μάζα του κιβωτίου.

4.2. Να βρείτε την μέση δύναμη που δέχτηκε το βλήμα από το κιβώτιο, αν το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε να περάσει μέσα από το κιβώτιο ήταν  $\Delta t = 0,2s$ .

4.3. Υπολογίστε το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του βλήματος που μεταφέρθηκε στο κιβώτιο εξαιτίας της κρούσης.

4.4. Το κιβώτιο διανύει απόσταση  $s = 4m$  και σταματάει. Να υπολογίσετε τον συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ οριζόντιου επιπέδου και κιβωτίου.

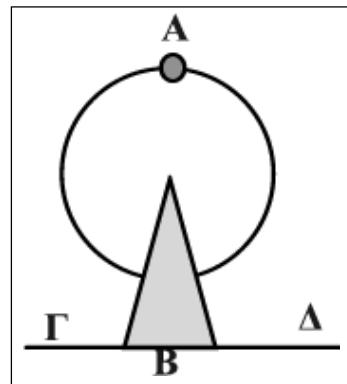
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10 \text{ m/s}^2$

**16489 I.** Ένα παιδί ανεβαίνει στην «Ρόδα» ενός Λούνα Πάρκ, η οποία εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση στην φορά των δεικτών του ρολογιού (δεξιόστροφα): Την στιγμή που βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο της τροχιάς του απλώνει το χέρι του και αφήνει μία μπάλα να πέσει ελεύθερα. Αν αγνοήσουμε την ύπαρξη αέρα και θεωρήσουμε μικρό το ύψος της «Ρόδας», τότε η μπάλα θα πέσει:

(α) στη βάση B της «Ρόδας».

(β) σε ένα σημείο Γ, δεξιά του B που απέχει απόσταση x από την βάση B της «Ρόδας».

(γ) σε ένα σημείο Δ, αριστερά του B που απέχει απόσταση x από την βάση B της «Ρόδας».

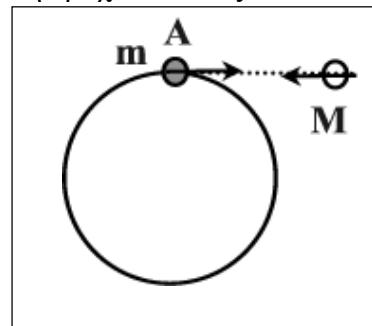


**II.** Την ίδια στιγμή (όταν το παιδί κάθεται στο κάθισμά του στο υψηλότερο σημείο A της τροχιάς της «Ρόδας»), και η ρόδα στρέφεται, η κάθετη αντίδραση N που δέχεται από το κάθισμα ανά μονάδα μάζας του παιδιού ( $\text{N/m}$ ), είναι

- (α)  $(u^2/R) - g$       (β)  $(u^2/R) + g$       (γ)  $g - (u^2/R)$

**16494** Ένα σώμα μάζας  $m=1,2 \text{ kg}$  κινείται πάνω σε οριζόντια κυκλική τροχιά ακτίνας  $R=0,2\text{m}$ . Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα έχει μέτρο  $\Sigma F=600 \text{ N}$  και κατεύθυνση προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς. Να υπολογίσετε:

- 4.1. Την κεντρομόλο επιτάχυνση του σώματος.
- 4.2. Την γωνιακή ταχύτητα του σώματος.
- 4.3. Το μήκος του τόξου που θα διαγράψει, σε χρόνο ίσο με το χρόνο κίνησης δεύτερου σώματος που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα και αποκτά ταχύτητα  $u=54 \text{ m/s}$  έχοντας επιτάχυνση  $a=12\text{m/s}^2$ .
- 4.4. Το δεύτερο σώμα μάζας  $M=m/2$  συγκρούεται τελικά με το πρώτο σώμα σε κάποιο σημείο της κυκλικής τροχιάς του, έχοντας ταχύτητα  $V$  με κατεύθυνση αντίρροπη της γραμμικής ταχύτητας του του πρώτου σώματος τη στιγμή της κρούσης. Αν η κρούση είναι πλαστική, να υπολογίσετε την ταχύτητα  $V$  του σώματος μάζας  $M$  ώστε το συσσωμάτωμα να έχει μηδενική κινητική ενέργεια μετά την κρούση.



**16496** Ένας πύραυλος μάζας  $m=1200 \text{ kg}$  εκτοξεύεται από την επιφάνεια της Γης με αρχική ταχύτητα  $u_0=100\text{m/s}$  κατακόρυφα προς τα πάνω. Κάποια στιγμή φθάνει στο ανώτερο σημείο στο οποίο σταματά στιγμιαία. Εκείνη τη στιγμή εκρήγνυνται σε 3 κομμάτια A, B και Γ. Το κομμάτι A μάζας  $m_1=m/3$  αποκτά οριζόντια ταχύτητα  $u_A=30 \text{ m/s}$ , ενώ το κομμάτι B, μάζας  $m_B=500 \text{ kg}$ , εξακολουθεί να παραμένει ακίνητο και μετά την έκρηξη. Θεωρούμε ότι για όλες τις κινήσεις η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g=10\text{m/s}^2$ , παραμένει σταθερή και ότι δεν υπάρχει ατμόσφαιρα. Να υπολογίσετε:

- 4.1. Το μέγιστο ύψος στο οποίο θα φθάσει ο πύραυλος.
- 4.2. Την ταχύτητα του κομματιού Γ, αμέσως μετά την έκρηξη.
- 4.3. Σε ποια θέση θα προσγειωθεί το κομμάτι A ως προς το σημείο της έκρηξης.
- 4.4. Πόσο απέχουν τα κομμάτια A και Γ την στιγμή  $t=3\text{s}$  μετά την έκρηξη.

**16639.** Σώμα μάζας  $m$  εκτοξεύεται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου  $u_0$  από μικρό ύψος  $h$ . Η τροχιά που θα διαγράψει το σώμα θα είναι παραβολή εάν:

- (α) στο σώμα ασκούνται η βαρυτική δύναμη και η αντίσταση του αέρα .
- (β) η μόνη δύναμη που ασκείται στο σώμα είναι το βάρος του.
- (γ) η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σώμα είναι μηδενική.

**16639** Μικρή σφαίρα μάζας  $m$  είναι δεμένη από την άκρη νήματος μήκους  $d$  και περιστρέφεται σε κατακόρυφο κύκλο κέντρου K. Έστω υ το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας όταν διέρχεται από το ανώτερο σημείο της τροχιά της. Αν το σώμα βρίσκεται στην κατώτερη θέση της τροχιάς του και το νήμα κοπεί, το όριο θραύσης του νήματος δίνεται από την σχέση:

$$(α) T_{op}= mu^2/d \quad (β) T_{op}= mu^2/d - 5mg \quad (γ) T_{op}= mu^2/d + 5mg$$

**16708** Ένα σώμα μάζας  $m$  κινείται στον οριζόντιο άξονα με ταχύτητα μέτρου, προς τα δεξιά. Ένα άλλο σώμα μάζας  $4m$  που κινείται στον ίδιο άξονα με ταχύτητα μέτρου  $u/2$  προς τα αριστερά, συγκρούεται πλαστικά με το πρώτο.

Αμέσως μετά τη σύγκρουση το συσσωμάτωμα κινείται:

- (α) με ταχύτητα μέτρου  $u/10$  προς τα δεξιά.
- (β) με ταχύτητα μέτρου  $u/5$  προς τα αριστερά.
- (γ) με ταχύτητα μέτρου  $u/4$  προς τα αριστερά.

**16709** Δύο παγοδρόμοι, με μάζες  $m_1$  και  $m_2$  ( $m_1 > m_2$ ) βρίσκονται ακίνητοι σε μια οριζόντια πίστα πάγου, ο ένας απέναντι από τον άλλο, και κάποια στιγμή σπρώχνει ο ένας τον άλλο.

Για τα μέτρα των ορμών ( $p_1$  και  $p_2$ ) και των ταχυτήτων ( $v_1$  και  $v_2$ ) που θα αποκτήσουν οι παγοδρόμοι θα ισχύει:

$$(a) p_1 > p_2 \text{ και } v_1 = v_2, \quad (b) p_1 = p_2 \text{ και } v_1 > v_2, \quad (c) p_1 = p_2 \text{ και } v_1 < v_2$$

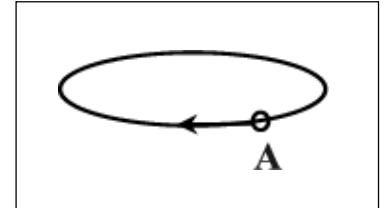
**16710** Ένας δίσκος περιστρέφεται με σταθερή συχνότητα, γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδο της σελίδας. Το σημείο Β βρίσκεται στο μέσον μίας ακτίνας του δίσκου ενώ το σημείο Α στην περιφέρεια του δίσκου. Ισχύει:

$$(a) T_A < T_B, \quad (b) v_A = 2v_B, \quad (c) \omega_A = 2\omega_B$$

**16711** Ένα σώμα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση στην τροχιά που εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Η κυκλική τροχιά του σχήματος είναι κάθετη στο επίπεδο της σελίδας, και το σώμα περιστρέφεται κατά τη φορά που δείχνει το βέλος.

A. Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιό σας και να σχεδιάσετε το διάνυσμα της γωνιακής και γραμμικής του ταχύτητας, όταν το σώμα βρίσκεται στο σημείο Α.

