

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σφαίρες ίδιας μάζας, $m = 0,2 \text{ kg}$, κινούνται ευθύγραμμα και ομαλά σε λείο οριζόντιο επίπεδο σε αντίθετες κατευθύνσεις και με ταχύτητες μέτρων $v_1 = 6 \text{ m s}^{-1}$, $v_2 = 2 \text{ m s}^{-1}$ αντίστοιχα, ώστε να πλησιάζουν η μια την άλλη. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ οι σφαίρες απέχουν μεταξύ τους 4 m . Η κρούση τους είναι πλαστική και η χρονική της διάρκεια θεωρείται αμελητέα.

Δ1) Σχεδιάστε τις σφαίρες τη χρονική στιγμή $t = 0$ και υπολογίστε τα μέτρα των ορμών τους.

Μονάδες 6

Δ2) Ποια χρονική στιγμή θα γίνει η κρούση ;

Μονάδες 6

Δ3) Ποιο το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση ;

Μονάδες 6

Δ4) Σχεδιάστε (σε κοινό διάγραμμα) τις γραφικές παραστάσεις για τις τιμές των ταχυτήτων των δύο σφαιρών 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 της σφαίρας με ταχύτητα v_1 .

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Ποσότητα αερίου υδρογόνου βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία με ποσότητα αερίου οξυγόνου (και τα δύο αέρια θεωρούνται ιδανικά).

Δ1) Ποιος είναι ο λόγος των μέσων μεταφορικών κινητικών ενεργειών των μορίων των δύο αερίων;

Μονάδες 6

Δ2) Ποιος είναι ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων των δύο αερίων $\frac{u_{\text{ενH}_2}}{u_{\text{ενO}_2}}$;

Μονάδες 7

Στη συνέχεια χωρίς να μεταβληθεί η ποσότητα του υδρογόνου, συμπιέζεται ο όγκος του αερίου στο μισό (σε σχέση με τον αρχικό όγκο). Ποιος είναι ο λόγος των ενεργών ταχυτήτων των μορίων του υδρογόνου, πριν και μετά τη μεταβολή του όγκου του όταν αυτή η μεταβολή συντελείται:

Δ3) υπό σταθερή θερμοκρασία;

Μονάδες 6

Δ4) υπό σταθερή πίεση;

Μονάδες 6

Δίνεται οι γραμμομοριακές μάζες του υδρογόνου, $M_{\text{H}_2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$, και του οξυγόνου $M_{\text{O}_2} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$.

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σώματα με μάζες $m_1 = 0,4 \text{ kg}$ και $m_2 = 0,6 \text{ kg}$ κινούνται πάνω σε οριζόντιο επίπεδο με συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,2$. Τα σώματα κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις 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.

Δ1) Να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε τις ορμές των δύο σωμάτων ακριβώς πριν την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα για το οποίο το συσσωμάτωμα θα κινηθεί μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε την αύξηση της θερμικής ενέργειας μετά την κρούση των σωμάτων λόγω της τριβής στο τραχύ δάπεδο.

Μονάδες 7

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

ΘΕΜΑ Δ

Ποσότητα ιδανικού αερίου ίση με $2/R$ mol, βρίσκεται αρχικά σε κατάσταση ισορροπίας στην οποία έχει πίεση $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και θερμοκρασία 100 K . Το αέριο υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: Θερμαίνεται ισοβαρώς μέχρι ο όγκος του να γίνει $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Ακολουθώς ψύχεται ισόχωρα μέχρι να αποκτήσει θερμοκρασία ίδια με την αρχική. Τέλος το αέριο συμπιέζεται ισόθερμα μέχρι να βρεθεί στην αρχική του κατάσταση.

Δ1) Να κατασκευάσετε το διαγράμματα $p - V$ σε βαθμολογημένους άξονες.

Μονάδες 6

Δ2) Να κατασκευάσετε τα διαγράμματα $p - T$ και $V - T$ σε βαθμολογημένους άξονες.

Μονάδες 8

Δ3) Υπολογίστε τη θερμότητα που αποβάλλει το αέριο συνολικά κατά την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 5

Δ4) Υπολογίστε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου σε κάθε μεταβολή ξεχωριστά.

Μονάδες 6

Δίνεται ότι στα ιδανικά μονοατομικά αέρια $C_v = \frac{3R}{2}$ και ότι $\ln 5 \approx 1.6$

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: Αρχικά ισόχωρη μεταβολή κατά την οποία προσφέρεται στο αέριο θερμότητα 200 J, στη συνέχεια ισόθερμη μεταβολή κατά την οποία το αέριο παράγει έργο 150 J και τελικά επιστρέφει στην αρχική κατάσταση μέσω μιας ισοβαρούς μεταβολής αποδίδοντας στο περιβάλλον θερμότητα 250 J.

Δ1) Να κατασκευάσετε ποιοτικά διαγράμματα (δηλαδή χωρίς αριθμούς) $p - V$ και $V - T$

Μονάδες 7

Δ2) Υπολογίστε το συνολικό μηχανικό έργο που αποδίδει το αέριο σε αυτή την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 6

Δ3) Υπολογίστε το συνολικό ποσό θερμότητας που αποβάλει το αέριο στο περιβάλλον σε αυτή την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 6

Δ4) Υπολογίστε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής η οποία θα λειτουργούσε με βάση τον παραπάνω αντιστρεπτό κύκλο.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ

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 :

Δ1) το μέτρο της ταχύτητας που έχει το μπαλάκι ακριβώς πριν προσκρούσει στο έδαφος,

Μονάδες 5

Δ2) τη μεταβολή της ορμής του (μέτρο και κατεύθυνση) κατά τη διάρκεια της πρόσκρουσης του στο έδαφος.

Μονάδες 7

Δ3) Αν η μέση συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο μπαλάκι κατά τη διάρκεια της πρόσκρουσης έχει μέτρο $6N$ να υπολογιστεί η χρονική διάρκεια της πρόσκρουσης.

Μονάδες 6

Στη συνέχεια το μπαλάκι αναπηδά στο έδαφος για δεύτερη φορά.

Δ4 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.

Μονάδες 7

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.

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα μονατομικού ιδανικού αερίου που βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α (p_0, V_0, T_0), υπόκειται στην παρακάτω αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή:

ΑΒ-ισοβαρής εκτόνωση μέχρι να διπλασιάσει τον όγκο του,

ΒΓ-ισόθερμη θέρμανση μέχρι να διπλασιάσει τον όγκο που έχει στην κατάσταση Β,

ΓΔ-ισόχωρη ψύξη μέχρι το αέριο να αποκτήσει τη θερμοκρασία που είχε στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α,

ΔΑ-ισόθερμη συμπίεση ώστε να επανέλθει στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α.

Δ1) Να γίνει η γραφική παράσταση των μεταβολών σε άξονες p - V , όπου θα φαίνονται οι τιμές της πίεσης, του όγκου και της θερμοκρασίας του αερίου στις καταστάσεις Α, Β, Γ και Δ, συναρτήσει των p_0, V_0, T_0 . (Οι τιμές της θερμοκρασίας θα σημειωθούν πάνω στις ισόθερμες καμπύλες.)

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε τις μεταβολές της εσωτερικής ενέργειας του αερίου ΔU_{AB} , $\Delta U_{\Gamma\Delta}$ και $\Delta U_{\Delta\Lambda}$ που αντιστοιχούν στις μεταβολές ΑΒ, ΓΔ και ΔΑ.

Μονάδες 5

Δ3) Να υπολογίσετε τη θερμότητα και το έργο που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον του σε έναν κύκλο.

Μονάδες 7

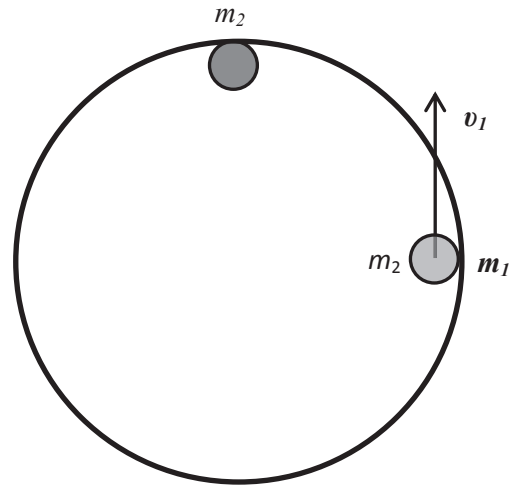
Δ4) Να υπολογίσετε την απόδοση μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ισόθερμων του παραπάνω κύκλου καθώς και την απόδοση θερμικής μηχανής που λειτουργεί σύμφωνα με την παραπάνω αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 7

Δίνονται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου υπό σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$ και $\ln 2 = 0,7$.

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σφαιρίδια Σ_1 και Σ_2 με μάζες $m_1 = 4 \text{ kg}$ και $m_2 = 6 \text{ kg}$ αντίστοιχα μπορούν να κινούνται στο εσωτερικό κυκλικού δακτυλίου ακτίνας $R = 2 \text{ m}$ 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 Σ_2 είναι ακίνητο, ενώ το Σ_1 εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με φορά αντίθετη εκείνης των δεικτών του ρολογιού με ταχύτητα, μέτρου $v_1 = 5 \text{ m/s}$. Αν τα σφαιρίδια Σ_1 και Σ_2 συγκρουστούν πλαστικά, να υπολογίσετε :



Δ1) Το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος μετά την κρούση καθώς και την περίοδο της κίνησης του.

Μονάδες 6

Δ2) Την απώλεια της μηχανικής ενέργειας κατά την διάρκεια της πλαστικής κρούσης.

Μονάδες 5

Δ3) Σε κάποια άλλη περίπτωση, αλλάζοντας το υλικό των σφαιριδίων, αλλά διατηρώντας τις μάζες τους, τα σφαιρίδια συγκρούονται χωρίς να δημιουργηθεί συσσωμάτωμα. Αν η ταχύτητα της σφαίρας m_2 αμέσως μετά την κρούση είναι 4 m/s , να υπολογίσετε την ταχύτητα της σφαίρας m_1 αμέσως μετά την κρούση. Να ελέγξετε αν στην κρούση αυτή διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος των δύο σφαιρών.

Μονάδες 8

Δ4) Ποιο είναι το μήκος του τόξου που διανύει το κάθε ένα από τα δύο σώματα μέχρι την επόμενη σύγκρουσή τους;

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ



Σε οριζόντιο επίπεδο βρίσκεται ακίνητο ένα μήλο μάζας $M = 200 \text{ g}$. Ένα μικρό βέλος μάζας $m = 40 \text{ g}$ κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου, $v_1 = 10 \text{ m/s}$, χτυπά το μήλο με αποτέλεσμα να το διαπεράσει. Αν γνωρίζετε ότι η χρονική διάρκεια της διάτρησης είναι $\Delta t = 0,1 \text{ s}$ και ότι το βέλος εξέρχεται από μήλο με ταχύτητα, μέτρου $v_2 = 2 \text{ m/s}$, να υπολογίσετε :

Δ1) το μέτρο της ορμής του μήλου ακριβώς μετά την έξοδο του βέλους από αυτό,

Μονάδες 5

Δ2) τη μεταβολή της ορμής του βέλους εξαιτίας της διάτρησης,

Μονάδες 6

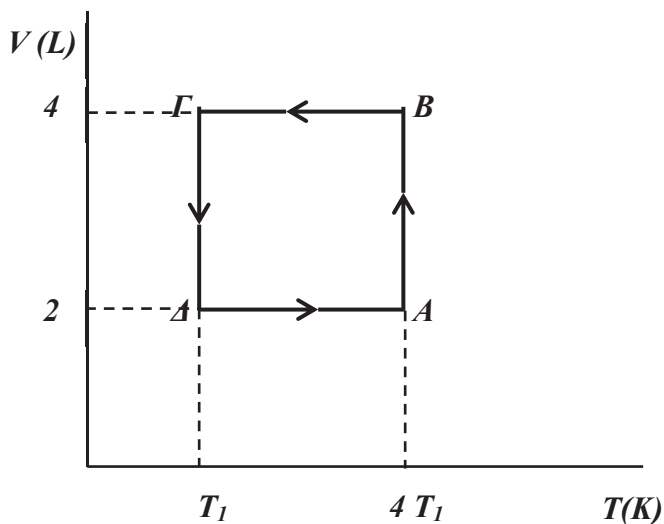
Δ3) τη μέση δύναμη που ασκείται από το βέλος στο μήλο κατά τη χρονική διάρκεια της διάτρησης καθώς και τη μέση δύναμη που ασκείται από το μήλο στο βέλος στην ίδια χρονική διάρκεια,

Μονάδες 7

Δ4) Το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του βέλους που μεταφέρεται στο περιβάλλον του συστήματος μήλο-βέλος κατά τη διάρκεια της διάτρησης.

Μονάδες 7

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

ΘΕΜΑ Δ

Μία θερμική μηχανή που χρησιμοποιεί ιδανικό αέριο λειτουργεί με τον αντιστρεπτό κύκλο που φαίνεται στο διάγραμμα. Στην αρχική κατάσταση A η πίεση του ιδανικού αερίου είναι ίση με $p_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

Δ1) Να υπολογίσετε την απόδοση μίας θερμικής μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ισόθερων, με αυτές στις οποίες λειτουργεί η θερμική μηχανή που σας δίνεται.

Μονάδες 5

Δ2) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα P - V της κυκλικής μεταβολής σε βαθμολογημένο σύστημα αξόνων.

Μονάδες 7

Δ3) Να υπολογίσετε το ωφέλιμο έργο που αποδίδει η μηχανή σε κάθε κύκλο λειτουργίας της.

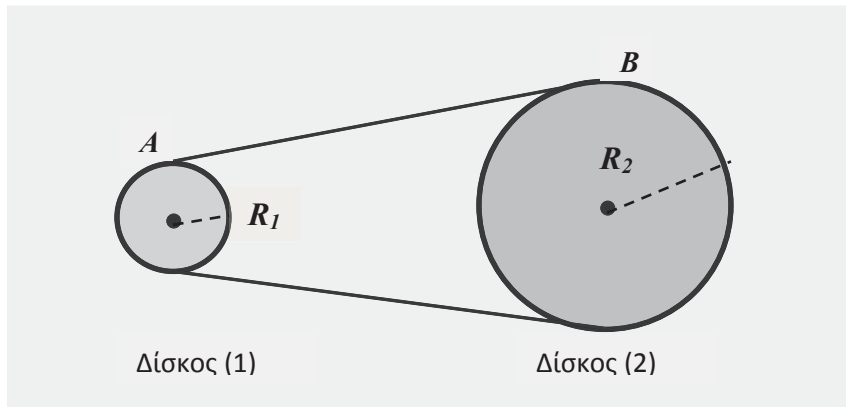
Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε το συντελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

Μονάδες 7

Δίνονται: $\ln 2 = 0,7$ και $C_V = 3R/2$

ΘΕΜΑ Δ



Στο σχήμα φαίνονται δύο δίσκοι με ακτίνες $R_1 = 0,2 \text{ m}$ και $R_2 = 0,4 \text{ m}$ αντίστοιχα, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με μη ελαστικό λουρί. Οι δίσκοι περιστρέφονται γύρω από σταθερούς άξονες που διέρχονται από το κέντρο τους και είναι κάθετοι στο επίπεδο τους. Αν η περίοδος περιστροφής του δίσκου (2) είναι σταθερή και ίση με $T_2 = 0,05\pi \text{ s}$, να υπολογίσετε :

Δ1) το μέτρο της ταχύτητας των σημείων A και B της περιφέρειας των δίσκων,

Μονάδες 6

Δ2) το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του δίσκου (1),

Μονάδες 5

Δ3) το λόγο των μέτρων των κεντρομόλων επιταχύνσεων των σημείων A και B : $\frac{\alpha_{1,A}}{\alpha_{2,B}}$,

Μονάδες 7

Δ4) τον αριθμό των περιστροφών που έχει εκτελέσει ο δίσκος (1), όταν ο δίσκος (2) έχει εκτελέσει 10 περιστροφές.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Μια βόμβα μάζας $m = 3 \text{ kg}$ βρίσκεται στιγμιαία ακίνητη σε ύψος $H = 500 \text{ m}$ από την επιφάνεια της Γης. Τη στιγμή εκείνη εκρήγνυται σε δύο κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι έχει μάζα $m_1 = 2 \text{ kg}$ και εκτοξεύεται οριζόντια με αρχική ταχύτητα $v_1 = 40 \text{ m/s}$.

Δ1) Να υπολογίσετε με πόση ταχύτητα εκτοξεύεται το δεύτερο κομμάτι.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε την ταχύτητα, σε μέτρο και κατεύθυνση, του δεύτερου κομματιού, 6 s μετά από την έκρηξη.

Μονάδες 6

Δ3) Ποια χρονική στιγμή φτάνει το κάθε κομμάτι στο έδαφος; Σχολιάστε το αποτέλεσμα.

Μονάδες 6+2

Δ4) Εάν το πρώτο κομμάτι φτάνει στο έδαφος στο σημείο Α και το άλλο στο σημείο Β να υπολογίσετε την απόσταση ΑΒ.

Μονάδες 6

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

ΘΕΜΑ Δ

Ιδανικό μονοατομικό αέριο ποσότητας $1/R \text{ mol}$ (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$) και θερμοκρασίας 27°C βρίσκεται σε κυλινδρικό δοχείο

η πάνω επιφάνεια του οποίου φράσσεται από έμβολο μάζας $m = 300 \text{ kg}$ και επιφάνειας, εμβαδού $A = 100 \text{ cm}^2$. Το έμβολο μπορεί να μετακινείται χωρίς τριβές και αρχικά ισορροπεί.

Δ1) Να υπολογίσετε την αρχική πίεση του αερίου.

Μονάδες 7

Στη συνέχεια το αέριο θερμαίνεται αντιστρεπτά έως τη θερμοκρασία των 127°C .

Δ2). Να υπολογίσετε τον τελικό όγκο του αερίου.

Μονάδες 6

Δ3) Πόσο ανυψώθηκε το έμβολο ;

Μονάδες 6

Δ4) Το έμβολο ακινητοποιείται (ασφαλίζεται) στη νέα αυτή θέση και το αέριο ψύχεται στην αρχική του θερμοκρασία. Να υπολογίσετε πόση θερμότητα ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος.

Μονάδες 6

Δίνεται η ατμοσφαιρική πίεση στην περιοχή που βρίσκεται το δοχείο $p_{atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$, η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γής $g = 10 \text{ m/s}^2$ και $C_v = 3 \cdot R/2$.

ΘΕΜΑ Δ

Ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα περιστροφής έχει τα εξής χαρακτηριστικά: Ύψος πύργου $H = 18 \text{ m}$ (δηλαδή απόσταση από το έδαφος μέχρι το κέντρο της κυκλικής τροχιάς), ακτίνα έλικας $R = 2 \text{ m}$, ενώ πραγματοποιεί 60 περιστροφές ανά λεπτό.

Δ1) Να υπολογίσετε τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της έλικας.

Μονάδες 5

Στην άκρη της έλικας έχει κολλήσει ένα (σημειακό) κομμάτι λάσπης.

Δ2) Να υπολογίσετε τη γραμμική ταχύτητα και την κεντρομόλο επιτάχυνση του κομματιού της λάσπης.

Μονάδες 8

Τη στιγμή που η λάσπη περνάει από το ανώτερο σημείο της τροχιάς της ξεκολλάει κι εγκαταλείπει την έλικα.

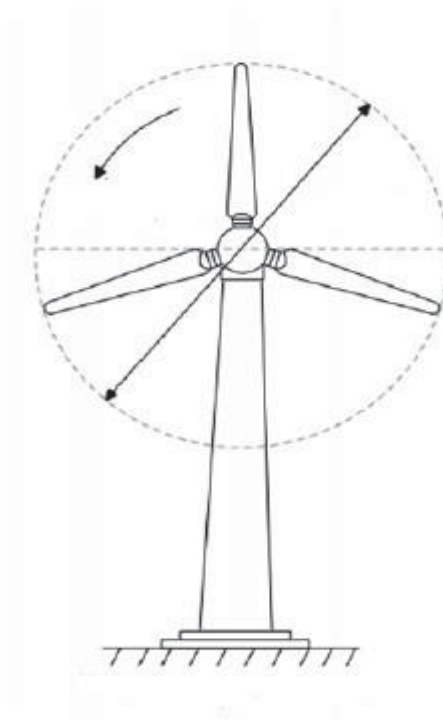
Δ3) Τι είδους κίνηση θα εκτελέσει;

Μονάδες 3

Δ4) Μετά από πόσο χρόνο θα φτάσει στο έδαφος και με τι ταχύτητα;

Μονάδες 9

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10 \text{ m/s}^2$. Θεωρήστε $\pi^2 \approx 10$. Επίσης θεωρήστε αμελητέα την αντίσταση του αέρα.



