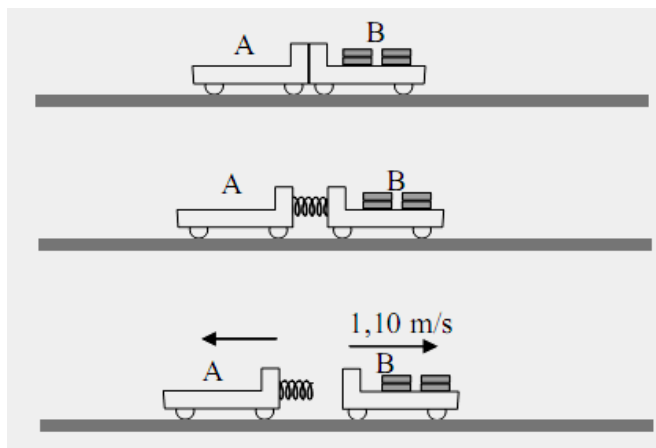


Προβλήματα

σε

Ορμή - Κρούσεις

1. Στο σχήμα φαίνονται δύο όμοια τρόλεϊ. Αρχικά τα δύο τρόλεϊ είναι σε επαφή και ακίνητα πάνω σε οριζόντιο διάδρομο, στον οποίο θεωρούμε ότι οι τριβές είναι αμελητέες. Ένα αβαρές ελατήριο το οποίο είναι ενσωματωμένο στο ένα τρόλεϊ ελευθερώνεται εκτοξεύοντας τα δύο τρόλεϊ προς αντίθετες κατευθύνσεις.



α. Να βρείτε την ολική ορμή του συστήματος των δύο τρόλεϊ καθώς απομακρύνεται το ένα από το άλλο. Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

β. Η μάζα του κάθε τρόλεϊ είναι $0,970\text{ kg}$. Το τρόλεϊ Β το οποίο είναι επιπλέον φορτωμένο με 4 βαρίδια συνολικής μάζας $0,398\text{ kg}$ απομακρύνεται με ταχύτητα

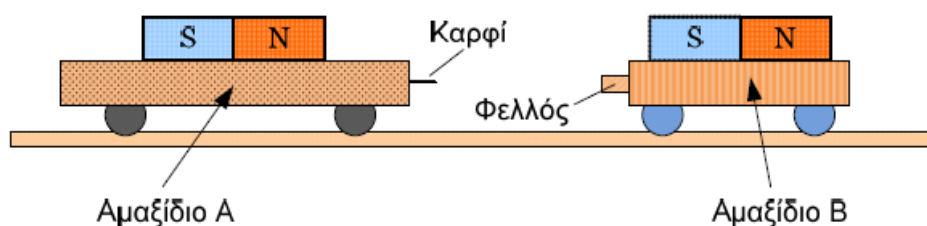
$1,10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του τρόλεϊ Α.

γ. Να βρείτε την ελαστική δυναμική ενέργεια η οποία ήταν αποθηκευμένη στο ελατήριο πριν την ελευθέρωσή του. Να γράψετε την παραδοχή που κάνετε για τον υπολογισμό αυτό.

δ. Να περιγράψετε μια πειραματική διαδικασία με την οποία θα υπολογίσετε με ακρίβεια την ταχύτητα του κάθε τρόλεϊ μόλις αυτά διαχωριστούν.

2009

2. Δύο ισχυροί ραβδόμορφοι μαγνήτες στερεώνονται πάνω σε δύο ξύλινα αμαξίδια, Α και Β, τα οποία βρίσκονται πάνω σε ένα οριζόντιο διάδρομο, όπως φαίνεται στο Σχήμα. Τα αμαξίδια βρίσκονται ακίνητα σε αρκετή απόσταση μεταξύ τους, έτσι ώστε οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μαγνητών να είναι, αρχικά, αμελητέες. Δίνουμε στο Α αρχική ταχύτητα, μέτρου $1,5\text{ m/s}$, προς τα δεξιά, και το αφήνουμε ελεύθερο.



Η συνολική μάζα του αμαξιδίου Α μαζί με το μαγνήτη του είναι 800 g και η αντίστοιχη του αμαξιδίου Β είναι 400 g. Οι αντιστάσεις του αέρα και οι τριβές είναι αμελητέες.

α. Να εξηγήσετε γιατί, από τη στιγμή που αφήσαμε το αμαξίδιο Α ελεύθερο, το σύστημα των δύο αμαξιδίων είναι και θα παραμείνει μονωμένο.