B. Η διεύθυνση της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στο σώμα του σχήματος είναι κάθετη ή όχι στη διεύθυνση της γραμμικής ταχύτητάς τους σε κάθε χρονική στιγμή;



**16733** Δύο μάζες  $m_1$  και  $m_2 = 3m_1$  κινούνται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητες αντίθετης κατεύθυνσης και μέτρου  $u_1$  και  $u_2 = 4u_1$  αντίστοιχα. Οι μάζες συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά. Η ταχύτητα που αποκτά το συσσωμάτωμα, το οποίο δημιουργείται στην κρούση, έχει μέτρο

$$(a) 3u_1/4 \quad (b) 4u_1/5 \quad (c) 11u_1/4$$

**16737.** Δύο σώματα Α και Β με μάζες  $m_1$  και  $m_2 = 2m_1$  αντίστοιχα, βρίσκονται στο ίδιο μικρό ύψος  $h$  από το έδαφος και εκτοξεύονται οριζόντια με ταχύτητες  $u_1$  και  $u_2 = 3u_1$  αντίστοιχα προς αντίθετες κατεύθυνσεις. Αν αγνοήσουμε την αντίσταση του αέρα, τότε

- (α) το σώμα Α θα φτάσει πρώτο στο έδαφος.
- (β) το σώμα Β θα φτάσει πρώτο στο έδαφος.
- (γ) τα δύο σώματα θα φτάσουν ταυτόχρονα στο έδαφος

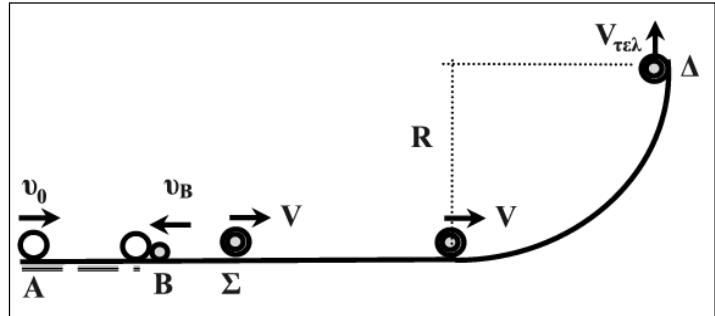
**16738** Μία μπάλα εκτοξεύεται από την ταράτσα ενός κτιρίου, η οποία βρίσκεται σε ύψος  $h = 20m$  από το έδαφος, με οριζόντια ταχύτητα  $u_0 = 20m/s$  και κατεύθυνση ένα γειτονικό κτήριο που απέχει  $d = 30m$ . Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι  $g = 10 m/s^2$ . Να υπολογίσετε

- 4.1. πόσο χρόνο θα χρειαστεί η μπάλα να χτυπήσει το γειτονικό κτήριο.
- 4.2. πόσο απέχει το σημείο που χτύπησε η μπάλα το απέναντι κτήριο από το έδαφος;
- 4.3. ποιο είναι το μέτρο της ορμής της όταν συναντάει το απέναντι κτήριο, αν η μπάλα έχει μάζα  $m=0,5Kg$ ;
- 4.4. ποια είναι η ελάχιστη ταχύτητα, με την οποία πρέπει να βληθεί η μπάλα για να χτυπήσει το κτήριο;

**16741** Σώμα μάζας  $m_A = 5\text{kg}$  κινείται σε οριζόντιο επίπεδο. Την χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  έχει ταχύτητα  $v_0 = 10\text{m/s}$ . Ο συντελεστής τριβής μεταξύ του σώματος και του επιπέδου είναι  $\mu = 0,2$ . Δύο δευτερόλεπτα αργότερα συγκρούεται πλαστικά με σώμα B, μάζας  $m_B = 2\text{kg}$ , που κινείται αντίρροπα του A και έχει τη χρονική στιγμή που γίνεται η κρούση ταχύτητα  $v_B = 1\text{m/s}$ . Το συσσωμάτωμα Σ που προκύπτει, κινείται

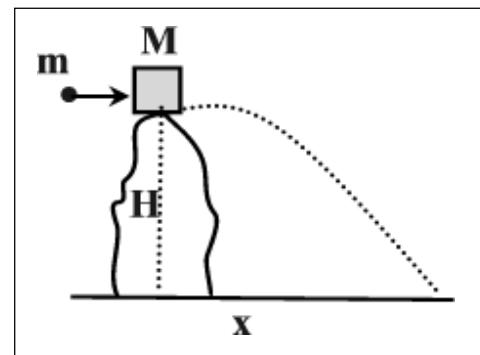
προς την φορά κίνησης που είχε το σώμα A, χωρίς τριβές μετά την κρούση. Κάποια στιγμή συναντά τεταρτοκύκλιο, ακτίνας  $R = 0,2\text{ m}$ , όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο υψηλότερο σημείο  $\Delta$  του τεταρτοκυκλίου έχει ταχύτητα  $V_{tel} = \sqrt{2}\text{ m/s}$ . Να υπολογίσετε:

- 4.1. Την ταχύτητα  $v_A$  με την οποία συγκρούεται το σώμα A με το B.
- 4.2. Την ταχύτητα  $V$  του συσσωματώματος.
- 4.3. Το έργο τριβής κατά την κίνηση του συσσωματώματος στο τεταρτοκύκλιο.
- 4.4. Την συνολική θερμότητα που παράχθηκε.



**16851** Ένα ξύλινο κιβώτιο μάζας  $M=1,95\text{Kg}$  βρίσκεται ακίνητο στην άκρη κατακόρυφης χαράδρας, η οποία βρίσκεται σε ύψος  $H=45\text{m}$  πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Βλήμα μάζας  $m=50\text{g}$ , που κινείται με οριζόντια ταχύτητα  $u=100\text{m/s}$ , συγκρούεται με το ακίνητο κιβώτιο και σφηνώνεται σ' αυτό. Στη συνέχεια, το συσσωμάτωμα κιβώτιο-βλήμα που δημιουργείται, αμέσως μετά την κρούση εκτελεί οριζόντια βολή και καταλήγει στη θάλασσα.

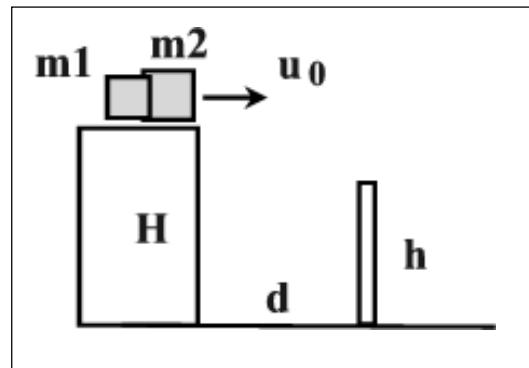
Να υπολογίσετε:



- 4.1. Την ταχύτητα του συσσωματώματος κιβώτιο-βλήμα αμέσως μετά την κρούση.
- 4.2. Την απόλεια της κινητικής ενέργειας του συστήματος κιβώτιο-βλήμα λόγω της κρούσης.
- 4.3. Τη χρονική διάρκεια της καθόδου του συσσωματώματος, μέχρις αυτό να φτάσει στην επιφάνεια της θάλασσας.
- 4.4. Την οριζόντια απόσταση, που θα διανύσει το συσσωμάτωμα (βεληνεκές), μέχρις ότου φτάσει στην επιφάνεια της θάλασσας.

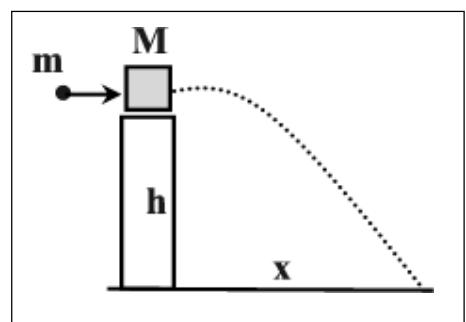
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης και ότι κατά την κίνηση του συσσωματώματος κιβώτιο-βλήμα θεωρούμε την αντίσταση από τον αέρα μηδενική.

**16853** Η ταράτσα ενός κτιρίου βρίσκεται σε ύψος  $H=20m$  από το έδαφος. Ένα κουτί μάζας  $m_1=3kg$  είναι δεμένο σε σχοινί μήκους  $L$  και κάνει ομαλή κυκλική κίνηση κινούμενο επάνω στην επιφάνεια της ταράτσας. Το κουτί κινείται με ταχύτητα  $u=20m/s$  και κάνει μία πλήρη περιστροφή σε χρονικό διάστημα  $0,2\pi$  s. Στην κατάλληλη θέση το σχοινί κόβεται, ώστε το κουτί αφού ολισθήσει, να συγκρουστεί πλαστικά μεένα άλλο κουτί μάζας  $m_2=1kg$  που βρίσκεται στην άκρη της ταράτσας. Αμέσως μετά την σύγκρουση το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει την ταράτσα με οριζόντια ταχύτητα μέτρου  $u_0$ .



- 4.1. Να υπολογίσετε το μήκος του σχοινιού με το οποίο είναι δεμένο το κουτί.
  - 4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο  $u_0$  της ταχύτητας, με την οποία το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει την ταράτσα, καθώς και πόσο μακριά από την βάση του κτιρίου, το συσσωμάτωμα χτυπά στο έδαφος.
  - 4.3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία το συσσωμάτωμα χτυπά στο έδαφος (μέτρο και κατεύθυνση).
  - 4.4. Έστω ότι σε απόσταση  $d=15m$  από την βάση του κτιρίου βρίσκεται στύλος ύψους  $h=6m$ . Ο στύλος βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την τροχιά του συσσωματώματος. Να αιτιολογήσετε αν το συσσωμάτωμα θα χτυπήσει στο στύλο ή αν θα περάσει πάνω από αυτόν.
- Να θεωρήσετε την αντίσταση του αέρα αμελητέα και να αγνοήσετε την τριβή για όλη την κίνηση του κουτιού επάνω στην ταράτσα. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g=10m/s^2$

**16857** Ένας μικρός ξύλινος κύβος μάζας  $M=30g$  ηρεμεί αρχικά στο άκρο του πάγκου του σχολικού εργαστηρίου, που έχει ύψος  $h=0,8m$  από το οριζόντιο δάπεδο. Εκτοξεύουμε ένα κομμάτι πλαστελίνης μάζας  $m=10g$  έτσι ώστε να συγκρουστεί με οριζόντια ταχύτητα  $u$  με τον ξύλινο κύβο. Η κρούση είναι πλαστική και αμέσως μετά το συσσωμάτωμα εκτελεί οριζόντια βολή. Το συσσωμάτωμα έπεσε στο πάτωμα σε οριζόντια απόσταση  $x=0,8m$  από το σημείο βολής.



