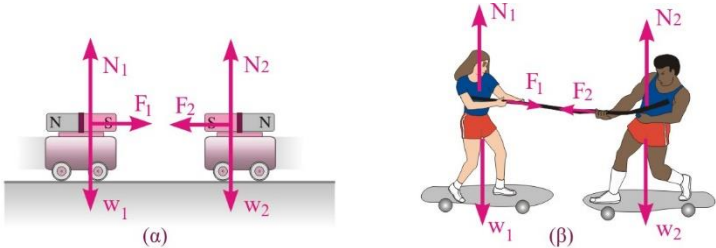


## ΜΑΘΗΜΑ 2.2 –ΑΡΧΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ

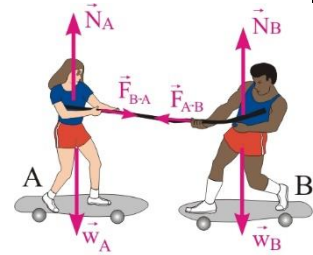
<b>Φαινόμενα</b>	<p>Όταν ένας άνθρωπος περπατά κατά μήκος μιας βάρκας αυτή κινείται σε αντίθετη κατεύθυνση με αυτόν. Όταν ένας ακίνητος παγοδρόμος σπρώξει έναν άλλο επίσης ακίνητο, τότε θα κινηθούν και οι δύο. Όταν ένα βλήμα σφηνώνεται σε ένα ξύλο, τότε το παρασύρει σε κίνηση. Όταν πυροβολούμε με ένα όπλο αυτό κινείται αντίθετα με το βλήμα. Τα παραπάνω είναι μερικά από τα φαινόμενα που μπορούν να ερμηνευτούν με την <b>αρχή διατήρησης της ορμής</b>.</p> <p>Για την παρουσίαση της αρχής διατήρησης της ορμής είναι αναγκαίο να εισαχθούν πρώτα οι έννοιες: σύστημα σωμάτων, εσωτερικές-εξωτερικές δυνάμεις συστήματος, μονωμένο σύστημα σωμάτων</p>	
<b>Έννοια</b>	<b>Σύστημα σωμάτων</b>	<p>Στη φυσική κάθε τι που μελετάμε το ονομάζουμε <b>σύστημα</b>, όλα τα υπόλοιπα αποτελούν το <b>περιβάλλον του συστήματος</b>.</p> <p>Αν αυτό που μελετάμε είναι ένα σώμα μόνο του, τότε το σύστημά μας αποτελείται από ένα μόνο σώμα και το μέγεθος της δύναμης είναι αρκετό για να ερμηνεύσουμε τη μεταβολή της κίνησής του.</p> <p>Αν αυτό που μελετάμε είναι δύο ή περισσότερα σώματα τα οποία αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους, τότε μιλάμε για <b>σύστημα σωμάτων</b>. Παράδειγμα συστήματος σωμάτων είναι οι δύο μαγνήτες του σχήματος που βρίσκονται πάνω σε αυτοκινητάκια τα οποία μπορούν να κινούνται ελεύθερα. Ένα άλλο παράδειγμα είναι τα δύο παιδιά του σχήματος που τραβούν το σχοινί προς το μέρος τους.</p> <p>Η μελέτη ενός συστήματος σωμάτων διευκολύνεται με τη χρήση της έννοιας της ορμής.</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">Σχήμα 2.1</p> </div> <p>Τα καροτσάκια στο σχήμα (α) φέρουν μαγνήτες οι οποίοι έλκονται με αποτέλεσμα την κίνησή τους. Στο σχήμα (β) τα παιδιά τραβούν το σχοινί και πλησιάζουν μεταξύ τους.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Έννοια</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Εσωτερικές-Εξωτερικές δυνάμεις ενός συστήματος σωμάτων</b></p>	<p>Όταν αυτό που μελετάμε είναι ένα σύστημα σωμάτων, τότε οι δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα διακρίνονται, σε εσωτερικές και εξωτερικές.