ΘΕΜΑ Δ

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ σώμα μάζας $m_1 = 0,4 \text{ kg}$ βάλλεται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 30 \text{ m/s}$ από ύψος 160 m από το έδαφος. Ταυτόχρονα από το έδαφος βάλλεται κατακόρυφα προς τα επάνω ένα δεύτερο σώμα μάζας $m_2 = 0,1 \text{ kg}$ με ταχύτητα μέτρου $v_2 = 40 \text{ m/s}$. Όταν το m_2 φτάσει στο μέγιστο ύψος της τροχιάς του, τα δύο σώματα συγκρούονται πλαστικά. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το μέγιστο ύψος που φτάνει το m_2 και τη χρονική στιγμή t_1 της κρούσης.

Μονάδες 6

Δ2) Την ταχύτητα του σώματος m_1 (σε μέτρο και κατεύθυνση, υπολογίζοντας τη γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας του σώματος m_1 με τον οριζόντιο άξονα) τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 6

Δ3) Να αποδείξετε ότι τη χρονική στιγμή που το σώμα μάζας m_2 φτάνει στο μέγιστο ύψος του, το σώμα m_1 βρίσκεται επίσης στο ίδιο ύψος.

Μονάδες 6

Δ4) Την ταχύτητα του συσσωματώματος (σε μέτρο και κατεύθυνση, υπολογίζοντας τη γωνία που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας του συσσωματώματος με τον οριζόντιο άξονα) αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης $g = 10 \text{ m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $m_1 = 2 \text{ kg}$ αφήνεται από κάποιο ύψος και μετά από 3 s χτυπάει με ταχύτητα μέτρου v_1 στο έδαφος. Το σώμα αναπηδά με ταχύτητα μέτρου $v_2 = 20 \text{ m/s}$. Καθώς ανεβαίνει και σε ύψος 15 m από το έδαφος, συγκρούεται πλαστικά με άλλο σώμα μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$ που συγκρατείται ακίνητο στο ύψος αυτό, και τη στιγμή της κρούσης απελευθερώνεται. Να υπολογίσετε:

Δ1) την ταχύτητα v_1 καθώς και το αρχικό ύψος από το οποίο αφέθηκε το σώμα m_1 ,

Μονάδες 6

Δ2) τη μέση συνισταμένη δύναμη που δέχτηκε το σώμα μάζας m_1 κατά την κρούση του με το έδαφος, εάν ο χρόνος επαφής με αυτό ήταν $0,1 \text{ s}$,

Μονάδες 6

Δ3) την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση,

Μονάδες 7

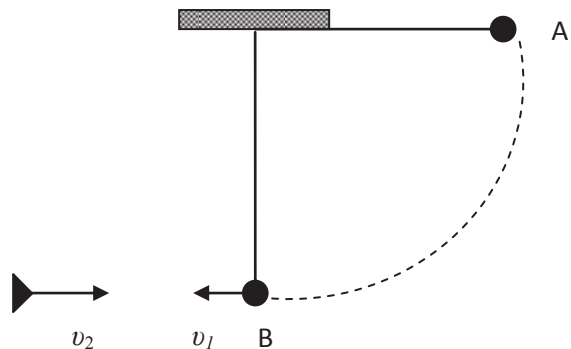
Δ4) το μέγιστο ύψος από το έδαφος που θα φθάσει το συσσωμάτωμα,

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης $g = 10 \text{ m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $m_1 = 2 \text{ kg}$ είναι δεμένο στο άκρο νήματος μήκους $l = 1,25 \text{ m}$. Το σώμα αφήνεται από το σημείο A, με το νήμα οριζόντιο, και διαγράφει το τεταρτοκύκλιο που φαίνεται στο σχήμα. Διερχόμενο από το κατώτερο σημείο της τροχιάς του B, όπου η ταχύτητά του έχει μέτρο v_1 , συγκρούεται πλαστικά με σώμα μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$ που κινείται με ταχύτητα $\vec{v}_2$



αντίθετης κατεύθυνσης από την $\vec{v}_1$. Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται κινείται με ταχύτητα μέτρου $V = 4 \text{ m/s}$, με κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση της ταχύτητας $\vec{v}_2$. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το μέτρο της ταχύτητας v_1 .

Μονάδες 6

Δ2) Την τάση του νήματος καθώς το σώμα m_1 διέρχεται από το σημείο B.

Μονάδες 7

Δ3) Το μέτρο της ταχύτητας v_2 .

Μονάδες 6

Δ4) Την αύξηση της θερμικής ενέργειας κατά την κρούση.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης $g = 10 \text{ m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Ένας ξύλινος στόχος μάζας $M = 5 \text{ kg}$ βρίσκεται ακίνητος σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Βλήμα μάζας $m = 0,1 \text{ kg}$ λίγο πριν την κρούση με το στόχο, έχει οριζόντια προς τα δεξιά ταχύτητα με μέτρο 200 m/s . Το βλήμα διαπερνά το στόχο και εξέρχεται από αυτόν με οριζόντια ταχύτητα μέτρου 100 m/s , ομόρροπη της αρχικής του ταχύτητας.

Δ1) Να βρεθεί η ταχύτητα την οποία αποκτά ο στόχος αμέσως μετά τη σύγκρουση.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί το ποσό της κινητικής ενέργειας που μετατράπηκε σε θερμότητα εξ αιτίας της συγκρούσεως.

Μονάδες 6

Υποθέτουμε ότι οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ του στόχου και του βλήματος, όταν το βλήμα διαπερνά το στόχο, είναι χρονικά σταθερές.

Δ3) Αν ο χρόνος που χρειάστηκε το βλήμα να διαπεράσει το στόχο είναι $\Delta t = 0,01 \text{ s}$, να βρείτε το μέτρο της δύναμης που ασκείται από το βλήμα στο στόχο.

Μονάδες 6

Δ4) Ο στόχος βρίσκεται στην άκρη ενός τραπεζιού, οπότε μετά την κρούση εκτελεί οριζόντια βολή. Όταν ο στόχος πέφτει στο δάπεδο, τότε το μέτρο της ταχύτητάς του είναι διπλάσιο από το μέτρο της ταχύτητας που έχει αμέσως μετά τη σύγκρουσή του με το βλήμα. Να βρεθεί το ύψος του τραπεζιού.

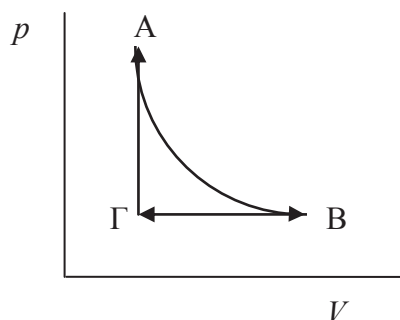
Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: $A \rightarrow B$ ισόθερμη εκτόνωση, $B \rightarrow \Gamma$ ισοβαρής συμπίεση και $\Gamma \rightarrow A$ ισόχωρη θέρμανση.

Δίνονται για τις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας A και B: $p_A = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $V_B = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.



Δ1) Να βρείτε το έργο που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος για κάθε μία από τις παραπάνω αντιστρεπτές μεταβολές.

Μονάδες 6

Δ2) Για κάθε μία μεταβολή να βρείτε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου και το ποσό θερμότητας που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος.

Μονάδες 9

Δ3) Εάν μια μηχανή λειτουργεί με το ιδανικό αέριο που εκτελεί τον παραπάνω κύκλο, να βρείτε την απόδοση αυτής της μηχανής.

Μονάδες 5

Δ4) Να βρεθεί η απόδοση μιας ιδανικής μηχανής Carnot η οποία λειτουργεί μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών.

Μονάδες 5

Δίνονται: Για το ιδανικό αέριο η γραμμοιακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2}R$ και

$\ln 2 = 0,7$.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα τρενάκι αποτελείται από δύο μικρά βαγόνια και μπορεί να κινείται με ομαλή κυκλική κίνηση σε κυκλικές ράγες ακτίνας $r = \frac{2}{\pi}$ m με περίοδο $T = 2$ s.

Δ1) Να υπολογίσετε το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας περιστροφής του αντικειμένου.

Μονάδες 6

Κάποια χρονική στιγμή το τρένο υφίσταται μια μικρή έκρηξη και τα δύο βαγόνια αποχωρίζονται μεταξύ τους, ενώ συνεχίζουν να κινούνται στις κυκλικές ράγες. Η μάζα και των δύο μαζί είναι $m = 3$ kg ενώ η μάζα του μπροστινού βαγονιού είναι $m_1 = 1$ kg. Το μπροστινό βαγόνι μετά την έκρηξη κινείται με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ στην ίδια κατεύθυνση με την κατεύθυνση κίνησης του τρένου.

Δ2) Να υπολογίσετε την τιμή της ταχύτητας του άλλου βαγονιού.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρείτε το ποσό της ενέργειας που ελευθερώνεται κατά την έκρηξη.

Μονάδες 6

Δ4) Πόση γωνία θα έχει διαγράψει το κάθε βαγόνι μέχρι να συναντηθούν για πρώτη φορά, μετά την έκρηξη;

Μονάδες 7

Στην επίλυση του προβλήματος θεωρούμε τα βαγόνια ως υλικά σημεία.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα βλήμα μάζας $m = 0,1 \text{ kg}$ κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ και προσκρούει σε ακίνητο στόχο μάζας $M = 4,9 \text{ kg}$ οπότε και δημιουργείται συσσωμάτωμα. Να βρείτε:

Δ1) Την ταχύτητα του συσσωματώματος.

Μονάδες 6

Δ2) Τη θερμότητα η οποία ελευθερώθηκε λόγω της σύγκρουσης.

Μονάδες 6

Δ3) Το μέτρο της μεταβολής της ορμής για κάθε σώμα ξεχωριστά κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης.

Μονάδες 6

Δ4) Το βλήμα διανύει μέσα στο στόχο απόσταση 1 m . Να βρεθεί η μέση δύναμη που ασκείται από το στόχο στο βλήμα κατά της διάρκεια της ενσωμάτωσής του, αν υποθεθεί ότι το βλήμα και ο στόχος εκτελούν ευθύγραμμες ομαλά μεταβαλλόμενες κινήσεις κατά τη χρονική διάρκεια της σύγκρουσης.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σώματα με μάζες $m_1 = 1 \text{ kg}$ και $m_2 = 2 \text{ kg}$ κινούνται το ένα προς το άλλο, σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητες μέτρου $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ και $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ και σε αντίθετες κατευθύνσεις. Τα σώματα κουβαλούν μικροποσότητες εκρηκτικών, τα οποία ενδέχεται να εκραγούν κατά τη μεταξύ τους σύγκρουση. Παρατηρούμε ότι μετά τη σύγκρουσή τους η ταχύτητα του σώματος 1 έχει μέτρο $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ και κατεύθυνση αντίθετη από την αρχική κατεύθυνση κίνησης του σώματος 1. Να βρείτε:

Δ1) Την ταχύτητα του σώματος 2 μετά τη σύγκρουση.

Μονάδες 6

Δ2) Τη μεταβολή της ορμής κατά μέτρο για κάθε σώμα ξεχωριστά.

Μονάδες 6

Δ3) Τη μέση δύναμη που ασκεί το κάθε σώμα στο άλλο, αν η σύγκρουση διαρκεί $\Delta t = 0,01 \text{ s}$.

Μονάδες 6

Δ4) Κατά τη σύγκρουση εξερράγη κάποια ποσότητα εκρηκτικού ή απλώς παράχθηκε κάποιο ποσό θερμικής ενέργειας λόγω της σύγκρουσης;

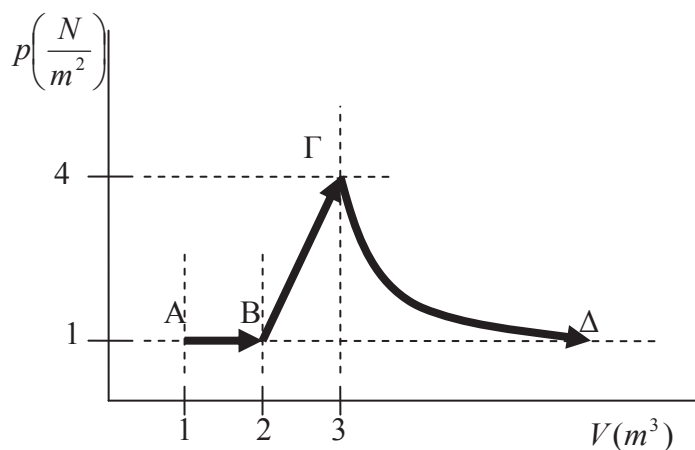
Μονάδες 1

Να προσδιορίσετε το ποσό της θερμότητας που παράχθηκε λόγω της σύγκρουσης ή της ελάχιστης ενέργειας που ελευθερώθηκε από το εκρηκτικό, με βάση την απάντησή σας στο προηγούμενο ερώτημα.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ

Δίνονται στο παρακάτω σχήμα κάποιες αντιστρεπτές μεταβολές τις οποίες υφίσταται ποσότητα ιδανικού, μονοατομικού αερίου. Δίνεται επίσης ότι η μεταβολή ΓΔ είναι αδιαβατική, ότι η πίεση στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ είναι ίδια με την πίεση στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας Α και Β (όπως φαίνεται και από το σχήμα).



Να υπολογιστούν:

Δ1) Ο όγκος του αερίου στην κατάσταση ισορροπίας Δ.

Μονάδες 7

Δ2) Το έργο που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον για κάθε μία μεταβολή ξεχωριστά.

Μονάδες 6

Δ3) Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου σε κάθε μία από τις μεταβολές.

Μονάδες 6

Δ4) Η θερμότητα που ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος σε κάθε μία από τις μεταβολές.

Μονάδες 6

Δίδεται ότι για τα ιδανικά μονοατομικά αέρια ισχύει: $\gamma = \frac{5}{3}$. Επίσης θεωρήστε ότι $4^{\frac{3}{5}} = 2,3$.

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα βρίσκεται στην οριζόντια ταράτσα ουρανοξύστη και εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση σε κύκλο

ακτίνας $r = \frac{5}{\pi}$ m με περίοδο $T = \frac{1}{2}$ s. Να βρείτε:

Δ1) Το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του σώματος.

Μονάδες 6

Κάποια χρονική στιγμή το σκοινί το οποίο κρατάει το σώμα στην κυκλική τροχιά κόβεται, με αποτέλεσμα αυτό να διαφύγει εκτελώντας οριζόντια βολή. Να βρείτε:

Δ2) Την ταχύτητα του σώματος κατά μέτρο και κατεύθυνση 2 s αφού εγκαταλείψει την οροφή της πολυκατοικίας.

Μονάδες 6

Δ3) Την απόσταση από το σημείο που διέφυγε από την ταράτσα μέχρι το σημείο που βρίσκεται τη χρονική στιγμή που περιγράφεται στο ερώτημα Δ2.

Μονάδες 6

Δ4) Παρατηρούμε ότι το σώμα πέφτει στο οριζόντιο έδαφος με γωνία ως προς αυτό θ για την οποία ισχύει: $\tan \theta = 2$. Να βρείτε το πηλίκο της κατακόρυφης απόστασης του σημείου βολής από το έδαφος προς τη μέγιστη οριζόντια μετατόπιση (βεληνεκές) του σώματος.

Μονάδες 7

Δίδεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στη επιφάνεια της γης $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, και ότι κάθε είδους τριβή

όπως και η αντίσταση από τον αέρα θεωρούνται αμελητέες.

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A→B: αδιαβατική εκτόνωση από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A όγκου $V_A = 10^{-3} \text{ m}^3$ στην κατάσταση ισορροπίας B όγκου $V_B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και πίεσης $p_B = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

B→Γ: ισόχωρη ψύξη, μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ για την οποία $p_\Gamma = 10^5 \text{ N/m}^2$.

Γ→Δ: αδιαβατική συμπίεση, μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ η οποία έχει όγκο ίσο με V_A .

Δ→A: ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση A.

Δ1) Να υπολογίσετε την πίεση του αερίου στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας A και Δ.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρείτε το έργο που παράγει το αέριο σε κάθε αδιαβατική μεταβολή.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρείτε την απόδοση μιας μηχανής που θα λειτουργούσε με το συγκεκριμένο κύκλο.

Μονάδες 6

Δ4) Να βρείτε την απόδοση μιας μηχανής Carnot που θα λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων ακραίων θερμοκρασιών, όπως η μηχανή του προηγούμενου ερωτήματος.

Μονάδες 7

Δίνονται: Για το ιδανικό αέριο η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2}R$ και

ότι: $2^{\frac{5}{3}} = 3,2$.

ΘΕΜΑ Δ

Ποσότητα μονατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α (p_0, V_0, T_0). Το αέριο εκτελεί αρχικά ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β ($p_B, 3 \cdot V_0, T_B$). Ακολούθως συμπιέζεται ισοβαρώς ως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ (p_G, V_G, T_G), ώστε κατόπιν εκτελώντας ισόχωρη αντιστρεπτή μεταβολή να επανέλθει στην κατάσταση Α.

Δ1) Να βρεθούν η πίεση p_B και η θερμοκρασία T_G συναρτήσει των p_0 και T_0 , με εφαρμογή των αντίστοιχων νόμων.

Μονάδες 4

Δ2) Να γίνει η γραφική παράσταση των μεταβολών σε άξονες p - V , όπου θα φαίνονται οι τιμές της πίεσης, του όγκου και της θερμοκρασίας του αερίου στις καταστάσεις Α, Β και Γ, συναρτήσει των p_0, V_0, T_0 . (Οι τιμές της θερμοκρασίας θα σημειωθούν πάνω στις ισόθερμες καμπύλες που διέρχονται από τα Α, Β και Γ).

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογιστεί ο λόγος των μεταβολών της εσωτερικής ενέργειας $\Delta U_{GA}/\Delta U_{BG}$ του αερίου κατά τις μεταβολές ΓΑ και ΒΓ.

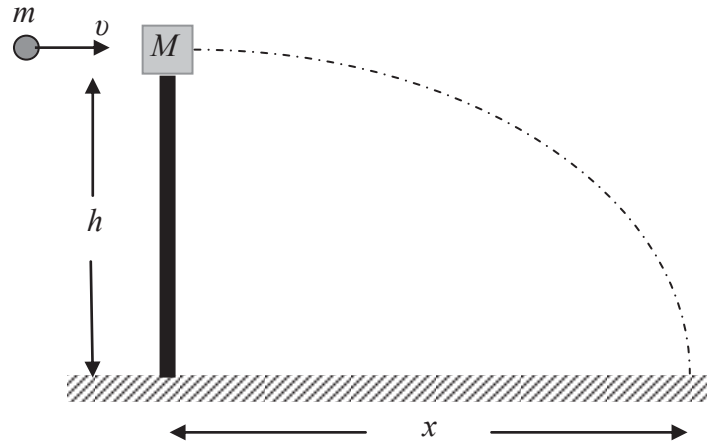
Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογιστεί το ολικό έργο του αερίου κατά την κυκλική μεταβολή, αν δίνεται ότι $p_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_0 = 10^{-3} \text{ m}^3$ και $\ln 3 = 1,1$.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Δ

Ο καθηγητής της φυσικής μιας σχολής 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 έκαναν τη διαδικασία και τις μετρήσεις που τους υπέδειξε ο καθηγητής τους και βρήκαν τις τιμές $m = 0,1 \text{ kg}$, $M = 1,9 \text{ kg}$, $h = 5 \text{ m}$ και $x = 10 \text{ m}$. Λαμβάνοντας υπόψη τις προηγούμενες τιμές των μεγεθών που μετρήθηκαν από τους φοιτητές, και θεωρώντας την αντίσταση του αέρα αμελητέα, να υπολογίσετε:

Δ1) Το χρονικό διάστημα που πέρασε από την στιγμή της κρούσης μέχρι το συσσωμάτωμα να αγγίζει το έδαφος.