β. Να υπολογίσετε την ορμή του συστήματος των δύο αμαξιδίων.

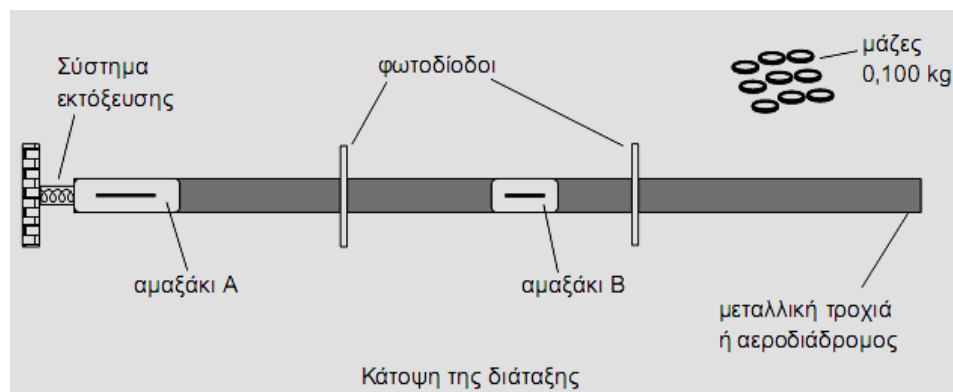
γ. Κάποια στιγμή, πριν από τη σύγκρουση των δύο αμαξιδίων, το αμαξίδιο Α έχει ταχύτητα μέτρου 1,6 m/s. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του αμαξιδίου Β την ίδια χρονική στιγμή.

δ. Τελικά, τα αμαξίδια συγκρούονται και γίνονται ένα συσσωμάτωμα. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος.

ε. Θεωρούμε ως θέση μηδέν τη θέση του κέντρου μάζας του συσσωματώματος τη στιγμή της σύγκρουσης. Να βρείτε πού βρισκόταν το κέντρο μάζας 0,1 s πριν από τη σύγκρουση.

2011

3. Μια ομάδα μαθητών μελετά πειραματικά την εξάρτηση της ταχύτητας δύο αμαξιών από τις μάζες τους, μετά από μια ελαστική κρούση. Η διάταξη που χρησιμοποιούν οι μαθητές φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Οι μαθητές εκτοξεύουν το αμαξάκι Α προς το αμαξάκι Β το οποίο είναι αρχικά ακίνητο. Επαναλαμβάνουν το πείραμά τους αυξάνοντας τη μάζα m_B του αμαξιού Β κατά 0,100 kg κάθε φορά.

Η ταχύτητα του αμαξιού Α πριν την κρούση ήταν πάντα $u_A = 0,150$ m/s.

Η μάζα του αμαξιού Α ζυγίστηκε και βρέθηκε να είναι $m_A = 0,950$ kg.

Οι ταχύτητες των αμαξιών Α και Β, V_A και V_B αντίστοιχα, μετά την κρούση, καταγράφονταν από τις φωτοδιόδους.

Ο πίνακας με τις μετρήσεις που πήραν οι μαθητές φαίνεται πιο κάτω.

m_B (kg)	0,450	0,550	0,650	0,750	0,850	0,950	1,050	1,150	1,250	1,350
V_A (m/s)	0,054	0,040	0,028	0,018	0,008	0,000	-0,008	-0,014	-0,021	-0,026
V_B (m/s)	0,204	0,190	0,178	0,168	0,158	0,150	0,143	0,136	0,130	0,124

α. Να περιγράψετε την κίνηση των δύο αμαξιών μετά την κρούση, συγκρίνοντας τις ταχύτητές τους με την αρχική ταχύτητα v_A του αμαξιού Α:

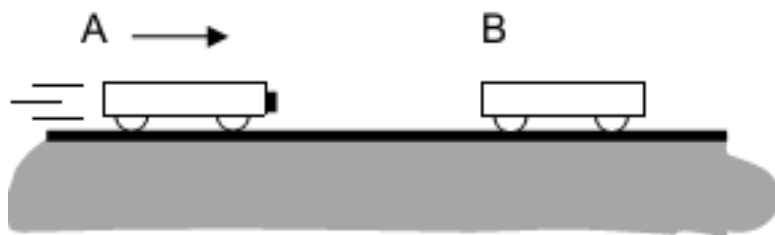
- i. όταν η μάζα m_B είναι μεγαλύτερη από τη μάζα m_A .
- ii. όταν οι μάζες των δύο αμαξιών είναι ίσες.
- iii. όταν η μάζα m_B είναι μικρότερη από τη μάζα m_A .

β. Να χρησιμοποιήσετε μια οποιαδήποτε στήλη από τα δεδομένα των μαθητών για να επιβεβαιώσετε ότι διατηρείται σταθερή:

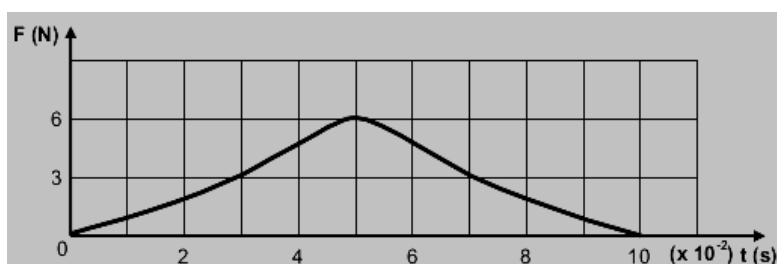
- i. η ορμή του συστήματος και
- ii. η κινητική ενέργεια του συστήματος.

2012

4. Δύο όμοια εργαστηριακά αμαξάκια μάζας 0,450 kg το καθένα συγκρούονται, όπως δείχνει το σχήμα. Το αμαξάκι Β είναι αρχικά ακίνητο. Μετά τη σύγκρουσή τους τα αμαξάκια ενώνονται και κινούνται μαζί.



Η δύναμη που δέχεται το αμαξάκι Β κατά τη σύγκρουση φαίνεται στην πιο κάτω γραφική παράσταση.



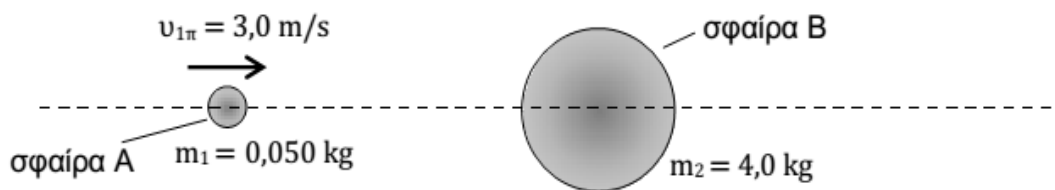
- α. Να αναφέρετε ποιο φυσικό μέγεθος αντιπροσωπεύει το εμβαδόν που περικλείεται μεταξύ της καμπύλης και του άξονα του χρόνου.
- β. Να υπολογίσετε το εμβαδόν που έχει το κάθε τετραγωνάκι στη γραφική παράσταση.
- γ. Με βάση τις απαντήσεις σας στα πιο πάνω ερωτήματα, να υπολογίσετε κατά προσέγγιση τη μεταβολή της ταχύτητας του αμαξιού Β.
- δ. Το σύστημα των δύο αμαξιών είναι μονωμένο. Να υπολογίσετε την αρχική ταχύτητα του αμαξιού

2013

5. Σας ζητείται να μελετήσετε τόσο θεωρητικά όσο και πειραματικά την κεντρική ελαστική κρούση μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής μάζας.

Α. Για τη θεωρητική μελέτη δίνεται το πιο κάτω μοντέλο:

Μια μικρή σφαίρα Α, μάζας $m_1 = 0,050 \text{ kg}$, συγκρούεται κεντρικά με μια ακίνητη σφαίρα Β, μάζας $m_2 = 4 \text{ kg}$.



Πριν την κρούση η σφαίρα Α κινείται με ταχύτητα $u_{1π} = 3 \text{ m/s}$ ενώ η σφαίρα Β είναι ακίνητη.

Οι ταχύτητες των δύο σφαιρών Α και Β μετά την κρούση δίνονται αντίστοιχα από τις εξισώσεις

$$v_{1μ} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_{1π}$$

$$v_{2μ} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_{1π}$$

Να χρησιμοποιήσετε τις εξισώσεις και τα δεδομένα που σας δίνονται για να:

- α. Υπολογίσετε την ταχύτητα της κάθε σφαίρας μετά την κρούση.
- β. Περιγράψετε την κίνηση των δύο σφαιρών μετά την ελαστική τους κρούση, συγκρίνοντας τις ταχύτητές τους με την αρχική ταχύτητα της σφαίρας Α.

Β. Για την πειραματική μελέτη της ελαστικής κρούσης μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής μάζας, σας ζητείται να χρησιμοποιήσετε υλικά του εργαστηρίου Φυσικής, για να σχεδιάσετε ένα πείραμα που να προσομοιάζει με το θεωρητικό μοντέλο.

α. Να σχεδιάσετε την πειραματική διάταξη που θα χρησιμοποιήσετε και να ονομάσετε τα διάφορα μέρη της.

β. Να γράψετε δύο δυσκολίες που θα συναντήσετε, ώστε να πετύχετε πειραματικά την ίδια ακριβώς ελαστική κρούση που μελετήσατε στο πιο πάνω θεωρητικό μοντέλο.

2014

6. α. Να διατυπώσετε την αρχή διατήρησης της ορμής

β. Ένα εκκρεμές του οποίου η μάζα είναι από πηλό αφήνεται ελεύθερο να κτυπήσει κεντρικά στο πίσω μέρος ενός ακίνητου εργαστηριακού αμαξιού, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Στο σύστημα δεν υπάρχουν εξωτερικές τριβές.



Αμέσως μετά την κρούση, η σφαίρα του εκκρεμούς παραμένει ακίνητη στην κατακόρυφη θέση. Να χρησιμοποιήσετε τα δεδομένα του πιο κάτω πίνακα για να αποδείξετε ότι η ταχύτητα του αμαξιού μετά την κρούση είναι $0,450 \text{ m/s}$.

μήκος εκκρεμούς	αρχική γωνία εκκρεμούς	τελική γωνία εκκρεμούς	μάζα του αμαξιού	μάζα εκκρεμούς
1,00 m	30°	0°	1,800 kg	0,500 kg

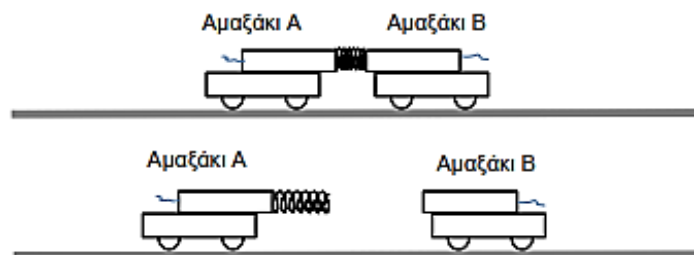
γ. Το εκκρεμές αντικαθίσταται από ένα άλλο το οποίο έχει το ίδιο μήκος, την ίδια μάζα αλλά η σφαίρα του είναι από ατσάλι. Ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως προηγουμένως. Η σφαίρα από ατσάλι μετά την κρούση οπισθοδρομεί και το αμαξάκι κινείται με ταχύτητα $0,632 \text{ m/s}$.

Να εξηγήσετε γιατί το αμαξάκι αποκτά μεγαλύτερη ορμή όταν συγκρούεται με την ατσάλινη σφαίρα, παρά με τη σφαίρα από πηλό.

δ. Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους η τιμή της ταχύτητας του αμαξιού η οποία θα μετρηθεί πειραματικά, πιθανόν να διαφέρει από τη θεωρητική τιμή που υπολογίσατε στο ερώτημα (β).

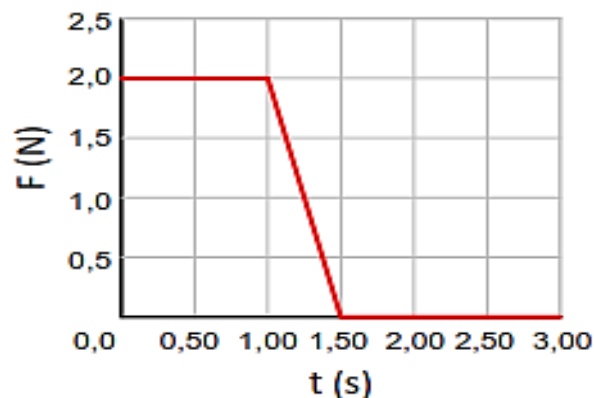
2015

7. Στο σχήμα φαίνονται δύο πανομοιότυπα εργαστηριακά αμαξάκια. Πάνω σε κάθε αμαξάκι είναι στερεωμένος ένας αισθητήρας δύναμης. Αρχικά τα δύο αμαξάκια κρατιούνται ακίνητα πάνω σε οριζόντιο διάδρομο στον οποίο θεωρούμε ότι οι τριβές είναι αμελητέες. Ένα αβαρές ιδανικό ελατήριο το οποίο είναι ενσωματωμένο στον ένα αισθητήρα ελευθερώνεται τη χρονική στιγμή $t = 1,00 \text{ s}$, εκτοξεύοντας τα δύο αμαξάκια προς αντίθετες κατευθύνσεις.



α. Να εξηγήσετε γιατί τα αμαξάκια θα κινηθούν με ίσες κατά μέτρο ταχύτητες.

β. Η δύναμη που καταγράφει ο αισθητήρας που είναι στερεωμένος στο αμαξάκι Β δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Οι απαντήσεις σας στα πιο κάτω ερωτήματα να δοθούν με το σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

i. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της ορμής του αμαξιού Β.

ii. Να υπολογίσετε την ταχύτητα που αποκτά το αμαξάκι Β αν η μάζα του είναι $0,550 \text{ kg}$ και η μάζα του αισθητήρα δύναμης είναι $0,450 \text{ kg}$.

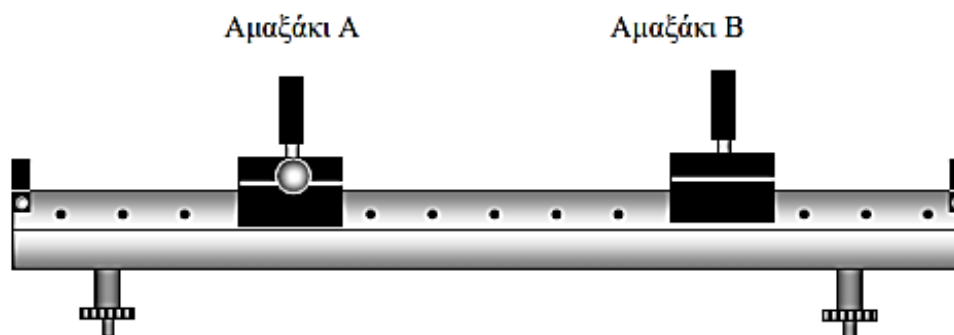
iii. Να υπολογίσετε την ελαστική δυναμική ενέργεια του ελατηρίου πριν την ελευθέρωσή του.

γ. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του κέντρου μάζας του συστήματος τη χρονική στιγμή $t = 3,00 \text{ s}$.

2016

8. α. Να αναφέρετε δύο διαφορές μεταξύ ελαστικής και πλαστικής κρούσης.

β. Σε μια πειραματική δραστηριότητα δύο αμαξάκια A και B είναι τοποθετημένα ακίνητα σε αεροδιάδρομο (δεν υπάρχουν τριβές). Το αμαξάκι A μάζας $0,200 \text{ kg}$, επιταχύνεται από την ηρεμία μέσω οριζόντιας δύναμης $3,00 \text{ N}$ η οποία δρα προς τα δεξιά για χρονικό διάστημα $0,150 \text{ s}$.



i. Να δείξετε ότι η ταχύτητα του αμαξιού A μετά την απομάκρυνση της δύναμης είναι $2,25 \text{ m/s}$.

ii. Στη συνέχεια το αμαξάκι A συγκρούεται με το ακίνητο αμαξάκι B.

Ενώνονται μαζί και κινούνται με ταχύτητα $1,20 \text{ m/s}$ προς τα δεξιά. Να δείξετε ότι η μάζα του αμαξιού B είναι $0,175 \text{ kg}$.

γ. Ένα άλλο πείραμα χρησιμοποιείται για να μελετηθεί η ελαστική κρούση. Οι αρχικές συνθήκες για την επιτάχυνση του αμαξιού A είναι οι ίδιες όπως στο ερώτημα (β). Εάν οι ταχύτητες των αμαξιών A και B μετά την κρούση είναι $0,15 \text{ m/s}$ και $2,40 \text{ m/s}$ αντίστοιχα προς τα δεξιά, να δείξετε ότι η κρούση είναι ελαστική.

δ. Να εξηγήσετε αν υπάρχει περίπτωση σε ένα άλλο πείραμα, τα δύο αμαξάκια A και B να έχουν συνολική ορμή μηδέν αλλά μη μηδενική συνολική κινητική ενέργεια.

2017