

φυσική κεφ.4 ΠΙΕΣΗ  
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1**

Πόση είναι η πίεση από τα ψηλά τακούνια στο πάτωμα;

**Απάντηση**

Πρέπει να θέσουμε εύλογες τιμές για τα μεγέθη  $F_k$  και  $A$ :

$A = \text{εμβαδό επιφάνειας τακουνιού} = 1\text{cm}^2 = 0,0001\text{m}^2 = 10^{-4}\text{m}^2$ .

Αν το βάρος της γυναίκας είναι 60 κιλά, μπορούμε να πούμε ότι η δύναμη στο ένα πόδι είναι  $600\text{ N}/2 = 300\text{ N}$  και ότι η μισή από αυτήν, 150 N, ασκείται από το τακούνι, οπότε:

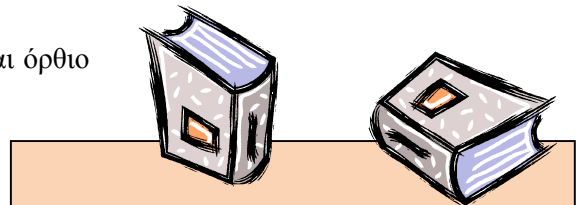


$$P = \frac{150\text{ N}}{10^{-4}\text{ m}^2} = 15 \cdot 10^5\text{ Pa}$$

ή 15 ατμόσφαιρες.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2**

Πότε το βιβλίο ασκεί μεγαλύτερη πίεση; Όταν είναι όρθιο ή όταν είναι πλαγιαστό;



**Απάντηση**

Προφανώς όταν είναι όρθιο αφού τότε μειώνεται το εμβαδό  $A$  ενώ η δύναμη (το βάρος) παραμένει το ίδιο.

**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3**

Σε πόσο βάθος πρέπει να καταδυθούμε, στη θάλασσα, ώστε η πίεση που θα νιώσουμε να είναι  $2 \cdot 10^5\text{ Pa}$ , δηλ διπλάσια της ατμοσφαιρικής.

**Απάντηση**

$P = \rho g h + P_{\text{ατμ}} = (\text{πυκνότητα νερού}) \cdot (\text{επιτάχυνση της βαρύτητας}) \cdot (\text{απόσταση από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού}) + \text{ατμοσφαιρική πίεση}$

Αντικατάσταση:

$$2 \cdot 10^5 \text{ Pa} = \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) h + 10^5 \text{ Pa}$$

$$2 \cdot 10^5 = 10^4 h + 10^5$$

Λύνουμε την εξίσωση αυτή ως προς h,

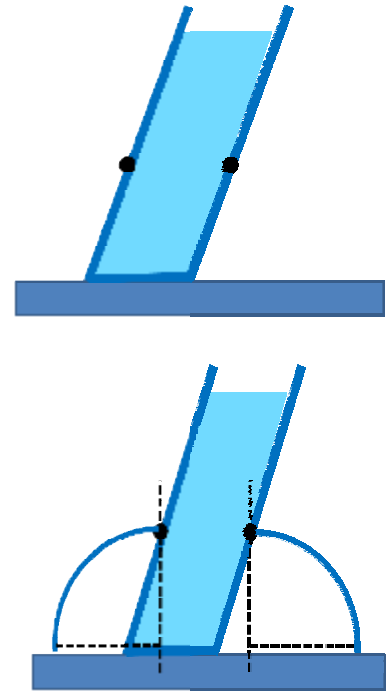
$$h = (2 \cdot 10^5 - 10^5) / 10^4 \quad \text{ή} \quad h=10\text{m.}$$

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4

Το πλάγιο δοχείο περιέχει νερό και οι δύο τρύπες ισαπέχουν από την ελεύθερη επιφάνεια. Από ποια τρυπούλα το υγρό θα πεταχτεί μακρύτερα;

#### Απάντηση

Η πίεση και στις δύο τρύπες είναι η ίδια. Το νερό θα πεταχτεί το ίδιο μακριά. Την απόσταση μετράμε ως προς την κατακόρυφη από το σημείο «εκτόξευσης» όπως φαίνεται στο σχήμα.