Μονάδες 6

Δ2) Το μέτρο της οριζόντιας ταχύτητας V την οποία απέκτησε το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ3) Το μέτρο της ταχύτητας v του βλήματος πριν σφηνωθεί στο ξύλο.

Μονάδες 6

Δ4) Την απώλεια της μηχανικής ενέργειας του συστήματος βλήμα-ξύλο κατά την κρούση.

Μονάδες 7

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

ΘΕΜΑ Δ

Μία οβίδα μάζας 3 kg εκτοξεύεται από το σημείο Α του οριζόντιου εδάφους κατακόρυφα προς τα πάνω. Όταν φθάνει στο ανώτερο σημείο Ο της τροχιάς της, δηλαδή έχει στιγμιαία ταχύτητα μηδέν, σπάει ακαριαία, λόγω εσωτερικής έκρηξης, σε δύο κομμάτια με μάζες $m_1 = 1$ kg και $m_2 = 2$ kg. Το σημείο Ο βρίσκεται σε ύψος 20 m από το έδαφος. Το κομμάτι μάζας m_1 αποκτά αμέσως μετά την έκρηξη οριζόντια ταχύτητα μέτρου 10m/s με φορά προς τα δεξιά ενός παρατηρητή. Τα κομμάτια m_1 και m_2 κινούνται και πέφτουν στο έδαφος στα σημεία Κ και Λ αντιστοίχως. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το μέτρο και την κατεύθυνση της ταχύτητας που αποκτά το κομμάτι μάζας m_2 αμέσως μετά την έκρηξη.

Μονάδες 7

Δ2) Το χρονικό διάστημα που κινείται κάθε κομμάτι από τη στιγμή της έκρηξης μέχρι να αγγίξει το έδαφος.

Μονάδες 6

Δ3) Την απόσταση ΚΛ.

Μονάδες 7

Δ4) Το μέτρο της ταχύτητας του κομματιού μάζας m_1 ακριβώς πριν ακουμπήσει στο σημείο Κ του εδάφους.

Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γής $g = 10\text{m/s}^2$, και ότι η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα μονοατομικού ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου οι τιμές της πίεσης, του όγκου και της απόλυτης θερμοκρασίας του είναι αντίστοιχα $p_0=2\cdot 10^5\text{N/m}^2$, $V_0=10^{-3}\text{m}^3$ και $T_0=300\text{K}$. Στην συνέχεια το αέριο εκτελεί ισόθερμη αντιστρεπτή μεταβολή έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β, όπου καταλαμβάνει όγκο $2V_0$. Ακολούθως θερμαίνεται ισόχωρα ως την κατάσταση Γ, όπου η πίεση είναι $2p_0$.

Δ1) Να υπολογιστούν η πίεση στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β και η απόλυτη θερμοκρασία στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ.

Μονάδες 6

Δ2) Να γίνει η γραφική παράσταση των αντιστρεπτών μεταβολών ΑΒ και ΒΓ σε βαθμολογημένους άξονες πίεσης – όγκου καθώς και σε άξονες όγκου - απόλυτης θερμοκρασίας.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρεθεί το έργο που παράγει το αέριο στη διάρκεια της συνολικής μεταβολής από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ.

Μονάδες 7

Δ4) Να βρεθεί η θερμότητα που προσφέρθηκε στο αέριο κατά τη διάρκεια της συνολικής μεταβολής από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α έως την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ.

Μονάδες 6

Δίνεται $\ln 2=0,7$.

ΘΕΜΑ Δ

Μικρή σφαίρα μάζας $0,1 \text{ kg}$ αφήνεται από ύψος h να πέσει ελεύθερα πάνω σε οριζόντιο δάπεδο. Η σφαίρα προσκρούει στο δάπεδο με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 5 \text{ m/s}$ και αναπηδά κατακόρυφα έχοντας αμέσως μόλις χάσει την επαφή της με το δάπεδο, ταχύτητα μέτρου $v_2 = 2 \text{ m/s}$. Η χρονική διάρκεια της επαφής της σφαίρας με το δάπεδο είναι $0,1 \text{ s}$. Να υπολογιστούν:

Δ1) Η μεταβολή της ορμής της σφαίρας (κατά μέτρο και κατεύθυνση) κατά την κρούση της με το δάπεδο.

Μονάδες 6

Δ2) Η μέση τιμή της δύναμης που ασκήθηκε από το δάπεδο στη σφαίρα κατά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ3) Το ύψος h από το οποίο αφέθηκε η σφαίρα.

Μονάδες 6

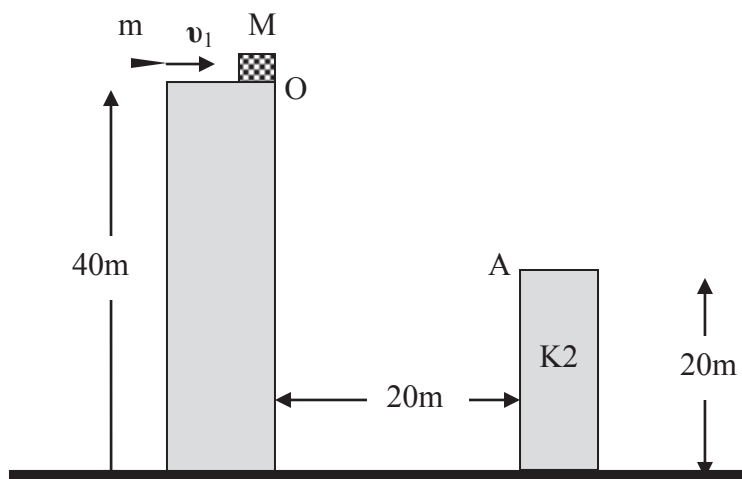
Δ4) Το % ποσοστό της αρχικής μηχανικής ενέργειας της σφαίρας που μεταφέρθηκε στο περιβάλλον κατά την κρούση.

Μονάδες 7

Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10 \text{ m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Θεωρήστε ως επίπεδο δυναμικής ενέργειας μηδέν, το επίπεδο του δαπέδου.

ΘΕΜΑ Δ

Ένας ξύλινος κύβος μάζας $M = 1 \text{ kg}$ ισορροπεί στην άκρη της ταρατσας στο σημείο Ο ενός κτηρίου K1 ύψους 40 m. Κάποια στιγμή, που τη θεωρούμε ως αρχή μέτρησης του χρόνου $t = 0$, ένα βλήμα μάζας $m = 0,1 \text{ kg}$, το οποίο κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v_1 = 200 \text{ m/s}$, διαπερνά ακαριαία τον κύβο και εξέρχεται από αυτόν με



οριζόντια ταχύτητα μέτρου v_2 , ενώ ο κύβος αποκτά οριζόντια ταχύτητα μέτρου V . Ο κύβος εκτελεί στη συνέχεια οριζόντια βολή και καθώς κινείται συναντά ένα κτήριο K2 ύψους 20m, οπότε προσκρούει στο σημείο Α της ταρατσας, που είναι το πλησιέστερο σημείο της στο κτήριο K1. Τα κτήρια απέχουν 20m, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογιστούν:

Δ1) η χρονική στιγμή της πρόσκρουσης του κύβου στο σημείο Α,

Μονάδες 6

Δ2) το μέτρο V της ταχύτητας του κύβου αμέσως μετά τη διέλευση του βλήματος,

Μονάδες 6

Δ3) το μέτρο της ταχύτητας του κύβου πριν ακριβώς προσκρούσει στο σημείο Α,

Μονάδες 6

Δ4) η απώλεια της μηχανικής ενέργειας του συστήματος βλήμα-κύβος κατά τη διέλευση του βλήματος από τον κύβο.

Μονάδες 7

Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10 \text{ m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου η πίεσή του είναι $p_A = 2 \text{ atm}$, ο όγκος του είναι $V_A = 5 \text{ L}$ και η απόλυτη θερμοκρασία του είναι $T_A = 600 \text{ K}$. Το αέριο υποβάλλεται σε αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή, η οποία αποτελείται από τις εξής επιμέρους αντιστρεπτές μεταβολές:

A $\rightarrow$ B: ισοβαρής ψύξη μέχρι να υποδιπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του.

B $\rightarrow$ Γ: ισόθερμη εκτόνωση.

Γ $\rightarrow$ Α: ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική του θερμοκρασία.

Δ1) Να υπολογίσετε, σε mol, την ποσότητα του ιδανικού αερίου.

Μονάδες 4

Δ2) Να υπολογίσετε τον όγκο και την πίεση του αερίου στην κατάσταση Γ.

Μονάδες 2+4

Δ3) Να σχεδιάσετε τη κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα p - V με βαθμολογημένους άξονες.

Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογίσετε το συνολικό ποσό θερμότητας που αντάλλαξε το αέριο με το περιβάλλον του κατά τη παραπάνω κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 8

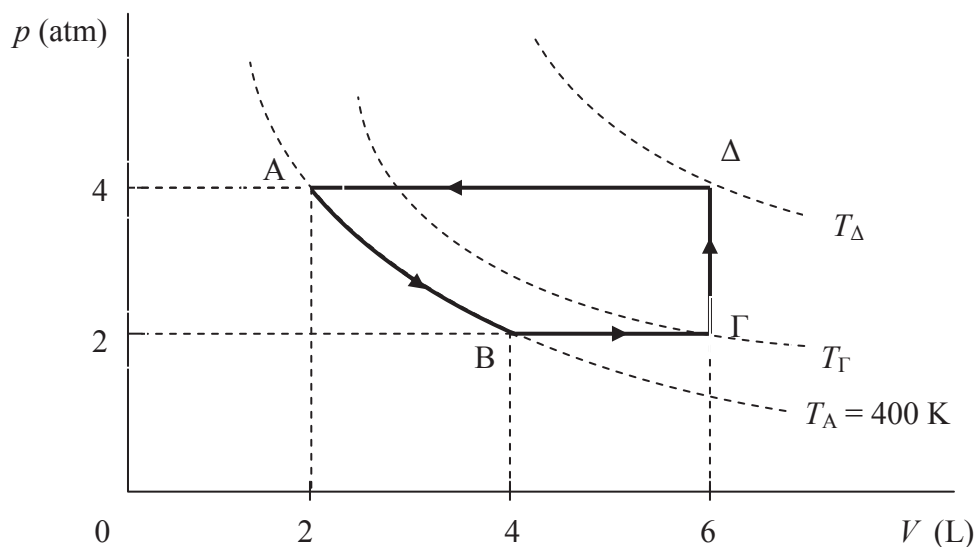
Δίνονται: $1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$ και $\ln 2 = 0,7$, η σταθερά των ιδανικών αερίων

$R = \frac{25}{3} \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ και η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα του αερίου υπό σταθερό όγκο

$$C_V = \frac{3}{2} R.$$

ΘΕΜΑ Δ

Μια ποσότητα ιδανικού αερίου εκτελεί την αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ που φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα $p - V$.



Δ1) Να χαρακτηρίσετε τις επιμέρους αντιστρεπτές μεταβολές από τις οποίες αποτελείται η κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ.

Μονάδες 4

Δ2) Να υπολογίσετε την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου στις καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ και Δ.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρείτε σε ποιες επιμέρους μεταβολές του παραπάνω κύκλου το αέριο απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον και να υπολογίσετε την τιμή της θερμότητας που απορροφάται.

Μονάδες 8

Δ4) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο του αερίου κατά την κυκλική μεταβολή ΑΒΓΔΑ .

Μονάδες 7

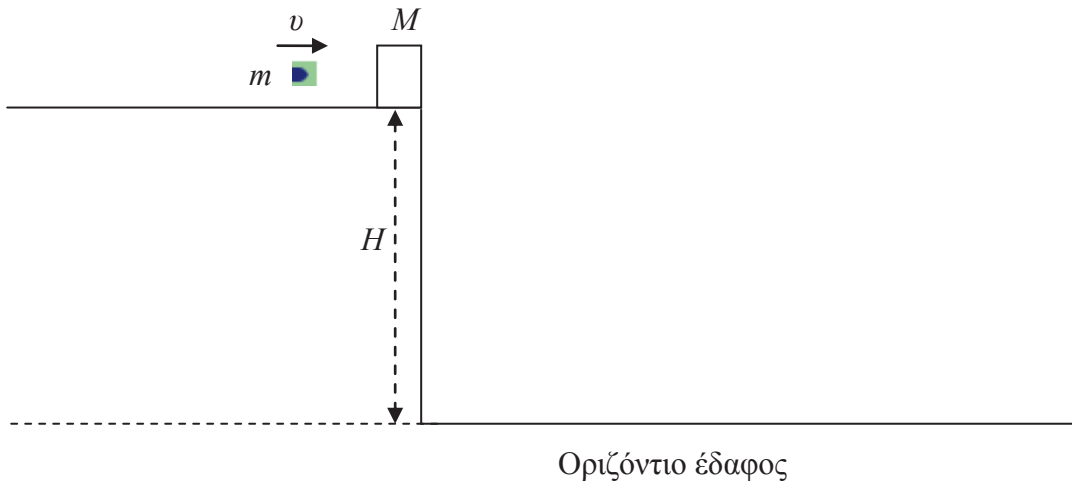
Δίνονται: $1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ και $\ln 2 = 0,7$.

Οι γραμμομοριακές ειδικές θερμότητες του αερίου υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2} R$ και υπό σταθερή

πίεση $C_p = \frac{5}{2} R$.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα ξύλινο κιβώτιο μάζας $M = 20 \text{ kg}$ βρίσκεται ακίνητο στην άκρη της ταράτσας ενός ουρανοξύστη η οποία βρίσκεται σε ύψος $H = 80 \text{ m}$ πάνω από το οριζόντιο έδαφος, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ένα βλήμα μάζας $m = 500 \text{ g}$, που κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, συγκρούεται με το ακίνητο κιβώτιο, το διαπερνά και εξέρχεται απ' αυτό με ταχύτητα $\bar{v}_1$ που έχει μέτρο υποδιπλάσιο της ταχύτητας $\bar{v}$. Αμέσως μετά τη κρούση και τα δύο σώματα (ξύλινο κιβώτιο και βλήμα), εκτελούν οριζόντια βολή.



Δ1) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κιβωτίου αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που απελευθερώθηκε στο περιβάλλον λόγω της κρούσης του βλήματος με το κιβώτιο.

Μονάδες 6

Δ3) Αν υποθέσετε ότι η χρονική διάρκεια της κίνησης του βλήματος μέσα στο κιβώτιο είναι $\Delta t = 0,1 \text{ s}$, να υπολογίσετε τη μέση δύναμη $\bar{F}$, που δέχθηκε το βλήμα από το κιβώτιο.

Μονάδες 7

Το κιβώτιο αλλά και το βλήμα μετά την οριζόντια βολή που εκτελούν, πέφτουν στο έδαφος στα σημεία Α και Β αντίστοιχα.

Δ4) Να υπολογίσετε την απόσταση ΑΒ.

Μονάδες 6

Δίνονται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και ότι κατά τις κινήσεις των σωμάτων θεωρούμε μηδενική την αντίσταση του αέρα.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα κιβώτιο μάζας $M = 970 \text{ g}$ βρίσκεται ακίνητο πάνω σε οριζόντιο δάπεδο με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,2$. Βλήμα μάζας $m = 30 \text{ g}$ κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, συγκρούεται με το ακίνητο κιβώτιο και σφηνώνεται σ' αυτό, οπότε δημιουργείται συσσωμάτωμα.



Δ1) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία ξεκινά να κινείται το συσσωμάτωμα.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρείτε το μέτρο της μέσης δύναμης $\bar{F}$ που ασκείται από το βλήμα στο κιβώτιο, αν το βλήμα ακινητοποιήθηκε μέσα στο κιβώτιο σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,01 \text{ s}$.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την απώλεια της κινητικής ενέργειας του συστήματος κιβώτιο-βλήμα λόγω της κρούσης.

Μονάδες 6

Δ4) Να βρείτε το διάστημα που θα διανύσει το συσσωμάτωμα, αμέσως μετά την κρούση, μέχρι να σταματήσει.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΘΕΜΑ Δ

Μια ποσότητα $n = \frac{2}{R}$ mol ιδανικού αερίου (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$) βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου η πίεσή του είναι $p_A = 3 \text{ atm}$, ο όγκος του V_A και η απόλυτη θερμοκρασία $T_A = 300 \text{ K}$. Το αέριο υποβάλλεται στις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές:

A $\rightarrow$ B: ισοβαρή θέρμανση μέχρι να διπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του.

B $\rightarrow$ Γ: ισόχωρη ψύξη μέχρι να υποτριπλασιαστεί η απόλυτη θερμοκρασία του.

Δ1) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην αρχική του κατάσταση.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε την πίεση του αερίου στην τελική του κατάσταση.

Μονάδες 8

Δ3) Να υπολογίσετε το έργο του αερίου κατά την συνολική μεταβολή A $\rightarrow$ B $\rightarrow$ Γ.

Μονάδες 6

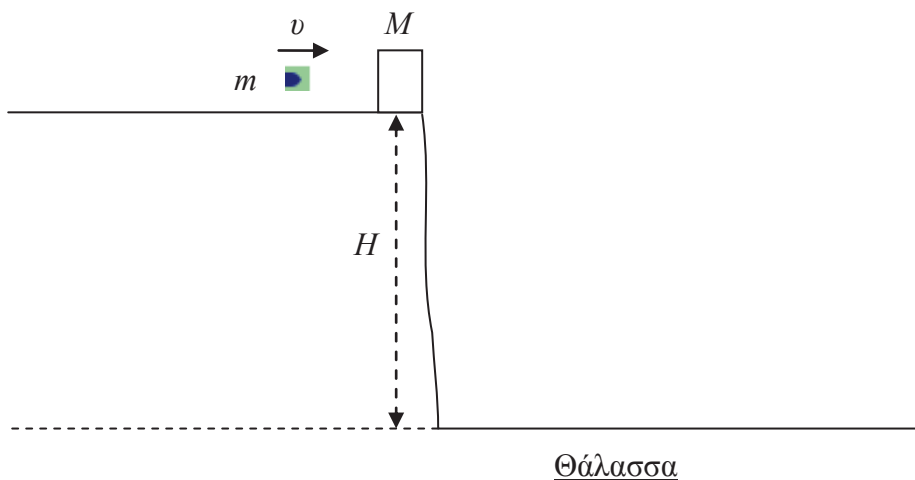
Δ4) Να σχεδιάσετε τις μεταβολές σε διάγραμμα p - V με βαθμολογημένους άξονες.

Μονάδες 6

Δίνεται ότι $1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.

ΘΕΜΑ Δ

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 $v = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, συγκρούεται με το ακίνητο κιβώτιο και σφηνώνεται σ' αυτό. Στη συνέχεια, το συσσωμάτωμα κιβώτιο-βλήμα που δημιουργείται, εκτελεί οριζόντια βολή με την ταχύτητα που απέκτησε και πέφτει προς την θάλασσα αμέσως μετά την κρούση. Να υπολογίσετε:



Δ1) Την ταχύτητα V_{Σ} του συσσωματώματος κιβώτιο-βλήμα αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Την απώλεια της κινητικής ενέργειας του συστήματος κιβώτιο-βλήμα λόγω της κρούσης.

Μονάδες 7

Δ3) Το χρόνο που διαρκεί η κάθοδος του συσσωματώματος, μέχρι αυτό να φτάσει στην επιφάνεια της θάλασσας.

Μονάδες 6

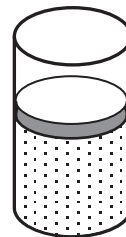
Δ4) Την μέγιστη οριζόντια απόσταση s , που θα διανύσει το συσσωμάτωμα (βεληνεκές), φτάνοντας στην επιφάνεια της θάλασσας.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γής $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και ότι κατά την κίνηση του συσσωματώματος κιβώτιο-βλήμα θεωρούμε την αντίσταση από τον αέρα μηδενική.