- 4.1. Να υπολογίσετε την οριζόντια ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.
- 4.2. Ποια η ταχύτητα με την οποία συγκρούστηκε η πλαστελίνη με το ξύλινο σώμα;
- 4.3. Να υπολογίσετε την απώλεια κινητικής ενέργειας για το σύστημα λόγω της κρούσης.
- 4.4. Ένας συμμαθητής σας ισχυρίζεται, πως «είδε» ότι το συσσωμάτωμα έπεσε υπό γωνία ως προς το πάτωμα. Όμως είναι πολύ δύσκολο να μετρηθεί η γωνία αυτή με απλή παρατήρηση, ώστε να ελεγχθεί ο ισχυρισμός του μαθητή. Με τα δεδομένα που έχετε και τα αποτελέσματα, που έχουν προκύψει από τα προηγούμενα ερωτήματα, να κάνετε τους σχετικούς υπολογισμούς για να ελέγξετε τον παραπάνω ισχυρισμό. Ποιό από τα επόμενα συμπεράσματα είναι αυτό, στο οποίο πρέπει να καταλήξετε; Θεωρούμε την αντίσταση του αέρα αμελητέα.

$$(\alpha) \varphi=45^\circ$$

$$(\beta) \varphi<45^\circ$$

$$(\gamma) \varphi>45^\circ$$

**16871** Από ύψος πάνω από οριζόντιο δάπεδο και σε συγκεκριμένο τόπο, πετάμε μια μικρή σφαίρα, με οριζόντια αρχική ταχύτητα . Αν οι αντιστάσεις του αέρα αγνοηθούν, η τελική ταχύτητα της σφαίρας όταν φτάνει στο δάπεδο, σχηματίζει με την οριζόντια διεύθυνση γωνία , η οποία είναι:  
(α) ανεξάρτητη από το μέτρο της αρχικής ταχύτητας

- (α) ανεξαρτητή από το μέτρο της αρχικής ταχύτητας.  
(β) εξαρτώμενη από το μέτρο της αρχικής ταχύτητας.  
(γ) πάντα ίση με  $45^0$

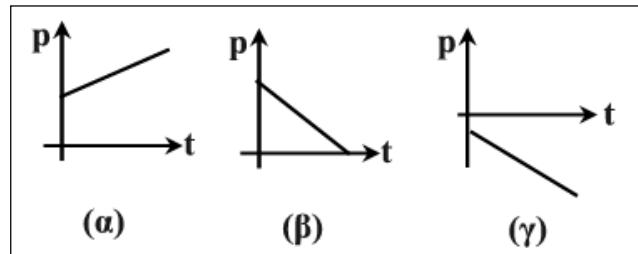
**16873.** Δύο μπάλες Α και Β κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες με μέτρα και αντίστοιχα στην επιφάνεια ενός λείου οριζόντιου τραπεζιού που βρίσκεται σε ύψος από το δάπεδο και πέφτουν την ίδια χρονική στιγμή από την άκρη του. Αν ποια σφαίρα θα φθάσει πρώτη στο έδαφος;



**16875** Η áκρη Δ του δείκτη των δευτερολέπτων σε ένα ρολόι εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση. Το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του σημείου Δ παραμένει σταθερό.

- (α) Η επιτάχυνση του  $\Delta$  δεν είναι μηδέν και έχει σταθερό μέτρο.  
(β) Η επιτάχυνση του  $\Delta$  δεν είναι μηδέν και δεν έχει σταθερό μέτρο.  
(γ) Η επιτάχυνση του  $\Delta$  είναι μηδέν.

**16875** Ένα αυτοκίνητο κινείται με ταχύτητα όταν ξαφνικά φρενάρει με αποτέλεσμα να σταματήσει μετά από χρόνο τ από τη χρονική στιγμή που ο οδηγός του πάτησε το φρένο. Θεωρούμε ότι η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο αυτοκίνητο κατά τη διάρκεια του φρεναρίσματος είναι σταθερή. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα αναπαριστά την ορμή του αυτοκινήτου σε συνάρτηση με το χρόνο;



**17062** Δύο σφαίρες μάζας  $m_1 = 6kg$  και  $m_2 = 2kg$ , βρίσκονται η μία δίπλα στην άλλη και εκτελούν οριζόντια βολή από ύψος  $H = 1,25m$  από το έδαφος. Οι σφαίρες εκτοξεύονται ταυτόχρονα με ταχύτητες μέτρου  $u_1 = 2m/s$  και  $u_2 = 10m/s$  και ίδιας φοράς αντίστοιχα. Να βρείτε:

- 4.1. Την απόσταση μεταξύ των σφαιρών όταν φτάσουν στο έδαφος.  
 4.2. Την χρονική στιγμή  $t_1 = 0,2 \text{ sec}$ , σε ποιο ύψος από το έδαφος βρίσκεται η σφαίρα μάζας  $m_1$ ;  
 4.3. Ποια η ταχύτητα της σφαίρας  $m_1$  την χρονική στιγμή  $t_1$ ;  
 4.4. Ποια η μεταβολή της ορμής κάθε σφαίρας στη διάρκεια της οριζόντιας βολής;

Δίγεται:  $a \equiv 10m/s^2$

**18913.** Σώμα  $\Sigma_1$ , μάζας  $m_1$ , κινείται πάνω σε οριζόντιο, ακλόνητο, λείο δάπεδο και συγκρούεται μετωπικά με άλλο ακίνητο σώμα  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2$ . Η κρούση είναι πλαστική, ασήμαντης χρονικής διάρκειας και το συσσωμάτωμα που δημιουργείται έχει κινητική ενέργεια ίση με το 20% της κινητικής ενέργειας που είχε το σώμα  $\Sigma_1$  ακριβώς πριν την κρούση. Για τις μάζες των δύο σωμάτων ισχύει η σχέση:

- (a)  $m_1/m_2=1/4$       (b)  $m_1/m_2=4$       (c)  $m_1/m_2=1/5$

## ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

**16388** Ένα μπαλόνι περιέχει αέριο ήλιο. Τα μόρια του αερίου συγκρούονται μεταξύ τους και μετά από κάθε κρούση μεταξύ τους ή με τα τοιχώματα του μπαλονιού η ορμή τους αυξάνεται ή μειώνεται. Το μέγεθος του μπαλονιού:

- (α) αυξάνεται.      (β) μειώνεται.      (γ) παραμένει σταθερό.

**16388** Το ήλιο που περιέχει το μπαλόνι, προσεγγίζει καλύτερα από κάθε άλλο αέριο την συμπεριφορά του ιδανικού αερίου. Θερμαίνουμε το μπαλόνι με συνέπεια να αυξηθεί ο όγκος και η θερμοκρασία του. Αυτό συνέβη επειδή η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου:

- (α) αυξήθηκε      (β) μειώθηκε      (γ) παρέμεινε σταθερή

**16707** Διαθέτουμε μια θερμική μηχανή (1), η οποία έχει συντελεστή απόδοσης  $e_1$ . Κατά τη λειτουργία της θερμικής μηχανής (1) προσφέρουμε σ' αυτή θερμότητα  $Qh_1$ , οπότε το ωφέλιμο έργο που αυτή παράγει είναι  $W_1$ . Μια δεύτερη θερμική μηχανή (2) έχει συντελεστή απόδοσης  $e_2$ . Κατά τη λειτουργία της θερμικής μηχανής (2) προσφέρουμε σ' αυτή θερμότητα διπλάσια απ' αυτή που προσφέραμε στη μηχανή (1) και τότε αυτή παράγει τετραπλάσιο ωφέλιμο έργο, απ' αυτό που παράγει η μηχανή (1). Για τους συντελεστές απόδοσης  $e_1$  και  $e_2$  των δύο θερμικών μηχανών ισχύει:

$$(α) e_2 = 2 \cdot e_1 , \quad (β) e_2 = e_1 , \quad (γ) e_2 = e_1/2$$

**16708** Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι μπορεί να κατασκευάσει μια θερμική μηχανή η οποία λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών 300K και 600K. Ο μαθητής ισχυρίζεται επίσης ότι το έργο το οποίο μπορεί να αποδώσει η μηχανή σε ένα κύκλο έχει τιμή τριπλάσια από την τιμή του  $Qc$ . Πιστεύετε, ότι είναι δυνατόν να κατασκευαστεί μια θερμική μηχανή με τα παραπάνω χαρακτηριστικά;

- (α) Ναι, μπορεί να κατασκευαστεί.  
(β) Όχι, δεν μπορεί να κατασκευαστεί.  
(γ) Δεν επαρκούν τα δεδομένα για ν' απαντήσουμε.

**16710** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου μεταβαίνει μέσω αντιστρεπτής μεταβολής από όγκο  $V_0$  σε διπλάσιο όγκο. Η μεταβολή αυτή, η οποία οδηγεί στο διπλασιασμό του όγκου, μπορεί να είναι είτε ισόθερμη, είτε ισοβαρής.

- (α) Το έργο στην ισόθερμη είναι ίσο με το έργο στην ισοβαρή.  
(β) Το έργο στην ισόθερμη είναι μικρότερο από το έργο στην ισοβαρή.  
(γ) Το έργο στην ισόθερμη είναι μεγαλύτερο από το έργο στην ισοβαρή.

**16711** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου τοποθετείται σε οριζόντιο κυλινδρικό δοχείο που έχει τη μία του βάση ακλόνητη ενώ η άλλη φράσσεται με έμβολο που μπορεί να κινείται χωρίς τριβές και θερμαίνεται ισοβαρώς. Η θερμότητα που μεταβιβάζεται στο αέριο είναι 500 J ενώ η εσωτερική του ενέργεια αυξάνεται κατά 400 J. Στο έμβολο ασκείται δύναμη 2000 N από το αέριο.