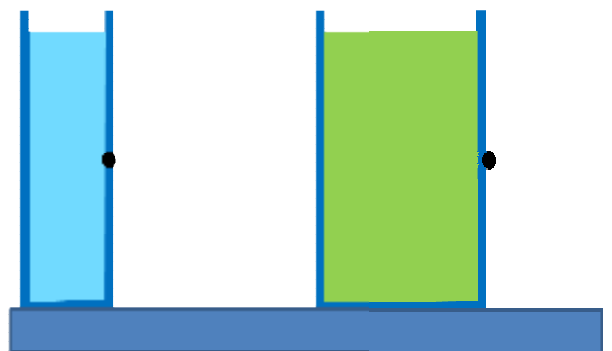


#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 5

Το λεπτό δοχείο περιέχει νερό το φαρδύ περιέχει λάδι. Από ποια τρυπούλα το υγρό θα πεταχτεί μακρύτερα;

#### Απάντηση

Οι δύο τρύπες απέχουν από την ελεύθερη επιφάνεια την ίδια απόσταση. Η πίεση,  $P=\rho gh+P_{\text{ατμ.}}$ , θα είναι μεγαλύτερη στην τρύπα του λεπτού δοχείου, αφού περιέχει νερό και γνωρίζουμε ότι η πυκνότητα του νερού είναι μεγαλύτερη από αυτή του λαδιού. Άρα το νερό θα πεταχτεί μακρύτερα.

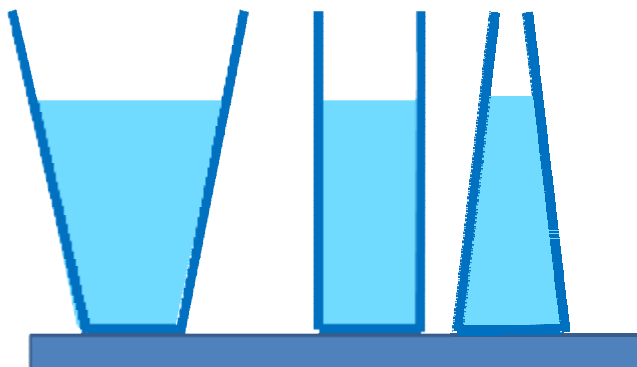


### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 6

Τα εμβαδά που έχουν οι πυθμένες των δοχείων είναι ίσα. Σε ποιο πυθμένα ασκείται μεγαλύτερη δύναμη από το υγρό;

#### Απάντηση

Όλα τα υγρά είναι στο ίδιο ύψος. Άρα οι πιέσεις στους πυθμένες είναι ίσες. Η δύναμη,  $F = P A$ , θα είναι ίδια αφού τα εμβαδά  $A$  είναι ίσα.

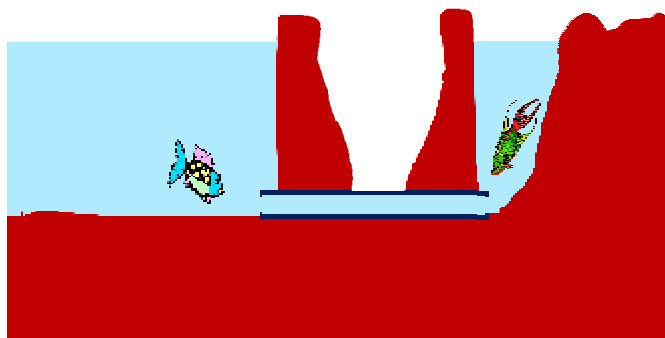


### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 7

Ενώνουμε τις δύο τεχνητές λίμνες. Προς τα πού θα πάει το νερό;

#### Απάντηση

Φαίνεται ότι οι λίμνες βρίσκονται στην ίδια στάθμη δηλ. οι ελεύθερες επιφάνειές τους βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο. Συνεπώς η πίεση στα άκρα του αγωγού θα είναι η ίδια και το νερό θα μείνει ακίνητο.

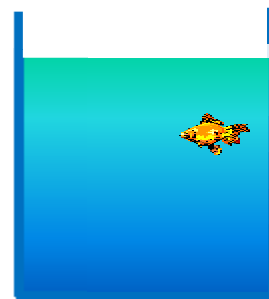


### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 8

Η άνοση στο ψαράκι πού είναι μεγαλύτερη; Όταν κολυμπάει στα ρηχά ή στα βαθειά;

#### Απάντηση

Η άνοση εξαρτάται από τον όγκο που είναι βυθισμένος. Εφόσον το ψαράκι δεν βγαίνει από το νερό(!) η άνοση είναι η ίδια.



### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 9

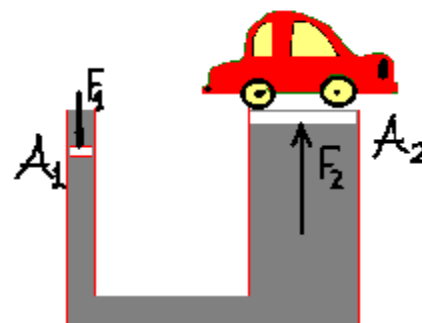
Η επιφάνεια  $A_1$  είναι 100 φορές μικρότερη από την επιφάνεια  $A_2$ . Αν ασκήσουμε τη μικρή δύναμη  $F_1 = 500\text{N}$  πόσο βάρος μπορούμε να σηκώσουμε;

#### Απάντηση

Αρχή του Pascal: Η επιπλέον πίεση κατανέμεται ομοιόμορφα, δηλ σε κάθε σημείο του ρευστού είναι η ίδια.

$$P = F_1/A_1 = F_2/A_2$$

$$\text{Απ' όπου } F_2 = F_1 (A_2/A_1) = 500 (100/1) = 50000 \text{ N.}$$

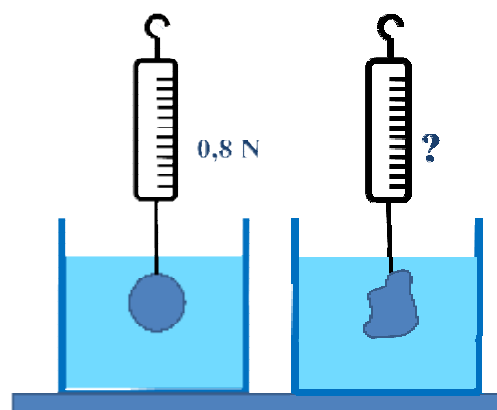


### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 10

Κρεμάμε στο δυναμόμετρο ένα κομμάτι πλαστελίνη σφαιρικού σχήματος. Μέσα στο νερό το δυναμόμετρο δείχνει 0,8 N. Πλάθουμε την πλαστελίνη ώστε να αλλάξει σχήμα. Η ένδειξη θα είναι μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη από 0,8 N;

#### Απάντηση

Η άνωση εξαρτάται από τον όγκο που είναι βυθισμένος μέσα στο νερό.  $A = V_{\beta} \cdot \rho \cdot g$ . Και στις δύο περιπτώσεις η άνωση είναι η ίδια, αφού όγκος (και η μάζα) δεν αλλάζει (η πλαστελίνη είναι ασυμπίεστη, αλλάζει μόνο σχήμα). Η ένδειξη του δυναμόμετρου, ίση με τη διαφορά βάρους και άνωσης δε θα αλλάξει. (Ένδειξη του δυναμόμετρου = βάρους - άνωση.)

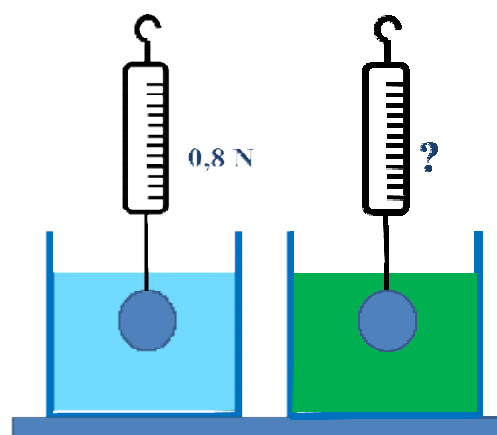


### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 11

Κρεμάμε στο δυναμόμετρο ένα κομμάτι πλαστελίνη. Μέσα στο νερό το δυναμόμετρο δείχνει 0,8 N. Αν τη ζυγίσουμε στο οινόπνευμα η ένδειξη θα είναι μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη από 0,8 N;

#### Απάντηση

Η άνωση στο οινόπνευμα είναι μικρότερη, αφού η πυκνότητα του οινοπνεύματος είναι μικρότερη από την πυκνότητα του νερού.  $A = V_{\beta} \cdot \rho \cdot g$ . Συνεπώς η ένδειξη του δυναμόμετρου θα είναι μικρότερη από 0,8 N. (Ένδειξη του δυναμόμετρου = βάρους - άνωση.)