ΘΕΜΑ Δ

Ποσότητα ιδανικού αερίου βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία στην κατάσταση Α μέσα σε κατακόρυφο κυλινδρικό δοχείο. Ο όγκος του αερίου είναι $V_A = 4 \text{ L}$ και η πίεση του $p_A = 1 \text{ atm}$. Το δοχείο έχει διαθερμικά τοιχώματα, είναι σκεπασμένο με αεροστεγές έμβολο εμβαδού $A = 40 \text{ cm}^2$ και βρίσκεται σε λουτρό θερμότητας με θερμοκρασία $T = 300 \text{ K}$.



Από την κατάσταση Α συμπιέζουμε το έμβολο και με μία αντιστρεπτή μεταβολή φέρνουμε το αέριο στην κατάσταση Β όπου $p_B = 2 \text{ atm}$.

Αφαιρούμε το δοχείο από το λουτρό θερμότητας και κρατώντας σταθερή την πίεση του αερίου το θερμαίνουμε μέχρι να φτάσει σε μια κατάσταση Γ. Στην κατάσταση Γ στερεώνουμε το έμβολο ώστε να μην μπορεί να κινηθεί και ψύχουμε το δοχείο. Με αυτή την αντιστρεπτή μεταβολή το αέριο επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση Α. Κατά την μεταβολή ΓΑ η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι -1000 J .

Δ1) Να υπολογίσετε πόσο θα μετακινηθεί το έμβολο ώστε το αέριο από την κατάσταση Α να μεταβεί στην κατάσταση Β.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{v_{\text{ενΑ}}}{v_{\text{ενΓ}}}$ όπου $v_{\text{ενΑ}}$ και $v_{\text{ενΓ}}$ οι ενεργές ταχύτητες των μορίων του αερίου στην κατάσταση Α και Γ αντίστοιχα.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε το συντελεστή γ του αερίου.

Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο της κυκλικής μεταβολής.

Μονάδες 7

Δίνεται ότι $1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ και $\ln 2 = 0,7$

ΘΕΜΑ Δ

Η ταράτσα ενός κτιρίου βρίσκεται σε ύψος $H = 20$ m από το έδαφος. Ένα κουτί Α μάζας $m_1 = 3$ kg είναι δεμένο σε σχοινί μήκους L και κάνει ομαλή κυκλική κίνηση κινούμενο πάνω στην επιφάνεια της ταράτσας (βλ. σχήμα 1). Το κουτί κινείται με ταχύτητα $v = 20$ m/s και κάνει μία πλήρη περιστροφή σε χρόνο $0,2 \cdot \pi$ s. Στην κατάλληλη θέση το σχοινί κόβεται ώστε το κουτί Α αφού ολισθήσει να συγκρουστεί πλαστικά με ένα άλλο κουτί Β μάζας $m_2 = 1$ kg που βρίσκεται στην άκρη της ταράτσας. Αμέσως μετά την σύγκρουση το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει την ταράτσα με οριζόντια ταχύτητα μέτρου v_0 .

Δ1) Να υπολογίσετε το μήκος του σχοινιού που είναι δεμένο το κουτί Α.

Μονάδες 4

Δ2) Να υπολογίσετε την ταχύτητα v_0 με την οποία το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει την ταράτσα καθώς και πόσο μακριά από το κτίριο το συσσωμάτωμα χτυπά το έδαφος .

Μονάδες 8

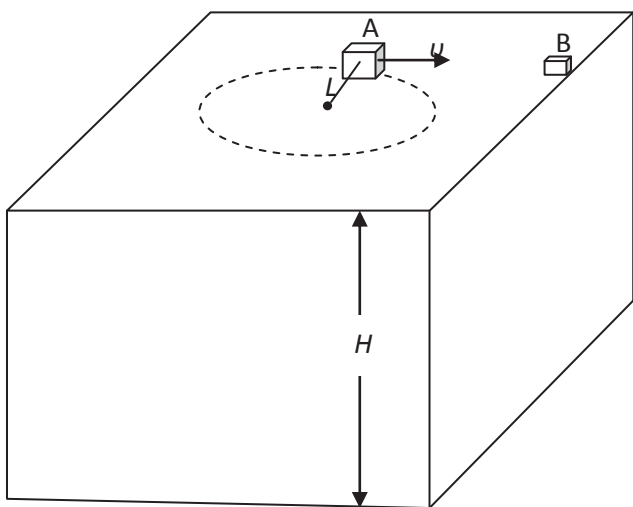
Δ3) Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία το συσσωμάτωμα χτυπά το έδαφος (μέτρο και κατεύθυνση).

Μονάδες 6

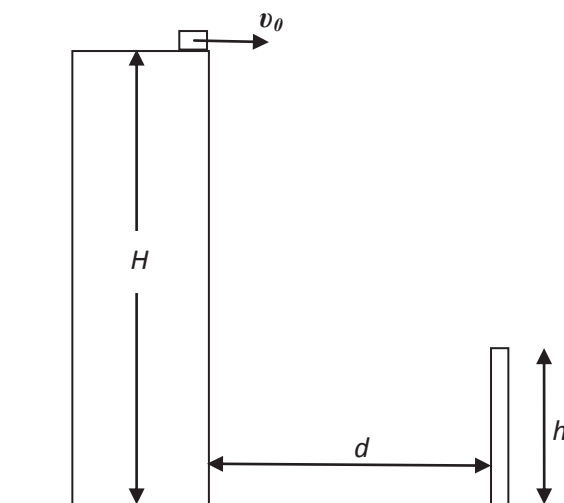
Δ4) Έστω ότι σε απόσταση $d = 15$ m από την βάση του κτιρίου βρίσκεται στύλος ύψους $h = 6$ m (Σχήμα 2). Ο στύλος βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την τροχιά του συσσωματώματος. Να αιτιολογήσετε αν το συσσωμάτωμα θα χτυπήσει στο στύλο ή αν θα περάσει πάνω από αυτόν.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε την αντίσταση του αέρα αμελητέα και να αγνοήσετε την τριβή για όλη την κίνηση του κουτιού Α πάνω στην ταράτσα. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10$ m/s².



Σχήμα 1.



Σχήμα 2.

ΘΕΜΑ Δ

Ιδανικό μονατομικό αέριο πραγματοποιεί την ακόλουθη κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή. Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, όπου $p_A = 32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_A = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ και $T_A = 600 \text{ K}$ εκτονώνεται ισόθερμα στην κατάσταση Β. Στη συνέχεια ψύχεται ισόχωρα μέχρι την κατάσταση Γ, στην οποία η πίεση είναι $p_\Gamma = 10^5 \text{ N/m}^2$, και τέλος συμπιέζεται αδιαβατικά μέχρι την αρχική κατάσταση.

Δ1) Να σχεδιάσετε σε διάγραμμα p - V ποιοτικά (χωρίς αριθμούς) την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 4

Δ2) Να υπολογίσετε την πίεση, τον όγκο και την θερμοκρασία του αερίου στις καταστάσεις Γ και Β.

Μονάδες 10

Δ3) Να υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισόχωρη ψύξη.

Μονάδες 4

Δ4) Να υπολογίσετε τη θερμότητα κατά την κυκλική μεταβολή, και να αιτιολογήσετε αν αυτή την απορροφά το αέριο ή αν την αποδίδει στο περιβάλλον.

Μονάδες 7

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπο σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2}R$, $\ln 2 = 0,7$ και ότι $(32)^{\frac{3}{5}} = (2^5)^{\frac{3}{5}} = 2^3$.

ΘΕΜΑ Δ

Ποσότητα ιδανικού αερίου υφίσταται την παρακάτω κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή:

Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α θερμαίνεται ισοβαρώς στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β όπου διπλασιάζεται η απόλυτη θερμοκρασία του ($T_B = 2T_A$) και ο όγκος του γίνεται $V_B = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β υφίσταται αντιστρεπτή μεταβολή στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ, κατά την διάρκεια της οποίας διατηρείται σταθερή η εσωτερική ενέργεια του αερίου, και η πίεση του είναι $p_\Gamma = 10^5 \text{ N/m}^2$.

Από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Γ ψύχεται ισόχωρα μέχρι την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ όπου $T_\Delta = 300 \text{ K}$ και $V_\Delta = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Τέλος από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Δ επιστρέφει ισόθερμα στην αρχική κατάσταση Α.

Δ1) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Γ και τη θερμοκρασία του σε όλες τις καταστάσεις.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε τον όγκο του αερίου στην κατάσταση Α και την πίεση του σε όλες τις καταστάσεις.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον κατά την ισόχωρη ψύξη και κατά την ισόθερμη συμπίεση.

Μονάδες 5

Δ4) Να υπολογίσετε την μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισοβαρή θέρμανση και να σχεδιάσετε σε διάγραμμα P - V την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 8

Δίνονται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2}R$ και $\ln 2 = 0,7$.

ΘΕΜΑ Δ

Σε κινηματογραφική ταινία ένα Μπόϊγκ 777 μετά από διαδοχικές βλάβες πέφτει κατακόρυφα κάνοντας ελεύθερη πτώση (οι κινητήρες του αεροπλάνου δεν λειτουργούν). Στην ταινία αυτή ένας υπερήρωας σταματάει το αεροπλάνο ασκώντας του κατακόρυφη δύναμη προς τα επάνω (βλ. φωτογραφία). Το αεροπλάνο έχει μάζα 200.000 kg και όταν ο υπερήρωας αρχίζει να του ασκεί δύναμη έχει ταχύτητα 270 m/s . Το αεροπλάνο σταματά σε 30 s.



Να υπολογίσετε :

Δ1) το μέτρο της μεταβολής της ορμής του αεροπλάνου από τη στιγμή που δέχεται τη δύναμη από τον υπερήρωα μέχρι να σταματήσει,

Μονάδες5

Δ2) τη μέση δύναμη που δέχεται το αεροπλάνο στο χρονικό διάστημα των 30 s,

Μονάδες6

Δ3) τη μέση δύναμη που ασκείται στο αεροπλάνο από τον υπερήρωα,

Μονάδες7

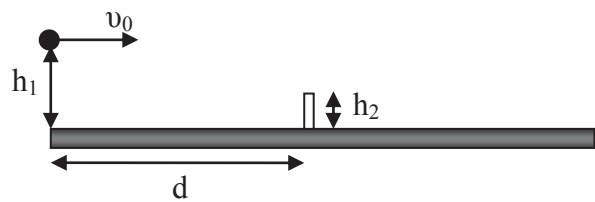
Δ4) την απόσταση που κινήθηκε το αεροπλάνο από τη στιγμή που δέχθηκε τη δύναμη μέχρι να σταματήσει.

Μονάδες7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Το 2014 η τεννίστρια Sabine Lisicki έκανε ένα σερβίς στο οποίο η μπάλα έφυγε από την ρακέτα με ταχύτητα $v_0 = 58 \text{ m/s}$. Η ταχύτητα αυτή είναι η μεγαλύτερη καταγεγραμμένη ταχύτητα για τις γυναίκες τενίστριες. Το μπαλάκι του τένις ζυγίζει 60 g και ο χρόνος επαφής του με την ρακέτα ήταν 5 ms .



Θεωρούμε ότι πριν χτυπήσει η ρακέτα το μπαλάκι του τένις είχε στιγμιαία ταχύτητα μηδέν και ότι η τελική του ταχύτητα ήταν οριζόντια. Να υπολογίσετε:

Δ1) τη μεταβολή της ορμής στο μπαλάκι,

Μονάδες 5

Δ2) τη μέση δύναμη που δέχτηκε το μπαλάκι από την ρακέτα,

Μονάδες 6

Δ3) την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει η ταχύτητα της μπάλας με την κατακόρυφο όταν η μπάλα χτυπάει στο έδαφος,

Μονάδες 7

Όταν η τενίστρια χτύπησε το μπαλάκι απείχε από το δίχτυ απόσταση $d = 17,4 \text{ m}$ και το ύψος από το οποίο ξεκίνησε την κίνησή του το μπαλάκι ήταν $h_1 = 2 \text{ m}$. Το δίχτυ έχει ύψος $h_2 = 1 \text{ m}$.

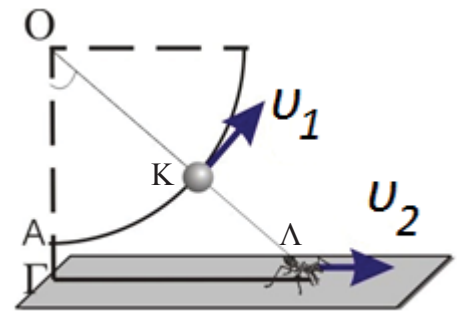
Δ4) Να υπολογίσετε σε πόσο ύψος πάνω από το δίχτυ πέρασε το μπαλάκι.

Μονάδες 7

Για τους υπολογισμούς να θεωρήσετε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$ και $\sqrt{10} = \pi$.

ΘΕΜΑ Δ

Η σφαίρα του σχήματος ξεκίνησε την ομαλή κυκλική κίνησή της σε κύκλο ακτίνας $OA = 2 \text{ m}$ από τη θέση Α με σταθερού μέτρου γραμμική ταχύτητα v_1 . Το έντομο ξεκίνησε την ευθύγραμμη ομαλή κίνησή του από το σημείο Γ, που βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφη με την ακτίνα OA και σε απόσταση $AG = 0,5 \text{ m}$ κάτω από το Α, με ταχύτητα, μέτρου $v_2 = 0,1 \text{ m/s}$.



Η έναρξη των κινήσεων ήταν ταυτόχρονη. Το στιγμιότυπο της κίνησης που φαίνεται στο σχήμα αντιστοιχεί σε χρόνο 25 s μετά την έναρξη των κινήσεων. Στο στιγμιότυπο οι θέσεις των κινητών και το κέντρο του κύκλου είναι στην ίδια ευθεία την $OK\Lambda$.

Δ1) Πόση είναι απόσταση $\Gamma\Lambda$ που διένυσε το έντομο μέχρι τη θέση που φαίνεται στο στιγμιότυπο του σχήματος;

Μονάδες 5

Δ2) Ποια είναι η επίκεντρη γωνία $\Gamma O\Lambda$ που διέγραψε η σφαίρα;

Μονάδες 8

Δ3) Πόση είναι η περίοδος, η γωνιακή ταχύτητα και η γραμμική ταχύτητα της σφαίρας;

Μονάδες 6

Δ4) Πόση είναι η κεντρομόλος επιτάχυνση της σφαίρας;

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε για την άσκηση ότι $\pi^2 = 10$.

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σφαίρες με μάζες $m_1 = 6 \text{ kg}$ και $m_2 = 4 \text{ kg}$ κινούνται σε οριζόντιο δάπεδο με αντίθετη φορά και συγκρούονται πλαστικά. Τη στιγμή της σύγκρουσης τα μέτρα των ταχυτήτων των σφαιρών ήταν $v_1 = 20 \text{ m/s}$ και $v_2 = 10 \text{ m/s}$.

Δ1) Να βρεθεί η ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ2) Να βρεθεί η απώλεια της μηχανικής ενέργειας του συστήματος των δύο σφαιρών κατά την πλαστική κρούση.

Μονάδες 5

Δ3) Αν η κρούση διαρκεί $0,1 \text{ s}$, να βρεθεί το μέτρο της μέσης δύναμης που ασκεί το ένα σώμα στο άλλο.

Μονάδες 7

Δ4) Να βρεθεί το διάστημα για το οποίο κινήθηκε το συσσωμάτωμα μετά την κρούση. Θεωρείστε ότι κατά τη διάρκεια της κρούσης η μετατόπιση του συσσωματώματος είναι αμελητέα, ενώ ο συντελεστής τριβή συσσωματώματος – δαπέδου είναι $\mu = 0,32$.

Μονάδες 8

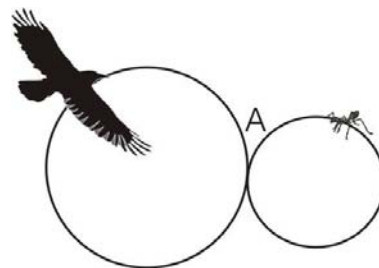
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα πουλί και ένα έντομο διέρχονται ταυτόχρονα από το σημείο επαφής των δύο εφαπτόμενων κύκλων του σχήματος. Το πουλί διαγράφει ομαλά την τροχιά του κύκλου σε χρονικό διάστημα 2 s.

Το έντομο διαγράφει τον άλλο κύκλο ομαλά σε χρονικό διάστημα

3 s.



Δ1) Να υπολογίσετε τον λόγο της συχνότητας του πουλιού, προς τη συχνότητα του εντόμου.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε τον λόγο της γραμμικής ταχύτητας του πουλιού προς τη γραμμική ταχύτητα του εντόμου, αν ο λόγος των αντίστοιχων ακτίνων κίνησης πουλιού - εντόμου είναι $R_{\text{πουλ}}/R_{\text{εντ.}} = 3/2$.

Μονάδες 6

Δ3) Υπολογίστε πόσους κύκλους θα έχει κάνει το πουλί και πόσους το έντομο μέχρι να ξανασυναντηθούν για πρώτη φορά, μετά από τη στιγμή που διήλθαν ταυτόχρονα, από το σημείο επαφής.

Μονάδες 7

Δ4) Σε πόσο χρόνο θα ξανασυναντηθούν για δεύτερη φορά;

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Σε σώμα μάζας m που κινείται με ταχύτητα μέτρου v_0 , σε λείο οριζόντιο δάπεδο, δρα δύναμη σταθερού μέτρου F , με κατεύθυνση αντίθετη της $\vec{v}_0$. Θεωρούμε θετική την κατεύθυνση της $\vec{v}_0$.

Όταν η μεταβολή της ορμής του σώματος είναι $-3 \cdot m \cdot v_0$ να υπολογιστούν:

Δ1) Η ταχύτητα του σώματος.

Μονάδες 7

Δ2) Η χρονική διάρκεια κατά την οποία προκλήθηκε η προηγούμενη μεταβολή ορμής.

Μονάδες 6

Δ3) Το έργο της δύναμης F για την μετατόπιση κατά την οποία η δύναμη F είναι ομόρροπη με την ταχύτητα του σώματος.

Μονάδες 6

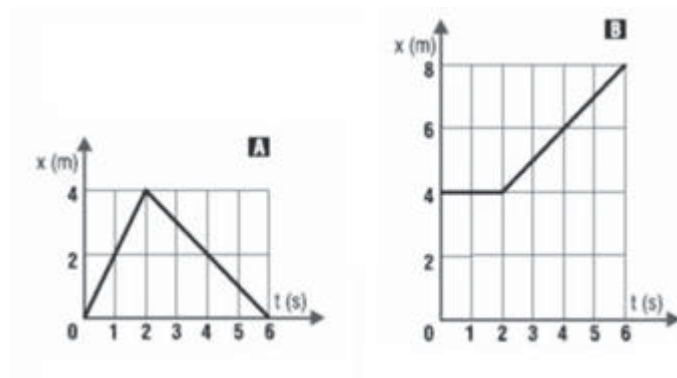
Δ4) Το μέτρο της μετατόπισης που αντιστοιχεί στο έργο που υπολογίσατε στο ερώτημα Δ3.

Μονάδες 6

Οα απαντήσεις σας θα πρέπει να είναι εκφράσεις των m , F , και v_0 .

ΘΕΜΑ Δ

Στις παρακάτω γραφικές παραστάσεις φαίνονται οι θέσεις δύο σωμάτων, Α και Β που συγκρούονται στη θέση $x = 4$ m, σε συνάρτηση με το χρόνο. Η μάζα του σώματος Α είναι $m_A = 1$ kg και η μάζα του σώματος Β είναι $m_B = 3$ kg.



Δ1) Να μεταφέρετε στο απαντητικό σας φύλλο και να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί.

	Πριν την Κρούση		Μετά την κρούση	
	A	B	A	B
Ταχύτητα				
Ορμή				
Κινητική Ενέργεια				

Μονάδες 12

Δ2) Με βάση τον προηγούμενο πίνακα, να εξηγήσετε ποιες αρχές διατήρησης ισχύουν στη συγκεκριμένη κρούση.

