

# Το φτερό του αεροπλάνου

**Γνωστικό Αντικείμενο:** Φυσική (Πίεση)

**Τάξη:** Β' Γυμνασίου

## Χρονική Διάρκεια

Προτεινόμενη χρονική διάρκεια σχεδίου εργασίας: 5 διδακτικές ώρες

## Διδακτικοί Στόχοι

Οι μαθητές:

- Να εξηγούν την κίνηση του φτερού του αεροπλάνου με σύγκριση δυνάμεων.
- Να εξηγούν την κίνηση του φτερού του αεροπλάνου με σύγκριση πιέσεων.
- Να συνδέουν τη μεταβολή των δυνάμεων με τη μεταβολή της ταχύτητας του αέρα.
- Να συνδέσουν τη διαφορετική ταχύτητα στο επάνω και στο κάτω μέρος του φτερού του αεροπλάνου με το σχήμα του.
- Να εξηγούν με παραδείγματα ότι οι δυνάμεις προκαλούν μεταβολή στην ταχύτητα του φτερού του αεροπλάνου και να σχεδιάζουν αυτές τις δυνάμεις.
- Να κατασκευάσουν ένα μοντέλο του φτερού του αεροπλάνου.
- Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι το φτερό του αεροπλάνου πετά λόγω των διαφορετικών δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό στο επάνω και στο κάτω μέρος του.
- Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η ταχύτητα του αέρα είναι διαφορετική στο επάνω και στο κάτω μέρος του φτερού του αεροπλάνου.
- Να γνωρίσουν στοιχεία από την ιστορία του φτερού του αεροπλάνου.

1η – 2η διδακτική ώρα



Αφού βεβαιωθείτε ότι βρίσκεστε στο περιβάλλον του εκπαιδευτικού προγράμματος, επιλέξτε «Έναυσμα».



Ακολουθώντας τις οδηγίες που παρουσιάζονται στην οθόνη του υπολογιστή στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, μελετήστε τις πληροφορίες αναφορικά με την πτήση του μαμούθ.



Επιλέξτε «Υποθέσεις».



Μελετήστε τις ερωτήσεις στην οθόνη του υπολογιστή και καταγράψτε τις υποθέσεις σας.

A. Στην ταινία που παρακολουθήσατε τι συνέβη και το μαμούθ πέταξε;

.....  
.....

B. Τι άλλαξε και το μαμούθ επέστρεψε στο έδαφος;

.....  
.....

Γ. Ποια φορά έχει η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο μαμούθ όταν αυτό : α) ανεβαίνει, β) είναι σταθερό και γ) κατεβαίνει;

.....  
.....

Ε. Πώς αλλάζουν τα μέτρα των δυνάμεων που δέχεται το μαμούθ καθώς αλλάζει η ταχύτητά του;

.....  
.....

ΣΤ. Πού οφείλονται οι πιέσεις στο επάνω και στο κάτω μέρος του φτερού του αεροπλάνου;

.....  
.....

Ζ. Αλλάζοντας η ταχύτητα του ανέμου, πώς αλλάζουν οι πιέσεις στο επάνω μέρος και στο κάτω μέρος του φτερού;

.....  
.....

Η. Τι πρόσημο έχει η ολική πίεση;

.....  
.....

Θ. Εάν το φτερό του αεροπλάνου δεν ήταν καμπύλο, τι πρόσημο θα είχε η ολική πίεση;

.....  
.....

Ι. Ποιος προσφέρει την ενέργεια προκειμένου να αλλάξει η ταχύτητα του μαμούθ;

.....  
.....

Ια. Σχεδιάστε από ένα μοντέλο ενός φτερού αεροπλάνου, τις δυνάμεις που του ασκούνται και τη συνισταμένη τους, όταν το φτερό α) κινείται προς τα πάνω, β) είναι ακίνητο και γ) κινείται προς τα κάτω. Σχεδιάστε ακόμη σε κάθε μοντέλο την ταχύτητα του αέρα στο επάνω μέρος του φτερού και στο κάτω.

*Στις συγκεκριμένες ερωτήσεις είναι αποδεκτές όποιες απόψεις διατυπώσουν οι μαθητές. Προτείνεται να μην διορθώνονται οι απαντήσεις τους, καθώς στόχος αυτών των ερωτήσεων είναι η ανάδειξη των εναλλακτικών απόψεων των μαθητών. Οι υποθέσεις των μαθητών δεν είναι απαραίτητο να καταγραφούν, προς εξοικονόμηση χρόνου.*



Επιλέξτε «Πειραματισμός».



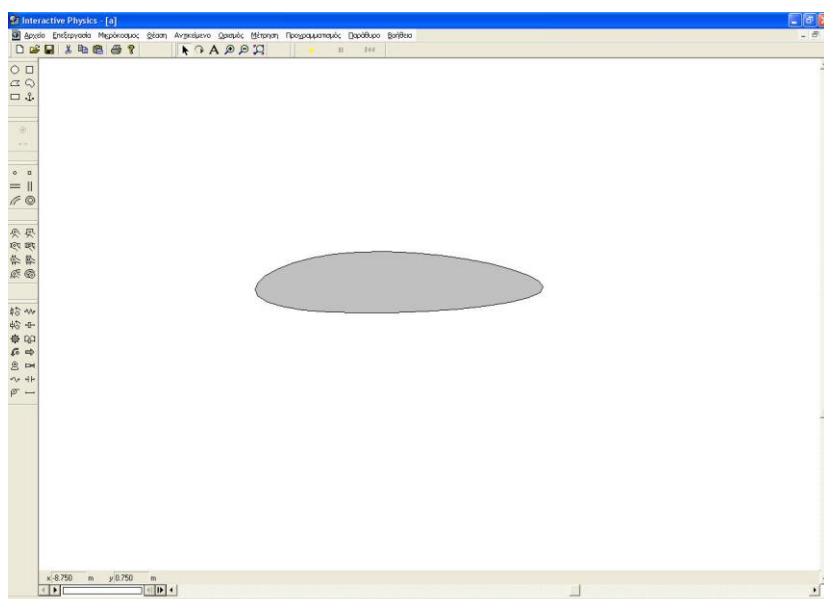
Α. Ακολουθώντας τις παρακάτω οδηγίες, μελετήστε τις φυσικές αρχές λειτουργίας του **φτερού** του **αεροπλάνου** μέσα από το λογισμικό