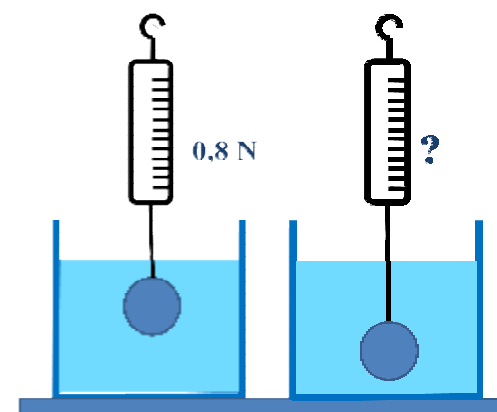


### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 12

Κρεμάμε στο δυναμόμετρο ένα κομμάτι πλαστελίνη μέσα στο νερό και το δυναμόμετρο δείχνει 0,8 N. Αν τη ζυγίσουμε σε μεγαλύτερο βάθος η ένδειξη θα είναι μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη από 0,8 N;

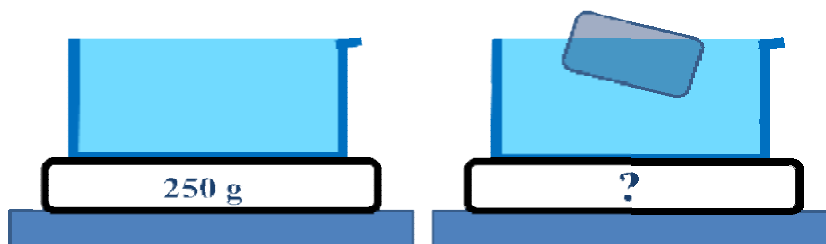
#### Απάντηση

Η ένδειξη θα είναι η ίδια. Η άνωση δεν εξαρτάται από το βάθος.  $A = V_{\beta} \cdot \rho \cdot g$  και ένδειξη του δυναμόμετρου = βάρους - άνωση.



### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 13

Το δοχείο είναι γεμάτο με νερό και ο ζυγός δείχνει 250 g. Βάζουμε στο νερό ένα κομμάτι ξύλο και απομακρύνουμε με προσοχή το νερό που εκτοπίζεται. Η ένδειξη του ζυγού θα είναι, μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη από 250 g ;



### Απάντηση

Παρατήρηση: η ένδειξη 250 g αντιστοιχεί σε 0,25 N, το βάρος που ζυγίζουμε.

Αρχικά ο ζυγός δείχνει: αρχικό βάρος νερού

Με το ξύλο ο ζυγός δείχνει:  $\text{βάρος νερού που έχει μείνει} + \text{βάρος ξύλου} =$   
(αρχικό βάρος νερού - βάρος νερού που εκτοπίστηκε) + βάρος ξύλου

Αλλά από την ισορροπία του ξύλου έχουμε ότι:

$\text{βάρος νερού που εκτοπίστηκε} = \text{βάρος ξύλου}$ ,  
άρα ο ζυγός θα δείχνει το αρχικό βάρος του νερού.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 14

Κρατάμε ένα ποτήρι αναποδογυρισμένο και το βυθίζουμε στο νερό. Μια ποσότητα αέρα εγκλωβίζεται μέσα στο ποτήρι. Πότε χρειάζεται μεγαλύτερη δύναμη; Όταν κρατάμε το ποτήρι κοντά στην επιφάνεια ή σε μεγαλύτερο βάθος; Να λάβετε υπόψη σας ότι ο αέρας είναι συμπιεστός (σε αντίθεση με τα υγρά και τα στερεά). Έτσι σε μεγαλύτερη πίεση ο όγκος του μειώνεται.