Μονάδες 3

Δ3) Αν η χρονική διάρκεια του φαινομένου της κρούσης είναι $\Delta t = 0,01$ s, (που είναι τόσο μικρό ώστε δεν μπορεί να παρασταθεί στην κλίμακα του χρόνου που έχουμε διαλέξει για τα διαγράμματα θέσης – χρόνου) να βρεθεί η δύναμη που άσκησε το σώμα Α στο σώμα Β κατά τη διάρκεια της κρούσης.

Μονάδες 5

Δ4) Να βρεθεί το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του κινούμενου σώματος που μεταφέρθηκε στο ακίνητο ως αποτέλεσμα της κρούσης.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Δύο σώματα κινούνται με σταθερές ταχύτητες στην ίδια οριζόντια ευθεία. Στον πίνακα, φαίνονται οι θέσεις από τις οποίες διέρχονται τα σώματα Α και Β κάθε δευτερόλεπτο.

	ΣΩΜΑ (Α)	ΣΩΜΑ (Β)
ΧΡΟΝΟΣ (s)	ΘΕΣΗ (m)	ΘΕΣΗ (m)
0	20	0
1	18	3
2	16	6
3	14	9
4	12	12
5	15	10
6	18	8
7	21	6
8	24	4
9	27	2
10	30	0

Δ1) Σε ποια θέση συγκρούονται τα σώματα;

Μονάδες 3

Δ2) Ποιες είναι οι ταχύτητες των σωμάτων πριν και μετά τη σύγκρουσή τους;

Μονάδες 10

Δ3) Να βρείτε τη σχέση που ικανοποιούν οι μάζες των δύο σωμάτων.

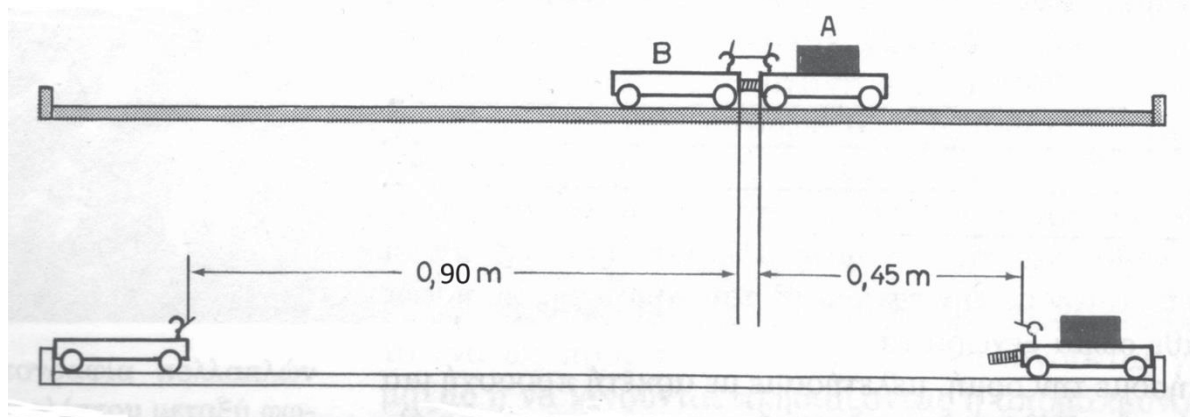
Μονάδες 7

Δ4) Να ελέγξετε αν διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Τα καρότσια που φαίνονται στην πιο κάτω εικόνα βρίσκονται ακίνητα πάνω στην οριζόντια επιφάνεια του πάγκου στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, και συνδέονται μεταξύ τους με νήμα.



Ένα ελατήριο ελάχιστης μάζας, το οποίο είναι σταθερά συνδεδεμένο στο καρότσι Α, βρίσκεται συμπιεσμένο ανάμεσά τους. Κάποια στιγμή καίμε το νήμα που συνδέει τα δύο καρότσια, τα καρότσια απελευθερώνονται, κινούνται αντίθετα και φτάνουν ταυτόχρονα στις άκρες του πάγκου. Αν αγνοήσουμε τις τριβές κατά την κίνηση των καροτσιών, να υπολογίσετε:

Δ1) Το λόγο του μέτρου της ταχύτητα του Α προς το μέτρο της ταχύτητας του Β, v_A/v_B , κατά τη διάρκεια της κίνησης των καροτσιών.

Μονάδες 3

Δ2) Το λόγο των μαζών τους, m_A/m_B καθώς και το λόγο των μέτρων των ορμών τους p_A/p_B των καροτσιών Α και Β.

Μονάδες 8

Δ3) Το λόγο των μέσων τιμών των δυνάμεων F_A/F_B που αναπτύχθηκαν στα καρότσια αμέσως μετά την καύση του νήματος και για όσο χρονικό διάστημα τα καρότσια ήταν σε επαφή με το ελατήριο.

Μονάδες 6

Δ4) Το λόγο των κινητικών ενεργειών K_A/K_B , που απέκτησαν τα καρότσια.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής M , υποβάλλεται στην αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$. Το αέριο ξεκινά από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας 1, όπου $V_1 = 2 \text{ L}$ και $p_1 = 8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, $T_1 = 600 \text{ K}$, ακολουθεί μια ισόθερμη εκτόνωση $1 \rightarrow 2$ μέχρι ο όγκος να γίνει $V_2 = 8 \text{ L}$, και στην συνέχεια υφίσταται μια ισόχωρη ψύξη $2 \rightarrow 3$ μέχρι τη θερμοκρασία $T_3 = 300 \text{ K}$. Η επόμενη μεταβολή είναι μια ισόθερμη συμπίεση $3 \rightarrow 4$, μέχρι ο όγκος να γίνει V_4 , και ο κύκλος ολοκληρώνεται με μια ισόχωρη θέρμανση μέχρι την αρχική κατάσταση 1.

Δ1) Να υπολογιστεί η πίεση του αερίου στις καταστάσεις 4 και 2.

Μονάδες 5

Δ2) Να σχεδιαστεί σε διάγραμμα $p - V$ η κυκλική μεταβολή λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές των μεγεθών p και V που υπολογίσατε.

Μονάδες 7

Δ3) Να υπολογιστεί το ποσό της θερμότητας που μεταφέρθηκε από το περιβάλλον στο αέριο στην ισόχωρη μεταβολή $4 \rightarrow 1$.

Μονάδες 7

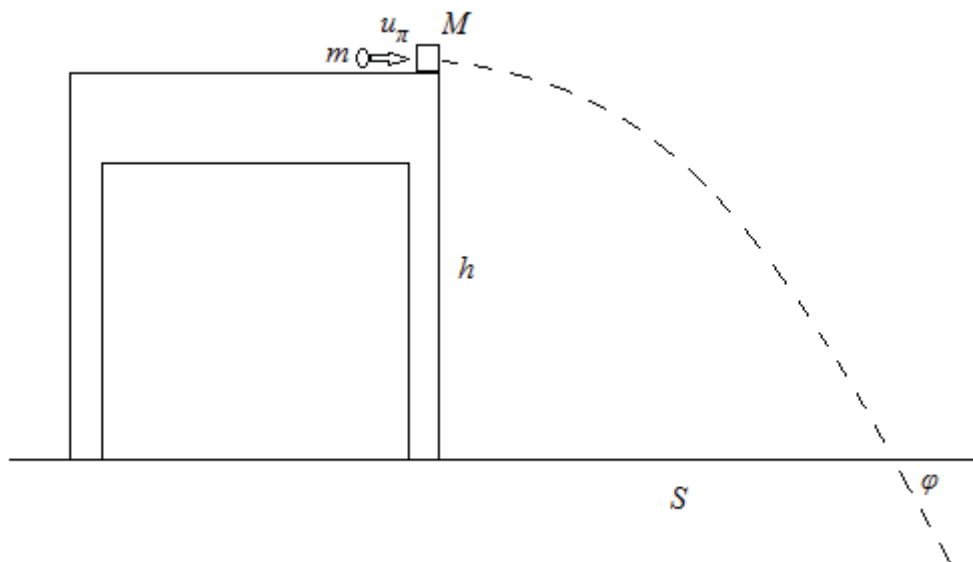
Δ4) Να υπολογιστεί ο συντελεστής απόδοσης της ιδανικής θερμικής μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών T_1 και T_3 . Χωρίς να υπολογίσετε την απόδοση της μηχανής M , να εξηγήσετε αν είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από την απόδοση της προηγούμενης μηχανής Carnot.

Μονάδες 6

Δίνονται $C_V = 3R/2$ και ότι $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$.

ΘΕΜΑ Δ

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



Δ1) Να υπολογίσετε την οριζόντια ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Ποια η ταχύτητα u_π με την οποία συγκρούστηκε η πλαστελίνη με το ξύλινο σώμα;

Μονάδες 5

Δ3) Να υπολογίσετε την απώλεια κινητικής ενέργειας για το σύστημα πλαστελίνη-ξύλινος κύβος λόγω της κρούσης.

Μονάδες 6

Δ4) Ένας συμμαθητής σας ισχυρίζεται, πως «είδε» ότι το συσσωμάτωμα έπεσε υπό γωνία $\varphi = 45^\circ$ ως προς το πάτωμα. Όμως είναι πολύ δύσκολο να μετρηθεί άμεσα η γωνία αυτή για να ελεγχθεί ο ισχυρισμός του. Με τα δεδομένα που έχετε, να αναπτύξετε κάποια άλλη μέθοδο για να ελέγξετε τον παραπάνω ισχυρισμό. Ποιο από τα επόμενα συμπεράσματα είναι αυτό στο οποίο καταλήγετε;

α. $\varphi = 45^\circ$, β. $\varphi < 45^\circ$, γ. $\varphi > 45^\circ$

Μονάδες 8

Να θεωρήσετε αμελητέες οποιεσδήποτε αντιστάσεις ή τριβές και ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή $g = 10 \text{ m/s}^2$. Επιπλέον δίνεται ότι $\varepsilon\varphi 45^\circ = 1$

ΘΕΜΑ Δ

Συμπαγής ελαστική μπάλα μάζας $m = 0,5 \text{ kg}$ αφήνεται ελεύθερη από ύψος $h = 1,25 \text{ m}$ πάνω από οριζόντιο μαρμαρίνο δάπεδο. Αν μετά από την πρώτη αναπήδηση η μπάλα φτάνει στην ίδια θέση απ' όπου αφέθηκε μετά από χρόνο $1,1 \text{ s}$, τότε :

Δ1) Να υπολογιστεί η ορμή της μπάλας αμέσως πριν και αμέσως μετά την κρούση με το δάπεδο,

Μονάδες 8

Δ2) Να σχεδιαστούν τα διανύσματα: της αρχικής και τελικής ορμής καθώς και της μεταβολής της ορμής. Να υπολογιστεί το μέτρο της μεταβολής της ορμής της μπάλας κατά την κρούση,

Μονάδες 8

Δ3) Να σχεδιαστούν ποιοτικά τα διανύσματα των δυνάμεων που ασκούνται στη μπάλα κατά τη διάρκεια της κρούσης και να βρεθεί η μέση δύναμη που δέχεται το δάπεδο κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης μπάλας και δαπέδου.

Μονάδες 9

Θεωρήστε ότι δεν υπάρχει αντίσταση του αέρα και ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού μονοατομικού αερίου βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία στην κατάσταση Α (p_0, V_0) και υφίσταται τις παρακάτω αντιστρεπτές μεταβολές: α) εκτονώνεται ισόθερμα μέχρι ο όγκος του να γίνει $3 V_0$, β) συμπιέζεται ισοβαρώς μέχρι να επανέλθει στον αρχικό του όγκο V_0 και γ) θερμαίνεται ισόχωρα μέχρι να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση Α.

Δ1) Να παρασταθεί σε διάγραμμα $p - V$ η κυκλική μεταβολή,

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο από το περιβάλλον του,

Μονάδες 10

Δ3) Να απεικονιστεί η προηγούμενη κυκλική μεταβολή σε διάγραμμα $U - T$ όπου U η εσωτερική ενέργεια του αερίου.

Μονάδες 9

Δίνονται: $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$, $V_0 = 3 \text{ L}$, $T_A = 300 \text{ K}$, $\ln 3 = 1,01$ και $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$

ΘΕΜΑ Δ

Βλήμα μάζας $m_1 = 100 \text{ g}$ κινείται με ταχύτητα μέτρου, $v = 160 \text{ m/s}$ και σφηνώνεται σε ξύλινο κιβώτιο μάζας $m_2 = 1,9 \text{ kg}$, που βρίσκεται αρχικά ακίνητο σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το βλήμα σφηνώνεται στο κιβώτιο σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,02 \text{ s}$.

Να βρεθούν:

Δ1) Η τιμή της τελικής ορμής του συσσωματώματος .

Μονάδες 5

Δ2) Η μείωση της κινητικής ενέργειας του βλήματος κατά τη διάρκεια της κρούσης

Μονάδες 6

Δ3) Ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του κιβωτίου κατά τη διάρκεια της ενσφήνωσης του βλήματος στο κιβώτιο εάν θεωρηθεί ότι είναι σταθερός σε όλη τη διάρκεια της ενσφήνωσης

Μονάδες 7

Λίγο μετά την κρούση το συσσωμάτωμα εισέρχεται σε μη λείο οριζόντιο επίπεδο και αφού κινηθεί για κάποιο χρονικό διάστημα πάνω στο μη λείο οριζόντιο επίπεδο, σταματά .

Δ4) Σε πόσο χρόνο από τη στιγμή της εισόδου στο μη λείο δάπεδο θα σταματήσει το συσσωμάτωμα και πόσο διάστημα θα έχει διανύσει ;

Μονάδες 7

Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$ και ο συντελεστής της τριβής ολίσθησης μεταξύ κιβωτίου και μη λείου επιπέδου $\mu = 0,2$.

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας m_1 κινούμενο σε οριζόντιο επίπεδο συγκρούεται με ταχύτητα μέτρου, $v_1 = 10 \frac{m}{s}$ ελαστικά με ακίνητο σώμα μάζας m_2 , με το οποίο βρίσκεται στην ίδια ευθεία. Η χρονική διάρκεια της κρούσης θεωρείται αμελητέα. Αμέσως μετά την κρούση, το σώμα μάζας m_1 κινείται αντίρροπα με ταχύτητα μέτρου, $v_1' = 5 \frac{m}{s}$ ενώ το σώμα μάζας m_2 αποκτά ταχύτητα μέτρου $v_2' = 5 \frac{m}{s}$

Δ1) Να προσδιορίσετε το λόγο των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του σώματος μάζας m_1 που μεταβιβάστηκε στο σώμα μάζας m_2 λόγω της κρούσης.

Μονάδες 7

Δ3) Αν $m_1 = 0,5 kg$ να βρεθεί ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του σώματος αυτού κατά τη διάρκεια της ολίσθησης του πάνω στο δάπεδο μετά την κρούση, εάν θεωρηθεί ότι είναι σταθερός σε όλη τη διάρκεια της ολίσθησης.

Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογισθεί πόσο θα απέχουν τα σώματα όταν σταματήσουν.

Μονάδες 6

Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του επιπέδου και κάθε σώματος είναι $\mu = 0,1$.

Δίνεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $m_1 = 4 \text{ kg}$ κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v_1 = 2,5 \text{ m/s}$ σε λείο οριζόντιο δάπεδο που βρίσκεται σε ύψος H πάνω από το έδαφος. Το σώμα συγκρούεται πλαστικά με ακίνητο σώμα που βρίσκεται στην ίδια ευθεία, μάζας $m_2 = 6 \text{ kg}$. Η χρονική διάρκεια της κρούσης θεωρείται αμελητέα. Αμέσως μετά την κρούση, το συσσωμάτωμα εγκαταλείπει το οριζόντιο δάπεδο και προσκρούει στο έδαφος σε οριζόντια απόσταση $s = 0,4 \text{ m}$ από το σημείο που το εγκατέλειψε.

Δ1) Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του συσσωματώματος.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί το ύψος H .

Μονάδες 6

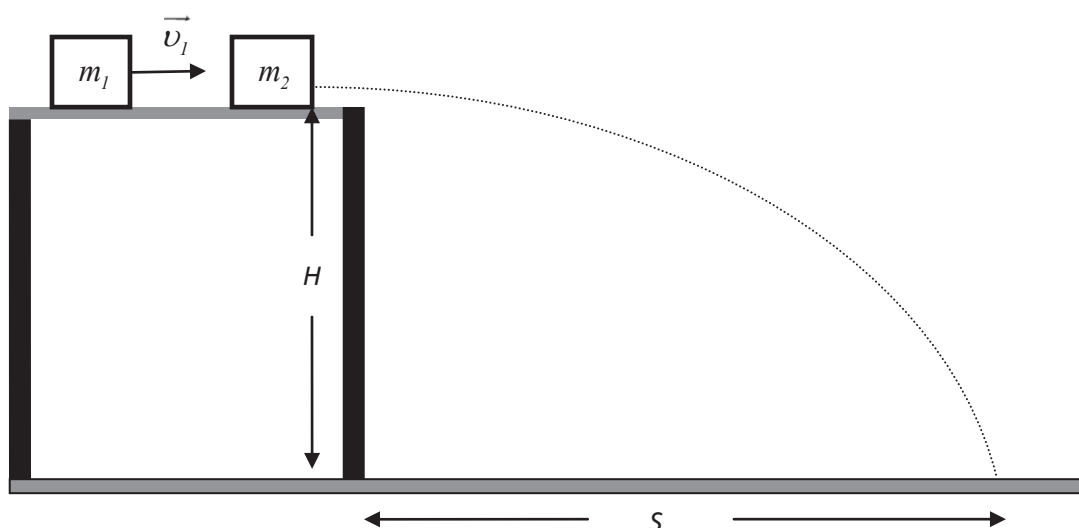
Δ3) Να βρεθεί ο ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του συσσωματώματος κατά τη διάρκεια της πτώσης του.

Μονάδες 5

Δ4) Να βρεθεί η ταχύτητα που έπρεπε να έχει το σώμα m_1 ώστε το συσσωμάτωμα να φτάσει στο έδαφος, έχοντας ταχύτητα μέτρου $v = 5 \text{ m/s}$.

Μονάδες 8

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή $g = 10 \text{ m/s}^2$.

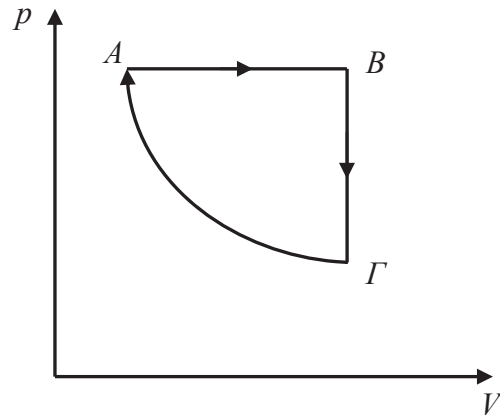


ΘΕΜΑ Δ

Ποσότητα $n = \frac{4}{R} \text{ mol}$ ιδανικού αερίου βρίσκεται

στην κατάσταση A με πίεση $P_A = 4 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ και

όγκο $V_A = 2 \text{ L}$. Το αέριο εκτελεί την κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή του σχήματος. Η μεταβολή ΓΑ είναι ισόθερμη.



Δ1) Να υπολογιστεί η τιμή του όγκου που καταλαμβάνει το αέριο στην κατάσταση B αν κατά τη μεταβολή $A \rightarrow B$ το αέριο παράγει έργο $W_{AB} = 2400 \text{ J}$

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογιστεί η τιμή του λόγου $\frac{v_{\epsilon\text{v}B}}{v_{\epsilon\text{v}A}}$ όπου $v_{\epsilon\text{v}A}$ και $v_{\epsilon\text{v}B}$ η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου στις καταστάσεις A και B αντίστοιχα .

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογιστεί η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου στη διεργασία $B \rightarrow \Gamma$.

Μονάδες 7

Δ4) Αν Q_{AB} το ποσό της θερμότητας που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον στη μεταβολή $A \rightarrow B$ και $Q_{B\Gamma}$ στη μεταβολή $B \rightarrow \Gamma$, να αποδείξετε ότι ισχύει $Q_{AB} = \gamma |Q_{B\Gamma}|$ όπου γ ο λόγος των δύο γραμμομοριακών ειδικών θερμοτήτων του αερίου.