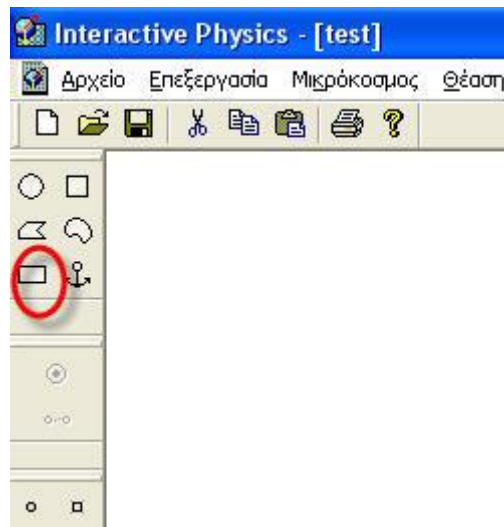
Interactive Physics 2000

### Δημιουργία φτερού αεροπλάνου

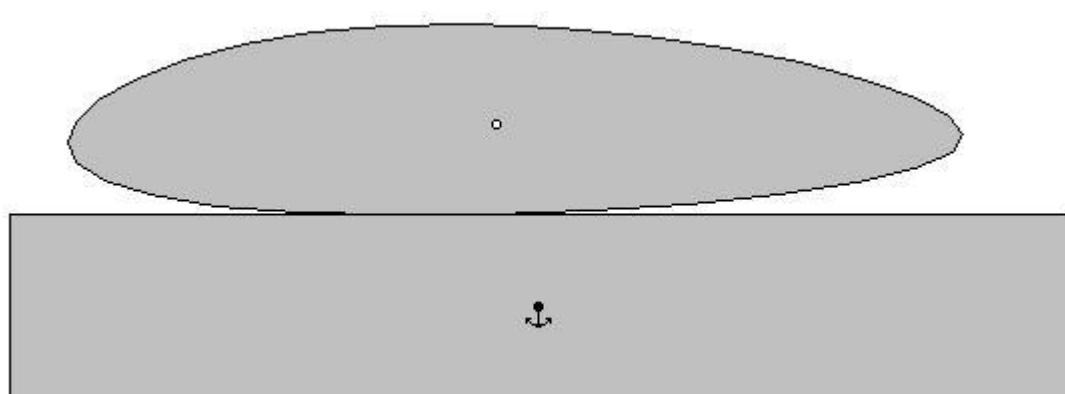
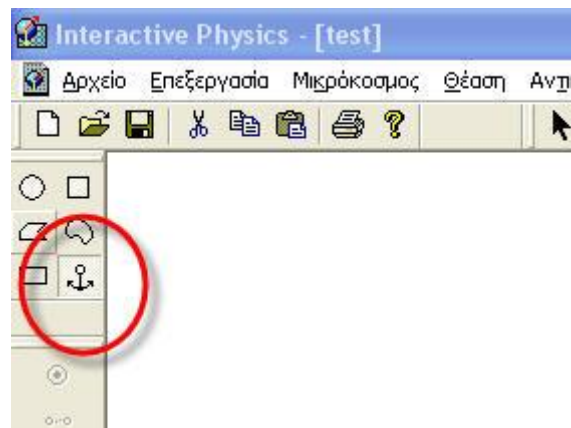
1. Επιλέξτε το κουμπί **Καμπύλο Πολύγωνο** και προσπαθήστε να φτιάξετε ένα αντικείμενο σε σχήμα φτερού αεροπλάνου .



2. Επιλέξτε το κουμπί **Ορθογώνιο** και δημιουργήστε ένα ορθογώνιο στο κάτω μέρος του φτερού. Το ορθογώνιο αυτό θα παίζει το ρόλο του εδάφους.



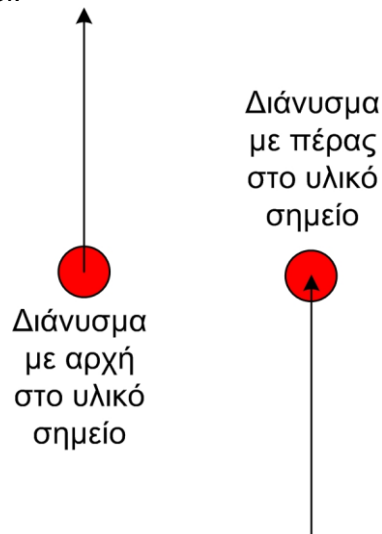
3. Προκειμένου να μην κινείται το ορθογώνιο αυτό, αφού κάνετε κλικ πάνω του, επιλέξτε από την αριστερή μπάρα το σήμα της **άγκυρας** και κάντε κλικ πάνω στο ορθογώνιο.



Οι δυνάμεις που ασκούνται στο φτερό του αεροπλάνου

Σημείωση:


Οι δυνάμεις που ασκούνται σε ένα υλικό σημείο, ως διανυσματικά μεγέθη, είναι δυνατό να σχεδιασθούν με δύο διαφορετικούς τρόπους: είτε στο υλικό σημείο εφαρμόζεται η αρχή του διανύσματος, είτε εφαρμόζεται το πέρας του. Και οι δύο τρόποι είναι ισοδύναμοι.

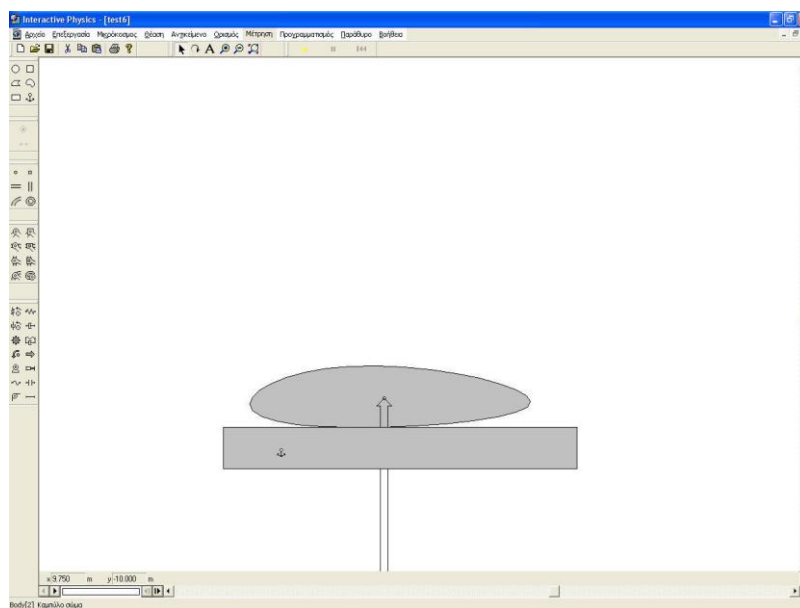


Οι προγραμματιστές του Interactive Physics έχουν επιλέξει οι δυνάμεις που εφαρμόζονται από εμάς, δηλαδή από το χρήστη, να εμφανίζονται με το πέρας του διανύσματος επάνω στο υλικό σημείο. Ωστόσο, η συνισταμένη δύναμη μπορεί να εμφανίζεται και με τους δύο τρόπους, με προεπιλογή όμως να εμφανίζεται με την αρχή του διανύσματος πάνω στο υλικό σημείο.

Για να σχεδιάσετε μια δύναμη, κάντε κλικ στο σημείο που θέλετε να εφαρμοσθεί και μετακινήστε το ποντίκι και κάντε ξανά κλικ για να σημειώσετε το μέγεθός της.

Κατακόρυφες δυνάμεις από τον αέρα

4. Επιλέξτε το κουμπί **Δύναμη**  και εφαρμόστε μια δύναμη προς τα πάνω στο κέντρο μάζας του φτερού. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία, για να δημιουργήσετε μια δύναμη με φορά προς τα κάτω. Οι δύο αυτές κατακόρυφες δυνάμεις ασκούνται στο φτερό από τον αέρα και το μέτρο τους εξαρτάται τόσο από τη μορφή του φτερού, όσο και από την ταχύτητα κίνησης του αεροπλάνου.