Το έμβολο μετατοπίζεται κατά

$$(α) 5 \text{ cm}, \quad (β) 5 \text{ mm}, \quad (γ) 0,05 \text{ cm}$$

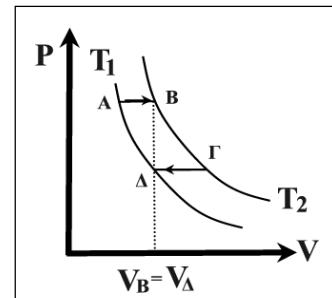
**16733** Μία θερμική μηχανή λειτουργεί ως εξής: Η θερμή δεξαμενή βρίσκεται σε θερμοκρασία  $Th$  και η ψυχρή δεξαμενή βρίσκεται σε θερμοκρασία  $Tc < Th$  με  $Tc > 0K$ . Αν η θερμική μηχανή απορροφά θερμότητα  $Qh$  από την θερμή δεξαμενή, αποβάλλει θερμότητα  $Qc$  στην ψυχρή δεξαμενή και παράγει έργο  $W$ , τότε

- (α) το ποσό θερμότητας  $Q_h$  είναι πάντα μεγαλύτερο από το ποσό θερμότητας  $|Q_c|$ .  
 (β) το ποσό θερμότητας  $Q_h$  είναι πάντα μικρότερο από το ποσό θερμότητας  $|Q_c|$ .  
 (γ) το ποσό θερμότητας  $Q_h$  είναι πάντα ίσο με το ποσό θερμότητας  $|Q_c|$ .

- 16735.** Ποσότητα αερίου βρίσκεται μέσα σε ογκομετρικό δοχείο. Το δοχείο με το αέριο περιβάλλεται από λουτρό με νερό του οποίου η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Στο δοχείο υπάρχει προσαρμοσμένο μανόμετρο για τη μέτρηση της πίεσης του αερίου. Ασκώντας κατάλληλη δύναμη διπλασιάζουμε την ένδειξη του μανομέτρου. Τότε  
 (α) η θερμοκρασία του αερίου θα διπλασιαστεί.  
 (β) ο όγκος του αερίου θα υποδιπλασιαστεί.  
 (γ) η εσωτερική ενέργεια του αερίου μειώνεται.

- 16867** Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής εκτελεί το θερμοδυναμικό κύκλο που φαίνεται στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος και αποτελείται από δύο ισόθερμες και δύο ισοβαρείς μεταβολές. Αν μια μηχανή Carnot λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών  $T_1$ ,  $T_2$  με τον κύκλο αυτό, θα είχε συντελεστή απόδοσης  $e=0,5$ . Αν γνωρίζετε ότι για το αέριο στο δεδομένο κύκλο είναι  $V_B=V_\Delta$ , όπως φαίνεται και στο σχήμα, τότε ισχύει:

- (α)  $V_\Gamma=3V_A$ ,      (β)  $V_\Gamma=4V_A$       (γ)  $V_\Gamma=6V_A$

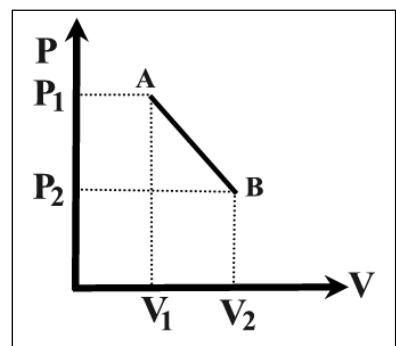


- 16869** Ο συντελεστής απόδοσης μιας μηχανής Carnot είναι  $e=0,75$ . Αν διατηρήσουμε σταθερή τη θερμοκρασία της ψυχρής δεξαμενής ( $T_c$ ) της μηχανής, για να μειώσουμε το συντελεστής απόδοσης σε πρέπει:  
 (α) να αυξήσουμε τη θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής κατά 50%  
 (β) να ελαττώσουμε τη θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής κατά 50%  
 (γ) να αυξήσουμε τη θερμοκρασία της θερμής δεξαμενής κατά 75%

- 16873** Αν κατακόρυφο δοχείο κλείνεται με έμβολο βάρους και διατομής, το οποίο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές, ενώ περιέχει αέριο σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας, τότε η πίεση του αερίου θα εκφράζεται από τη σχέση:  
 (α)  $P_{\text{αερίο}}= \dots \dots \dots$  αν το δοχείο είναι κατακόρυφο με τη βάση του προς τα κάτω.  
 (β)  $P_{\text{αερίο}}= \dots \dots \dots$  αν το δοχείο είναι κατακόρυφο με τη βάση του προς τα πάνω.

Δίνεται ότι η ατμοσφαιρική πίεση στο χώρο που βρίσκεται το κυλινδρικό δοχείο είναι  $P_{\text{atm}}$

- 18913** Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου, βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας με όγκο  $V_1$  και πίεση  $P_1$  (κατάσταση A). Με μια αντιστρεπτή εκτόνωση το αέριο μεταβαίνει σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας με όγκο  $V_2 = 2 \cdot V_1$  και πίεση  $P_2 = P_1/2$  (κατάσταση B). Στο διάγραμμα πίεσης-όγκου αποδίδονται οι καταστάσεις ισορροπίας A και B του αερίου και η αντιστρεπτή μεταβολή (AB). Κατά τη διάρκεια της αντιστρεπτής μεταβολής (AB), το αέριο απορροφά θερμότητα  $Q$  από το περιβάλλον, η οποία είναι ίση με:



- (α)  $Q = P_1 \cdot V_1$ ,      (β)  $Q = \frac{1}{2}(P_1 \cdot V_1)$       (γ)  $Q = \frac{3}{4}P_1 V_1$

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ και ΒΑΡΥΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

**16384** Θεωρούμε ότι ο λόγος των ακτίνων της Γης προς αυτόν της Σελήνης είναι ίσος με  $\frac{R_\Gamma}{R_\Sigma} = \frac{11}{3}$  ενώ ο λόγος των μέτρων της επιτάχυνσης της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης προς την αντίστοιχη επιτάχυνση στην επιφάνεια της Σελήνης είναι ίσος με  $\frac{g_{\text{Σελ}}}{g_{\text{δεξ}}} = 6$ . Αν υδρεί το μέτρο της ταχύτητας διαφυγής ενός σώματος από την επιφάνεια της Γης και υδρεί το μέτρο της ταχύτητας διαφυγής από την επιφάνεια της Σελήνης, τότε ο λόγος των μέτρων των δύο ταχυτήτων  $\frac{v_{\text{δεξ}}}{v_{\text{Σελ}}}$  είναι ίσος με:

$$(\alpha) \frac{1}{\sqrt{22}} \quad (\beta) \sqrt{22} \quad (\gamma) \sqrt{\frac{11}{2}}$$

**16385** Η μάζα της Γης είναι  $M_\Gamma = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$  ενώ της Σελήνης  $m_\Sigma$ . Η απόσταση μεταξύ των κέντρων των δύο σωμάτων είναι  $R = 3,84 \times 10^5 \text{ km}$  ενώ δεχόμαστε ότι η Σελήνη εκτελεί κυκλική τροχιά γύρω από την Γη. Δίνεται  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{Kgs}^2$

1. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- (α) Η δύναμη που ασκεί η Γη στην Σελήνη είναι μεγαλύτερη από αυτήν της Σελήνης στη Γη.
- (β) Η δύναμη που ασκεί η Γη στην Σελήνη είναι μικρότερη από αυτήν της Σελήνης στη Γη.
- (γ) Οι δύο δυνάμεις έχουν ίσα μέτρα.

2. Θεωρώντας ότι η Σελήνη εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, η επιτάχυνσή της κατά την κίνηση αυτή είναι:

$$(\alpha) 10,37 \times 10^6 \text{ m/s}^2 \quad (\beta) 2,7 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2 \quad (\gamma) 5,4 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

**16386** Ένα σώμα μάζας  $m$  εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση γύρω από ένα άλλο μάζας  $M$  λόγω της βαρυτικής έλξης μεταξύ των δύο σωμάτων.

I. Αν τετραπλασιάσουμε την μάζα του σώματος  $M$  χωρίς να μεταβάλλουμε την μεταξύ τους απόσταση, για να συνεχίσει να εκτελεί την ίδια τροχιά το σώμα  $m$ , η γραμμική ταχύτητά του:

- (α) Θα πρέπει να παραμείνει η ίδια.
- (β) Θα πρέπει να διπλασιαστεί.
- (γ) Θα πρέπει να υποδιπλασιστεί

II. Υποτριπλασιάζουμε την απόσταση των δύο σωμάτων. Πόσο πρέπει να μεταβληθεί η μάζα του  $m$ , χωρίς να αλλάξει η μάζα  $M$  του άλλου σώματος, ώστε για την μεταξύ τους βαρυτική δύναμη να ισχύει  $F' = 27F$

$$(\alpha) 100\% , \quad (\beta) 200\% , \quad (\gamma) 300\%$$

**16390** Δύο δορυφόροι έχουν ίδια μάζα  $m$  και διαγράφουν την ίδια κυκλική τροχιά ακτίνας  $r$  γύρω από την Γη κινούμενοι με αντίθετες φορές. Οι δορυφόροι συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά. Τι κίνηση θα κάνει το συσσωμάτωμα μετά την κρούση;

- (α) θα παραμείνει ακίνητο.  
 (β) θα εξακολουθήσει να είναι δορυφόρος της Γης κινούμενος στην ίδια κυκλική τροχιά.  
 (γ) θα εκτελέσει επιταχυνόμενη κίνηση με αυξανόμενη επιτάχυνση από το ύψος που έγινε η σύγκρουση.

**16460** Ένας δορυφόρος έχει μάζα  $m = 5.000Kg$  και περιστρέφεται γύρω από την Γη σε κυκλική τροχιά και σε απόσταση  $h = 3R_\Gamma$  από την επιφάνεια της Γης. Η ακτίνα της Γης είναι  $R_\Gamma = 6.400km$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της είναι  $g_0 = 10m/s^2$ . Θεωρώντας την αντίσταση του αέρα αμελητέα, και την βαρυτική δυναμική ενέργεια σε πολύ μεγάλη απόσταση ίση με μηδέν, να βρεθούν:

- 4.1. το μέτρο της έντασης του βαρυτικού πεδίου της Γης στο ύψος που βρίσκεται η τροχιά του δορυφόρου.
- 4.2. το μέτρο της ταχύτητας περιστροφής του δορυφόρου καθώς και το χρονικό διάστημα στο οποίο ολοκληρώνει μία περιστροφή .
- 4.3. το μέτρο της μεταβολής της ορμής του δορυφόρου σε χρονικό διάστημα μισής περιόδου.
- 4.4. Με την βοήθεια ενσωματωμένων προωθητικών πυραύλων, ο δορυφόρος διπλασιάζει το μέτρο της ταχύτητάς του. Να αποδείξετε ότι ο δορυφόρος θα φύγει για πάντα από την βαρυτική έλξη της Γης και να βρεθεί η τελική του ταχύτητα.