Μονάδες 6

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2} R$, R η σταθερά των ιδανικών αερίων στο S.I. και $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$.

ΘΕΜΑ Δ

Το ιδανικό αέριο μιας θερμικής μηχανής βρίσκεται στη κατάσταση Α (p_A, V_A, T_A). Το αέριο υποβάλλεται σε κυκλική αντιστρεπτή μεταβολή $A \rightarrow B \rightarrow \Gamma \rightarrow A$ όπου:

1. $A \rightarrow B$ ισόχωρη μεταβολή μέχρι να διπλασιαστεί η πίεση του.
2. $B \rightarrow \Gamma$ ισόθερμη εκτόνωση.
3. $\Gamma \rightarrow A$ ισοβαρής συμπίεση μέχρι την αρχική κατάσταση Α, στην οποία το αέριο απορροφά από το περιβάλλον ενέργεια με τη μορφή έργου 400 J.

Δ1) Να απεικονίσετε ποιοτικά τη παραπάνω μεταβολή σε διάγραμμα $p - V$.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας ΔU_{AB} .

Μονάδες 7

Δ3) Να υπολογίσετε το έργο που παράγει το αέριο στην ισόθερμη εκτόνωση.

Μονάδες 7

Δ4) Να βρείτε το συντελεστή απόδοσης μιας θερμικής μηχανής της οποίας το ιδανικό αέριο εκτελεί αυτήν την κυκλική μεταβολή.

Μονάδες 6

Δίνονται: η γραμμοιακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = \frac{3}{2}R$, R η σταθερά των ιδανικών αερίων στο S.I. και $\ln 2 = 0,7$

ΘΕΜΑ Δ

Ένας σκοπευτής έχει την κάνη του όπλου του οριζόντια και σημαδεύει στο κέντρο ενός μεγάλου στόχου που βρίσκεται σε απόσταση $S = 200 \text{ m}$ από την έξοδο της κάνης. Η σφαίρα κτυπά το στόχο σε απόσταση $y = 1,25 \text{ m}$ πιο κάτω από το κέντρο του. Η μάζα του όπλου είναι $M = 4 \text{ kg}$ (χωρίς τη σφαίρα) και η μάζα της σφαίρας $m = 0,005 \text{ kg}$. Να υπολογιστούν:

Δ1) το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας τη στιγμή που φεύγει από την κάνη του όπλου,

Μονάδες 6

Δ2) η ενέργεια που εκλύεται κατά την εκτυρσοκρότηση αν θεωρηθεί ότι όλη η εκλυόμενη ενέργεια εμφανίζεται με τη μορφή κινητικής ενέργειας του συστήματος όπλο-σφαίρα μετά την κρούση,

Μονάδες 7

Δ3) η μέση τιμή της δύναμης που επιταχύνει τη σφαίρα όσο αυτή βρίσκεται μέσα στην κάνη του όπλου, αν το χρονικό διάστημα μεταξύ της εκτυρσοκρότησης και της εξόδου της από την κάνη είναι $\Delta t = 0,004 \text{ s}$.

Μονάδες 6

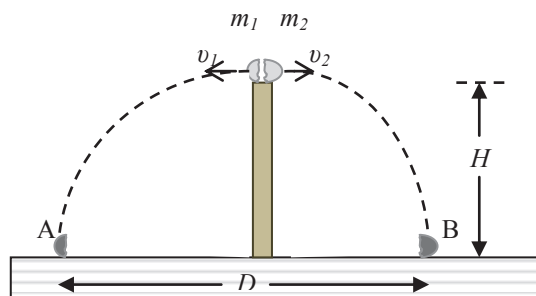
Δ4) το μέτρο της μεταβολής της ορμής της σφαίρας από τη στιγμή που εγκαταλείπει την κάνη μέχρι τη στιγμή που κτυπά το στόχο.

Μονάδες 6

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Μικρή σφαίρα μάζας $m = 300 \text{ g}$ είναι τοποθετημένη πάνω σε κατακόρυφο στύλο μεγάλου ύψους H στις εγκαταστάσεις μιας κεραίας τηλεπικοινωνιών. Ξαφνικά μια έκρηξη χωρίζει τη σφαίρα σε δύο κομμάτια που φεύγουν σε οριζόντια διεύθυνση αμέσως μετά την έκρηξη. Οι μάζες των δύο κομματιών είναι m_1 και m_2 , για τις οποίες ισχύει $m_2 = 2m_1$.



Τα δύο κομμάτια m_1 , m_2 , εκτελούν οριζόντιες βολές και πέφτουν στο οριζόντιο δάπεδο που βρίσκεται στη βάση του στύλου, μετά από χρόνο 3 s από τη στιγμή της έκρηξης, στα σημεία A και B αντίστοιχα, που απέχουν μεταξύ τους $D = 180 \text{ m}$, όπως φαίνεται και στο σχήμα. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το ύψος του στύλου.

Μονάδες 4

Δ2) Τα μέτρα των ταχυτήτων που έχουν τα δύο κομμάτια, αμέσως μετά την έκρηξη.

Μονάδες 9

Δ3) Την απόσταση μεταξύ των δύο κομματιών μετά από 2 s από τη στιγμή της έκρηξης.

Μονάδες 6

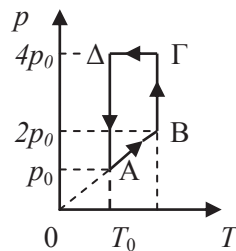
Δ4) Την ενέργεια που ελευθερώθηκε λόγω της έκρηξης.

Μονάδες 6

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$ και ότι οι αντιστάσεις από τον αέρα αγνοούνται.

ΘΕΜΑ Δ

Ποσότητα $n = \frac{2}{R}$ mol (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη στο S.I.), εκτελεί τις αντιστρεπτές θερμοδυναμικές μεταβολές του κύκλου που φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα $p - T$, όπου p η πίεση και T η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου. Αρχικά το αέριο βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α με όγκο V_0 , θερμοκρασία T_0 και πίεση p_0 και στη συνέχεια μεταβαίνει αντιστρεπτά στις υπόλοιπες καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας που εικονίζονται στο σχήμα.



Δ1) Να δώσετε ένα πλήρη χαρακτηρισμό για κάθε μια από τις μεταβολές AB, BΓ, ΓΔ, ΔΑ.

Μονάδες 4

Δ2) Να σχεδιάσετε το θερμοδυναμικό αυτό κύκλο σε $p - V$ και $p - T$ διαγράμματα, βαθμονομημένα με τη βοήθεια των μεγεθών p_0 , V_0 , T_0 .

Μονάδες 6

Αν το συνολικό έργο του αερίου σε ένα κύκλο είναι $W_{ολ} = -600$ J, να υπολογίσετε:

Δ3) Τις θερμοκρασίες του αερίου στις καταστάσεις Α, Β, Γ και Δ.

Μονάδες 8

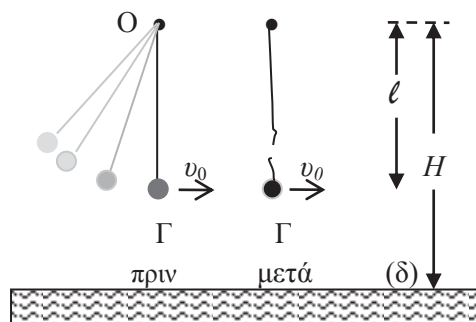
Δ4) Τη συνολική θερμότητα που αποβάλλει το αέριο στο περιβάλλον σε ένα κύκλο.

Μονάδες 7

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα με σταθερό όγκο $C_V = 3R/2$ και ότι κατά προσέγγιση μπορείτε να θεωρήσετε ότι $\ln 2 = 0,7$.

ΘΕΜΑ Δ

Μικρή σφαίρα μάζας 200 g κρέμεται δεμένη στο κάτω άκρο μη ελαστικού νήματος, μήκους ℓ . Το πάνω άκρο το νήματος είναι δεμένο σε ακλόνητο σημείο Ο, το οποίο απέχει από οριζόντιο δάπεδο (δ), 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 m/s^2 . Ακριβώς αυτή τη στιγμή το νήμα κόβεται και η σφαίρα με την ταχύτητα που είχε στη θέση Γ, πραγματοποιεί μια οριζόντια βολή μέχρι το οριζόντιο δάπεδο, όπου φτάνει μετά από χρόνο 0,3 s από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το μήκος του νήματος.

Μονάδες 6

Δ2) Την οριζόντια απόσταση από το σημείο Γ, του σημείου στο οποίο θα χτυπήσει η σφαίρα στο δάπεδο.

Μονάδες 6

Δ3) Τη βαρυτική δυναμική ενέργεια της σφαίρας ως προς το οριζόντιο δάπεδο (δ) μετά από χρόνο 0,2 s από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα.

Μονάδες 6

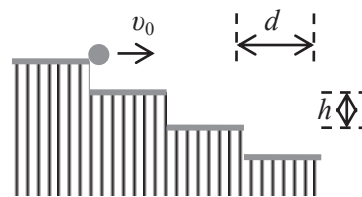
Δ4) Το μέτρο της ταχύτητας $\vec{v}$ καθώς και την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας με το οριζόντιο δάπεδο, τη στιγμή κατά την οποία η σφαίρα χτυπάει σε αυτό.

Μονάδες 7

Η αντίσταση από τον αέρα θεωρείται αμελητέα, και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Τα σκαλοπάτια μιας σκάλας είναι όλα όμοια μεταξύ τους και έχουν ύψος $h = 20 \text{ cm}$ και πλάτος $d = 40 \text{ cm}$. Από το πλατύσκαλο στο επάνω μέρος της σκάλας, ρίχνουμε τη χρονική στιγμή $t = 0$ ένα μικρό σφαιρίδιο πλαστελίνης, με οριζόντια αρχική ταχύτητα $\vec{v}_0$ όπως φαίνεται στη διπλανή εικόνα. Το μικρό σφαιρίδιο περνά «ξυστά» στο άκρο (ακμή) του πρώτου (από πάνω) σκαλοπατιού τη χρονική στιγμή t_1 .



Δ1) Υπολογίστε τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 6

Δ2) Να προσδιορίσετε την ταχύτητα του σφαιριδίου τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 6

Δ3) Να δείξετε ότι το σφαιρίδιο πλαστελίνης θα σταματήσει οπωσδήποτε στο δεύτερο (μετρώντας από το πάνω μέρος της σκάλας) σκαλοπάτι.

Μονάδες 8

Δ4) Να προσδιορίσετε το σημείο του σκαλοπατιού που θα προσκρούσει το σφαιρίδιο της πλαστελίνης.

Μονάδες 5

Αντιστάσεις αέρα αγνοούνται και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$. Να θεωρήσετε κατά προσέγγιση ότι ισχύει $\sqrt{2} = 1,4$.

ΘΕΜΑ Δ

Ποσότητα $n = \frac{2}{R}$ mol ιδανικού μονοατομικού αερίου, (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε μονάδες του S.I), βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α, με όγκο $V_A = 2$ L και πίεση $p_A = 3,2$ atm. Με ισοβαρή αντιστρεπτή ψύξη ΑΒ, το αέριο μεταβαίνει σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β, από την οποία με αντιστρεπτή ισόθερμη εκτόνωση ΒΓ αποκτά όγκο $V_\Gamma = 16$ L. Μια αδιαβατική αντιστρεπτή συμπίεση επαναφέρει το αέριο στην αρχική του κατάσταση Α. Να υπολογίσετε:

Δ1) Την εσωτερική ενέργεια του αερίου στην κατάσταση Α.

Μονάδες 6

Δ2) Την πίεση p_Γ , τον όγκο V_B , τη θερμοκρασία T_B του αερίου, και να απεικονίσετε (ποιοτικά) τον θερμοδυναμικό κύκλο του αερίου σε διάγραμμα $p - V$.

Μονάδες 8

Δ3) Τη θερμότητα που απορρόφησε το αέριο από το περιβάλλον στη διάρκεια αυτού του θερμοδυναμικού κύκλου.

Μονάδες 5

Δ4) Το ολικό έργο του αερίου για την ολοκλήρωση ενός κύκλου των θερμοδυναμικών μεταβολών που περιγράφηκαν.

Μονάδες 6

Δίνεται για το ιδανικό αέριο ο λόγος των γραμμομοριακών ειδικών θερμοτήτων $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$.

Για τις πράξεις σας κατά προσέγγιση μπορείτε να θεωρήσετε ότι $1 \text{ atm} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$, και $\ln 2 = 0,7$.

ΘΕΜΑ Δ

Ένας πύραυλος μάζας $M = 4 \cdot 10^4 \text{ kg}$, κινείται ευθύγραμμα, σε περιοχή ασήμαντης βαρύτητας, με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v_0 = 200 \text{ m/s}$. Ξαφνικά, με μια έκρηξη ο πύραυλος χωρίζεται σε δύο κομμάτια με μάζες m_1 και m_2 για τις οποίες ισχύει $m_1 = 3m_2$. Το πρώτο, κομμάτι μάζας m_1 , αμέσως μετά την έκρηξη έχει ταχύτητα $\vec{v}_1$ μέτρου $v_1 = 400 \text{ m/s}$, στην ίδια κατεύθυνση με την αρχική ταχύτητα $\vec{v}_0$. Να προσδιορίσετε:

Δ1) Την ταχύτητα $\vec{v}_2$ του δεύτερου κομματιού.

Μονάδες 6

Δ2) Τη μεταβολή ορμής $\vec{\Delta p}_1$ και $\vec{\Delta p}_2$ του κάθε κομματιού εξαιτίας της έκρηξης. Τι παρατηρείτε;

Μονάδες 6

Δ3) Την ενέργεια που ελευθερώθηκε λόγω της έκρηξης.

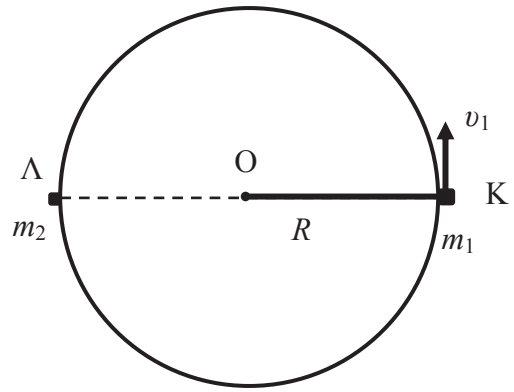
Μονάδες 6

Δ4) Αν υποθέσετε ότι η έκρηξη, δηλαδή η διάσπαση του πυραύλου στα δύο κομμάτια του διαρκεί χρονικά $\Delta t = 0,2 \text{ s}$, να προσδιορίσετε τη μέση δύναμη που δέχτηκε κάθε ένα από τα δύο κομμάτια στα οποία χωρίστηκε ο πύραυλος κατά τη διάρκεια της κρούσης.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Μια ράβδος μήκους $R = 1\text{ m}$ και αμελητέας μάζας βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο (κάτοψη του οποίου φαίνεται στο σχήμα) και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το σημείο O . Στο άλλο της άκρο είναι στερεωμένο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2\text{ kg}$ το οποίο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με γραμμική ταχύτητα μέτρου $v_1 = 20\text{ m/s}$, ξεκινώντας τη χρονική στιγμή $t = 0\text{ s}$ από το σημείο K . Στο σημείο Λ (αντιδιαμετρικό του K) βρίσκεται ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1\text{ kg}$.



Δ1) Να σχεδιαστεί και να υπολογιστεί το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης που ασκείται στο σώμα Σ_1 . Από πού ασκείται η δύναμη αυτή;

Μονάδες 6

Όταν το σώμα Σ_1 φτάνει στο σημείο Λ συγκρούεται μετωπικά με το σώμα Σ_2 . Μετά την κρούση το σώμα Σ_2 αποκτά ταχύτητα ίση με $v_2 = 20\text{ m/s}$ και κινείται ευθύγραμμα πάνω στο λείο επίπεδο. Να θεωρήσετε ότι η κρούση γίνεται ακαριαία.

Δ2) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος Σ_1 αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρεθεί ο χρόνος από τη χρονική στιγμή $t = 0\text{ s}$ που το σώμα Σ_1 ξεκίνησε από το σημείο K μέχρι τη χρονική στιγμή που ξαναβρέθηκε στο σημείο K .

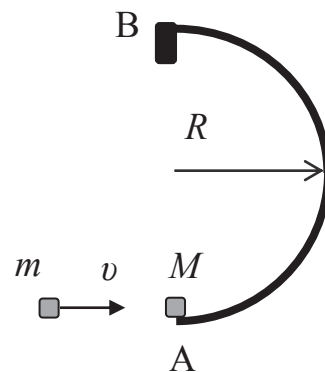
Μονάδες 6

Δ4) Να μελετήσετε αν κατά την κρούση διατηρείται η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2 .

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο (την κάτοψη του οποίου βλέπετε στο σχήμα) υπάρχει ακλόνητα στερεωμένο ένα σιδερένιο έλασμα, ημικυκλικού σχήματος ακτίνας $R = 20 \text{ cm}$. Στο ένα άκρο του ελάσματος (σημείο Α) είναι τοποθετημένο (ακίνητο) ένα σώμα μάζας $M = 1 \text{ kg}$. Ένα σώμα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ κινείται με ταχύτητα $v = 20 \text{ m/s}$ και συγκρούεται με το σώμα M . Μετά την κρούση δημιουργείται συσσωμάτωμα που κινείται κυκλικά, λόγω του ελάσματος και χωρίς να χάνει την επαφή του με αυτό, με ταχύτητα σταθερού μέτρου.



Δ1) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 7

Δ2) Ποιο είναι το μέτρο της δύναμews που δέχεται το συσσωμάτωμα από το έλασμα κατά την διάρκεια της κυκλικής του κίνησης;

Μονάδες 7

Δ3) Πόσο χρόνο διαρκεί η κίνηση του συσσωματώματος από το Α στο Β;

Μονάδες 6

Δ4) Στο σημείο Β το συσσωμάτωμα προσκρούει σε ακλόνητο στήριγμα και ο χρόνος για να σταματήσει είναι $\Delta t = 0,1 \text{ sec}$. Πόση είναι η μέση δύναμη που ασκήθηκε από το ακλόνητο στήριγμα στο συσσωμάτωμα;

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Ένα βλήμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ εκτοξεύεται κατακόρυφα από το έδαφος με ταχύτητα $v_0 = 100 \text{ m/s}$. Το βλήμα, 2 δευτερόλεπτα μετά την εκτόξευσή του διασπάται (λόγω έκρηξης) σε δύο ίσα κομμάτια. Το ένα από αυτά συνεχίζει να κινείται προς τα πάνω και φτάνει σε ύψος $h = 5 \text{ m}$ από το σημείο της έκρηξης. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

Δ1) Ποια η ταχύτητα του βλήματος ελάχιστα πριν την έκρηξη;

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογιστούν τα μέτρα των ταχυτήτων των δύο κομματιών αμέσως μετά την έκρηξη;

Μονάδες 8

Δ3) Να ελέγξετε αν κατά την έκρηξη διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος.

Μονάδες 6

Δ4) Τα δύο θραύσματα από την έκρηξη κάποια στιγμή θα πέσουν στο έδαφος και θα ακινητοποιηθούν. Να βρείτε το ποσό της εκλυόμενης θερμότητας, συνολικά και για τα δύο θραύσματα, κατά την πρόσκρουσή τους στο έδαφος.

Μονάδες 6

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

ΘΕΜΑ Δ

Μία ποσότητα $n = 2/R$ mol (το R είναι αριθμητικά ίσο με τη σταθερά των ιδανικών αερίων εκφρασμένη σε $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$) ιδανικού αερίου βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας

A όπου $p_A = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ και $T_A = 300 \text{ K}$. Στο αέριο γίνονται οι εξής αντιστρεπτές μεταβολές:

A $\rightarrow$ B: ισοβαρής εκτόνωση μέχρι $V_B = 2 \cdot V_A$

B $\rightarrow$ Γ: ισόχωρη ψύξη μέχρι $T_\Gamma = T_A$

Γ $\rightarrow$ A: ισόθερμη συμπίεση

Δ1) Να βρεθούν οι όγκοι, οι θερμοκρασίες και οι πιέσεις του αερίου στις καταστάσεις A, B και Γ.