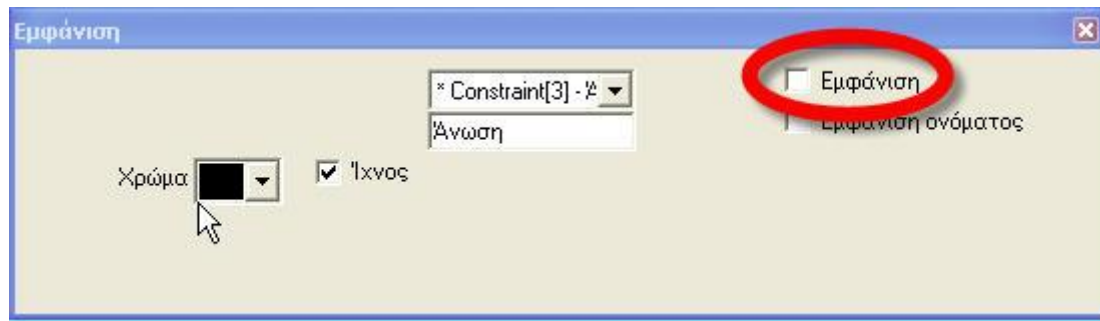


Η δύναμη του βάρους

5. Στη συνέχεια από τη γραμμή εργαλείων επιλέξτε **Μικρόκοσμος** → **Βαρύτητα**. Εδώ επιλέξτε **Κατακόρυφη**.

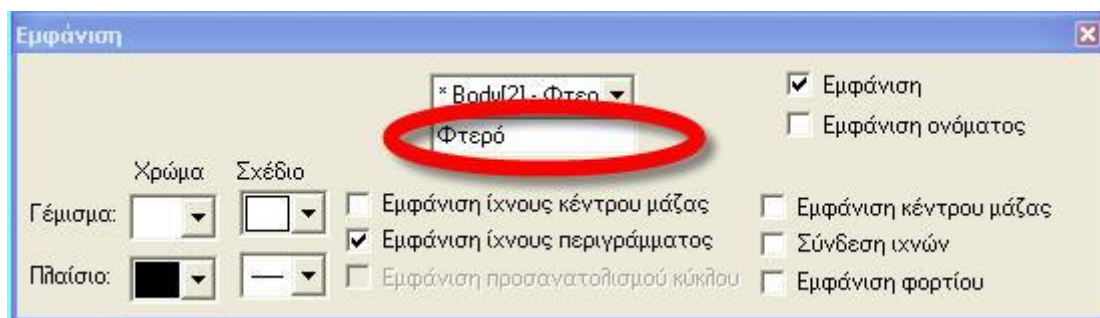


6. Αφού κάνετε κλικ σε μία από τις δυνάμεις που έχετε δημιουργήσει, επιλέξτε διαδοχικά από το μενού: **Παράθυρο** → **Εμφάνιση** και απενεργοποιήστε την επιλογή **Εμφάνιση**.



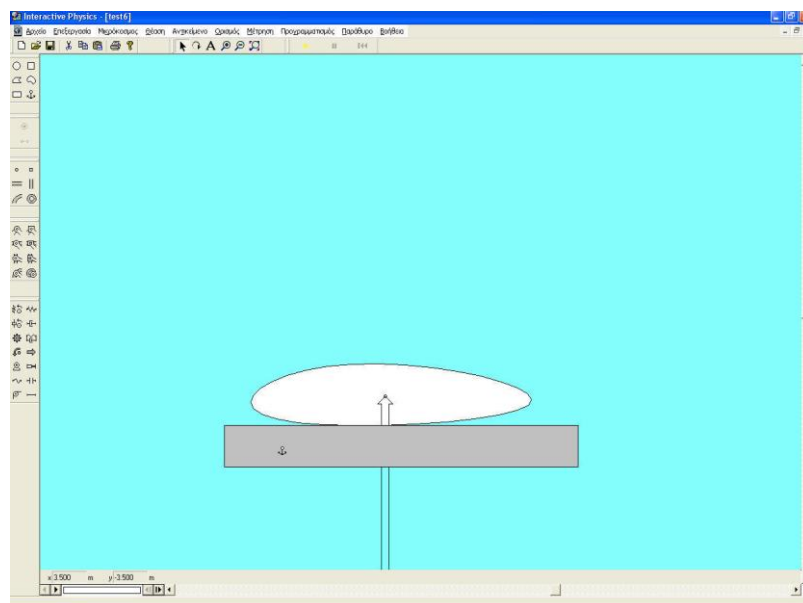
Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και για τη δεύτερη κατακόρυφη δύναμη από τον αέρα.

7. Επιλέξτε με κλικ το φτερό και μέσω της διαδρομής Παράθυρο → Εμφάνιση, αλλάξτε το όνομα του πολύγωνου σε φτερό.



Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών

8. Από τη γραμμή εργαλείων επιλέξτε Θέαση → Χρώμα φόντου. Διαλέξτε ένα θαλασσί χρώμα για υπόβαθρο. Επίσης, επιλέγοντας αρχικά με κλικ το φτερό και ακολουθώντας τη διαδρομή Παράθυρο → Εμφάνιση, μπορείτε να αλλάξετε και το δικό του χρώμα.



9. Από τη γραμμή εργαλείων επιλέξτε **Παράθυρο** → **Ιδιότητες**. Εδώ μπορείτε να επιλέξετε τα χαρακτηριστικά που θα έχουν το φτερό και οι δυνάμεις.

Για το φτερό επιλέξτε **μάζα 10000 Kg** και **ροπή 10000000kg m<sup>2</sup>** ( οι επιλογές αυτές διευκολύνουν της διαδικασία της προσομοίωσης και δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική μάζα και ροπή αδρανείας).

Ιδιότητες

\* Body[2] - Πολύγωνο

Πολύγωνο

x	9.667	m
y	-11.000	m
ψ	0.000	rad
Vx	0.000	m/s
Vy	0.000	m/s
Vψ	0.000	rad/s
υλικό	Προσάρμοι	
μάζα	10000.000	kg
στατ. τριβή	0.300	
κιν. τριβή	0.300	
ελαστικότητα	0.500	
φορτίο	1.000e-004	C
πυκνότητα	242.455	kg/m <sup>2</sup>
ροπή	1.000e+005	kg·m <sup>2</sup>

#### Διατύπωση υποθέσεων

Αλλάζοντας την ταχύτητα του αεροπλάνου, αλλάζει κάποια από τις δυνάμεις που ασκούνται στο φτερό;

.....

Για ποιο λόγο ένα αεροπλάνο τροχοδρομεί κατά τη διάρκεια της απογείωσης;

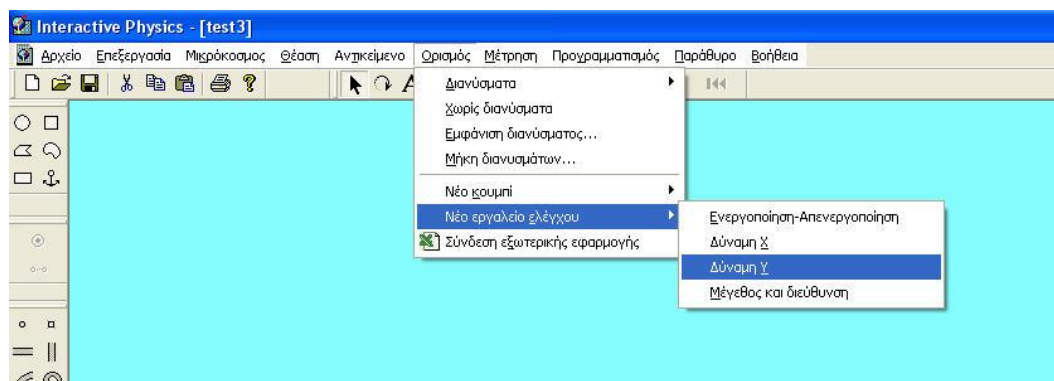
.....