**16461** Δύο μικρά ομογενή σφαιρικά σώματα αμελητέων διαστάσεων έχουν μάζες  $m_1 = 2kg$  και  $m_2$  και βρίσκονται ακίνητα σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Απέχουν μεταξύ τους  $d = 1m$  και έλκονται με βαρυτική δύναμη μέτρου  $F = (40/3) \cdot 10^{-11}N$ .

Αν η σταθερά της παγκόσμιας έλξης είναι  $G = (20/3) \cdot 10^{-11} N \cdot m^2/kg^2$  η βαρυτική δυναμική ενέργεια στο άπειρο θεωρείται μηδέν

- 4.1. Ποια είναι η μάζα του σώματος  $m_2$ ;
- 4.2. Να βρεθεί το δυναμικό του βαρυτικού πεδίου που δημιουργείται από τις δύο μάζες στο μέσο M της μεταξύ τους απόστασης.
- 4.3. Στο σημείο M τοποθετούμε μία μάζα  $m_3 = 0,5kg$ . Να υπολογιστεί η δυναμική ενέργεια του συστήματος των τριών μαζών και να βρεθεί το έργο της βαρυτικής δύναμης όταν το σώμα μάζας  $m_3$  μεταφερθεί έξω από το βαρυτικό πεδίο των άλλων δύο μαζών.
- 4.4. Αν οι μάζες  $m_1$  και  $m_2$  αφεθούν ελεύθερες να κινηθούν, να υπολογιστεί ο λόγος των ταχυτήτων τους  $u_1/u_2$  οποιαδήποτε χρονική στιγμή πριν συγκρουστούν.

**16492** Ένας δορυφόρος κινείται σε ύψος  $h=2600 km$  από την επιφάνεια της Γης. Η μάζα της Γης έχει μετρηθεί  $M_\Gamma = 6 \cdot 10^{24} kg$ , η ακτίνα της  $R_\Gamma = 6400 km$ , ενώ η ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια αυτής είναι  $g_0 = 10 m/s^2$ . Δίνεται η παγκόσμια σταθερά  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} N \cdot m^2/kg^2$ , ενώ αμελούνται τριβές.

Να υπολογίσετε:

- 4.1. Την ένταση και το δυναμικό σε ένα σημείο Σ της τροχιάς του δορυφόρου.
- 4.2. Την μηχανική ενέργεια του δορυφόρου στο ύψος αυτό, αν η μάζα του δορυφόρου είναι  $450 kg$ .
- 4.3. Κάποια στιγμή πυροδοτούνται ανασχετικοί πύραυλοι του δορυφόρου με συνέπεια να μειωθεί η ολική ενέργεια του στο 80% της αρχικής του ενέργειας. Να βρείτε το ύψος της νέας τροχιάς στο οποίο μεταπίπτει ο δορυφόρος.
- 4.4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που πρέπει να ασκήσουμε στον δορυφόρο στην καινούργια τροχιά του, ώστε να τον επαναφέρουμε στην αρχική του.

**16493** Μία σεληνάκατος μάζας  $m_\Delta=5000\text{kg}$  κατεβαίνει με σταθερή ταχύτητα  $u=10\text{m/s}$  για να προσεληνωθεί. Σε ύψος  $h=120\text{m}$  από την επιφάνεια αποκολλάται ένα εξάρτημα μικρής μάζας από το σύστημα προσελήνωσης και πέφτει στην Σελήνη. Αν η μάζα της Σελήνης είναι  $m_\Sigma=7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ , η ακτίνα της  $R_\Sigma=1750\text{km}$  και δίνεται  $G=6,67 \cdot 10^{-11}\text{Nm}^2/\text{Kg}^2$ , να υπολογίσετε :

- 4.1. Την ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια της Σελήνης.
- 4.2. Την δύναμη που ασκεί η σεληνάκατος στην Σελήνη και την δυναμική ενέργειά της όταν βρίσκεται σε ύψος  $h=1250 \text{ km}$  και αρχίζει η διαδικασία καθόδου.
- 4.3. Με ποια ταχύτητα θα φθάσει στην επιφάνεια της Σελήνης το εξάρτημα που αποκολλήθηκε.
- 4.4. Ποιο από τα δύο σώματα (σεληνάκατος – εξάρτημα) θα φθάσει πρώτο στην επιφάνεια και με ποια χρονική διαφορά.

**16633** Δύο μάζες  $m_1$  και  $m_2$  απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $r$ . Πόσο μεταβάλλεται η βαρυτική δύναμη, αν διπλασιαστούν οι μάζες των σωμάτων και τετραπλασιαστεί η μεταξύ τους απόσταση;

- (α) η δύναμη τετραπλασιάζεται.
- (β) η δύναμη υποτετραπλασιάζεται.
- (γ) η δύναμη διπλασιάζεται.

**16633** Στην επιφάνεια της Γης ένα σώμα έχει βάρος  $w = 300N$ . Να βρείτε το βάρος του σώματος σε έναν πλανήτη, που έχει ακτίνα ίση με την ακτίνα της Γης και μάζα ίση με το μισό της μάζας της Γης.

- (α)  $600\text{N}$ ,
- (β)  $50\text{N}$ ,
- (γ)  $150\text{N}$

**16636** Η ένταση του βαρυτικού πεδίου που οφείλεται σε δύο σώματα με μάζες  $m_1$  και  $m_2$ , ισούται με το μηδέν στο σημείο K. Αν οι αποστάσεις του σημείου K από τις  $m_1$  και  $m_2$  είναι  $L_1$  και  $L_2$ , με  $L_1/L_2 = 4$ , για τη σχέση μαζών των δύο σωμάτων ισχύει:

- (α)  $m_1 = 16 \cdot m_2$
- (β)  $m_2 = 4 \cdot m_1$
- (γ)  $m_1 = m_2/16$

**16636** Ένας πλανήτης έχει μάζα M και σε σχέση με τη Γη, έχει ίδια πυκνότητα και τριπλάσια ακτίνα. Αν στην επιφάνεια της Γης η ένταση του βαρυτικού πεδίου ισούται με  $10\text{N/kg}$  και ο όγκος μιας σφαίρας είναι  $V = 4\pi R^3/3$ , τότε το μέτρο της έντασης του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια του πλανήτη είναι:

- (α)  $20\text{N/kg}$ ,
- (β)  $15\text{N/kg}$ ,
- (γ)  $30\text{N/kg}$

**16637.** Ένας δορυφόρος κινείται κυκλικά γύρω από τη Γη και η απόστασή του από την επιφάνεια της Γης, σταδιακά μειώνεται. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;

- (α) Το μέτρο της επιτάχυνσης του δορυφόρου μειώνεται .
- (β) Η κινητική ενέργεια του δορυφόρου αυξάνεται.
- (γ) Η δύναμη που ασκείται στον δορυφόρο από τη Γη μειώνεται.

**16637** Έστω δύο σημειακά φορτία  $q_1$ ,  $q_2$  που έχουν απόσταση  $d = 20\text{cm}$ . Αν η δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο φορτίων είναι  $U = -10\text{J}$ , η δύναμη που ασκείται μεταξύ τους έχει μέτρο:

- (α)  $F = 10\text{N}$ ,
- (β)  $F = 5\text{N}$ ,
- (γ)  $F = 50\text{N}$

**16638** Να μελετήσετε τις παρακάτω προτάσεις:

- (α) Η δυναμική ενέργεια ενός σώματος αυξάνεται καθώς αυτό πλησιάζει την επιφάνεια της Γης .

(β) Η δυναμική ενέργεια στο βαρυτικό πεδίο της Γης έχει αρνητικό πρόσημο, διότι η ελκτική δύναμη μεταξύ Γης και σωμάτων είναι μικρού μέτρου.

(γ) Ένα σώμα το οποίο αφήνεται ελεύθερο σε βαρυτικό πεδίο, κινείται από υψηλότερη δυναμική ενέργεια σε χαμηλότερη .

Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

**16638** Δύο δορυφόροι έχουν την ίδια μάζα και περιστρέφονται γύρω από τη Γη σε ύψη  $h_1=R_\Gamma$  και  $h_2=2R_\Gamma$  αντίστοιχα, όπου  $R_\Gamma$  η ακτίνα της Γης. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

(1). Ο λόγος των μέτρων των ταχυτήτων τους είναι:  $u_1/u_2=\sqrt{3}$

(2). Ο λόγος των κινητικών ενεργειών τους είναι:  $K_1/K_2=2/3$

(3). Ο λόγος των κινητικών ενεργειών τους είναι:  $K_1/K_2=3/2$

**16702** Δορυφόρος μάζας  $m = 2000 \text{ Kg}$ , κινείται σε κυκλική τροχιά σε ύψος  $h_1 = 192 \cdot 10^5 \text{ m}$  από την επιφάνεια της Γης. Να υπολογίσετε:

4.1. Το δυναμικό του πεδίου βαρύτητας της Γης σε ύψος  $h_1$  από την επιφάνεια της Γης, με δεδομένο ότι το δυναμικό είναι μηδέν σε άπειρη απόσταση από τη Γη.

4.2. Την περίοδο περιφοράς  $T$  του δορυφόρου.

4.3. Τη μεταβολή της ορμής του δορυφόρου σε χρονικό διάστημα  $\Delta t = T/2$ .

Διαστημικό αντικείμενο μάζας  $m_1 = 4000 \text{ Kg}$ , έρχεται από το διάστημα και συγκρούεται μετωπικά και πλαστικά με το δορυφόρο με ταχύτητα μέτρου  $v_1 = 8000 \text{ m/s}$  και αντίθετης κατεύθυνσης από την κατεύθυνση της ταχύτητας του δορυφόρου.

4.4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος που θα δημιουργηθεί μετά την σύγκρουση. Να εξηγήσετε αν μετά τη σύγκρουση το συσσωμάτωμα θα παραμείνει ή όχι σε τροχιά σε ύψος  $h_1$  από την επιφάνεια της Γης.