Μονάδες 6

Δ2) Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας.

Μεταβολή	W (Joule)	ΔU (Joule)	Q (Joule)
A $\rightarrow$ B			
B $\rightarrow$ Γ			
Γ $\rightarrow$ A			

Μονάδες 8

Δ3) Να γίνουν τα διαγράμματα (σε βαθμολογημένους άξονες) p - V και p - T για τις παραπάνω μεταβολές.

Μονάδες 6

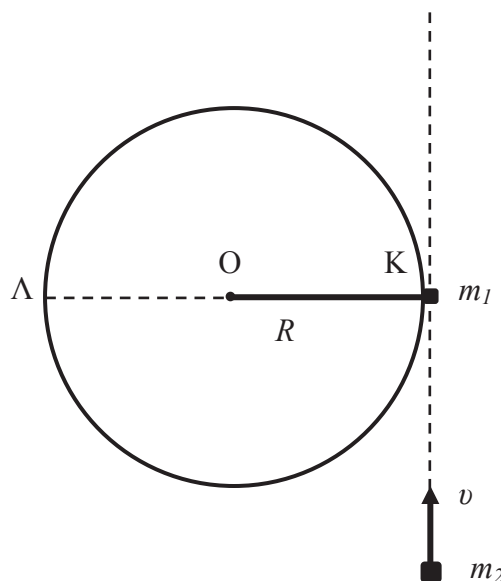
Δ4) Αν η παραπάνω κυκλική μεταβολή παριστά τον θερμοδυναμικό κύκλο μιας θερμικής μηχανής να υπολογίσετε τον συντελεστή απόδοσης αυτής της μηχανής.

Μονάδες 5

Δίνεται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3 \cdot R/2$, ότι $\ln 2 = 0,7$

ΘΕΜΑ 4

Ένα σώμα Σ_1 , μάζας $m_1 = 2 \text{ kg}$, είναι στερεωμένο στο άκρο K μη εκτατού και αβαρούς νήματος και βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο (κάτοψη του οποίου φαίνεται στο σχήμα). Το άλλο άκρο του νήματος, είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο O. Το μήκος του νήματος είναι 1 m . Ένα δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$ κινείται πάνω στο λείο επίπεδο με ταχύτητα σταθερού μέτρου $v = 40 \text{ m/s}$. Η διεύθυνση της ταχύτητας είναι εφαπτόμενη στο σημείο K (όπως φαίνεται στο σχήμα). Όταν το σώμα Σ_2 φτάνει στο σημείο K συγκρούεται μετωπικά με το σώμα Σ_1 . Μετά την κρούση το σώμα Σ_2 αποκτά ταχύτητα ίση με $v_2 = 8 \text{ m/s}$ και συνεχίζει να κινείται ευθύγραμμα στην ίδια διεύθυνση. Να θεωρήσετε ότι η κρούση γίνεται ακαριαία.



Δ1) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος Σ_1 αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Να δικαιολογήσετε γιατί μετά την κρούση το σώμα Σ_1 εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση και να υπολογίσετε το χρόνο που κάνει για να φτάσει στο σημείο Λ για πρώτη φορά.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων όταν το σώμα Σ_1 έχει εκτελέσει δύο πλήρεις περιστροφές.

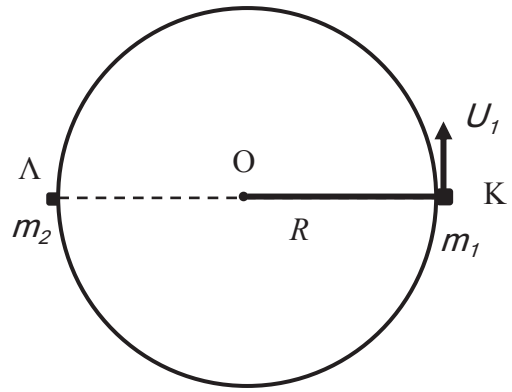
Μονάδες 6

Δ4) Να μελετήσετε αν κατά την κρούση διατηρείται η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2 .

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Μια ράβδος μήκους $R = 1\text{ m}$ και αμελητέας μάζας βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το σημείο O . Στο άλλο άκρο της είναι στερεωμένο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2\text{ kg}$ το οποίο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με γραμμική ταχύτητα μέτρου $v_1 = 20\text{ m/s}$, ξεκινώντας από το σημείο K . Στο σημείο Λ (αντιδιαμετρικό του K) βρίσκεται ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1\text{ kg}$.



Δ1) Να σχεδιαστεί και να υπολογιστεί το μέτρο της κεντρομόλου δύναμης που ασκείται στο σώμα Σ_1 από τη ράβδο.

Μονάδες 6

Όταν το σώμα Σ_1 φτάνει στο σημείο Λ συγκρούεται με το σώμα Σ_2 . Μετά την κρούση το σώμα Σ_2 αποκτά ταχύτητα μέτρου $v_2 = 20\text{ m/s}$ και κινείται ευθύγραμμα πάνω στο λείο επίπεδο στη διεύθυνση της εφαπτομένης του κύκλου στο σημείο Λ . Να θεωρήσετε ότι η κρούση είναι ακαριαία.

Δ2) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ_1 αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρεθεί ο λόγος $\frac{T_1}{T_2}$, όπου T_1 η περίοδος της ομαλής κυκλικής κίνησης πριν την κρούση και T_2 η περίοδος της ομαλής κυκλικής κίνησης μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ4) Να βρεθεί η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2 την χρονική στιγμή που το σώμα Σ_1 μετά τη κρούση φτάνει στο σημείο K για πρώτη φορά.

Μονάδες 8

Θεωρήστε για διευκόλυνση των πράξεων ότι $\pi^2 = 10$.

ΘΕΜΑ Δ

Μια ποσότητα $n = 10 \text{ mol}$ ιδανικού αερίου μιας θερμικής μηχανής, βρίσκεται στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Α όπου $p_A = 10 \text{ atm}$ και $V_A = 4,1 \text{ L}$. Το αέριο υφίσταται κυκλική μεταβολή αποτελούμενη από μια ισοβαρή θέρμανση ΑΒ, στο τέλος της οποίας είναι $V_B = 8,2 \text{ L}$, μια ισόθερμη εκτόνωση ΒΓ, μετά το πέρας της οποίας είναι $p_\Gamma = 5 \text{ atm}$, μια ισοβαρή ψύξη ΓΔ και μια ισόθερμη συμπίεση ΔΑ. Όλες οι μεταβολές είναι αντιστρεπτές και το αέριο διέρχεται μόνο από καταστάσεις θερμοδυναμικής ισορροπίας.

Δ1) Να σχεδιαστεί ποιοτικά (χωρίς αριθμούς) η κυκλική μεταβολή σε άξονες p - V και p - T .

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε τις απόλυτες θερμοκρασίες στις οποίες πραγματοποιούνται οι ισόθερμες μεταβολές.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε το συνολικό έργο της κυκλικής μεταβολής

Μονάδες 8

Δ4) Να υπολογίσετε το συνελεστή απόδοσης της θερμικής μηχανής.

Μονάδες 6

Δίνονται η γραμμομοριακή ειδική θερμότητα υπό σταθερό όγκο $C_V = 3 \cdot R/2$, η σταθερά των ιδανικών αερίων $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{mole} \cdot \text{K}) = 8,314 \text{ J}/(\text{mole} \cdot \text{K})$ ότι $1 \text{ L} \cdot \text{atm} = 101 \text{ J}$ και $\ln 2 = 0,7$.

ΘΕΜΑ Δ

Δύο μοτοσυκλέτες αγώνων, με μάζες m_1 και m_2 , μαζί με τους αναβάτες, κινούνται σε κυκλική πίστα ακτίνας $R = \frac{400}{\pi}$ m με ταχύτητες σταθερού μέτρου $v_1 = 40$ m/s και $v_2 = 50$ m/s αντίστοιχα.

Δ1) Να υπολογιστούν οι περίοδοι περιστροφής των δύο μοτοσυκλετών T_1 και T_2 .

Μονάδες 4

Δ2) Να βρεθεί το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών συναντήσεων των μοτοσυκλετών, δεδομένου ότι κινούνται κατά την ίδια φορά.

Μονάδες 6

Ξαφνικά η μοτοσυκλέτα με τη μεγαλύτερη ταχύτητα ξεφεύγει από την πορεία της και κινούμενη ευθύγραμμα προσκρούει κάθετα στον προστατευτικό ελαστικό τοίχο της πίστας και γυρίζει προς τα πίσω με ταχύτητα μέτρου $v_3 = 2$ m/s. Αν η μοτοσυκλέτα μαζί με τον αναβάτη έχει μάζα $m_2 = 300$ kg και η πρόσκρουση διαρκεί $\Delta t = 2$ s, να υπολογιστούν:

Δ3) Η μέση δύναμη κατά μέτρο διεύθυνση και φορά που δέχθηκε η μοτοσυκλέτα από τον προστατευτικό τοίχο της πίστας κατά την πρόσκρουση,

Μονάδες 8

Δ4) το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μετατράπηκε σε θερμική ενέργεια (θερμότητα) κατά την πρόσκρουση.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα Α, μάζας $m = 2 \text{ kg}$, κινείται σε λεία επιφάνεια οριζόντιου τραπέζιου με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 40 \text{ m/s}$. Κατά την κίνησή του συναντάει ένα άλλο ακίνητο σώμα Β τριπλάσιας μάζας και συγκρούεται με αυτό. Μετά τη σύγκρουση το πρώτο σώμα κινείται σε αντίθετη κατεύθυνση με ταχύτητα μέτρου $v_2 = 5 \text{ m/s}$. Η διάρκεια της σύγκρουσης είναι $\Delta t = 10^{-2} \text{ s}$.

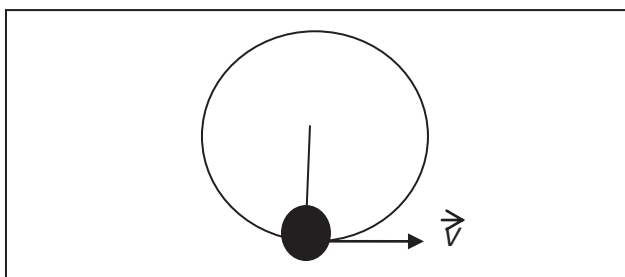
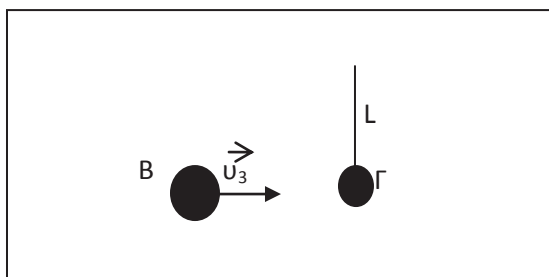
Δ1) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας v_3 του σώματος Β μετά την κρούση.

Μονάδες 4

Δ2) Να βρεθούν οι μέσες τιμές των μέτρων των δυνάμεων που ασκούνται στα δύο σώματα κατά την κρούση.

Μονάδες 5

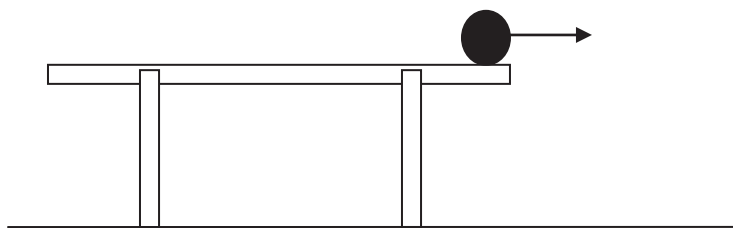
Δ3) Το σώμα Β κινείται στην οριζόντια επιφάνεια και στην πορεία του συναντά ένα ακίνητο σώμα Γ μάζας $2m$, το οποίο είναι δεμένο στην άκρη νήματος, μήκους $L = 0,9 \text{ m}$, η άλλη άκρη του οποίου είναι στερεωμένη στην επιφάνεια λείου τραπέζιου. Μετά την κρούση τα δύο σώματα ενώνονται και το συσσωμάτωμα διαγράφει έναν πλήρη κύκλο.



Να υπολογιστούν η περίοδος και η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής, καθώς και η κεντρομόλος επιτάχυνση του συσσωματώματος.

Μονάδες 8

Δ4) Μόλις συμπληρωθεί ένας πλήρης κύκλος, το νήμα κόβεται και το συσσωμάτωμα συνεχίζει την κίνησή του εκτελώντας οριζόντια βολή από το τραπέζι που έχει ύψος $h = 80 \text{ cm}$.



Να υπολογιστούν ο χρόνος που χρειάζεται το συσσωμάτωμα να φθάσει στο έδαφος, η οριζόντια μετατόπισή του και η ταχύτητα με την οποία φθάνει στο έδαφος.

Μονάδες 8

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

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου που βρίσκεται σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας με όγκο $V_1 = 2 \text{ L}$ θερμοκρασία $\theta_1 = 20^\circ \text{ C}$ θερμαίνεται αντιστρεπτά υπό σταθερή πίεση $p = 2 \text{ atm}$, οπότε η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου αυξάνεται κατά 50%.

Δ1) Να βρεθεί ο νέος όγκος του V_2 .

Μονάδες 6

Δ2) Να παρασταθεί γραφικά, σε άξονες $p - V$ η μεταβολή και να υπολογιστεί το έργο που παράγεται κατά την εκτόνωση του αερίου.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογιστεί η επί της εκατό (%) μεταβολή της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων του αερίου.

Μονάδες 6

Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία ενός άλλου ιδανικού αερίου, το οποίο είναι κλεισμένο σε δοχείο σταθερού όγκου, κατά 150° C η πίεσή του αυξάνεται κατά 40%. Θεωρούμε και αυτή τη νέα μεταβολή της ποσότητας του άλλου ιδανικού αερίου αντιστρεπτή.

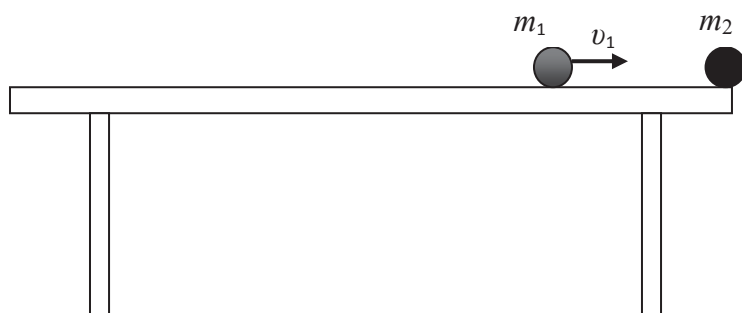
Δ4) Να υπολογιστούν η αρχική και η τελική θερμοκρασία του αερίου σε $^\circ \text{ C}$.

Μονάδες 7

Δίνεται ότι: $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$ και $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$

ΘΕΜΑ Δ

Μία μεταλλική σφαίρα μάζας $m_1 = 0,5 \text{ kg}$ κινείται προς τα δεξιά στην οριζόντια επιφάνεια ενός λείου τραπεζιού με ταχύτητα, μέτρου $v_1 = 2 \text{ m/s}$. Συγκρούεται με άλλη σφαίρα μάζας $m_2 = 1,5 \text{ kg}$ που βρίσκεται στην άκρη του τραπεζιού και επιστρέφει με ταχύτητα μέτρου $v_3 = 1 \text{ m/s}$ και κατεύθυνσης αντίθετης από την αρχική κατεύθυνση κίνησης.



Δ1) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας v_2 που θα αποκτήσει η σφαίρα μάζας m_2 μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Η σφαίρα μάζας m_2 εκτελεί οριζόντια βολή.

Δ2) Να βρεθεί η χρονική στιγμή t_1 κατά την οποία το μέτρο της οριζόντιας μετατόπισης είναι ίσο με το μέτρο της κατακόρυφης μετατόπισης.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρεθεί η μέγιστη οριζόντια απόσταση (βεληνεκές) στην οποία φτάνει η σφαίρα όταν συναντά το οριζόντιο δάπεδο, αν το ύψος του τραπεζιού από το δάπεδο είναι $h = 0,8 \text{ m}$, καθώς και το μέτρο της ταχύτητας v με την οποία φθάνει η σφαίρα στο έδαφος.

Μονάδες 6

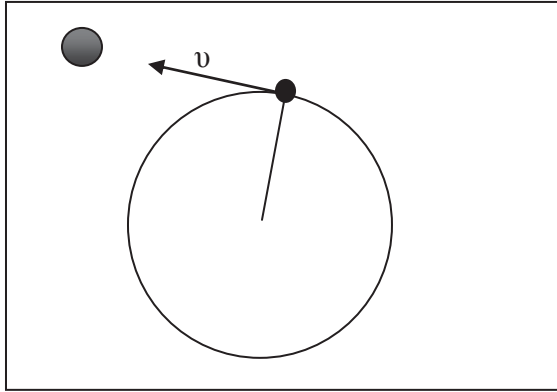
Δ4) Σε ποια χρονική στιγμή t_2 η ταχύτητα της σφαίρας που εκτελεί οριζόντια βολή είναι $v_2\sqrt{2}$;

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα, μάζας $m_1 = 0,2 \text{ kg}$ είναι δεμένο στο άκρο νήματος του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο, εκτελεί κυκλική κίνηση πάνω σε λείο οριζόντιο τραπέζι (κάτοψη του οποίου βλέπετε στο σχήμα).



Το μήκος του νήματος είναι $l = 0,5 \text{ m}$ και η γραμμική ταχύτητα του σώματος έχει σταθερό μέτρο $v = 10 \text{ m/s}$.

Δ1) Να βρεθούν η γωνιακή ταχύτητα ω , η περίοδος T και η κεντρομόλος επιτάχυνση a_k του σώματος

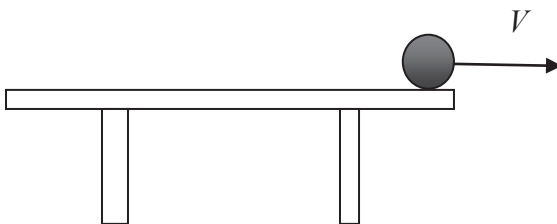
Μονάδες 6

Κάποια στιγμή το νήμα κόβεται και το σώμα κινείται ευθύγραμμα. Στην πορεία του συναντάει δεύτερο σώμα από πλαστελίνη μάζας $m_2 = 0,8 \text{ kg}$ και συγκρούεται με αυτό πλαστικά.

Δ2) Να υπολογιστεί το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του σώματος μάζας m_1 το οποίο έχει το συσσωμάτωμα

Μονάδες 6

Το συσσωμάτωμα, φθάνει στην άκρη του τραπεζιού και εκτελεί οριζόντια βολή.



Η μέγιστη οριζόντια μετατόπιση του συσσωματώματος από το σημείο από το οποίο βάλλεται είναι $s = 0,8 \text{ m}$.