Οι πιέσεις στο επάνω και στο κάτω μέρος του αεροπλάνου είναι ίδιες ή διαφέρουν;

.....



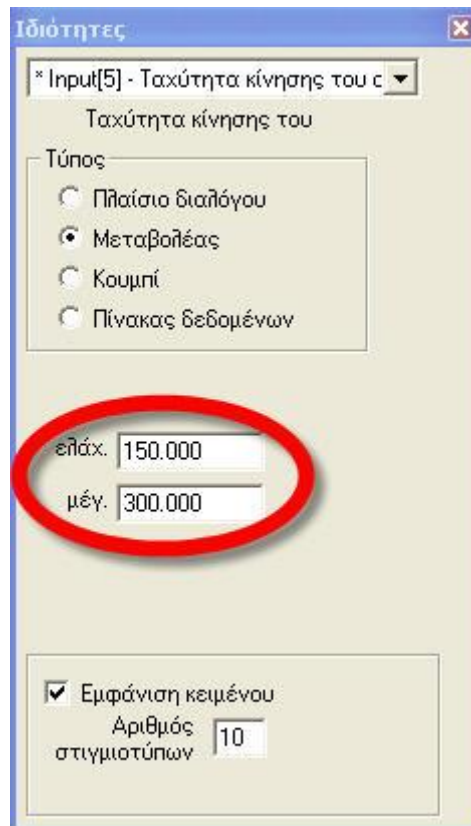
## Ρυθμίσεις για την κίνηση του αεροπλάνου



10. Μπορείτε να μεταβάλλετε τα μέτρα των δυνάμεων που ασκούνται στο φτερό από τον αέρα (βέβαια το βάρος παραμένει σταθερό). Αυτό συμβαίνει καθώς αλλάζει η ταχύτητα του αεροπλάνου.

Δημιουργήστε ένα κουμπί ελέγχου επιλέγοντας πρώτα με κλικ τη μία δύναμη και μετά πατώντας **Ορισμός** → **Νέο εργαλείο ελέγχου** → **Δύναμη Y** (επειδή οι δυνάμεις δεν είναι εμφανείς θα πρέπει να τις βρείτε με διαδοχικά κλικ στην περιοχή που τις έχετε δημιουργήσει. Εάν και πάλι δεν μπορείτε να τις βρείτε, επιλέξτε με κλικ το φτερό και κατόπιν επιλέξτε **Παράθυρο** → **Ιδιότητες**. Τότε στο πρώτο κελί που εμφανίζεται αναγράφεται **Φτερό** και μπορείτε με κλικ να αλλάξετε και να επιλέξετε μία από τις δυνάμεις).

Επιλέξτε με κλικ την μπάρα που εμφανίζεται και μετά πατήστε **Παράθυρο** → **Εμφάνιση**. Αλλάξτε το όνομα της μπάρας σε "**Ταχύτητα κίνησης του Αεροπλάνου**" (στο δεύτερο κελί). Κλείστε το παράθυρο. Κάνοντας πάλι κλικ στη μπάρα και επιλέγοντας τη διαδρομή **Παράθυρο** → **Ιδιότητες** επιλέξτε ελάχιστη την τιμή **150** και μέγιστη την τιμή **300** (αναφερόμαστε σε χιλιόμετρα ανά ώρα). Επίσης επιλέξτε **Αριθμό Στιγμιότυπων** **10**. Κλείστε το παράθυρο.



11.Μετακινήστε την μπάρα και τοποθετήστε την σε οποιοδήποτε σημείο της οθόνης θέλετε.

12.Επιλέξτε με κλικ τη δύναμη που έχει φορά προς τα πάνω και ακολουθώντας τη διαδρομή **Παράθυρο → Ιδιότητες**, εισάγετε στο κελί **F<sub>x</sub>** την τιμή **0** ενώ στο κελί **F<sub>y</sub>** βάλτε τη συνάρτηση: **5500\*input[5]** (ΠΡΟΣΟΧΗ: input[5] ονομάζεται η μπάρα που έχετε δημιουργήσει. Σε εσάς είναι πιθανό μέσα στην αγκύλη να περιέχεται άλλος αριθμός, δηλαδή να είναι της μορφής: input[στην περιοχή αυτή να περιέχει άλλον αριθμό]. Αυτό δεν επηρεάζει σε τίποτα, μόνο που θα πρέπει να εισάγετε και εσείς τον ίδιο αριθμό στη συνάρτηση input. Κλείστε το παράθυρο.

13.Επιλέξτε τώρα με κλικ τη δύναμη που έχει φορά προς τα κάτω και ακολουθώντας τη διαδρομή **Παράθυρο → Ιδιότητες**, εισάγετε στο κελί **F<sub>x</sub>** την τιμή **0**. Στο κελί **F<sub>y</sub>** βάλτε τη συνάρτηση: **-5000\*input[5]** (ΠΡΟΣΟΧΗ: input[5] ονομάζεται η μπάρα που έχετε δημιουργήσει. Σε εσάς είναι πιθανό μέσα στην αγκύλη να περιέχεται άλλος αριθμός, δηλαδή να είναι της μορφής: input[στην περιοχή αυτή να περιέχει άλλον αριθμό]. Αυτό δεν επηρεάζει σε τίποτα, μόνο που θα πρέπει να εισάγετε και εσείς τον ίδιο αριθμό στη συνάρτηση input. Κλείστε το παράθυρο.

14. Ρύθμιση διάρκειας της προσομοίωσης  
Από την επιλογή **Μικρόκοσμος → Έλεγχος παύσης** μπορείτε να ρυθμίσετε και το χρόνο που διαρκεί η προσομοίωσή σας.

### Διατύπωση προβλέψεων

Τι προβλέπετε ότι θα συμβεί στο αεροπλάνο, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
  - B. 200 χιλιόμετρα/ώρα
  - Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα
  - Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα
- .....
- .....

Ποια νομίζετε ότι θα είναι η συνισταμένη δύναμη, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
  - B. 200 χιλιόμετρα/ώρα
  - Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα
  - Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα
- .....
- .....

Τι κίνηση εκτελεί το αεροπλάνο, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
  - B. 200 χιλιόμετρα/ώρα
  - Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα
  - Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα
- .....
- .....