Δίνονται: η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 64 \cdot 10^5 \text{ m}$  και η επιτάχυνση βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$

**16707** Αρνητικά φορτισμένο σωμάτιο αφήνεται να κινηθεί σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο μεγάλης έκτασης. Η κατεύθυνση της κίνησης του:

(α) Συμπίπτει με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών

(β) Είναι αντίθετη με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών

(γ) Είναι κάθετη με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών

**16709** Η διαφορά δυναμικού  $V$  μεταξύ δύο οριζόντιων φορτισμένων μεταλλικών πλακών που απέχουν απόσταση  $l$  με  $d = 4 \text{ cm}$  είναι ίση με  $400 \text{ V}$ . Στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται μεταξύ των πλακών, ισορροπεί φορτισμένο σωματίδιο  $\Sigma$  μάζας  $m = 2 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ . Αν θεωρήσουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με  $10 \text{ m/s}^2$ , τότε το φορτίο που φέρει το σωματίδιο είναι ίσο με:

$$(\alpha) -4 \cdot 10^{-9} \text{ C}, \quad (\beta) -2 \cdot 10^{-9} \text{ C}, \quad (\gamma) 2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

**16734** Η τροχιά που διαγράφει η Γη καθώς κινείται γύρω από τον Ήλιο είναι ελλειπτική και στην μία εστία βρίσκεται ο Ήλιος. Όταν η Γη διέρχεται από το σημείο της τροχιάς της με την μικρότερη απόσταση από τον Ήλιο λέμε ότι βρίσκεται στο περιήλιο, ενώ το σημείο της τροχιάς με την μεγαλύτερη απόσταση από τον Ήλιο λέγεται αφήλιο. Θεωρώντας πως η κίνηση της Γης γίνεται μόνο με την επίδραση της βαρυτικής δύναμης από τον Ήλιο συμπεραίνουμε ότι το μέτρο της ταχύτητας της Γης είναι

(α) μεγαλύτερο στο αφήλιο.

(β) μεγαλύτερο στο περιήλιο.

(γ) ίδιο, τόσο στο περιήλιο όσο και στο αφήλιο.

**16734** Ηλεκτρόνια με απόλυτο φορτίο  $e$ , που είναι αρχικά ακίνητα μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, επιταχύνονται μεταξύ δύο σημείων που έχουν διαφορά δυναμικού  $V$  και αποκτούν ταχύτητα  $u$ . Η ταχύτητα που θα αποκτήσουν μεταξύ δύο σημείων που έχουν διαφορά δυναμικού  $4V$  θα είναι

$$(\alpha) 2,$$

$$(\beta) 4u,$$

$$(\gamma) u$$

**16735** Ένας εξωπλανήτης (πλανήτης που δεν ανήκει στο ηλιακό σύστημα) έχει εννεαπλάσια μάζα από αυτήν που έχει η Γη και 4 φορές μεγαλύτερη ακτίνα από την ακτίνα της Γης. Αν η ταχύτητα διαφυγής από την επιφάνεια της Γης είναι  $u_d = 11,2 \text{ km/s}$  πόση είναι η ταχύτητα διαφυγής από την επιφάνεια αυτού του πλανήτη.

$$(\alpha) 5,6 \text{ km/s}$$

$$(\beta) 11,2 \text{ km/s}$$

$$(\gamma) 16,8 \text{ km/s}$$

**16737.** Δέσμη ηλεκτρονίων εκτοξεύεται με ταχύτητα  $u_0$  κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου και κατά την έξοδο από το πεδίο, η δέσμη έχει απόκλιση  $y_{\max} = 4 \text{ cm}$ . Αν διπλασιάσουμε την ταχύτητα εκτόξευσης της δέσμης στο πεδίο, τότε η απόκλιση στην έξοδο θα είναι

$$(\alpha) 1c,$$

$$(\beta) 4cm,$$

$$(\gamma) 8cm$$

**16739** Στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που υπάρχει ανάμεσα σε δύο οριζόντιες μεταλλικές πλάκες αμελητέου πάχους, οι οποίες έχουν αντίθετα φορτία  $+Q$  και  $-Q$  αντίστοιχα, αιωρείται (ισορροπεί) σε σημείο A σωματίδιο μάζας  $m = 1 \text{ kg}$  και φορτίου  $q$  όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι δύο μεταλλικές πλάκες απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $L = 2 \text{ cm}$  και έχουν διαφορά δυναμικού  $V = 100 \text{ V}$ . Αν δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Να βρεθούν:

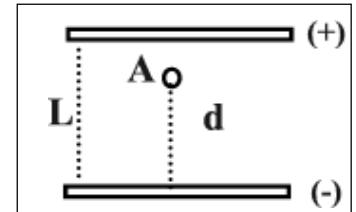
4.1. το μέτρο της έντασης του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου.

4.2. το πρόσημο και το μέγεθος του φορτίου  $q$ .

Με κατάλληλο τρόπο διπλασιάζουμε την διαφορά δυναμικού μεταξύ των μεταλλικών πλακών. Αν η απόσταση του σημείου A από τον αρνητικό οπλισμό είναι  $d = 1,5 \text{ cm}$

4.3. να βρεθεί το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να συναντήσει το φορτίο  $q$  την μεταλλική πλάκαστην οποία θα φτάσει πρώτη.

4.4. Ποιο είναι το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά την κίνηση του φορτίου από το σημείο A μέχρι την μεταλλική πλάκα, την οποία θα συναντήσει πρώτη.



**16740** Η Ιώ και η Ευρώπη είναι τα δύο πιο κοντινά φεγγάρια του πλανήτη Δία. Η Ιώ περιστρέφεται σε κυκλική τροχιά ακτίνας  $R_{Io} = 432 \cdot 10^3 \text{ km}$  γύρω από τον Δία σε  $1,57$  ημέρες. Αντίστοιχα, η ακτίνα περιστροφής της Ευρώπης γύρω από τον Δία, είναι  $R_{Eu} = 675 \cdot 10^3 \text{ km}$ . Δίνεται  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ . Να υπολογίσετε:

4.1. Την ταχύτητα περιστροφής της Ιούς γύρω από τον Δία.

4.2. Την μάζα του πλανήτη Δία.

4.3. Την περίοδο περιστροφής της Ευρώπης γύρω από τον Δία.

4.4. Την ταχύτητα διαφυγής ενός σώματος από την επιφάνεια της Ιούς, αν η ακτίνα της είναι  $r_1 = 1800 \text{ km}$  και η μάζα της  $m_1 = 9 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ . Δίνεται  $\sqrt{6,67} = 2,58$

**16849** Δύο σφαίρες  $A$  και  $B$  μικρών διαστάσεων βρίσκονται πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο κατασκευασμένο από κάποιο μονωτικό υλικό και έχουν μάζες  $m_A = 1 \text{ g}$  και  $m_B = 2 \text{ g}$  αντίστοιχα. Οι σφαίρες φέρουν ηλεκτρικά φορτία  $Q_A = 0,1 \mu\text{C}$  και  $Q_B = 0,2 \mu\text{C}$ . Κρατάμε ακίνητες τις σφαίρες σε απόσταση  $x = 2 \text{ cm}$  και κάποια στιγμή αφήνουμε ελεύθερη την  $A$  ενώ τη  $B$  συνεχίζουμε να την κρατάμε ακίνητη. Να υπολογίσετε:

4.1. Το μέτρο της επιτάχυνσης της σφαίρας  $A$ , μόλις αυτή αφήνεται ελεύθερη.

4.2. Το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας  $A$ , όταν απέχει απόσταση  $2x$  από την  $B$ .

Επαναφέρουμε τις σφαίρες στην αρχική τους θέση, δηλαδή σε απόσταση  $x$  και στη συνέχεια τις αφήνουμε ταυτόχρονα ελεύθερες και τις δύο. Τη χρονική στιγμή που αυτές απέχουν απόσταση  $2x$  να υπολογίσετε:

4.3. Το μέτρο της επιτάχυνσης της κάθε σφαίρας.

4.4. Το μέτρο της ταχύτητας της κάθε σφαίρας.

Δίνεται  $k_C = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . Η αντίσταση του αέρα και οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις θεωρούνται αμελητέες.

**16869** Δύο φορτισμένα σωματίδια, με το ίδιο φορτίο, συγκρατούνται αρχικά ακίνητα σε απόσταση  $r$  και η δυναμική ενέργεια ηλεκτρικής αλληλεπίδρασης των συστήματος των δύο σωματιδίων είναι  $U$ . Αφήνουμε ταυτόχρονα ελεύθερα τα δύο σωματίδια να κινηθούν εξαιτίας των απωστικών δυνάμεων που ασκεί το ένα στο άλλο, χωρίς να παίζουν κάποιο ρόλο οι τριβές ή η βαρυτική δύναμη. Όταν η μεταξύ τους απόσταση είναι διπλάσια της αρχικής ( $r' = 2r$ ), η κινητική ενέργεια  $K$  κάθε σωματιδίου είναι και ισχύει:

$$(\alpha) K=U,$$

$$(\beta) K=U/4$$

$$(\gamma) K=4U$$

**16871** Δύο μικρά μεταλλικά σφαιρίδια είναι φορτισμένα με ηλεκτρικά φορτία  $Q_1$  και  $Q_2$  και συγκρατούνται αρχικά ακίνητα πάνω σε λείο μονωτικό οριζόντιο δάπεδο, σε κοντινή σχετικά μεταξύ τους απόσταση ώστε να αλληλεπιδρούν ηλεκτρικά. Η αρχική ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο φορτίων είναι  $U = -0,8J$ . Κάποια στιγμή αφήνουμε ελεύθερα και τα δύο φορτία ταυτόχρονα να κινηθούν. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Μια επόμενη χρονική στιγμή, ενώ ακόμη τα φορτία κινούνται ελεύθερα, η δυναμική ενέργεια του συστήματος είναι δυνατόν να έχει γίνει:

$$(\alpha) U' = -1,2J$$

$$(\beta) U' = -0,4J$$

$$(\gamma) U' = 0,8J$$

**17063** Διαστημικό όχημα μάζας  $M = 6t$  κατευθύνεται προς τη Γη μεταφέροντας σεληνάκατο μάζας  $m = 1t$ . Σε απόσταση  $r_1 = 4R_\Gamma$  από το κέντρο της, η ταχύτητα του οχήματος είναι  $u_1 = 6 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ .

4.1. Να βρείτε την ταχύτητα του οχήματος όταν βρεθεί σε απόσταση  $r_2 = R_\Gamma$  από την επιφάνεια της Γης, χωρίς τη χρήση πυραύλων. Στην παραπάνω θέση απόστασης  $r_2$  από την επιφάνεια της Γης, απελευθερώνεται η σεληνάκατος και αρχίζει να πέφτει κατακόρυφα προς τη Γη χωρίς τη βοήθεια ανασχετικών πυραύλων.

4.2. Ποια η ταχύτητα του διαστημικού οχήματος μετά την απελευθέρωση της σεληνακάτου;

4.3. Με ποια ταχύτητα η σεληνάκατος θα προσκρούσει στην επιφάνεια της Γης;

4.4. Αν κατά τη διάρκεια της κατακόρυφης κίνησης του διαστημικού οχήματος προς τη Γη λειτουργούν οι ανασχετικοί πύραυλοι, να υπολογίσετε το έργο της δύναμης των ανασχετικών πυραύλων ώστε να φτάσει στην επιφάνεια της Γης με μηδενική ταχύτητα.

Θεωρείστε αμελητέα την αντίσταση του αέρα και την ελκτική δύναμη μεταξύ διαστημικού οχήματος και σεληνακάτου. Δίνονται: η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g_0 = 10 \text{ m/s}^2$ , η ακτίνα της Γης:  $R_\Gamma = 6400 \text{ km}$ ,  $\sqrt{68} = 8,25$ .

**17064** Δορυφόρος μάζας  $M = 300 \text{ kg}$  περιστρέφεται αρχικά σε ύψος  $h_1 = 2R_\Gamma$  πάνω από την επιφάνεια της Γης. Στην συνέχεια ο δορυφόρος χάνει ύψος και τελικά περιστρέφεται σε ύψος  $h_2 = R_\Gamma$ .

- 4.1. Ποια η ταχύτητα του δορυφόρου σε ύψος  $h_1$  από την επιφάνεια της Γης;
  - 4.2. Ποια η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του δορυφόρου κατά την αλλαγή της τροχιάς του; Στο ύψος  $h_2$ , λόγω έκρηξης, αποκολλάται και εκτοξεύεται τμήμα του δορυφόρου μάζας  $m_2 = 100\text{kg}$ , ενώ το υπόλοιπο μέρος του εξακολουθεί να κινείται στην ίδια κυκλική τροχιά με τις δικές του μηχανές.
  - 4.3. Πόση ταχύτητα θα πρέπει να αποκτήσει το σώμα  $m_2$ , ώστε οριακά να καταφέρει να διαφύγει από την έλξη της Γης;
  - 4.4. Ποια η ολική μηχανική ενέργεια του δορυφόρου μετά την αποκόλληση;
- Θεωρείστε αμελητέα την ελκτική δύναμη μεταξύ δορυφόρου και της μάζας  $m_2$ . Δίνονται: η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g_0 = 10\text{m/s}^2$ , η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 6400\text{km}$ , και  $\sqrt{21,33} = 4,62$ .

**17066** Διαστημικό όχημα μάζας  $M$  εκτοξεύεται από την επιφάνεια της Γης κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα μέτρου  $u_0$ . Όταν το όχημα βρεθεί σε ύψος  $h = 2R_\Gamma$ , ένας εκρηκτικός μηχανισμός το διαχωρίζει ακαριαία σε δύο επιμέρους σώματα με μάζες  $m_1 = 2M/3$  και  $m_2 = M/3$  αντίστοιχα. Αμέσως μετά την έκρηξη, το σώμα μάζας  $m_2$  κινείται κατακόρυφα προς τη Γη χωρίς αρχική ταχύτητα και φτάνει στην επιφάνεια της με ταχύτητα μέτρου  $u_2$ . Ενώ, το σώμα μάζας  $m_1$  αποκτά την ελάχιστη ταχύτητα που χρειάζεται ώστε να διαφύγει από το πεδίο βαρύτητας της Γης.

- 4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας  $u_1$  που αποκτά το σώμα  $m_1$  μετά την έκρηξη.
  - 4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας που αποκτά το διαστημικό όχημα στο ύψος  $h = 2R_\Gamma$ , λίγο πριν την έκρηξη.
  - 4.3. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας  $u_2$  με την οποία φτάνει το σώμα  $m_2$  στην επιφάνεια της Γης.
  - 4.4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας  $u_0$  με την οποία εκτοξεύεται το όχημα από την επιφάνεια της Γης.
- Δίνονται: η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης:  $g_0 = 10\text{m/s}^2$ , η ακτίνα της Γης:  $R_\Gamma = 6400\text{km}$ ,  $\sqrt{42,66} = 6,53$ ,  $\sqrt{85,33} = 9,24$ ,  $\sqrt{104,25} = 10,21$ .

**17169** Σωματίδιο  $S_1$  μάζας  $m=10^{-3}\text{kg}$  και φορτίου  $q=10^{-5}\text{C}$  αφήνεται ακίνητο σε σημείο ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης μέτρου  $E=10^3 \text{ N/C}$ . Το σωματίδιο μπορεί να κινείται σε οριζόντιο δάπεδο μεγάλης έκτασης, κατασκευασμένο από κάποιο μονωτικό υλικό, χωρίς τριβές.

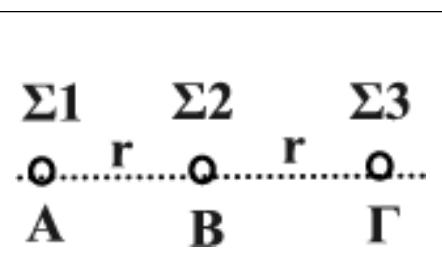
- 4.1. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση και την ταχύτητα του σωματιδίου όταν αυτό έχει διανύσει απόσταση  $d=20\text{m}$
  - 4.2. Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού μεταξύ της θέσης από την οποία αφέθηκε το σωματίδιο και της τελικής του θέσης (μετά από  $d=20\text{m}$ ).
- Όταν το σωματίδιο  $S_1$  διανύσει την απόσταση  $d=20\text{m}$ , συναντά δεύτερο σωματίδιο  $S_2$ , το οποίο έχει μηδενικό ηλεκτρικό φορτίο και αρχικά ήταν ακίνητο. Τα δύο σωματίδια συγκρούονται πλαστικά.
- 4.3. Να υπολογίσετε τη μάζα του δεύτερου σωματιδίου δεδομένου ότι κατά τη σύγκρουση η απώλεια μηχανικής ενέργειας είναι ίση με το 75% της αρχικής ενέργειας του σωματιδίου  $S_1$ .
  - 4.4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα που θα έπρεπε να είχε το δεύτερο σωματίδιο, κατά μέτρο και

κατεύθυνση, ώστε όταν συγκρουστεί πλαστικά με το  $\Sigma_1$  (όταν το σωματίδιο έχει διανύσει και πάλι την απόσταση  $d$ ), το συσσωμάτωμα να επιστρέψει με μηδενική ταχύτητα στην αρχική θέση από την οποία αφέθηκε το  $\Sigma_1$ .

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

**17170** Τρία σημειακά σωματίδια  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$ ,  $\Sigma_3$ , και βρίσκονται σε ευθεία, στις θέσεις A, B και Γ ενός οριζόντιου μονωτικού επιπέδου μεγάλων διαστάσεων. Για τις μεταξύ τους αποστάσεις ισχύει  $AB=AG=r$ . Οι μάζες των σωματιδίων είναι  $m_1=m_3=m=3 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$  και  $m_2=2 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ , ενώ για τα φορτία τους ισχύει:  $q_1=q_2=q_3=10^{-4} \text{ C}$ .

4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των τριών φορτίων.



4.2. Ποιο από τα φορτία του παραπάνω συστήματος δέχεται μηδενική συνισταμένη δύναμη, όταν τα σωματίδια βρίσκονται στις θέσεις που έχουν τοποθετηθεί αρχικά; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

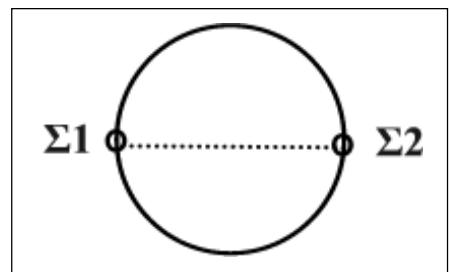
4.3. Αφήνουμε τα φορτία και ελεύθερα να κινηθούν ενώ το παραμένει στην αρχική του θέση. Να βρείτε τα μέτρα των ταχυτήτων τους όταν θα έχουν φτάσει σε πολύ μεγάλη (άπειρη) απόσταση.

Επαναφέρουμε τα φορτία στις αρχικές τους θέσεις. Ακινητοποιούμε τα και στις θέσεις και τα κρατάμε σταθερά σε αυτές και εκτοξεύουμε το  $\Sigma_2$  με οριζόντια ταχύτητα μέτρου  $v_0=20\sqrt{21} \text{ m/s}$  (σε διεύθυνση διαφορετική από την ευθεία στην οποία βρίσκονται τα τρία φορτία).

4.4. Ποια είναι η ταχύτητα με την οποία το φτάνει στο άπειρο;

Δίνεται  $k_C = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ . Η επίδραση της βαρύτητας, οι τριβές και η αντίσταση του αέρα θεωρούνται αμελητέες.

**17171** Δύο σωματίδια με φορτία  $q_1=q_2=10^{-4} \text{ C}$  και μάζες  $m_1=m_2=m=1 \text{ g}$  μπορούν να κινούνται στις ράγες μιας κυκλικής διαδρομής ακτίνας  $r=3 \text{ m}$ , χωρίς τριβές. Το σύστημα βρίσκεται πάνω σε οριζόντιο μονωτικό επίπεδο μεγάλων διαστάσεων. Την κάτοψη του συστήματος των δύο σωματιδίων με τις ράγες βλέπουμε στο διπλανό σχήμα. Τα σωματίδια βρίσκονται αρχικά ακίνητα σε δύο αντιδιαμετρικές θέσεις της κυκλικής διαδρομής, όπως φαίνεται στο σχήμα.