</p> <p><b>Εσωτερικές</b> δυνάμεις ενός συστήματος ονομάζουμε αυτές που προέρχονται αποκλειστικά από τα σώματα που αποτελούν το σύστημα.</p> <p><b>Εξωτερικές δυνάμεις ενός συστήματος</b> ονομάζουμε αυτές που προέρχονται αποκλειστικά από τα σώματα που αποτελούν το περιβάλλον του συστήματος.</p> <p>Στο παράδειγμα του συστήματος με τα παιδιά.</p> <p>Στο παιδί Α ασκούνται οι εξής δυνάμεις:          Το βάρος του <math>w_A</math>,          η δύναμη στήριξης <math>N_A</math> και          η τάση του νήματος <math>T_1</math></p> <p>Στο παιδί Β ασκούνται οι εξής δυνάμεις:          Το βάρος του <math>w_B</math>,          η δύναμη στήριξης <math>N_B</math> και          η τάση του νήματος <math>T_2</math>.</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">Σχήμα 2.2</p> </div> <p>Από τις παραπάνω δυνάμεις εσωτερικές δυνάμεις του συστήματος είναι οι <math>T_1</math>, <math>T_2</math> και όλες οι άλλες είναι εξωτερικές.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Μονωμένο σύστημα σωμάτων</b></p>	<p>Ένα σύστημα σωμάτων το ονομάζουμε <b>μονωμένο σύστημα</b>, αν δεν ασκούνται στα σώματα εξωτερικές δυνάμεις ή αν ασκούνται έχουν συνισταμένη ίση με μηδέν. Στην περίπτωση αυτή οι κινήσεις των σωμάτων του συστήματος καθορίζονται μόνο από τις εσωτερικές δυνάμεις.</p> <p>Στην περίπτωση του σχήματος 2.2, η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων για κάθε σώμα ξεχωριστά είναι ίση με μηδέν, καθώς ισχύει: <math>N_A = w_A</math> και <math>N_B = w_B</math></p> <p>Άρα το σύστημα των δύο παιδιών είναι ένα μονωμένο σύστημα και η κίνηση των δύο παιδιών καθορίζεται μόνο από τις εσωτερικές δυνάμεις <math>T_1</math> και <math>T_2</math>.</p> <p>Στη φύση δεν υπάρχουν μονωμένα συστήματα αλλά καλές προσεγγίσεις, όταν θεωρήσουμε τις διάφορες εξωτερικές δυνάμεις αμελητέες σε σχέση με τις εσωτερικές.</p> <p>Τέτοιες καλές προσεγγίσεις μονωμένων συστημάτων που θα συναντήσουμε στην τάξη αυτή είναι οι διασπάσεις σωμάτων και οι κρούσεις των σωμάτων.</p>