### Απάντηση

Σε μεγαλύτερο βάθος ο όγκος του αέρα θα ελαττωθεί αφού αυξάνεται η πίεση. Έτσι η άνωση θα είναι μικρότερη και πιο εύκολα θα κρατάμε το αναποδογυρισμένο ποτήρι.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 15

Ένα παγάκι επιπλέει σε δοχείο με νερό. Το παγάκι λειώνει. Να δικαιολογήσετε ότι η στάθμη του νερού δε θα ανέβει. Έτσι αν σε μια λίμνη επιπλέουν κομμάτια πάγου, όταν αυτά λειώσουν η στάθμη της λίμνης δε θα ανέβει.



### Απάντηση

Ποιοτική απάντηση. Το νερό έχει μεγαλύτερο όγκο όταν είναι πάγος απ ό,τι όταν είναι υγρό. Έτσι η πυκνότητα του πάγου είναι μικρότερη από του νερού και γι αυτό επιπλέει στο νερό. Όταν ο πάγος λειώνει (και βυθίζεται ολόκληρος στο νερό) ο όγκος του μειώνεται. Συγχρόνως όμως μπαίνει στο νερό και η μάζα του πάγου που ήταν απ' έξω με τελικό αποτέλεσμα η στάθμη του νερού να μείνει η ίδια.

Μαθηματική απόδειξη. Συμβολίζουμε με:

$V_1$  τον όγκο του πάγου που είναι έξω από το νερό,

$V_2$  τον όγκο του πάγου που είναι μέσα στο νερό,

$\rho_v$  την πυκνότητα του νερού και

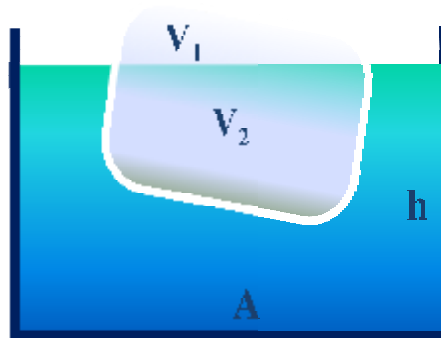
$\rho_\pi$  την πυκνότητα του πάγου.

Έστω ακόμα

$A$  το εμβαδό της βάσης του δοχείου και

$h$  το ύψος του νερού

Θα υποθέσουμε ότι η στάθμη του νερού μεταβάλλεται και το



καινούργιο ύψος του νερού είναι  $h'$ . Θα δείξουμε ότι  $h = h'$ .

Ξεκινάμε: μάζα νερού πριν το λιώσιμο = μάζα νερού μετά το λιώσιμο.

$$(V_1+V_2) \cdot \rho_{\pi} + (A \cdot h - V_1) \cdot \rho_{\nu} = h' \cdot A \cdot \rho_{\nu}$$

Αφού το παγάκι επιπλέει, από τη συνθήκη βάρους = άνωση, έχουμε:  $(V_1+V_2) \cdot \rho_{\pi} \cdot g = V_1 \cdot \rho_{\nu} \cdot g$ .

Συνδυάζοντας τις δύο σχέσεις βρίσκουμε:  $h = h'$ , δηλ. η στάθμη του νερού δεν θα αλλάξει.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 16

Ένα υλικό στη στερεή του κατάσταση έχει, κατά κανόνα μεγαλύτερη πυκνότητα απ' ό,τι όταν είναι υγρό. Έτσι το στερεό βούτυρο βυθίζεται στο λιωμένο βούτυρο. (Κάτι που γνωρίζουν όσοι ασχολούνται με τη ζαχαροπλαστική.) Στο σχήμα ένα κομμάτι στερεού βουτύρου είναι βυθισμένο σε μαγειρικό σκεύος που περιέχει υγρό βούτυρο (της ίδιας θερμοκρασίας). Όταν το στερεό βούτυρο λιώσει η στάθμη θα ανεβεί, θα μείνει η ίδια ή θα κατέβει;



#### Απάντηση

Η στάθμη θα ανέβει. Τα υλικά που δεν έχουν την «ανώμαλη» διαστολή και συστολή του νερού, στη στερεή κατάσταση έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα απ' ό,τι στην υγρή. Έτσι το βούτυρο όταν υγροποιείται ο όγκος του αυξάνεται και η στάθμη θα ανέβει.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 17

Ένα παγάκι, που περιέχει μια ποσότητα αέρα, επιπλέει σε δοχείο με νερό. Το παγάκι λιώνει. Θα αλλάξει η στάθμη του νερού; Χρησιμοποιήστε το προηγούμενο εξαγόμενο.