*Στις συγκεκριμένες ερωτήσεις είναι αποδεκτές όποιες προβλέψεις διατυπώσουν οι μαθητές. Η ορθότητά τους θα ελεγχθεί από τους ίδιους τους μαθητές με τη βοήθεια του λογισμικού «Interactive Physics 2000»*

### Η κίνηση του αεροπλάνου

#### 15.Πραγματοποίηση της προσομοίωσης



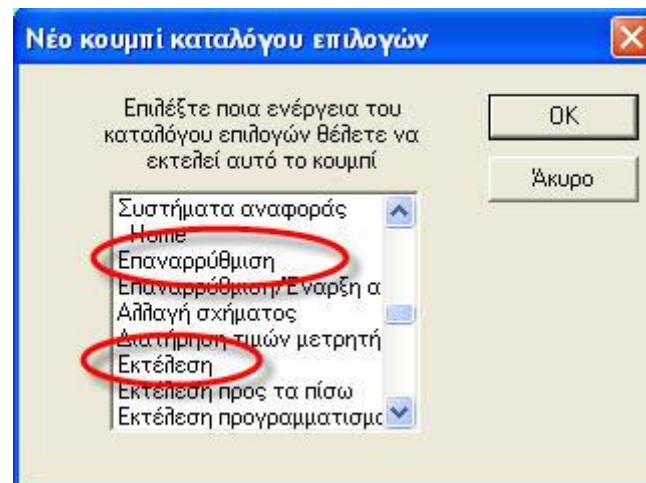
Εκτέλεση



Για να πραγματοποιήσετε την προσομοίωση επιλέξτε Εκτέλεση

και για να την σταματήσετε, όποτε εσείς επιθυμείτε, πατήστε παύση

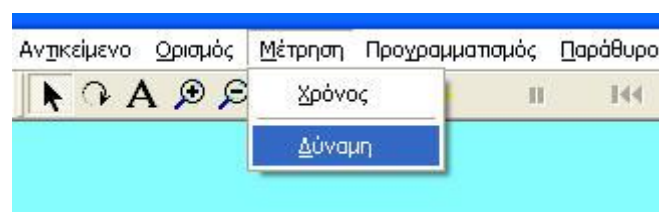
16. Μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε κουμπιά που να ελέγχουν την πραγματοποίηση της προσομοίωσης. Επιλέξτε **Ορισμός → Νέο κουμπί → Κουμπί καταλόγου επιλογών** και στη λίστα που προκύπτει επιλέξτε **Εκτέλεση**. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία και επιλέξτε **Επαναρρύθμιση**.



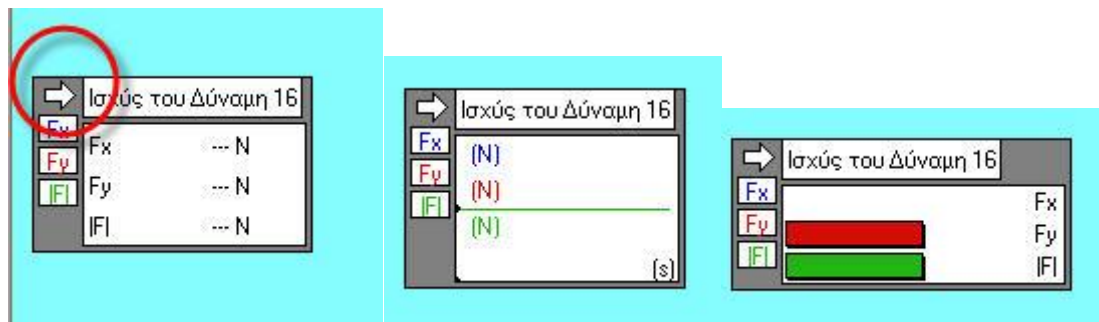
Εμφανίζονται τώρα στην οθόνη σας δύο κουμπιά, με τα οποία μπορείτε να ξεκινάτε και να σταματάτε την προσομοίωση.

### Αναπαραστάσεις δύναμης. Μέτρηση δύναμης και πίεσης του φτερού του αεροπλάνου

17. Έχετε τη δυνατότητα να προβάλετε το μέτρο των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα, όπως και το μέτρο της συνισταμένης δύναμης. Για να το κάνετε αυτό, επιλέξτε τη δύναμη που ασκείται προς τα πάνω και ακολουθήστε τη διαδρομή **Μέτρηση → Δύναμη**.



Τότε εμφανίζεται ένα παράθυρο στην οθόνη σας που παρουσιάζει το μέτρο της δύναμης που έχετε επιλέξει. Μπορείτε να αλλάξετε τη μορφή της απεικόνισης και από πίνακα να γίνει ραβδόγραμμα ή γραφική παράσταση.



Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία προκειμένου να εμφανίζεται και το μέτρο και της δύναμης που ασκείται προς τα κάτω.

Για να εμφανίσετε το μέτρο της συνισταμένης δύναμης, επιλέξτε το φτερό του αεροπλάνου και μετά πατήστε **Μέτρηση** → **Συνολική Δύναμη**.

### Καταγραφή των παρατηρήσεων (Δυνάμεις)

Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με το τι συμβαίνει στο φτερό του αεροπλάνου όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
- B. 200 χιλιόμετρα/ώρα
- Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα
- Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα

A. Το φτερό παραμένει καθηλωμένο στο έδαφος, διότι η συνισταμένη δύναμη του βάρους και της δύναμης προς τα κάτω, έχουν μεγαλύτερο μέτρο από τη δύναμη προς τα πάνω.

B. Το φτερό παραμένει καθηλωμένο στο έδαφος, διότι η συνισταμένη δύναμη του βάρους και της δύναμης προς τα κάτω, έχουν ίσο μέτρο με τη δύναμη προς τα πάνω.

Γ. Το φτερό κινείται προς τα πάνω με σχετικά μικρή επιτάχυνση, διότι η συνισταμένη δύναμη του βάρους και της δύναμης προς τα κάτω, έχουν λίγο μικρότερο μέτρο από τη δύναμη προς τα πάνω.

Δ. Το φτερό κινείται προς τα πάνω με σχετικά μεγάλη επιτάχυνση, διότι η συνισταμένη δύναμη του βάρους και της δύναμης προς τα κάτω, έχουν αρκετά μικρότερο μέτρο από τη δύναμη προς τα πάνω.

Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με το μέτρο της δύναμης που έχει φορά προς τα πάνω, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
- B. 200 χιλιόμετρα/ώρα
- Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα
- Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα

A. Έχει μέτρο 825.000N

B. Έχει μέτρο 1.100.000N

Γ. Έχει μέτρο 1.210.000N

*Δ. Έχει μέτρο 1.650.000N*

Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με το μέτρο της δύναμης που έχει φορά προς τα κάτω, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
- B. 200 χιλιόμετρα/ώρα
- Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα
- Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα

- A. Έχει μέτρο 750.000N*
- B. Έχει μέτρο 1.000.000N*
- Γ. Έχει μέτρο 1.100.000N*
- Δ. Έχει μέτρο 1.500.000N*

Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με το μέτρο της συνισταμένης δύναμης, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
- B. 200 χιλιόμετρα/ώρα
- Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα
- Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα

- A. Έχει μέτρο -25.000N (825.000-750.000-100.000)*
- B. Έχει μέτρο 0N (1.100.000-1.000.000-100.000)*
- Γ. Έχει μέτρο 10.000N (1.210.000-1.100.000-100.000)*
- Δ. Έχει μέτρο 50.000N (1.650.000-1.500.000-100.000)*

Για ποιο λόγο ένα αεροπλάνο τροχοδρομεί κατά τη διάρκεια της απογείωσης;  
*Τροχοδρομεί προκειμένου να φτάσει εκείνη την ταχύτητα που θα έχει ως αποτέλεσμα η δύναμη που του ασκείται από τον αέρα και έχει φορά προς τα πάνω να είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα της δύναμης που του ασκείται από τον αέρα και έχει φορά προς τα κάτω και του βάρους.*

Τι κίνηση εκτελεί το αεροπλάνο, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
- B. 200 χιλιόμετρα/ώρα
- Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα
- Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα

- A. Ακινητεί εάν είναι στο έδαφος ή κινείται προς τα κάτω εάν προηγουμένως ίπτατο.*
- B. Ακινητεί εάν είναι στο έδαφος ή κινείται χωρίς να αλλάζει η κατακόρυφη ταχύτητά του εάν προηγουμένως ίπτατο. .*
- Γ. Το αεροπλάνο απογειώνεται με συνεχώς αυξανόμενη κατακόρυφη ταχύτητα, αλλά με σχετικά μικρή επιτάχυνση.*
- Δ. Το αεροπλάνο απογειώνεται με συνεχώς αυξανόμενη κατακόρυφη ταχύτητα, αλλά με σχετικά μεγάλη επιτάχυνση.*

### Συμπεράσματα

Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με τις αρχικές σας προβλέψεις και συζητήστε στην ομάδα σας αν ήταν ή όχι τα αναμενόμενα και γιατί.