Η αρχή διατήρησης της ορμής διατυπώνεται ως εξής:

**Σε κάθε μονωμένο σύστημα σωμάτων η συνολική ορμή του συστήματος διατηρείται σταθερή.**

Η πρόταση αυτή είναι άμεση συνέπεια του συνδυασμού του 3<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> νόμου του Νεύτωνα και μπορεί να αποδειχτεί ως εξής: Στο σχήμα δείχνεται ένα μονωμένο σύστημα δύο σωμάτων που αλληλοεπιδρούν.



Σχήμα 2.3

Σύμφωνα με τον 3<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα

$$\vec{F}_{B \rightarrow A} = -\vec{F}_{A \rightarrow B} \quad \eta' \quad \frac{\Delta \vec{p}_A}{\Delta t} = -\frac{\Delta \vec{p}_B}{\Delta t}$$

**Αρχή  
Διατήρησης  
της Ορμής**

$$\vec{p}_{ΟΛ(τελ)} = \vec{p}_{ΟΛ(αρχ)}$$

Το χρονικό διάστημα  $\Delta t$  που τα σώματα αλληλοεπιδρούν είναι ίδιο, έτσι απαλείφονται και με μαθηματική επεξεργασία παίρνουμε:

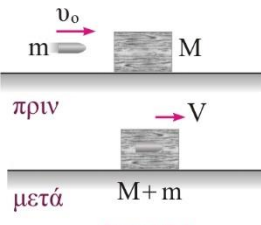
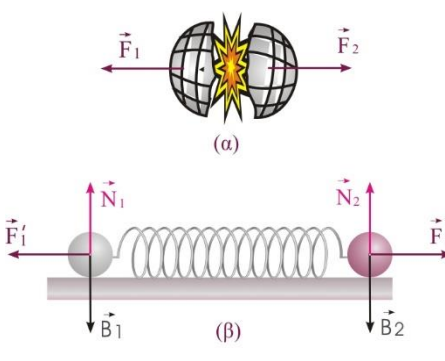
$$\Delta \vec{p}_A = -\Delta \vec{p}_B \quad \eta' \quad \vec{p}_{A(τελ)} - \vec{p}_{A(αρχ)} = -\left(\vec{p}_{B(τελ)} - \vec{p}_{B(αρχ)}\right) \quad \eta'$$

$$\vec{p}_{A(τελ)} + \vec{p}_{B(τελ)} = \vec{p}_{A(αρχ)} + \vec{p}_{B(αρχ)} \quad \eta'$$

$$\vec{p}_{ΟΛ(τελ)} = \vec{p}_{ΟΛ(αρχ)}$$

**Άρα, σε ένα μονωμένο σύστημα σωμάτων η ολική ορμή του συστήματος διατηρείται σταθερή.**

Η πρόταση αυτή έχει επιβεβαιωθεί πειραματικά σε άπειρα παραδείγματα, για αυτό και έχει αναβαθμιστεί σε μια αρχή διατήρησης της Φυσικής. Οι άλλες δύο αρχές που έχουμε ήδη διδαχτεί είναι η διατήρηση της ενέργειας και η διατήρηση του ηλεκτρικού φορτίου. Η αρχή διατήρησης της ορμής εφαρμόζεται στη μελέτη των φαινομένων των κρούσεων και διάσπασης σωμάτων

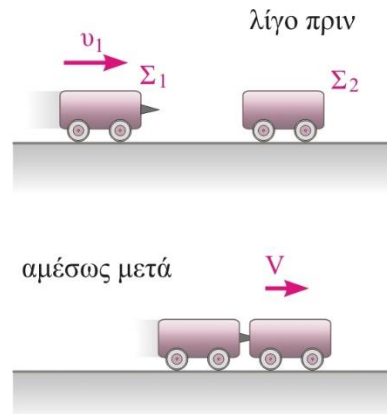
Φαινόμενο	Κρούσεις	<p>Ονομάζουμε <b>κρούσεις</b> τα φαινόμενα στα οποία δύο ή περισσότερα σώματα αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους με πολύ ισχυρές δυνάμεις για πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Παραδείγματα κρούσεων είναι:</p> <p>Η σύγκρουση δύο αυτοκινήτων, το σφήνωμα ενός βλήματος σε ένα στόχο, η σύγκρουση των σφαιρών του μπιλιάρδου, ο βομβαρδισμός των πυρήνων του ατόμου με πρωτόνια και πολλά άλλα.</p> <p>Σε μία κρούση έχουμε ταυτόχρονη μεταβολή της κίνησης δύο ή περισσότερων σωμάτων.</p> <p>Όλες οι κρούσεις έχουν δύο κοινά γνωρίσματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-τα σώματα αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους με ισχυρές δυνάμεις.</li> <li>-επειδή οι αναπτυσσόμενες εσωτερικές δυνάμεις είναι πολύ ισχυρότερες από τις εξωτερικές θεωρούμε το σύστημα των σωμάτων μονωμένο.</li> </ul> <p>Στην περίπτωση που μετά την σύγκρουση δύο σωμάτων δημιουργείται ένα σώμα (<b>συσσωμάτωμα</b>) την κρούση την ονομάζουμε <b>πλαστική κρούση</b>.</p> <p>Τα αποτελέσματα μια κρούσης εξαρτώνται από τις μάζες και τις ταχύτητες των σωμάτων. Για αυτό η ορμή είναι το πλέον κατάλληλο μέγεθος για τη μελέτη τους.</p> <div style="text-align: right;">  <p>Σχήμα 2.4</p> </div>
	Διασπάσεις	<p>Ονομάζουμε <b>διασπάσεις</b> τα φαινόμενα στα οποία ένα σώμα λόγω ισχυρότατων εσωτερικών δυνάμεων που δρουν για πολύ μικρό χρονικό διάστημα διασπάται σε δύο ή περισσότερα σώματα. Παραδείγματα διασπάσεων είναι η έκρηξη μιας βόμβας (σχήμα α), η διάσπαση ενός πυραύλου, η διάσπαση ενός ραδιενεργού πυρήνα, η απελευθέρωση ενός συμπιεσμένου ελατηρίου στα άκρα του οποίου ακουμπούν δύο σώματα (σχήμα β).</p> <p>Όλες οι διασπάσεις έχουν δύο κοινά γνωρίσματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-εσωτερικές δυνάμεις προκαλούν τη διάσπαση.</li> <li>-ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής.</li> </ul> <div style="text-align: right;">  <p>Σχήμα 2.5</p> </div>
		-