#### Απάντηση

Αν φανταστούμε τη φυσαλίδα να μετακινείται προς τα πάνω, να αλλάζει θέση και τελικά να αποχωρίζεται από τον πάγο. Αυτό μας φέρνει εντελώς στο προηγούμενο πρόβλημα.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 18

Ένα παγάκι, που περιέχει μια ποσότητα νερού, επιπλέει σε δοχείο με νερό. Το παγάκι λιώνει. Θα αλλάξει η στάθμη του νερού;



#### Απάντηση

Αν φανταστούμε τα νερού να μετακινείται προς τα κάτω, να αλλάζει θέση και τελικά να αποχωρίζεται από τον πάγο. Αυτό μας φέρνει εντελώς στο πρόβλημα όπου ένα παγάκι επιπλέει στο νερό. Άρα το λιώσιμο του δεν επιφέρει καμιά αλλαγή στη στάθμη του νερού.

---

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 19

Το αερόστατο κινείται με σταθερή ταχύτητα προς τα πάνω. Ποιες δυνάμεις δρουν στο αερόστατο;

#### Απάντηση

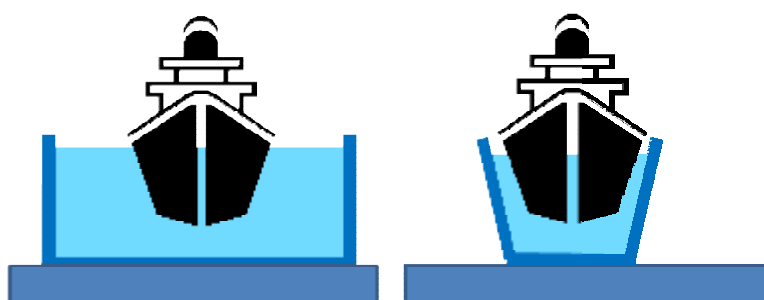
Οι δυνάμεις είναι το βάρος και η αντίθετή της, η άνωση. Η συνισταμένη είναι μηδέν.



---

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 20

Το πλοίο βρίσκεται στη μεγάλη δεξαμενή για επισκευές, αριστερά. Μπορεί να τοποθετηθεί και σε μία δεξαμενή με πολύ λίγο νερό, ώστε μόλις και να μην ακουμπάει στα τοιχώματά της;



#### Απάντηση

Δεν αλλάζει τίποτα (πέρα ενδεχομένως από πρακτικές δυσκολίες).

---

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 21

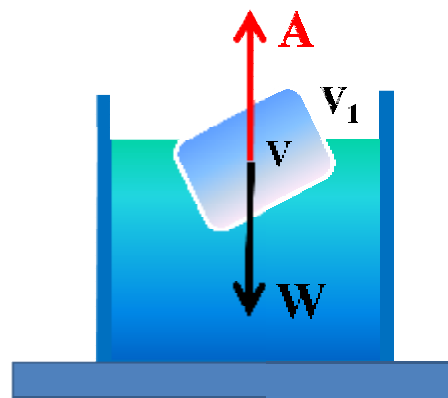
Ένα παγάκι επιπλέει στο νερό. Ή ένα παγόβουνο επιπλέει σε μια λίμνη. Πόσο μέρος του πάγου βρίσκεται έξω από το νερό; Δίνονται:  $\rho_v =$  πυκνότητα νερού  $= 1000 \text{ kg/m}^3$  και  $\rho_\pi =$  πυκνότητα πάγου  $= 900 \text{ kg/m}^3$ .

#### Απάντηση

έστω  $V$  ο όγκος όλου του πάγου και  $V_1$  ό ογκος του πάγου που είναι έξω από το νερό.

Βάρος = άνωση

$V \cdot \rho_\pi \cdot g = (V - V_1) \cdot \rho_v \cdot g$  απ' όπου βρίσκουμε  $V_1/V = 0,1$  ή 10%



Τα παραδείγματα 17, 18 και 20 είναι από το βιβλίο ΣΤΙΣ ΓΕΙΤΟΝΙΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ του LEWIS C. EPSTEIN εκδ. κάτοπτρο.