*Στο τέλος, οι μαθητές προτείνεται είτε να καταγράψουν τα συμπεράσματά τους στο φύλλο εργασίας είτε να τα ανακοινώσουν στην τάξη προφορικά.*

### Καταγραφή των παρατηρήσεων (Πιέσεις)

18. Επιλέξτε μία μικρή τιμή της ταχύτητας για την οποία το φτερό πετά. Καταγράψτε τις τιμές τις δύναμης προς τα πάνω, της δύναμης προς τα κάτω και της συνολικής δύναμης.

19. Θεωρείστε ότι η επιφάνεια του φτερού είναι κατά προσέγγιση ίση με 1 τετραγωνικό μέτρο και υπολογίστε την πίεση που υπάρχει λόγω της δύναμης προς τα πάνω και την πίεση λόγω της δύναμης προς τα κάτω.

Ποια είναι μεγαλύτερη;

*Η πίεση που υπάρχει και έχει φορά προς τα πάνω έχει μεγαλύτερη τιμή από την αντίστοιχη πίεση με φορά προς τα κάτω.*

Υπολογίστε την ολική πίεση μέσω της συνισταμένης δύναμης. Ποιο είναι το πρόσημό της;

*Έχει θετικό πρόσημο αλλά τιμή της κυμαίνεται ανάλογα με την επιλογή της ταχύτητας.*

20. Επιλέξτε μία μεγαλύτερη τιμή για την ταχύτητα για την οποία το φτερό πετά. Καταγράψτε τις τιμές τις δύναμης προς τα πάνω, της δύναμης προς τα κάτω και της συνολικής δύναμης.

*Πλέον, όλες οι δυνάμεις έχουν μεγαλύτερα μέτρα, αφού αυτά είναι ανάλογα της ταχύτητας του φτερού.*

Υπολογίστε πάλι την πίεση που υπάρχει λόγω της δύναμης προς τα πάνω και την πίεση λόγω της δύναμης προς τα κάτω. Συγκρίνετε τις νέες τιμές με τις παλιές.

*Όλες οι πιέσεις είναι μεγαλύτερες, αφού αυτές είναι ανάλογες της ταχύτητας του φτερού.*

Υπολογίστε και την ολική πίεση. Είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την προηγούμενη;

*Η ολική πίεση είναι μεγαλύτερη από προηγούμενως.*

### Συμπεράσματα

Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με τις αρχικές σας προβλέψεις και συζητήστε στην ομάδα σας αν ήταν ή όχι τα αναμενόμενα και γιατί.

*Στο τέλος, οι μαθητές προτείνεται είτε να καταγράψουν τα συμπεράσματά τους στο φύλλο εργασίας είτε να τα ανακοινώσουν στην τάξη προφορικά.*

3η διδακτική ώρα

### Αλλαγή του σχήματος του φτερού του αεροπλάνου

21. Υποθέστε τώρα ότι το φτερό του αεροπλάνου είχε άλλο σχήμα. Μπορείτε εάν θέλετε να ξεκινήσετε από την αρχή μία νέα δραστηριότητα στο πρόγραμμα Interactive Physics και να δώσετε νέο σχήμα, για παράδειγμα ένα απλό παραλληλόγραμμο. Μην ξεχάσετε να εισάγετε τις ίδιες τιμές για τη μάζα και τη ροπή του σώματος, όπως περιγράφονται στο βήμα 10.



### Διατύπωση υποθέσεων

Πώς πιστεύετε ότι θα αλλάζουν τώρα οι δυνάμεις καθώς θα αλλάζει η ταχύτητα του αεροπλάνου;

.....

Πώς πιστεύετε ότι θα αλλάζουν τώρα οι πιέσεις καθώς θα αλλάζει η ταχύτητα του αεροπλάνου;

.....

Το αεροπλάνο τώρα θα απογειωθεί;

.....

*Στις συγκεκριμένες ερωτήσεις είναι αποδεκτές όποιες προβλέψεις διατυπώσουν οι μαθητές. Η ορθότητά τους θα ελεγχθεί από τους ίδιους τους μαθητές με τη βοήθεια του λογισμικού «Interactive Physics 2000»*

22. Ακολουθήστε τα ίδια βήματα μέχρι και το δωδέκατο. Στο 13ο βήμα απλά αντικαταστήστε στο κελί  $F_y$  που έχει φορά προς τα πάνω, τη **συνάρτηση**  $5000 \cdot \text{input}[5]$ . (ΠΡΟΣΟΧΗ:  $\text{input}[5]$  ονομάζεται η μπάρα που έχετε δημιουργήσει. Σε εσάς είναι πιθανό μέσα στην αγκύλη να περιέχεται άλλος αριθμός, δηλαδή να είναι της μορφής:  $\text{input}[\text{στην περιοχή αυτή να περιέχει άλλον αριθμό}]$ ). Για τη δύναμη που έχει φορά προς τα κάτω, μην αλλάξετε τίποτα.

23. Ακολουθήστε τα επόμενα βήματα προκειμένου να απεικονίσετε τα μέτρα των δυνάμεων που ασκούνται στο φτερό του αεροπλάνου.

### Καταγραφή των παρατηρήσεων (Δυνάμεις)

Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με το τι συμβαίνει στο φτερό του αεροπλάνου, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
- B. 200 χιλιόμετρα/ώρα
- Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα
- Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα

*Σε κάθε περίπτωση συνεχίζει να παραμένει στο έδαφος ή κινείται επιταχυνόμενα προς τα κάτω εάν προηγουμένως ίπτατο. Αυτό συμβαίνει διότι η δύναμη από τον αέρα με φορά προς τα κάτω έχει το ίδιο μέτρο με τη δύναμη του αέρα με φορά προς τα πάνω. Επομένως, η συνισταμένη δύναμη είναι το βάρος.*

Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με το μέτρο της δύναμης που έχει φορά προς τα πάνω, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- A. 150 χιλιόμετρα/ώρα
- B. 200 χιλιόμετρα/ώρα



- Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα  
Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα  
Α. Έχει μέτρο 750.000N  
Β. Έχει μέτρο 1.000.000N  
Γ. Έχει μέτρο 1.100.000N  
Δ. Έχει μέτρο 1.500.000N

Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με το μέτρο της δύναμης που έχει φορά προς τα κάτω, όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- Α. 150 χιλιόμετρα/ώρα  
Β. 200 χιλιόμετρα/ώρα  
Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα  
Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα  
Α. Έχει μέτρο 750.000N  
Β. Έχει μέτρο 1.000.000N  
Γ. Έχει μέτρο 1.100.000N  
Δ. Έχει μέτρο 1.500.000N

Σημειώστε τις παρατηρήσεις σας σχετικά με το μέτρο της συνισταμένης δύναμης , όταν η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι:

- Α. 150 χιλιόμετρα/ώρα  
Β. 200 χιλιόμετρα/ώρα  
Γ. 220 χιλιόμετρα/ώρα  
Δ. 300 χιλιόμετρα/ώρα  
Α. Έχει μέτρο 100.000N  
Β. Έχει μέτρο 100.000N  
Γ. Έχει μέτρο 100.000N  
Δ. Έχει μέτρο 100.000N

Το αεροπλάνο τώρα απογειώνεται;

Όχι

#### Συμπεράσματα

Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με τις αρχικές σας προβλέψεις και συζητήστε στην ομάδα σας αν ήταν ή όχι τα αναμενόμενα και γιατί.