Δ3) Να βρεθεί το ύψος του τραπεζιού

Δ4) Να βρεθεί η χρονική στιγμή t_1 κατά την οποία η ταχύτητα του συσσωματώματος είναι

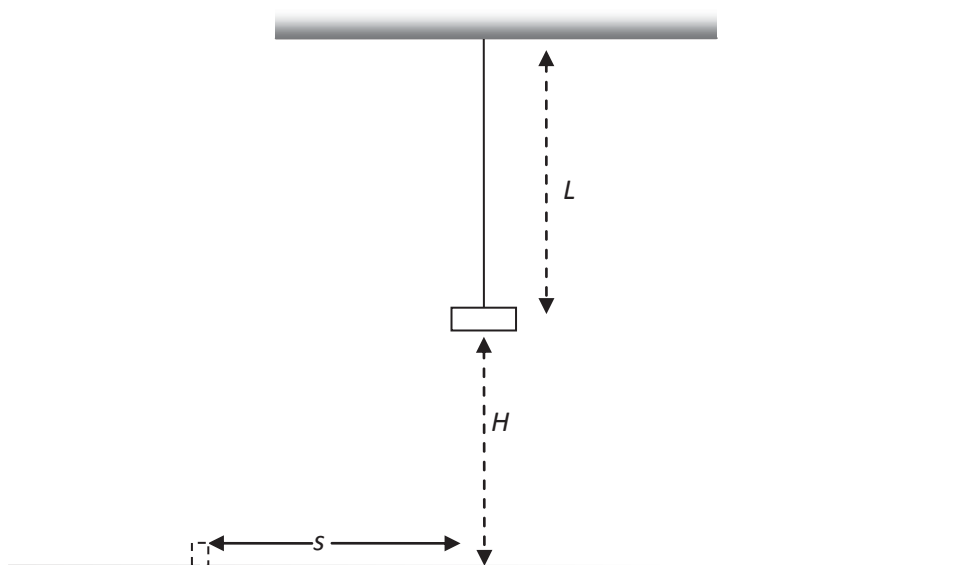
$$v_\sigma = V \sqrt{2}.$$

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$. Αγνοήστε τριβές και την αντίσταση του αέρα.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα μάζας $M = 9 \text{ kg}$ είναι δεμένο στην άκρη νήματος μήκους $L = 2 \text{ m}$ και ισορροπεί κατακόρυφα όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Το σώμα φέρει έναν εκρηκτικό μηχανισμό, αποτελούμενο από ένα ελατήριο, που όταν ενεργοποιείται διασπά το αρχικό σώμα σε δύο μέρη που το ένα έχει μάζα $m_1 = 6 \text{ kg}$ και παραμένει δεμένο στην άκρη του νήματος, ενώ το άλλο μάζας m_2 , εκτοξεύεται με οριζόντια ταχύτητα. Αν το σώμα M βρίσκεται σε ύψος $H = 1,8 \text{ m}$ από την επιφάνεια του εδάφους, και μετά την έκρηξη το m_2 φθάνει σε οριζόντια απόσταση $s = 6 \text{ m}$ από την αρχική θέση να υπολογίσετε



Δ1) Την ταχύτητα εκτόξευσης του σώματος m_2 .

Μονάδες 5

Δ2) Την ταχύτητα με την οποία ξεκινά την κίνησή του, το σώμα μάζας m_1 .

Μονάδες 5

Δ3) Την ενέργεια που απελευθερώθηκε από τον εκρηκτικό μηχανισμό.

Μονάδες 8

Δ4) Να βρεθεί η κεντρομόλος δύναμη που ασκείται στο σώμα.

Μονάδες 7

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

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $M = 5 \text{ kg}$ βρίσκεται στην άκρη ενός επίπλου ύψους $H = 1,8 \text{ m}$ όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Ένα βλήμα μάζας $m = 200 \text{ g}$ κινείται με οριζόντια ταχύτητα $V = 200 \text{ m/s}$ και διαπερνά το σώμα M ακαριαία, εξερχόμενο με ταχύτητα $v = 50 \text{ m/s}$.



Δ1) Υπολογίστε την ταχύτητα v_0 που θα αποκτήσει αμέσως μετά τη διάτρηση το σώμα M .

Μονάδες 6

Δ2) Υπολογίστε την απώλεια μηχανικής ενέργειας κατά την διάτρηση του σώματος M από το m .

Μονάδες 6

Δ3) Με τι χρονική διαφορά θα φθάσουν στο έδαφος τα δύο σώματα; Υπολογίστε την διαφορά των οριζόντιων αποστάσεων στις οποίες τα δύο σώματα θα συναντήσουν το έδαφος.

Μονάδες 6

Δ4) Κάποια χρονική στιγμή t_1 η κινητική ενέργεια του σώματος M είναι 1,25 φορές μεγαλύτερη από την κινητική ενέργεια του σώματος M αμέσως μετά τη διάτρηση. Υπολογίστε τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Ένας αθλητής του βόλεϊ, εκτελεί σερβίς με άλμα. Το χέρι του αθλητή χτυπά την μπάλα όταν αυτή βρίσκεται στο ανώτερο σημείο, όπου έχει μηδενική ταχύτητα, ασκώντας της μέση οριζόντια δύναμη $F = 600 \text{ N}$ για χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,01 \text{ s}$. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η μπάλα να φεύγει από το χέρι του αθλητή με οριζόντια ταχύτητα v_0 , καθώς δεχόμαστε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας μεταβάλλει ασήμαντα την ταχύτητα στον κατακόρυφο άξονα στο χρονικό διάστημα Δt .

Δ1) Αν η μάζα της μπάλας του βόλεϊ είναι περίπου ίση με 300 g , υπολογίστε την ταχύτητα v_0 .

Μονάδες 6

Δ2) Αν θεωρήσετε ότι το ύψος του φιλέ είναι ίσο με $2,5 \text{ m}$ και ότι ο αθλητής χτυπά το σερβίς από απόσταση ίση με 10 m πίσω από το φιλέ, υπολογίστε από ποιο ύψος πρέπει να φύγει η μπάλα ώστε να περάσει εφαπτομενικά από το φιλέ.

Μονάδες 7

Δ3) Υπολογίστε την ταχύτητα που έχει η μπάλα τη στιγμή που διέρχεται εφαπτομενικά από το φιλέ του βόλεϊ.

Μονάδες 5

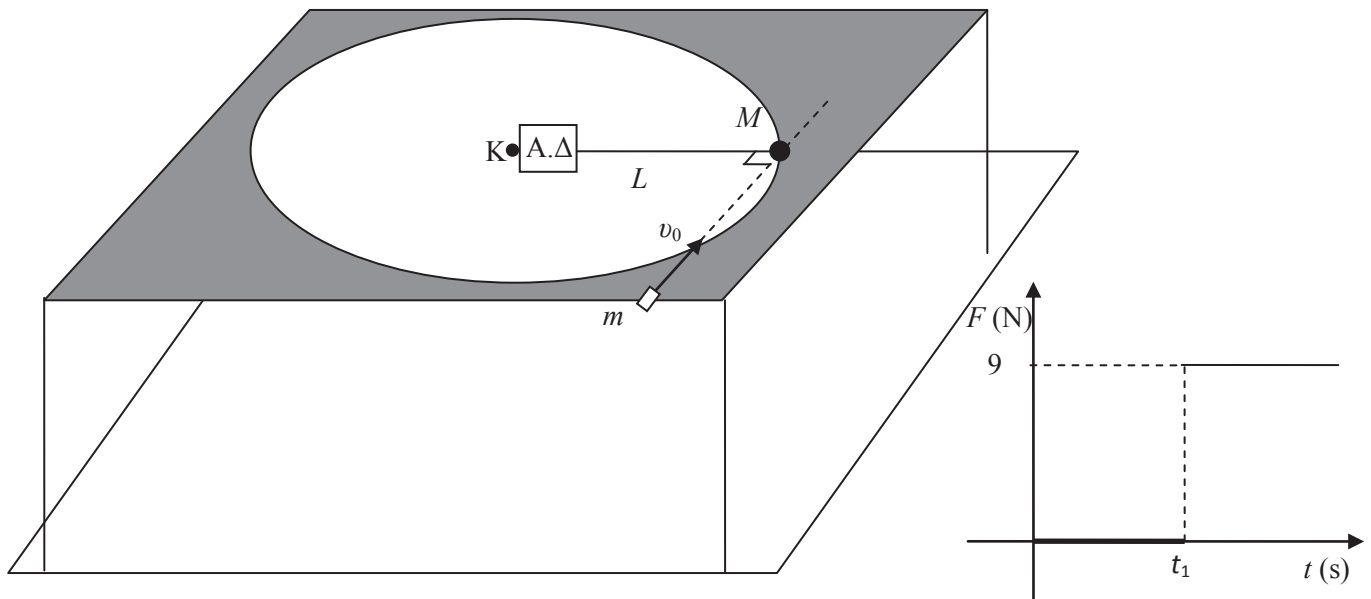
Δ4) Υπολογίστε το έργο της δύναμης του βάρους καθώς και την μέση ισχύ του βάρους από τη στιγμή που η μπάλα φεύγει από το χέρι του αθλητή μέχρι τη στιγμή που διέρχεται εφαπτομενικά από το φιλέ.

Μονάδες 7

Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$, ενώ θεωρείστε ότι η αντίσταση από τον αέρα είναι αμελητέα.

ΘΕΜΑ Δ

Πάνω σε ένα τραπέζι βρίσκεται ακίνητο σώμα μάζας $M = 3 \text{ kg}$ δεμένο με τη βοήθεια ενός αισθητήρα δύναμης (Α.Δ) από ένα σημείο Κ στην άκρη νήματος μήκους $L = 1 \text{ m}$ όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Κάποια στιγμή εκτοξεύουμε σώμα μάζας $m = 1 \text{ kg}$ που βρίσκεται στην άκρη του τραπεζιού και μπορεί να ολισθαίνει πάνω σε αυτό έχοντας συντελεστή τριβής $\mu = 0,4$ με ταχύτητα v_0 , η προέκταση της οποίας σχηματίζει γωνία 90° με το νήμα, οπότε το σώμα μάζας m σφηνώνεται στο σώμα μάζας M και σχηματίζεται συσσωμάτωμα. Το συσσωμάτωμα κινείται χωρίς τριβή στο τραπέζι. Τα δεδομένα από τον αισθητήρα δύναμης φαίνονται, επεξεργασμένα, στην ακόλουθη γραφική παράσταση.



Δ1) Εξηγήστε τι συμβαίνει τη χρονική στιγμή t_1 , κατά την οποία αλλάζει το μέτρο της δύναμης.

Μονάδες 4

Δ2) Υπολογίστε την ταχύτητα που αποκτά το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ3) Υπολογίστε την ταχύτητα του σώματος μάζας m λίγο πριν την κρούση καθώς και την ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική κατά την κρούση.

Μονάδες 8

Δ4) Αν η απόσταση που διανύει το σώμα μάζας m από τη θέση που εκτοξεύτηκε μέχρι τη θέση που συγκρούστηκε πλαστικά με το σώμα μάζας M είναι 2 m , υπολογίστε την ταχύτητα εκτόξευσης v_0 .

Μονάδες 8

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

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα μάζας $M = 4 \text{ kg}$ είναι δεμένο στην άκρη νήματος μήκους $L = 1 \text{ m}$ και ισορροπεί κατακόρυφα. Κάποια στιγμή ανυψώνουμε το σώμα, σε κατακόρυφη απόσταση $H = 45 \text{ cm}$ από την αρχική του θέση, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, και το αφήνουμε ελεύθερο.

Δ1) Υπολογίστε την ταχύτητα που έχει το σώμα μάζας M όταν περνά από την κατακόρυφο.

Μονάδες 5

Δ2) Τη στιγμή που το σώμα μάζας M διέρχεται από την κατακόρυφο, δεύτερο σώμα μάζας $m = 0,5 \text{ kg}$ κινούμενο οριζόντια και αντίθετα από το σώμα μάζας M σφηνώνεται σε αυτό, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί συσσωμάτωμα. Ποια πρέπει να είναι η ταχύτητα του σώματος μάζας m ώστε το συσσωμάτωμα να παραμείνει ακίνητο αμέσως μετά την κρούση;

Μονάδες 5

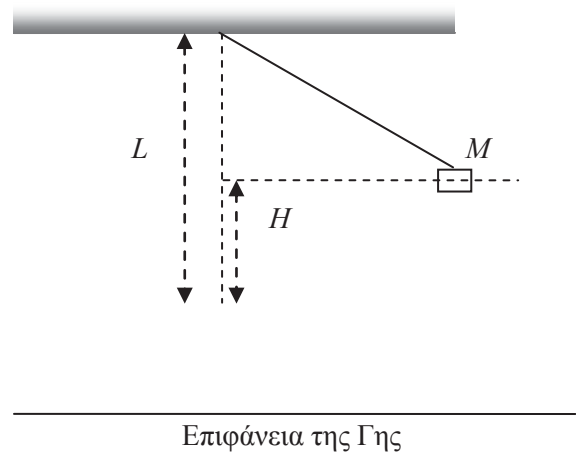
Δ3) Υπολογίστε τη μεταβολή του μέτρου της δύναμης που ασκεί το νήμα στο σώμα μάζας M και στο συσσωμάτωμα αμέσως πριν και αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 7

Δ4) Με ποια ταχύτητα θα πρέπει να κινείται το σώμα μάζας m πριν από την κρούση, ώστε το συσσωμάτωμα που θα προκύψει να κινηθεί αμέσως μετά την κρούση στην ίδια κατεύθυνση με αυτή που κινούταν το σώμα μάζας M πριν την κρούση και να φθάσει σε θέση που να σχηματίζει με την κατακόρυφο γωνία θ , για την οποία $\sin\theta = 0,8$;

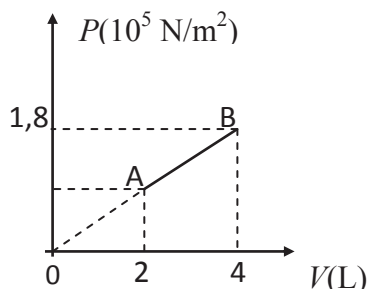
Μονάδες 8

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



ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου πραγματοποιεί την αντιστρεπτή μεταβολή AB του σχήματος από την κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B.



Δ1) Να βρεθεί η πίεση του αερίου στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογισθεί το παραγόμενο έργο.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογισθεί η θερμότητα που ανταλλάσσει το αέριο με το περιβάλλον.

Μονάδες 6

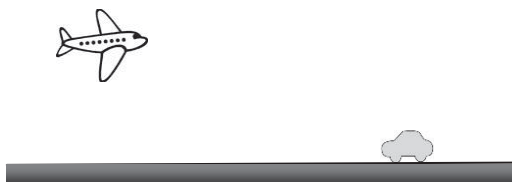
Δ4) Να βρεθεί πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μέση κινητική ενέργεια των μορίων στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας B από την αντίστοιχη στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας A.

Μονάδες 7

Δίνεται ότι: $C_V=3R/2$, όπου R είναι η σταθερά των ιδανικών αερίων και $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$

ΘΕΜΑ Δ

Αεροπλάνο κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 100 \text{ m/s}$ σε ύψος $h = 405 \text{ m}$ από το έδαφος. Στο έδαφος κινείται αντίρροπα όχημα με ταχύτητα μέτρου v_2 , στην ίδια διεύθυνση κίνησης με το αεροπλάνο. Όταν το αεροπλάνο απέχει από το όχημα οριζόντια απόσταση $s = 989 \text{ m}$, αφήνεται μια βόμβα. Η βόμβα αστοχεί γιατί το όχημα έχει προσπεράσει το σημείο επαφής της βόμβας με το έδαφος κατά $x = 1 \text{ m}$.



Δ1) Να υπολογισθεί ο χρόνος καθόδου της βόμβας μέχρι το έδαφος.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογισθεί η ταχύτητα του οχήματος.

Μονάδες 7

Δ3) Να υπολογισθεί το μέτρο της ταχύτητας της βόμβας τη στιγμή της πρόσκρουσης στο έδαφος.

Μονάδες 6

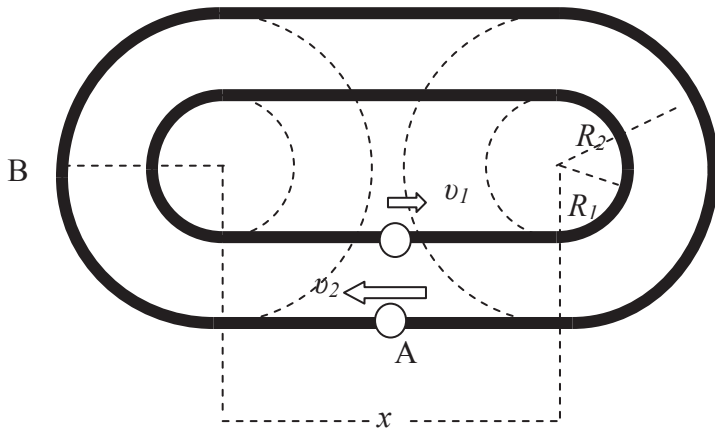
Δ4) Αν το όχημα κινούταν με ταχύτητα ίσου μέτρου με αυτή που υπολογίστηκε στο Δ2 αλλά ομόρροπα με το αεροπλάνο, σε ποια οριζόντια απόσταση s' έπρεπε ο πιλότος να αφήσει τη βόμβα, ώστε αυτή να πετύχει το όχημα;

Μονάδες 6

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης είναι: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Στο σχήμα φαίνεται η κάτοψη ενός στίβου. Οι στροφές είναι ημιπεριφέρειες κύκλων. Ο αθλητής (1) τρέχει στον εσωτερικό διάδρομο με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 5 \text{ m/s}$ και ο αθλητής (2) στον εξωτερικό διάδρομο με ταχύτητα μέτρου $v_2 = 6 \text{ m/s}$. Τα μήκη των ακτίνων των ημιπεριφερειών των κύκλων είναι $R_1 = 20 \text{ m}$ και $R_2 = 30 \text{ m}$. Το μήκος του ευθυγράμμου τμήματος είναι $x = 100 \text{ m}$.



Δ1) Να βρεθεί πόσο χρόνο χρειάζεται ο αθλητής (1) για να διανύσει το τμήμα της μίας ημιπεριφέρειας.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί γωνιακή ταχύτητα του αθλητή (2) καθώς τρέχει στα ημικυκλικά τμήματα της διαδρομής του.

Μονάδες 5

Δ3) Να βρεθεί πόσο χρόνο χρειάζεται κάθε αθλητής για να κάνει μία περιφορά του σταδίου.

Μονάδες 8

Δ4) Να βρεθεί το μέτρο της μεταβολής της ταχύτητας του αθλητή (2) για την μετακίνηση από το σημείο A στο σημείο B του διαδρόμου που τρέχει.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα Α μάζας 2 kg κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 12 \text{ m/s}$ και συγκρούεται με ακίνητο σώμα Β. Μετά την κρούση τα δύο σώματα κινούνται σαν ένα σώμα με την ίδια ταχύτητα. Κατά τη κρούση αυτή, το σώμα Α σώμα χάνει το 75% της κινητικής του ενέργειας.

Δ1) Να υπολογισθεί το μέτρο της ταχύτητας των δύο σωμάτων μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί η μάζα του σώματος Β.

Μονάδες 6

Δ3) Να βρεθεί η μεταβολή του μέτρου της ταχύτητας και το μέτρο της μεταβολής της ορμής του σώματος Α.

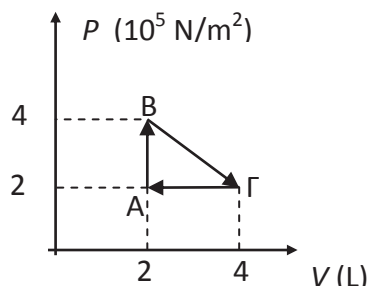
Μονάδες 6

Δ4) Αν τα δύο σώματα μετά την κρούση δεν είχαν την ίδια ταχύτητα, αλλά το σώμα Α εκινείτο ομόρροπα με την αρχική κατεύθυνση κίνησής και με ταχύτητα μέτρου $v_1' = 1 \text{ m/s}$, ποια θα ήταν η ταχύτητα του σώματος Β (μέτρο και κατεύθυνση);

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Ορισμένη ποσότητα ιδανικού αερίου πραγματοποιεί την αντιστρεπτή κυκλική μεταβολή ΑΒΓΑ του σχήματος. Η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας Β ισούται με $T_B = 400 \text{ K}$.



Δ1) Να αποδείξετε ότι τα σημεία Β και Γ του διπλανού διαγράμματος βρίσκονται στην ίδια ισόθερμη καμπύλη.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογισθεί το καθαρό ποσό θερμότητας που απορροφά το αέριο κατά τη διάρκεια της κυκλικής μεταβολής.

Μονάδες 7

Δ3) Να υπολογίσετε το έργο W που παράγεται από το αέριο κατά τη μεταβολή ΒΓ.

Μονάδες 6

Δ4) Ποια είναι η απόδοση μιας μηχανής Carnot που λειτουργεί μεταξύ των θερμοκρασιών που προσδιορίζουν οι ισόθερμες που διέρχονται από τα σημεία Α και Β της κυκλικής μεταβολής ΑΒΓΑ;

Μονάδες 6

Δίνεται ότι: $C_V = 3R/2$, όπου R είναι η σταθερά των ιδανικών αερίων και $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$