	<p>Μεθοδολογία εφαρμογής της ΑΔΟ</p>	<p>Για να εφαρμόσουμε την αρχή διατήρησης της ορμής (ΑΔΟ) πρέπει πρώτα να ελέγξουμε ότι το σύστημα των σωμάτων που μελετάμε μπορεί να θεωρηθεί μονωμένο σύστημα. Σε όλες τις διασπάσεις και σε όλες τις κρούσεις, που τα σώματα είναι ελεύθερα να κινηθούν, το σύστημα θεωρείται μονωμένο.</p> <p>-Σχεδιάζουμε τα σώματα (ή το σώμα) ελάχιστα πριν το συμβάν και αμέσως μετά το συμβάν, σημειώνοντας τις ταχύτητες των σωμάτων.  -Ορίζουμε θετικό – αρνητικό πρόσημο στον άξονα κίνησης για να μετατρέψουμε τον διανυσματικό χαρακτήρα της σχέσης <math>\vec{P}_{ΟΛ(τελ)} = \vec{P}_{ΟΛ(αρχ)}</math> σε αλγεβρικό <math>P_{ΟΛ(τελ)} = P_{ΟΛ(αρχ)}</math>.</p> <p>- Γράφουμε τους τύπους που υπολογίζουν τις επιμέρους ορμές των σωμάτων πριν και μετά την κρούση.  - Εφαρμόζουμε τη σχέση <math>P_{ΟΛ(τελ)} = P_{ΟΛ(αρχ)}</math></p> <p>ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αν χρειαστεί μπορούμε να αναλύσουμε την ορμή σε δύο κάθετους άξονες και να εφαρμόσουμε τη διατήρησή της σε κάθε άξονα ξεχωριστά.</p>
--	--------------------------------------	--

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1

Στο σχήμα δείχνονται δύο αμαξάκια  $\Sigma_1, \Sigma_2$  με μάζες  $m_1, m_2$  αντίστοιχα, τα οποία βρίσκονται πάνω στον ίδιο οριζόντιο άξονα. Το αμαξάκι  $\Sigma_1$  που φέρει μπροστά του ένα καρφί προσπίπτει με ταχύτητα  $u_1$  στο ακίνητο  $\Sigma_2$ . Το καρφί εισέρχεται στο  $\Sigma_2$  και τα δύο σώματα κινούνται ως ένα με ταχύτητα  $V$ .

- Διατηρείται η ορμή του συστήματος και αν ναι, πως γράφεται η ΑΔΟ;
- Διατηρείται η κινητική ενέργεια του συστήματος;



**Άρα σε μία πλαστική κρούση η κινητική ενέργεια του συστήματος ΔΕΝ διατηρείται.**

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2: σελ 66, το 11 και γ ερώτημα. Πόση ενέργεια ελευθερώθηκε κατά την εκπυρσοκρότηση αν γνωρίζουμε ότι μόνο το 20% αυτής μετατράπηκε σε κινητική ενέργεια του συστήματος πυροβόλο –βλήμα.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3: σελ 66, το 12, και γ ερώτημα: Πόσο μεταβλήθηκε η κινητική ενέργεια του συστήματος

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ: Όλα αυτά του σχολικού στο φύλλο εργασίας

Σελ 52 σχολ

Σελ 53 σχολ

Σελ 54 σχολ

Σελ 55 σχολ

Σελ 56 σχολ

Παράδειγμα 1. Σελ. 53 σχολ

Παράδειγμα 2. Σελ 54 σχολ