*Στο τέλος, οι μαθητές προτείνεται είτε να καταγράψουν τα συμπεράσματά τους στο φύλλο εργασίας είτε να τα ανακοινώσουν στην τάξη προφορικά.*

#### Καταγραφή των παρατηρήσεων (Πιέσεις)

24. Επιλέξτε μία μικρή τιμή της ταχύτητας. Καταγράψτε τις τιμές της δύναμης προς τα πάνω, της δύναμης προς τα κάτω και της συνολικής δύναμης.

25. Θεωρήστε ότι η επιφάνεια του φτερού έχει πάλι εμβαδόν 1 τετραγωνικό μέτρο και υπολογίστε την πίεση που υπάρχει λόγω της δύναμης προς τα πάνω και την πίεση λόγω της δύναμης προς τα κάτω.

Ποια είναι μεγαλύτερη;

*Η πίεση που υπάρχει προς τα κάτω είναι ίδια με την πίεση που υπάρχει προς τα πάνω.*

Υπολογίστε την ολική πίεση μέσω της συνισταμένης δύναμης. Ποιο είναι το πρόσημό της;

*Η ολική πίεση είναι  $-100.000\text{Pa}$  και έχει αρνητικό πρόσημο, δηλαδή φορά προς τα κάτω.*

26. Επιλέξτε μία μεγαλύτερη τιμή για την ταχύτητα. Καταγράψτε τις τιμές τις δύναμης προς τα πάνω, της δύναμης προς τα κάτω και της συνολικής δύναμης.

*Οι δυνάμεις από τον αέρα που έχουν φορά προς τα κάτω και φορά προς τα πάνω θα έχουν πλέον μεγαλύτερα μέτρα αλλά ίσα μεταξύ τους. Επομένως η συνολική δύναμη θα έχει μέτρο ίσο με του βάρους.*

Υπολογίστε πάλι την πίεση που υπάρχει λόγω της δύναμης προς τα πάνω και την πίεση λόγω της δύναμης προς τα κάτω. Συγκρίνετε τις νέες τιμές με τις παλιές.

*Οι νέες τιμές είναι μεγαλύτερες διότι οι πιέσεις είναι ανάλογες της ταχύτητας.*

Υπολογίστε και την ολική πίεση. Είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την προηγούμενη; Έχει αλλάξει το πρόσημο της ολικής πίεσης σε σχέση με προηγούμενως που το φτερό είχε καμπύλο σχήμα και πέταγε;

*Η ολική πίεση είναι ίδια με προηγούμενως που είχε επιλεχθεί μικρότερη ταχύτητα, δηλαδή  $-100.000\text{Pa}$ . Το πρόσημο έχει αλλάξει.*

#### Συμπεράσματα

Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με τις αρχικές σας προβλέψεις και συζητήστε στην ομάδα σας αν ήταν ή όχι τα αναμενόμενα και γιατί.

*Στο τέλος, οι μαθητές προτείνεται είτε να καταγράψουν τα συμπεράσματά τους στο φύλλο εργασίας είτε να τα ανακοινώσουν στην τάξη προφορικά.*

4η διδακτική ώρα

**Β. Ακολουθώντας τις οδηγίες της στην οθόνη του υπολογιστή σας και, αφού παρακολουθήσετε το βίντεο, κατασκευάστε το δικό σας «φτερό του αεροπλάνου».**

Ποιες μεταβολές κινητικής και δυναμικής ενέργειας συμβαίνουν κατά την κίνηση του φτερού του αεροπλάνου;

*Έχουμε μετατροπή της ενέργειας που προσφέρουμε εμείς σε κινητική και δυναμική. Όταν παύσουμε να προσφέρουμε εμείς ενέργεια, τότε η αποθηκευμένη δυναμική μετατρέπεται σε κινητική και το φτερό πέφτει.*

Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο φτερό σας πριν αρχίσει να ανυψώνεται;

*Το βάρος του με φορά προς τα κάτω και μία δύναμη από το τραπέζι που είναι τοποθετημένο.*

Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο φτερό σας, όταν αρχίσει να ανυψώνεται;

*Το βάρος του με φορά προς τα κάτω, μία δύναμη από τον κινούμενο αέρα με φορά προς τα πάνω και μία δύναμη από τον κινούμενο αέρα με φορά προς τα κάτω.*

Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο φτερό σας, όταν είναι σε ισορροπία;

*Το βάρος του με φορά προς τα κάτω, μία δύναμη από τον κινούμενο αέρα με φορά προς τα πάνω και μία δύναμη από τον κινούμενο αέρα με φορά προς τα κάτω.*

Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο φτερό σας, όταν αρχίσει να κατεβαίνει;

*Το βάρος του με φορά προς τα κάτω, μία δύναμη από τον κινούμενο αέρα με φορά προς τα πάνω και μία δύναμη από τον κινούμενο αέρα με φορά προς τα κάτω.*

Ζητήστε τη βοήθεια ενός συμμαθητή/συμμαθήτριάς σας. Κρατήστε στο επάνω μέρος του φτερού ένα μικρό κομμάτι από χαρτί. Κάντε το ίδιο και για το κάτω μέρος του φτερού. Φυσήξτε με το πιστολάκι.

Ποιο κομμάτι χαρτιού κινείται πιο έντονα;

*Το επάνω, λόγω μεγαλύτερης ταχύτητας του αέρα.*

Ο αέρας στο επάνω μέρος του φτερού ή στο κάτω μέρος κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα;

*Ο αέρας στο επάνω μέρος, λόγω φαινομένου Bernoulli.*

Εάν δεν υπήρχε η ατμόσφαιρα, θα μπορούσε να πετάξει ένα φτερό με αυτό τον τρόπο;

*Όχι, διότι η απαιτείται η ύπαρξη ρευστού.*

Σχεδιάστε από ένα μοντέλο φτερού αεροπλάνου και σημειώστε τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό, καθώς και τη συνισταμένη δύναμη σε κάθε μία από τις παρακάτω περιπτώσεις:

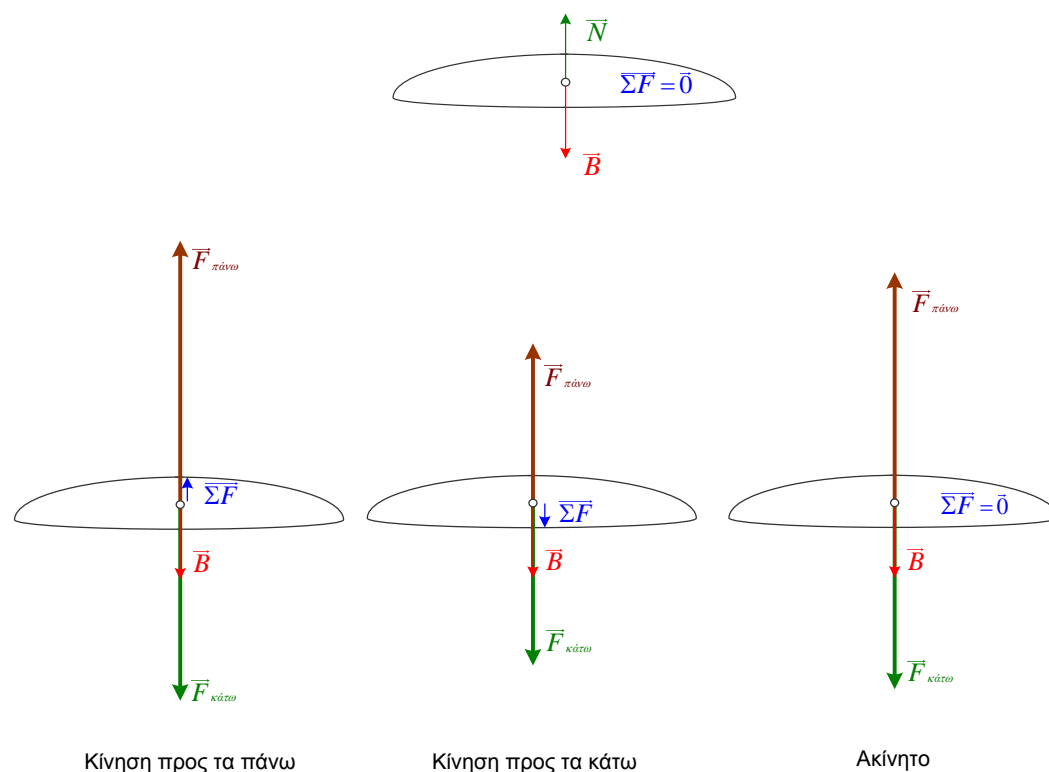
α) πριν ανυψωθεί,

β) όταν αρχίσει να ανυψώνεται,

γ) όταν είναι σε ισορροπία και

δ) όταν αρχίσει να κατεβαίνει.

Ακόμη σχεδιάστε σε κάθε μοντέλο την ταχύτητα του αέρα στο επάνω μέρος του φτερού και στο κάτω.



## 5η διδακτική ώρα

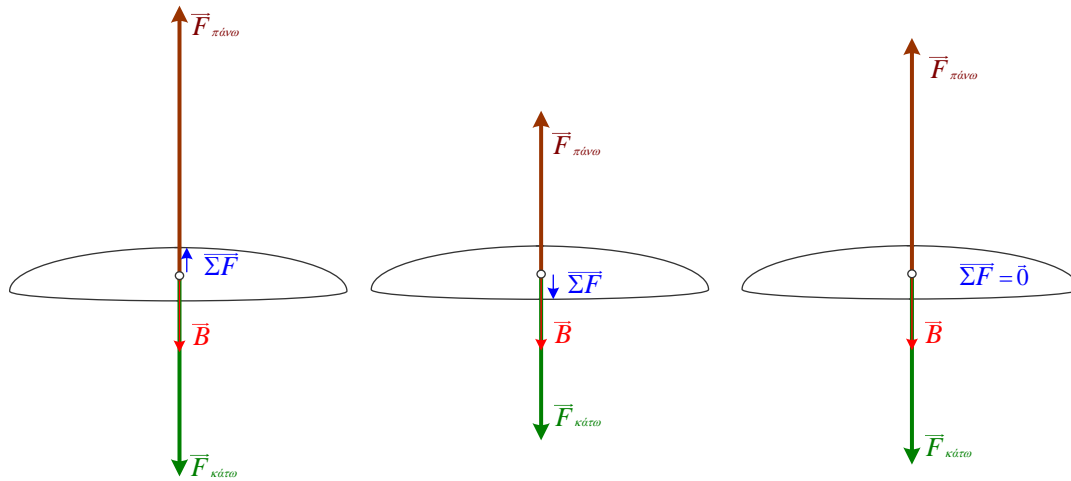


Επιλέξτε «Συμπεράσματα».



Προσπαθήστε τώρα να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

- A. Στην ταινία που παρακολούθησες τι συνέβη και το μαμούθ πέταξε;  
*Φύσηξε αέρας και το μαμούθ είναι εφοδιασμένο με ένα φτερό κατάλληλου σχήματος.*
- B. Τι άλλαξε και το μαμούθ επέστρεψε στο έδαφος;  
*Σταμάτησε ο αέρας.*
- Γ. Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο μαμούθ κατά τη διάρκεια της πτήσης του;  
Δ. Ποια φορά έχει η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο μαμούθ όταν αυτό: α) ανεβαίνει, β) είναι σταθερό και γ) κατεβαίνει;  
*Προς τα πάνω όταν ανεβαίνει και προς τα κάτω όταν κατεβαίνει. Όταν παραμένει σταθερό η συνισταμένη δύναμη είναι μηδέν.*
- E. Πώς αλλάζουν τα μέτρα των δυνάμεων που δέχεται το μαμούθ καθώς αλλάζει η ταχύτητά του;  
*Αυξάνονται διότι είναι ανάλογα.*
- ΣΤ. Πού οφείλονται οι πιέσεις στο επάνω και στο κάτω μέρος του φτερού του αεροπλάνου;  
*Στις διαφορετικές ταχύτητες κίνησης του αέρα στο επάνω και στο κάτω μέρος.*
- Z. Αλλάζοντας η ταχύτητα του ανέμου, πώς αλλάζουν οι πιέσεις στο επάνω μέρος και στο κάτω μέρος του φτερού;  
*Αυξάνονται διότι είναι ανάλογες.*
- H. Τι πρόσημο έχει η ολική πίεση όταν το φτερό πετά;  
*Θετικό.*
- Θ. Εάν το φτερό του αεροπλάνου δεν ήταν καμπύλο, τι πρόσημο θα είχε η ολική πίεση;  
*Αρνητικό.*
- I. Ποιος προσφέρει την ενέργεια προκειμένου να αλλάξει η ταχύτητα του φτερού;  
*Ο αέρας που φυσά.*
- Iα. Σχεδιάστε από ένα μοντέλο ενός φτερού αεροπλάνου, τις δυνάμεις που του ασκούνται και τη συνισταμένη τους, όταν το φτερό α) κινείται προς τα πάνω, β) είναι ακίνητο και γ) κινείται προς τα κάτω. Σχεδιάστε ακόμη σε κάθε μοντέλο την ταχύτητα του αέρα στο επάνω μέρος του φτερού και στο κάτω.



Κίνηση προς τα πάνω

Κίνηση προς τα κάτω

Ακίνητο



Επιλέξτε «Εφαρμογή».



Μελετήστε περισσότερες πληροφορίες για το φτερό του αεροπλάνου από το λογισμικό «Ανακαλύπτω τις Μηχανές» και από τα προτεινόμενα βιβλία και ιστοσελίδες.