4.1. Να βρείτε τη δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο σωματιδίων.

4.2. Ο μηχανισμός ο οποίος κρατάει τα σωματίδια στην κυκλική διαδρομή απορρυθμίζεται (την ίδια χρονική στιγμή και για τα δύο) ενώ είναι ακίνητα και τα σωματίδια μπορούν να κινηθούν ελεύθερα. Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας με την οποία φτάνουν στο άπειρο.

Επαναφέρουμε τα δύο σωματίδια στις αντιδιαμετρικές θέσεις της κυκλικής διαδρομής, ρυθμίζουμε το μηχανισμό που τα κρατά σε αυτή τη διαδρομή και τους δίνουμε ταχύτητες, κατά την διεύθυνση της διαμέτρου, με μέτρο  $v_0=100\sqrt{\frac{5}{2}} \text{ m/s}$  και αντίθετες κατευθύνσεις.

4.3 Ποιο είναι το μέτρο της ταχύτητας με την οποία θα φτάσουν στο άπειρο;

4.4. Να βρείτε το μέτρο της δύναμης που πρέπει να ασκείται από τις κυκλικές ράγες στα σωματίδια, ώστε αυτά να εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση με ταχύτητες μέτρου  $v_0=100\sqrt{\frac{5}{2}} \text{ m/s}$

Δίνεται  $k=9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ . Οι τριβές και η αντίσταση του αέρα θεωρούνται αμελητέες.

**17172** Δύο σημειακά φορτισμένα σώματα με φορτία  $q_1=q_2=3 \cdot 10^{-4} \text{C}$  βρίσκονται στις θέσεις A και B, πάνω σε οριζόντιο μονωμένο επίπεδο μεγάλων διαστάσεων, για τις οποίες ισχύει  $AB=3\text{m}$ . Η μάζα του σώματος που βρίσκεται στο σημείο A είναι  $m=0,2\text{kg}$ .

4.1. Να βρείτε τη δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων.

4.2. Να βρεθεί η τιμή του φορτίου τρίτου σημειακού φορτισμένου σώματος, το οποίο πρέπει να τοποθετηθεί στο σημείο Γ της ευθείας AB, για το οποίο ισχύει,  $BG=3\text{m}$  ώστε η ολική δυναμική ενέργεια του συστήματος των τριών σωμάτων να είναι μηδενική.

4.3. Να εξετάσετε αν σε κάποιο από τα φορτία  $q_1, q_2, q_3$ , και η συνισταμένη δύναμη από τα άλλα είναι μηδέν στις θέσεις A, B και Γ αντίστοιχα.

Ακινητοποιούμε τα φορτία  $q_2$  και  $q_3$  στις θέσεις B και Γ και αφήνουμε το  $q_1$  ελεύθερο να κινηθεί.

4.4. Αφού αιτιολογήσετε γιατί το φορτίο  $q_1$  μπορεί να φτάσει στο άπειρο (δηλαδή σε πολύ μεγάλη απόσταση από τα άλλα δύο φορτία), να βρείτε την ταχύτητά του όταν φτάνει στο άπειρο.

Δίνεται  $k=9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ . Η επίδραση της βαρύτητας, οι τριβές και η αντίσταση του αέρα θεωρούνται αμελητέα.

**17173** Σημειακό ηλεκτρικό φορτίο  $Q=+4\mu\text{C}$  βρίσκεται σταθερά στερεωμένο στο σημείο A οριζόντιου μονωτικού δαπέδου. Σε σημείο B που βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφο με το φορτίο και σε απόσταση  $r=AB=0,2\text{m}$  από αυτό, αφήνουμε ελεύθερο ένα σημειακό φορτισμένο σώμα  $\Sigma$ , όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σώμα έχει μάζα  $m=20\text{g}$  και ηλεκτρικό φορτίο  $q=2\mu\text{C}$ . Να θεωρήσετε μηδενική την αντίσταση του αέρα.

4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος: σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q και σημειακό φορτισμένο σώμα  $\Sigma$ , όταν το  $\Sigma$  βρίσκεται στο σημείο B.

4.2. Να βρείτε τη κατεύθυνση προς την οποία θα κινηθεί το σώμα  $\Sigma$ , όταν το αφήσουμε ελεύθερο στο σημείο B.

Το σώμα μετακινείται «αυθόρμητα» λόγω της αλληλεπίδρασής του με το φορτίο Q. Για μετακίνηση του σώματος κατά  $r'=10\text{cm}$ , από το σημείο B όπου το αφήσαμε ελεύθερο, να υπολογίσετε:

4.3. Τη μεταβολή της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας του συστήματος: σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q - σημειακό φορτισμένο σώμα  $\Sigma$ .

4.4. Την ταχύτητα που θα έχει το φορτισμένο σώμα  $\Sigma$  στο τέλος της μετακίνησης αυτής.

Δίνονται: η ηλεκτρική σταθερά  $k=9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g=10\text{m/s}^2$ .

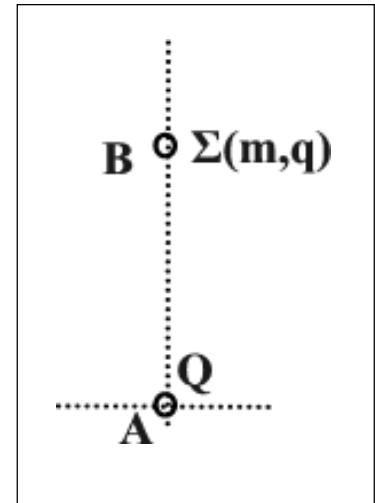
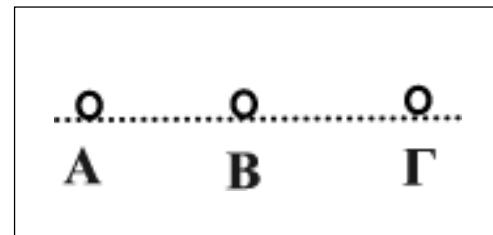
**17478** Σημειακό φορτισμένο σωματίδιο, που έχει μάζα  $m = 1 \text{ g}$  και φορτίο  $q = + 1 \mu\text{C}$ , εκτοξεύεται, τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$ , με οριζόντια ταχύτητα  $v_0$ , μέτρου  $v_0 = 10^{-2} \text{m/s}$ , παράλληλα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτροστατικού πεδίου έντασης μέτρου  $E = 10 \text{ N/C}$  είναι οριζόντιες, με φορά αντίθετη από τη φορά της ταχύτητας  $v_0$ .

4.1. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση της κίνησης του σημειακού φορτισμένου σωματίδιου.

Μονάδες 6

4.2. Πόση είναι η ταχύτητα του σημειακού φορτισμένου σωματίδιου τη χρονική στιγμή  $t_1 = 1 \text{ s}$ ;

4.3. Πόσο είναι το έργο της ηλεκτρικής δύναμης, που ασκείται στο σημειακό φορτισμένο σωματίδιο, από τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_1 = 1 \text{ s}$ ;



4.4. Πόση είναι η διαφορά δυναμικού των θέσεων του σημειακού φορτισμένου σωματιδίου τις χρονικές στιγμές  $t_0 = 0$  και  $t_1 = 1\text{s}$ ;

Να θεωρήσετε ότι στο φορτισμένο σωματίδιο ασκείται μόνο η ηλεκτρική δύναμη από το ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο.

**18060** Δορυφόρος μάζας  $M = 300 \text{ kg}$  μπορεί να περιστρέφεται σε μέγιστο ύψος  $h_1 = 2R_\Gamma$  και ελάχιστο ύψος  $h_2 = R_\Gamma$  πάνω από την επιφάνεια της Γης.

4.1. Ποια η ταχύτητα του δορυφόρου σε ύψος  $h_1$  από την επιφάνεια της Γης;

4.2. Ποιο το έργο της βαρυτικής δύναμης του πεδίου κατά την αλλαγή της τροχιάς του δορυφόρου, από ύψος  $h_1$  σε ύψος  $h_2$  από την επιφάνεια της Γης;

4.3. Αν ο δορυφόρος συνέχιζε να περιστρέφεται στο ύψος  $h_1$ , να υπολογίσετε την ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να προσφερθεί σε τμήμα του δορυφόρου μάζας  $m_2 = 100\text{kg}$ , ώστε μόλις να φτάσει στο άπειρο.

4.4. Αν το υπόλοιπο τμήμα του δορυφόρου εξακολουθεί να κινείται σε κυκλική τροχιά στο ύψος  $h_1$ , με τις δικές του μηχανές, ποια η ολική μηχανική ενέργεια του δορυφόρου μετά την αποχώρηση της μάζας  $m_2$ .

Θεωρείστε αμελητέα την ελκτική δύναμη μεταξύ δορυφόρου και της μάζας  $m_2$ .

Δίνονται: η ένταση του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης  $g_0 = 10\text{m/s}^2$ , , η ακτίνα της Γης  $R_\Gamma = 6400\text{km}$ ,  $\sqrt{21,33} = 4,62$ .

**18608** Ηλεκτρόνιο επιταχύνεται από την ηρεμία, από σταθερή τάση  $V$  και αποκτά κινητική ενέργεια  $K = 45,5 \text{ eV}$ .

4.1. Να υπολογίσετε τη σταθερή τάση  $V$ .

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας που αποκτά το ηλεκτρόνιο.

4.3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου που επιταχύνει το ηλεκτρόνιο, αν αυτό θεωρηθεί ομογενές και η μετατόπιση του ηλεκτρονίου, κατά την επιτάχυνσή του, έχει μέτρο  $\Delta x = 10 \text{ cm}$ .

4.4. Να υπολογίσετε το μέσο ρυθμό αύξησης της κινητικής ενέργειας του ηλεκτρονίου, κατά την επιτάχυνσή του.

Να θεωρήσετε ότι στο ηλεκτρόνιο ασκείται μόνο η ηλεκτρική δύναμη που το επιταχύνει. Δίνονται η μάζα του ηλεκτρονίου  $me = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  και η απόλυτη τιμή του φορτίου του  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .