

ΟΡΜΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΜΕ ΤΕΣΣΕΡΑ ΕΙΚΟΝΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Κακοδήμος Λάμπρος
Φυσικός
Γυμνάσιο-Λύκειο Παλαίρου

Τσοβόλας Σπύρος
Φυσικός, Επιμορφωτής ΤΠΕ
stsovol@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σενάριο κατασκευάστηκε από ομάδα εκπαιδευτικών στα πλαίσια της ενδοσχολικής επιμόρφωσης. Επιδιώκεται η εισαγωγή και οικοδόμηση της έννοιας/μέγεθος ορμή. Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να είναι εφικτή και είναι προτιμότερο να γίνει στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Αν υπάρχει αεροδιάδρομος και καροτσάκια μπορεί να επιλεγεί η προσέγγιση του προγράμματος PSSC. Το εικονικό εργαστήριο που κατασκευάστηκε δεν υποκαθιστά το πραγματικό, αλλά αποτελεί ένα ακόμη εφόδιο για το διδάσκοντα. Πλεονεκτεί σε σχέση με το κανονικό εργαστήριο στα εξής σημεία:

- εξασφαλίζει μεγάλο κέρδος χρόνου
- παρέχει πολλαπλές αναπαραστάσεις (διανύσματα, γραφικές παραστάσεις, στιγμιαίες τιμές, προσομοίωση με ελεγχόμενο ρυθμό εξέλιξης)
- επιτρέπει επανάληψη ενός πειράματος με ακριβώς τις ίδιες αρχικές συνθήκες
- επιτρέπει τη μελέτη ακραίων καταστάσεων (π.χ. πολύ μεγάλη μάζα)

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Ορμή, διατήρηση ορμής, κρούση, εκτόξευση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σενάριο αποτελείται από τέσσερις δραστηριότητες. Στην πρώτη γίνεται μελέτη της πλαστικής κρούσης και προσπάθεια θεμελίωσης της έννοιας «ορμή». Στη δεύτερη γίνεται μελέτη της εκτόξευσης και προσπάθεια σύνδεσης της διατήρησης της ορμής με το αξίωμα δράσης- αντίδρασης. Στην τρίτη δραστηριότητα γίνεται μελέτη της ελαστικής κρούσης κυρίως σε ειδικές καταστάσεις και στην τέταρτη προσομοιώνονται δύο φαινόμενα και ο μαθητής καλείται να ελέγξει την διατήρηση της ορμής.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΠΡΩΤΗ: Η ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΚΡΟΥΣΗ

Δύο αυτοκίνητα κινούνται σε οριζόντιο δρόμο και συγκρούονται πλαστικά. Ο μαθητής έχει την δυνατότητα να καθορίζει τις αρχικές συνθήκες (μάζες και ταχύτητες).

ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΚΡΟΥΣΗ

θετική φορά ->

Ταχύτητες πριν την κρούση v_1 v_2

Συσσωμάτωμα $V = 10.00$

$v_1 = 20.00$ $v_2 = 0.00$
 $m_1 = 4.00$ $m_2 = 4.00$

Τρέξτε το μοντέλο αφού δώσετε αρχικές τιμές σε μάζες και ταχύτητες

Ελεγχος
 $t = 26.50$
 0 40
 < > << >> < > << >>
 Επιστολή...

Αρχικές συνθήκες

Παράμετροι

	# 1
x_0	100.00
v_1	20.00
v_2	0.00
m_1	4.00
m_2	4.00

Οι μαθητές καλούνται να εργαστούν με το εικονικό εργαστήριο πριν διδαχθούν την αντίστοιχη ενότητα. Το φύλλο εργασίας είναι δομημένο ώστε να κατευθύνει το μαθητή σε μια νοητική διαδρομή προκειμένου να εξάγει το μέγεθος ορμή. Σε πρώτη φάση το ένα αυτοκίνητο είναι ακίνητο. Στο κινούμενο αλλάζουμε την ταχύτητα και καταγράφουμε τις τιμές της ταχύτητας του συσσωματώματος. Η μελέτη του πίνακα δίνει μια αναλογία. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία αλλά αλλάζοντας τη μάζα του κινούμενου αυτοκινήτου. Η σχέση με την ταχύτητα δεν είναι αναλογία μιας και αλλάζει η μάζα του συσσωματώματος. Η ποιοτική μεταβολή όμως φαίνεται πολύ εύκολα: αυξάνοντας τη μάζα του κινούμενου αυτοκινήτου αυξάνεται η ταχύτητα του συσσωματώματος. Με τους δύο πίνακες μετρήσεων ο μαθητής καλείται να εξάγει το συμπέρασμα ότι είτε αυξήσουμε τη μάζα είτε την ταχύτητα του κινούμενου αυτοκινήτου η ταχύτητα του συσσωματώματος αυξάνεται. Για να εξασφαλιστεί η συμμετοχή του ακίνητου αυτοκινήτου στη διαδικασία σύγκρουσης ο μαθητής καλείται να συμπληρώσει έναν τρίτο πίνακα μετρήσεων στον οποίο αυξάνεται η μάζα του ακίνητου. Τέλος στην κρίσιμότερη δραστηριότητα ο μαθητής καλείται να επιλέξει κατάλληλες μάζες και ταχύτητες ώστε το συσσωμάτωμα να ακινητοποιηθεί μετά την σύγκρουση.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Πλαστική κρούση

Ονοματεπώνυμο

Τάξη Ημ/νία Λογισμικό Modellus

Οδηγίες

Ανοίξτε το αρχείο krousipl.mdl . Στο περιβάλλον του προγράμματος αναγνωρίσετε δύο αυτοκίνητα που θα κινηθούν σε οριζόντιο δρόμο χωρίς τριβές.

Από το παράθυρο «έλεγχος» τρέξτε το πρόγραμμα. Αναγνωρίστε τι παριστάνουν τα διανύσματα, οι γραφικές παραστάσεις και ότι άλλο υπάρχει στην οθόνη σας. Σε περίπτωση μη κατανόησης κάποιας ένδειξης ή λειτουργίας ζητήστε την βοήθεια του διδάσκοντα.

Εργασία πρώτη

Στο παράθυρο αρχικών συνθηκών, αλλάζοντας τιμές σε μάζες και ταχύτητες των δύο αυτοκινήτων, κατασκευάστε τον παρακάτω πίνακα.

m1	v1	m2	v2	Μάζα Συσσωμα- τώματος	Ταχύτητα Συσσωμα- τώματος	Συμπεράσματα Αυξάνοντας την ταχύτητα του κινούμενου σώματος ταχύτητα του συσσωματώματος
1	10	1	0			
1	20	1	0			
1	30	1	0			
1	100	1	0			
1	20	1	0			Αυξάνοντας τη μάζα του κινούμενου σώματος συσσωματώματος
2	20	1	0			
3	20	1	0			
100	20	1	0			
1	20	1	0			Αυξάνοντας τη μάζα του ακίνητου σώματος η ταχύτητα του
1	20	2	0			
1	20	3	0			
1	20	10	0			

Γενικότερα συμπεράσματα από τη μελέτη του πίνακα

.....

Εργασία τρίτη

Δώστε κατάλληλες τιμές σε μάζα ή ταχύτητα στα αυτοκίνητα ώστε το συσσωμάτωμα μετά την κρούση να ακινητοποιηθεί.

M1	v1	γινόμενο m1 * v1		m2	v2	γινόμενο m2 * v2
1	20			2		
2	20			1		
	10			2	-30	
5	20			4		

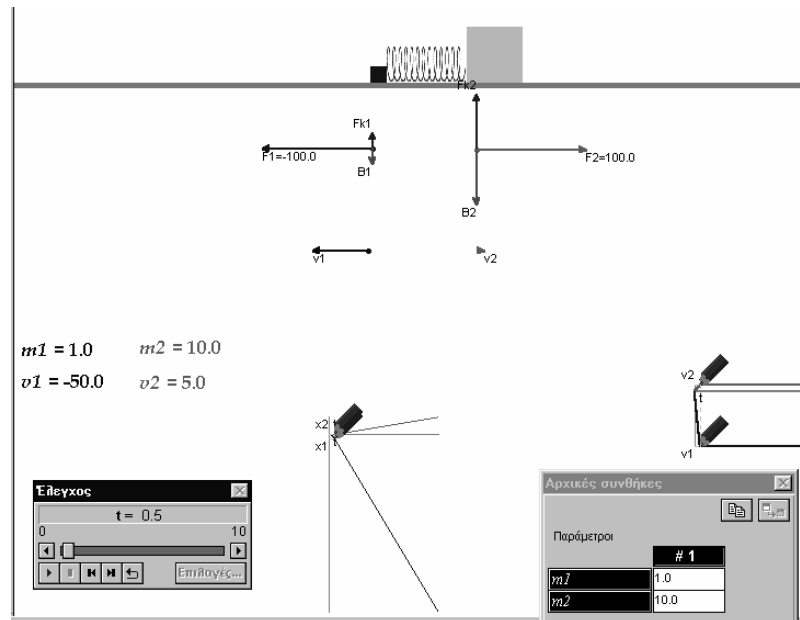
1				2	-20	
---	--	--	--	---	-----	--

Μελετήστε τον πίνακα και συζητήστε τα συμπεράσματά σας

Γενικότερα συμπεράσματα από τη μελέτη των προηγούμενων πινάκων

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΔΕΥΤΕΡΗ: ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΟΡΜΗΣ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΑΤΗΡΙΟ-ΜΑΖΑ

Το σύστημα ελατήριο – μάζα μπορεί να μελετηθεί για να προετοιμάσει το έδαφος στην την διαπραγμάτευση της αρχής κίνησης των πυραύλων. Έτσι ο μαθητής έχει τη δυνατότητα: α) Να μελετήσει τη διαδικασία εκτόξευσης και τις δυνάμεις που δέχονται τα σώματα από το ελατήριο. Συνδέεται έτσι ευκολότερα η διατήρηση ορμής με το αξίωμα δράσης – αντίδρασης. β) να δοκιμάσει πιο ακραίες καταστάσεις δηλ η μία μάζα να γίνει πολύ μεγαλύτερη από την άλλη. Στο μοντέλο αυτό η διάρκεια αποσυμπίεσης του ελατηρίου είναι αρκετά μικρή, η δύναμη τέθηκε σταθερή και θα πρέπει ο διδάσκων να επαγρυπνήσει για πιθανές παρανοήσεις (είναι στην ευχέρειά του να τροποποιήσει το νόμο της δύναμης). Η μελέτη του φαινομένου μπορεί να συνδυαστεί με την πλαστική κρούση για εισαγωγή στην έννοια της ορμής. Αυτό αποτυπώνεται και στο προτεινόμενο φύλλο εργασίας.



ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Σύστημα ελατήριο - μάζα

Ονοματεπώνυμο

Τάξη Ημ/νία Λογισμικό Modellus

Οδηγίες

Ανοίξτε το αρχείο ektox.mdl . Στο περιβάλλον του προγράμματος αναγνωρίσετε δύο σώματα και ένα συμπιεσμένο ελατήριο πάνω σε λείο και οριζόντιο δάπεδο.

Από το παράθυρο «έλεγχος» τρέξτε το πρόγραμμα ώστε να ελευθερωθεί το ελατήριο και να εκτινάξει τα δύο σώματα. . Αναγνωρίστε τι παριστάνουν τα διανύσματα, οι γραφικές παραστάσεις και ότι άλλο υπάρχει στην οθόνη σας. Λάβετε υπόψη σας τις αντιστοιχίες χρωμάτων στα αντικείμενα. Σε περίπτωση μη κατανόησης κάποιας ένδειξης ή λειτουργίας ζητήστε την βοήθεια του διδάσκοντα.

Εργασία πρώτη

Στο παράθυρο αρχικών συνθηκών (Παράθυρο – αρχικές συνθήκες) δώστε ίσες μάζες $m_1=m_2=1$ και τρέξτε το μοντέλο

Παρατηρήστε την κίνηση των δύο σωμάτων. Περιγράψτε με δικά σας λόγια το φαινόμενο από την εκκίνηση μέχρι τον τερματισμό δηλαδή τι ακριβώς έχει συμβεί. Από το παράθυρο έλεγχος μπορείτε να δείτε πάλι βήμα- βήμα το φαινόμενο από την αρχή μέχρι το τέλος.

Εργασία δεύτερη

Στο παράθυρο αρχικών συνθηκών δώστε μάζα $m_2=2$ και $m_1=1$

Τρέξτε το μοντέλο και παρατηρήστε την προσομοίωση. Αν χρειαστεί ξανατρέξτε το μοντέλο και παρατηρήστε τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα καθώς και τα υπόλοιπα μεγέθη που αναπαριστώνται στην οθόνη σας.

Ποια μεγέθη άλλαξαν σχετικά με την προηγούμενη περίπτωση;

Ποια από αυτά πιστεύετε ότι επηρεάζουν την κίνηση των δύο σωμάτων;

Εξηγήστε γιατί το ελατήριο έμεινε ακίνητο

Στο παράθυρο αρχικών συνθηκών δώστε μάζα $m_2=1$ και $m_1=2$

Επιβεβαιώστε τη συμμετρία του φαινομένου

Εργασία τρίτη

Αλλάζοντας τιμές των δύο μαζών (με σταθερά $k=100$) κατασκευάστε τον παρακάτω πίνακα.

m1	v1	Σχέση1 γινόμενο $m_1 * v_1$	Σχέση2 πηλίκο m_1 / v_1	Άλλη ενδιαφέ- ρουσα σχέση μεταξύ m_1, v_1	m2	v2	Σχέση1 γινόμενο $m_2 * v_1$	Σχέση2 πηλίκο m_2 / v_2	Άλλη ενδιαφέ- ρουσα σχέση μεταξύ m_2, v_2
1					1				
2					2				
3					3				

4					4				
5					5				
10					10				
100					100				

Μελετήστε τον πίνακα και συζητήστε τα συμπεράσματά σας

Εργασία τέταρτη

Αλλάζοντας τιμές των δύο μαζών (με σταθερά $k=200$) κατασκευάστε τον πίνακα

m1	v1	Σχέση1 γινόμενο $m1 * v1$	Σχέση2 πηλίκο $m1 / v1$	Άλλη ενδιαφέ- ρουσα σχέση μεταξύ $m1, v1$	m2	v2	Σχέση1 γινόμενο $m2 * v1$	Σχέση2 πηλίκο $m2 / v2$	Άλλη ενδιαφέ- ρουσα σχέση μεταξύ $m2, v2$
1					1				
2					1				
3					1				
4					1				
5					1				
10					1				
100					1				

Μελετήστε τον πίνακα και συζητήστε τα συμπεράσματά σας

Γενικότερα συμπεράσματα από τη μελέτη των προηγούμενων πινάκων

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΡΙΤΗ: ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΚΡΟΥΣΗ

Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές καλούνται να επιβεβαιώσουν τα αποτελέσματα της ελαστικής κρούσης. Κυρίως να μελετήσουν τρεις ακραίες καταστάσεις.

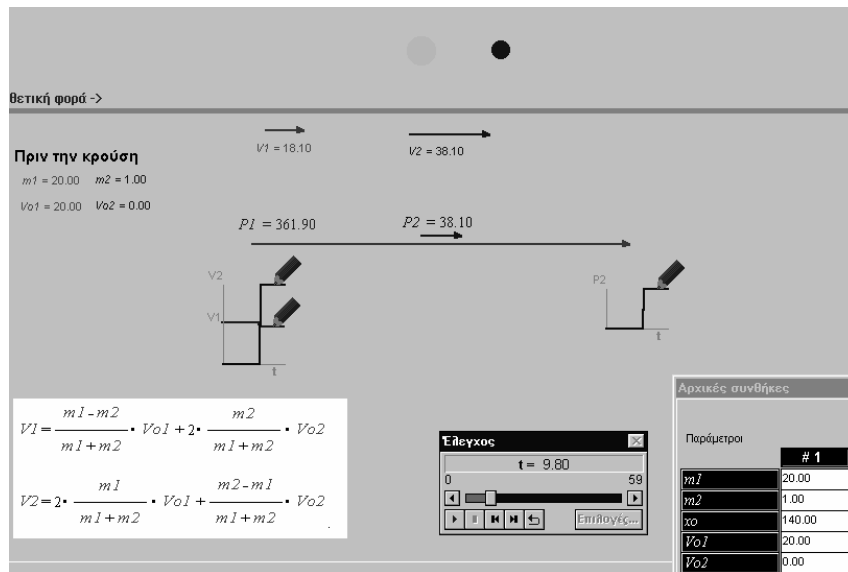
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ **Ελαστική κρούση**

Ονοματεπώνυμο

Τάξη Ημ/νία Λογισμικό Modellus

Οδηγίες

Ανοίξτε το αρχείο elast.mdl . Στο περιβάλλον του προγράμματος αναγνωρίσετε δύο ελαστικές μπάλες που θα κινηθούν σε οριζόντιο δρόμο χωρίς τριβές .



Από το παράθυρο «έλεγχος» τρέξτε το πρόγραμμα. Αναγνωρίστε τι παριστάνουν τα διανύσματα, οι γραφικές παραστάσεις και ότι άλλο υπάρχει στην οθόνη σας. Σε περίπτωση μη κατανόησης κάποιας ένδειξης ή λειτουργίας ζητήστε την βοήθεια του διδάσκοντα. Οι αναγραφόμενοι τύποι δίνουν τις ταχύτητες των σωμάτων μετά την ελαστική κρούση. Οι ενδείξεις $m1$, v_{o1} , $V1$, $P1$ αντιστοιχούν στην πράσινη μπάλα και οι $m2$, v_{o2} , $V2$, $P2$ στην μπλε μπάλα.

Εργασία πρώτη

Αν δύο σώματα ελαστικά με ίσες μάζες συγκρουστούν και το ένα είναι ακίνητο τότε

Το κινούμενο θα

Το ακίνητο θα κινηθεί με ταχύτητα

Επιβεβαιώστε

Στο παράθυρο αρχικών συνθηκών (Παράθυρο – αρχικές συνθήκες) δώστε ίσες μάζες $m1=m2=1$, ταχύτητα της πράσινης μπάλας $v_{o1}= 20$, της μπλε $v_{o2}= 0$ και τρέξτε το μοντέλο. Παρατηρήστε την κίνηση των δύο σωμάτων και επιβεβαιώστε

.....

Εργασία δεύτερη

Σε μια ελαστική κρούση αν το ένα σώμα είναι ακίνητο και το κτυπήσει ένα άλλο, πολύ μεγαλύτερης μάζας, τότε μετά την κρούση το σώμα μεγάλης μάζας θα κινηθεί με ταχύτητα

ενώ το μικρό

Επιβεβαιώστε

Στο παράθυρο αρχικών συνθηκών (Παράθυρο – αρχικές συνθήκες) δώστε μάζες $m1=500$ $m2=1$, ταχύτητα της πράσινης μπάλας $v_{o1}= 20$, της μπλε $v_{o2}=0$ και τρέξτε το μοντέλο. Παρατηρήστε την κίνηση των δύο σωμάτων και επιβεβαιώστε

.....

Δοκιμάστε με μάζα $m1=1000$ και μετά με $m1=5000$

Εργασία τρίτη

Σε μια ελαστική κρούση αν το ένα σώμα μεγάλης μάζας είναι ακίνητο και το κτυπήσει ένα άλλο, πολύ μικρότερης μάζας, τότε μετά την κρούση το σώμα μεγάλης μάζας θα κινηθεί με ταχύτητα
ενώ το μικρό

Επιβεβαιώστε

Στο παράθυρο αρχικών συνθηκών (Παράθυρο – αρχικές συνθήκες) δώστε μάζες $m_1=1$ $m_2=500$, ταχύτητα της πράσινης μπάλας $V_{o1}=0$, της μπλε $V_{o2}=-20$ και τρέξτε το μοντέλο. Παρατηρήστε την κίνηση των δύο σωμάτων και επιβεβαιώστε

.....
Συζήτηση – συμπεράσματα

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΕΤΑΡΤΗ: ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΟΡΜΗΣ

Στην τελευταία δραστηριότητα οι μαθητές καλούνται να παρατηρήσουν δύο φαινόμενα. Δύο σφαίρες με ίσες μάζες πλησιάζουν και συγκρούονται χωρίς να υπάρχει επαφή. Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι δεν είναι κρούση μιας και δεν υπάρχει επαφή. Στη συνέχεια καλούνται να ελέγξουν αν διατηρείται η ορμή.

Δύο σωματίδια με ίσες μάζες πλησιάζουν μεταξύ τους. Αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αλλά η δύναμη αλληλεπιδράσεώς τους δεν είναι γνωστή ούτε πιθανές άλλες αλληλεπιδράσεις

$t = 0.00$

0 100

Περίπτωση I

Θετική φορά ->

Περίπτωση II

Τρέξτε το μοντέλο και συζητήστε αν η ποροπύω αλληλεπίδραση είναι κρούση [δύο περιπτώσεις].
Στη συνέχεια να ελέγξετε αν διατηρείται η ορμή.
Έχετε στη διάθεσή σας τα δύο εργαλεία που σας παρέχει το περιβάλλον:
τον χάρακα και το χρονόμετρο του παραθύρου Έλεγχος

Για το σκοπό αυτό καλούνται να αξιοποιήσουν δύο διαθέσιμα εργαλεία: το χάρακα και το χρονόμετρο του παραθύρου «έλεγχος» ώστε να μετρήσουν τις ταχύτητες πριν και μετά την κρούση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. G.LEMEIGNAN, A.W.BARAIIS «Η οικοδόμηση των εννοιών στη Φυσική», μετάφραση Ν.Δαπόντες Α.Δημητρακοπούλου, εκδ. τυπωθήτω, 1997.
2. ΦΥΣΙΚΗ PSSC, Ίδρυμα Ευγενίδου, 1994